



Universidad Técnica de Manabí
Facultad de Ciencias Veterinarias



Carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías

TEMA:

ADECUACIÓN DE UN ÁREA DE CULTIVO BIOACUÁTICO CON SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE AGUA DULCE EN LA ESCUELA DE INGENIERIA EN ACUICULTURA Y PESQUERÍAS, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ, SEDE SUCRE

PROYECTO FINAL DE TESIS

Previo a la obtención del título de:

INGENIERIA EN ACUICULTURA Y PESQUERIAS

AUTORES:

Polit Barreto Manuel Andrés

Zambrano Ostaiza Agustín Norberto

DIRECTOR:

Ing. Javier Cedeño Estrada, Mg.

BAHIA DE CARAQUEZ, 2015

DEDICATORIA

Hoy al fin se cumple mi gran meta, han sido largos años de estudio y eternos meses de realización de mi tesis, pero a pesar de todas estas adversidades que derrumbe lo logre.

Dedico este trabajo, con gran cariño y agradecimiento:

En especial a mi madre, Teresa Ostaiza, por su inmenso apoyo y todo el esfuerzo que ella realizó día a día para que yo pueda lograr esta meta en mi vida, gracias por todos los sacrificios personales que hiciste por mi madre querida.

A mi padre, Agustín Zambrano por su apoyo físico incondicional, a quien no le importó dejar sus actividades por ayudarme, es algo que valoro mucho, gracias por estar allí en cada labor.

A mis familiares más cercanos que en muchos momentos me ayudaron, algún día espero retribuirles la ayuda.

AGUSTIN ZAMBRANO

DEDICATORIA

Con todo respeto y amor dedico este triunfo:

A Dios todo poderoso. Por sus bendiciones e iluminar mi camino, darme la inteligencia y brindarme la fuerza necesaria, para poder lograr uno de mis grandes propósitos en mi vida.

A mi esposa, Gisela Zambrano Andrade quien ha estado a mi lado todo este tiempo y me ha apoyado incondicionalmente.

A mis padres, Beatriz Barreto Panta y Manuel Polit López, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí.

A mi hermano por ser parte importante en mi existencia y brindarme su apoyo durante el tiempo de estudio.

También dedico mi triunfo profesional a lo más grande que Dios me ha dado, mis hijos: Sara y Manuel, ya que ellos son mi orgullo y mi gran motivación para lograr mis objetivos.

MANUEL POLIT

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradecemos a Dios por permitirnos ser partícipe de este proyecto y poder culminarlo.

Agradecemos de manera muy especial a la institución, a la Escuela de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías, a su personal académico, a la Universidad Técnica de Manabí que nos brindó los conocimientos que hoy tenemos y por todo el apoyo que nos brindó para poder elaborar esta tesis.

A nuestros profesores por todos los conocimientos que nos brindaron en estos años de estudio que hoy en día son de útil ayuda en nuestras vidas laborales.

Al Ingeniero Javier Cedeño Estrada, nuestro directo de tesis, por todas las jornadas en que trabajo con nosotros o en nuestra ausencia por algún motivo inesperado.

A la vicedecana la Bióloga María Laura García por contribuir a la realización de este proyecto.

Al Ingeniero Juan Carlos Vélez por sus sugerencias y ayuda técnica en momentos oportunos y además ser el mentor de la idea de este trabajo.

Al Licenciado Santos Vite Gómez quien en el momento más difícil nos dio la mano, en el desarrollo de este trabajo.

A la Bióloga Marjorie Idrovo por sus comentarios y sugerencias durante la realización del proyecto.

Al Licenciado Patricio Panta por contribuir a la comprobación del sistema con la donación de las tilapias.

Al personal administrativo y guardias que siempre nos ayudaron durante la ejecución del proyecto.

CERTIFICACIÓN

Ing. Javier Humberto Cedeño E., Catedrático de la Facultad de Ciencias Veterinaria – Escuela de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías, certifica que:

La tesis de grado titulada: **“ADECUACIÓN DE UN AREA DE CULTIVO BIOACUATICO CON SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA DULCE EN LA ESCUELA DE INGENIERIA EN ACUICULTURA Y PESQUERÍAS, UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABI, SEDE SUCRE”** cuyos autores Egresados: MANUEL ANDRES POLIT BARRETO, AGUSTIN NORBERTO ZAMBRANO OSTAIZA, habiéndose cumplido a cabalidad las actividades establecidas en el cronograma de trabajo por etapas.

Ing. Javier Humberto Cedeño E. Mg.

DIRECTOR DE TESIS

UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIA

CARRERA DE INGENIERIA EN ACUICULTURA Y PESQUERIAS

TESIS DE GRADO

TEMA:

“Adecuación de un área de cultivo bioacuatico con sistema de recirculación de agua dulce en la Escuela de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías, Universidad Técnica de Manabí, sede Sucre”

Sometida a la consideración del Tribunal de Revisión y de Evaluación y legalizada por el Honorable Consejo Directivo como requisito previo para la obtención del título de:

INGENIERO EN ACUICULTURA Y PESQUERIAS

APROBACION

ING. JAVIER HUMBERTO CEDEÑO E.

DIRECTOR DE TESIS

BLGA. TERESA EULALIA IBARRA M.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE
REVISIÓN Y EVALUACIÓN**

LCDO. PATRICIO RODOLFO PANTA D.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE
REVISIÓN Y EVALUACIÓN**

BLGA. MARJORIE IDROVO V.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE
REVISIÓN Y EVALUACIÓN**

AUTORIA

Los métodos, resultados, conclusiones y recomendaciones establecidas en el presente trabajo de tesis, son de única, absoluta y exclusiva responsabilidad de los autores.

Polit Barreto Manuel

Zambrano Ostaiza Agustín

INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	IV
CERTIFICACIÓN	VI
AUTORIA	VIII
RESUMEN	XIV
1. LOCALIZACION FISICA DEL PROYECTO	2
2. FUNDAMENTACION	3
2.1. Diagnóstico de la comunidad	3
2.2. Identificación de problemas	5
2.3 Priorización de problemas	6
3. JUSTIFICACIÓN	7
4. OBJETIVOS	8
4.1. Objetivos generales	8
4.2. Objetivos especificos	8
5. MARCO DE REFERENCIA	9
5.1. Proceso de nitrificación	15
5.1.1. Etapas de la nitrificación	18
5.1.2. Factores ambientales que afectan a la velocidad de nitrificación en el sistema	19
6. BENEFICIARIOS	22
7. METODOLOGIA	23
7.2. Árbol de problemas	27
7.3 Árbol de objetivos	28
8. RECURSOS UTILIZADOS	31
8.1. Recursos humanos	31
8.2. Componentes del sistema	31
8.3. Materiales	32
8.3.1. Materiales de construcción	32
8.3.2. Herramientas utilizadas en la construcción	34
8.3.3. Materiales eléctricos	34

8.3.4. Equipos.....	35
8.3.5. Reactivos	35
8.3.6. Útiles de oficina	35
8.3. Recursos económicos	35
9. RESULTADOS.....	36
9.1. Selección del sistema de recirculación	36
9.2. Diseño del sistema de recirculación de agua dulce	38
9.2.1. Flujo del agua en el sistema.....	43
9.3. Implementación y adecuación del sistema de recirculación	45
9.4. Funcionamiento del sistema	51
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
10.1. Conclusiones.....	59
10.2. Recomendaciones	59
11. SUSTENTABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD	60
11.1. Sustentabilidad	60
11.2. Sostenibilidad.....	60
12. BIBLIOGRAFÍA	62
13. ANEXOS	64

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Figura 1. Ubicación satelital de la Escuela de Ingeniería en Acuicultura y Pesquería	2
Figura 2. Perspectiva 1 del sistema de recirculación de agua dulce.	38
Figura 3. Perspectiva 2 del sistema de recirculación de agua dulce y sus componentes.....	39
Figura 4. Perspectiva 3 del sistema de recirculación de agua.....	40
Figura 5. Perspectiva 4 del sistema de recirculación de agua.....	40
Figura 6. Proyecciones de la secciones A y B del sistema de recirculación de agua.	41
Figura 7. Detalle de las secciones A y B del sistema de recirculación de agua.	42
Figura 8. Variación semanal de los oxígenos disueltos (mg/L), registrados entre marzo y abril del 2015.	52
Figura 9. Variación semanal del pH, registrado entre marzo y abril del 2015.	53
Figura 10. Variación semanal de la temperatura °C, registrado entre marzo y abril del 2015.....	54
Figura 11. Variación semanal de los nitritos en el efluente total, registrado entre marzo y abril del 2015.	55
Figura 12. Variación semanal de los nitratos en el efluente total, registrado entre marzo y abril del 2015.	55
Figura 13. Variación semanal de los nitritos en el agua de retorno, registrado entre marzo y abril del 2015.	56
Figura 14. Variación semanal de los nitratos en el agua de retorno, registrado entre marzo y abril del 2015.	57

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de involucrados.	25
Tabla 2. Matriz de marco lógico.	29
Tabla 3. Incremento de peso de las tilapias durante los 2 meses de cultivo....	58

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1. Filtro de malla de 200 um.	36
Fotografía 2. Mangueras acordeón como sustrato.....	37
Fotografía 3. Filtro de lechos fluidizados.....	37
Fotografía 4. Área donde se inició la construcción del sistema.....	45
Fotografía 5. Medición del área dónde se construyó el sistema.	46
Fotografía 6. Construcción de los muros del piso.	46
Fotografía 7. Nivelación y compactación del terreno.	47
Fotografía 8. Fundición del piso con un drenaje central.....	47
Fotografía 9. Bases de cemento donde se asientan los tanques.....	48
Fotografía 10. Construcción de la cubierta del techo y colocación del zinc. ...	48
Fotografía 11. Instalación de la energía eléctrica.....	49
Fotografía 12. Instalación del suministro de aire y distribución a cada tanque.....	49

RESUMEN

Con el propósito de dotar de un sistema de recirculación de agua dulce para cultivo de organismos acuáticos en la escuela de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías, se adecuó un área, se diseñó e instaló un sistema y posteriormente se comprobó su eficiencia con un cultivo de tilapia (*Oreochromis sp.*) por el lapso de 2 meses.

Los muestreos para determinación de parámetros químicos (amoníaco total, nitrito y nitrato) se efectuaron 3 veces por semana, empleando los kits Profi Test Ammonia y Esha Aqua Quick Test, en el efluente de los tanques y en el agua de retorno a los mismos (agua de salida del filtro).

Se comprobó la eficiencia del sistema en cultivo, ya que a partir del día 25 de siembra se mantuvieron estables las concentraciones promedios de amonio total, nitrito, nitrato, cuyos valores son: menor a 0,25 mg/L; 0,131 mg/L y 0,206 mg/L respectivamente. A los 41 días descendió la concentración de nitritos a 0,095 mg/L y se elevó ligeramente el nitrato a 1,213 mg/L por la oxidación del nitrito.

Se registraron diariamente los parámetros físicos como temperatura, oxígeno disuelto y pH. Los valores promedio de estos parámetros son: para T₁ (26,86⁰C; 4,44 mg/L y 7,6125 respectivamente); para T₂ (26,68⁰C; 4,37 mg/L y 6,625); y para T₃ (26,85⁰C; 4,21 mg/L y 6,6375)

El incremento de peso en las tilapias durante el cultivo registro un peso inicial y final promedio de 29,293 y 219,7g para T₁; para T₂ entre 33,102 y 254,348g; y para T₃ fue de 49,111 y 371,926g, durante los dos meses.

Palabras clave: Recirculación de agua dulce, cultivo de tilapia, *Oreochromis sp.*, parámetros químicos, parámetros físicos, incremento de peso.

**ADECUACIÓN DE UN ÁREA DE CULTIVO
BIOACUATICO CON SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE
AGUA DULCE EN LA ESCUELA DE INGENIERIA EN
ACUICULTURA Y PESQUERIAS, UNIVERSIDAD
TECNICA DE MANABÍ, SEDE SUCRE**

1. LOCALIZACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO

El presente proyecto comunitario se desarrolló en las instalaciones de la Escuela de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías, Universidad Técnica de Manabí, sede Sucre, localizada en la parroquia urbana Leónidas Plaza, cantón Sucre, frente al estuario del río Chone en las coordenadas son 0564104 y 9931494, a una altitud de 2 msnm. El clima de la zona es seco tropical en la costa, biestacional con precipitaciones de 250 a 300 mm anuales, que se evaporan rápidamente, la humedad relativa oscila entre 60 y 65% y la temperatura es de 22 a 32°C (Lavayen y Torres, 2007) (figura 1).



Figura 1. Ubicación satelital de la Escuela de Ingeniería en Acuicultura y Pesquería

2. FUNDAMENTACIÓN

2.1. Diagnóstico de la comunidad

Los laboratorios de investigación y cultivo de especies dulceacuícolas son una herramienta muy importante para la enseñanza de la producción de especies bioacuáticas en las universidades, ya que son necesarios a la hora de estudiar para relacionar la teoría con la práctica y tener una experiencia del tema.

Los conocimientos prácticos son esenciales para determina en el campo laboral el nivel de éxito de la docencia y la investigación en la sede Sucre.

El futuro se proyecta al desarrollo de nuevas técnicas para mejorar las producciones dulceacuícolas, encontrándose actualmente las universidades en un periodo de debate y reflexión, que implica una reforma profunda del modelo de educación superior.

La Universidad Técnica de Manabí en general se encuentra en constante renovación tecnológica e implementando nuevos equipos y sistemas, este proyecto se lo realizó con el afán de mejorar los conocimientos de la comunidad universitaria, de la región y el país.

La escuela de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías oferta esta carrera en la zona 4, razón por la cual es muy importante dotarle de nuevos sistemas de cultivo que le permitan elevar el nivel académico de sus egresados.

Conscientes del deterioro constante del medio ambiente y a través de la modalidad de graduación “Desarrollo Comunitario” se propuso crear un sistema

de cultivo de peces con recirculación, el cual tiene una relación muy estrecha con el Plan Nacional del Buen Vivir (2013 – 2017) que en su objetivo 7 dice: “Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental, territorial y global” (Plan Nacional de Desarrollo, 2013).

Igualmente se relaciona con la tecnología, innovación y conocimientos, para mejorar la estructura productiva de la acuicultura y así satisfacer las necesidades de la población de una manera amigable para el ambiente.

El proyecto también promueve la sustentabilidad ambiental con la transformación de la matriz productiva enmarcada en un contexto de respecto a los derechos de la naturaleza y de justicia intergeneracional. La acuicultura es una de las áreas a cambiar en la matriz productiva y este sistema cumple con esos requisitos.

2.2. Identificación de problemas

La Escuela de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías cuenta con laboratorios de análisis entre los cuales tenemos:

- Sección de microbiología
- Sección de microscopia
- Sección de recepción y almacenamiento de muestras
- Sección de histología
- Sección de química y calidad de agua

Además consta de laboratorios de Cultivos a Pequeña Escala tales como:

- Sección de microalgas y alimentos vivos;
- Sección de desove, eclosión y acuarios;
- Sala experimental de larvicultura y cultivos a pequeña escala;
- Sección de maduración de organismos acuáticos;
- Sección de producción de semilla de moluscos;
- Sección de acopio y mantenimiento;
- Sección de producción de larvas de camarón y/ o pre – crianza y piscinas de engorde

Estos laboratorios están en constante actividad, y como los cultivos bioacuáticos requieren de un abundante flujo de agua, por lo cual fue necesario adecuar un sistema de recirculación de agua dulce y/o salada para optimizar el uso de este recurso. Entre las causales para su desarrollo tenemos:

- Poca disponibilidad de agua dulce para los cultivos dulce acuícolas.

- Falta de asignación de recursos.
- Falta de motivación local para la generación de nuevas técnicas de cultivo.

2.3 Priorización de problemas

Los problemas detectados están muy relacionados entre sí, por lo cual la implementación de un sistema de recirculación de agua dulce para la formación profesional en la especialidad de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías se consideró prioritaria.

El principal problema es la carencia de un sistema de recirculación de agua dulce para los cultivos de especies dulceacuícolas.

Entre los problemas secundarios que contribuyen a la existencia del problema central tenemos:

- Falta de presupuesto para la adecuación de este sistema de cultivo.
- Escases de espacios físicos para el desarrollo de cultivos dulceacuícolas.
- Desarrollo limitado de cultivos de agua dulce por la carencia de agua.

3. JUSTIFICACIÓN

Los laboratorios constituyen un apoyo al desarrollo profesional de los estudiantes de la carrera, facilitándoles la capacidad de relacionarse con la realidad del medio laboral. Por ello fue necesario implementar nuevos sistemas de cultivos que eleven la formación académica de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías.

Por esta razón se adecuó un área de cultivo con un sistema de recirculación de agua dulce, que permite ahorrar y mantener la calidad del agua y disponer de más herramientas para el desarrollo de las cátedras relacionadas con la producción de organismos acuáticos en la carrera, beneficiando a la comunidad estudiantil.

Este proyecto se justifica debido a la falta de recursos económicos y el escaso desarrollo de sistemas de recirculación de agua dulce en la provincia.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Adecuar un área de cultivo bioacuático con sistema de recirculación de agua dulce en la Escuela de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías, Universidad Técnica de Manabí, sede Sucre

4.2. Objetivos específicos

- ✓ Seleccionar el sistema de recirculación que se adapte a las necesidades del medio.
- ✓ Diseñar un sistema de recirculación para el cultivo de especies dulceacuícolas en las instalaciones de la carrera.
- ✓ Implementar y adecuar el sistema de cultivo.
- ✓ Comprobar el funcionamiento del sistema de recirculación mediante el cultivo de tilapia.

5. MARCO DE REFERENCIA

En la actualidad, el agua es considerada un recurso vital limitado que debe administrarse de manera racional, ya que su abastecimiento condiciona el desarrollo de las actividades humanas. En los sistemas de producción acuícola, el uso del agua dulce debe administrarse optimizando el volumen empleado y disminuyendo el efluente de aguas residuales con altas cantidades de material orgánico, para así disminuir el posible impacto ambiental (Trasviña *et al.*, 2007)

Ante dicha problemática, se han venido desarrollando e implementando en la acuicultura, el uso de Sistemas de Recirculación de Agua (SRA). Equipados con una serie de módulos de tratamiento para mantener su calidad en niveles adecuados para reutilizarla (Trasviña *op.cit.*)

Los SRA se han venido desarrollando en los últimos treinta años y actualmente son los más intensivos en producción debido a la gran cantidad de organismos que pueden soportar por metro cúbico de agua. Su uso se ha implementado en la acuicultura cada vez con mayor frecuencia considerándose tecnologías limpias y ambientalmente adecuadas (Trasviña *op.cit.*)

Hoy en día la acuicultura a nivel mundial se encuentra en franco crecimiento, según proyecciones de FAO en el año 2015 la producción proveniente de la acuicultura será de 74 millones de Tm (FAO, 2015). Para lograr la sustentabilidad de la acuicultura es necesario intensificar los cultivos, valiéndose de tecnología como sistemas de recirculación de agua (SRA) y

tratamiento de la misma, optimizando un recurso tan valioso (Merino y Facundo, 2007)

La utilización de la tecnología en el tratamiento del agua tiene como ventajas: un monitoreo y control constante de las variables físico-químicas y sanitarias del agua, la reutilización del agua, producciones de altas densidades, y como desventajas: el alto costo y necesidad de mano de obra calificada (Merino y Facundo op.cit.)

El uso de esta tecnología se limita en cierta medida, a países desarrollados como: Estados Unidos, Japón y los países europeos como: Noruega, España, Alemania, Francia y otros. Cabe destacar que países en vías de desarrollo como: Chile, México, Brasil y Ecuador utilizan esta tecnología en diferentes etapas de cultivo (Merino y Facundo, op.cit.)

Para el diseño de este sistema, se debe considerar la capacidad de carga y la producción acuícola que se quiere obtener, lo cual dependerá también de la calidad y cantidad de agua disponible en la zona. Cuando se implementan los SRA, el uso del agua se puede optimizar, reutilizándola mediante el control de su calidad a través de la remoción de sólidos, de compuestos nitrogenados y de la oxigenación en el sistema. Para lo cual se utilizan unidades de aireación/oxigenación, remoción de partículas, biofiltración, regulación de pH, remoción de CO₂, desinfección y regulación de temperatura (Trasviña *et al.*,2007)

Uno de los principales problemas que presentan los sistemas cerrados de recirculación de agua utilizados en la acuicultura, es la eliminación constante de los metabolitos tóxicos, como el amoniaco (NH_3) y el nitrito (NO_2^-). El nitrógeno amoniacal ($\text{NH}_3^+ \text{NH}_4^+$) es excretado por los peces a través de sus branquias y la orina, y es producido también por la descomposición microbiana del alimento no consumido y de las excretas, por medio de las bacterias. El alimento balanceado que es aportado a los peces, puede constituir hasta el 88% del nitrógeno en un sistema de cultivo. Existen cuatro formas de eliminación del nitrógeno en un estanque: a) la cosecha de los peces que representa el 31,5%, b) la desnitrificación con el 17,4%, c) la volatilización del amoniaco (NH_3) con el 12,5% y d) los sedimentos con el 2,6% (Ingle de la Mora *et al.*, 2003)

En un sistema cerrado de recirculación de agua para acuicultura, existen varias maneras de reducir o eliminar el NH_3 , el cual es extremadamente tóxico para los peces y otros organismos. Se sugiere tres mecanismos básicos para eliminarlo: a) por arrastre del aire, proporcionando la desnitrificación, b) por intercambio iónico y c) por biofiltración. Este último, es el más frecuentemente utilizado en los sistemas cerrados de recirculación de agua, debido a que es eficiente, tiene bajo costo y su operación y mantenimiento resulta relativamente fácil (Ingle de la Mora *et al.*, op.cit.)

Durante el proceso de biofiltración, el agua rica en nitrógeno pasa a través de los biofiltros sumergidos, previamente colonizados por bacterias nitrificantes. De esta manera el NH_3 es oxidado a NO_2^- por bacterias amonios oxidantes y posteriormente, el nitrito es oxidado a NO_3^- mediante bacterias nitritos oxidantes (Ingle de la Mora *et al.*, op.cit)

El principal problema en los procesos de biofiltración, es el incierto establecimiento de las colonias de bacterias nitrificantes en el lecho de los biofiltros, que pueden reducir su actividad debido a cambios bruscos en la temperatura del agua o bien a la disminución del pH (Ingle de la Mora *et al.*, op.cit)

Asimismo, afectan negativamente el aumento en la materia orgánica soluble, o bien la presencia de algunas sustancias químicas utilizadas en el tratamiento y control de enfermedades infecciosas de los peces bajo cultivo, como el formaldehído y la oxitetraciclina, entre otras. Si los biofiltros no funcionan adecuadamente, se pueden incrementar los valores de amoniaco y nitrito, ocasionando con ello la muerte de los peces. Se ha encontrado en cultivos de trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss*, que para mantener un ambiente adecuado para el crecimiento y mantenimiento de las bacterias nitrificantes, el agua debe encontrarse a una temperatura entre los 11 y 15°C, un pH ligeramente alcalino, 80% de saturación de oxígeno disuelto en el agua y una dureza total por arriba de los 100 mg/L (Ingle de la Mora *et al.*, op.cit)

Kubitza (2006) manifiesta que de un modo simplificado, se puede fraccionar un sistema de recirculación en seis componentes, como se resume a continuación:

1. **Tanques de cultivo:** hasta ahora han sido empleados diversos formatos y diseños de tanques en sistemas de recirculación, que facilitan la concentración de los residuos sólidos hacia el drenaje central. Algunos sistemas usan tanques rectangulares u ovales, que posibilitan un mejor aprovechamiento del espacio, comparado con los tanques circulares (Kubitza, op.cit)

El agua de entrada se distribuye verticalmente en la columna de agua a través de un tubo perforado y entra en sentido tangencial a la pared del tanque, sustentando una corriente circular de agua, facilitando la concentración de los sólidos decantados hacia el drenaje central, que son conducidos hacia el decantador o cono por un tubo de pequeño calibre, constantemente desalojando a los sólidos concentrados. El exceso de agua generalmente sale del tanque por un drenaje de superficie (Kubitza, op.cit)

2. **Decantadores y filtros mecánicos:** los conos y decantadores pueden usarse para concentrar los sólidos decantados (partículas > micra o de 0,1 mm). Los filtros mecánicos con telas finas o filtros cerrados con un medio filtrante de arena, guijarros o esferas de plástico (filtro tipo piscina) concentran y remueven los sólidos en suspensión (partículas entre 40 y 100 micras). Los sólidos disueltos (partículas < a 40 micras)

pueden ser concentrados o removidos del sistema con el uso de un fraccionador de espuma (Kubitza, op.cit)

3. **Biofiltros:** los filtros biológicos son fundamentales para la salud del sistema.

Generalmente consisten en una caja, tanque o jaula lleno previamente de un sustrato que posibilite la fijación de las bacterias nitrificadoras que promueven la oxidación del amoníaco a nitrato. En los biofiltros se pueden utilizar diversos tipos de sustrato. Los más comunes son la arena gruesa, guijarro, esferas o cilindros de plástico y trozos de telgopor (Kubitza, op.cit)

4. **Sistema de aireación/oxigenación:** el sistema de aireación/oxigenación está compuesto por sopladores de aire y difusores, aireadores mecánicos de diversos tipos (aireadores de paso o bombas de agua), inyección directa de oxígeno y asimismo una combinación entre dos o más tipos de aireación/oxigenación. Aireadores y difusores que han sido inadecuadamente dimensionados o posicionados, pueden provocar excesiva agitación dentro de los tanques de cultivo, resuspendiendo y fraccionando los residuos sólidos. Por ello, es preferible concentrar la aireación en otros puntos del sistema, particularmente después del filtrado de los sólidos en suspensión. El fraccionador de espuma y el propio biofiltro son puntos donde la aireación comienza a ser aplicada. Generalmente, la mayor parte de la

aireación se aplica luego, antes o inmediatamente después del biofiltro, reoxigenando el agua que retornará a los tanques (Kubitza, op.cit)

5. **Sistema de bombeo y tabulaciones de drenaje y retorno:** en algún punto del sistema es necesario instalar bombas para retornar el agua tratada y reoxigenada hacia los tanques de cultivo. Las dimensiones de las bombas y las tabulaciones deberá efectuarse por profesionales con buen conocimiento de hidráulica, para evitar sub o súper dimensionar el sistema hidráulico del emprendimiento (Kubitza, op.cit)
6. **Unidad de cuarentena:** esta unidad debe ser físicamente separada de la unidad de producción y contar con sus propios tanques, filtros, biofiltros, sistema hidráulico y equipos de aireación. Los peces que llegan por primera vez al emprendimiento, deberán permanecer en observación en esta unidad durante algunas semanas para certificar que están libres de organismos patógenos. Durante su cuarentena, los peces generalmente recibirán un tratamiento profiláctico y terapéutico que elimine a los potenciales parásitos para tratar algún tipo de enfermedad (Kubitza, op.cit)

5.1. Proceso de nitrificación

Según Merino y Facundo (2007) en los filtros tiene lugar la nitrificación, en la cual el amoníaco es el principal producto final del catabolismo de la proteína y es excretado por los peces como amoníaco no ionizado (NH_3) a través de las branquias.

El amoníaco, nitrito y nitrato son todos altamente solubles en agua. El amoníaco existe en dos formas: no ionizado e ionizado (NH_4^+ amonio), la concentración relativa de estas formas en la columna de agua es principalmente una función del pH, temperatura y salinidad. La suma de las dos formas se denomina amoníaco total o simplemente amoníaco (NAT). Un aumento del pH o la temperatura aumenta la proporción de la forma no ionizado del NAT. Para exposiciones de largo plazo, las concentraciones permisibles de NH_3 dependen de la especie y de la temperatura de cultivo, pero como regla general este debe mantenerse bajo 0,05mg/l (Merino y Facundo, op.cit)

El nitrito es un producto intermedio en el proceso de nitrificación del amoníaco a nitrato. A pesar que es usualmente convertido en nitrato tan pronto como se produce, la falta de oxidación biológica del nitrito resultará en niveles elevados de este que pueden ser tóxicos para los peces; debe ser constantemente monitoreado ya que los altos niveles podrían indicar una inminente falla del biofiltro (Merino y Facundo, op.cit)

La toxicidad del nitrito se debe a su efecto en la capacidad de transporte del oxígeno de la hemoglobina de la sangre. Cuando este penetra en la corriente sanguínea, oxida al hierro en la molécula de la hemoglobina desde el estado ferroso (Fe^{++}) al estado férrico (Fe_3^+). El producto resultante se denomina metahemoglobina, la que tiene un característico color marrón, llamada comúnmente “enfermedad de sangre marrón” (Merino y Facundo, op.cit)

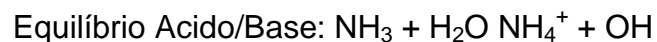
El nitrato es el producto final de la nitrificación y es el menos tóxico de los compuestos. En sistemas de recirculación, los niveles de éste son corrientemente controlados por recambios diarios de agua. En sistemas con bajo recambio o altas tasas de retención hidráulica, la desnitrificación se ha tornado cada vez más en una medida importante de control (Merino y Facundo, op.cit)

La filtración biológica puede ser una medida efectiva para controlar el amoníaco; en comparación con el recambio del agua para controlar sus niveles. Existen dos tipos de bacterias las que colectivamente ejecutan la nitrificación. Estas son generalmente catalogadas como bacterias quimioautótrofas, ya que obtienen la energía de la oxidación de compuestos inorgánicos a diferencias de las bacterias heterótrofas que obtienen energía oxidando compuestos orgánicos. Las bacterias de oxidación del amoníaco obtienen su energía oxidando amoníaco no ionizado a nitrito como: **Nitrosomonas**, *Nitrosococcus*, *Nitrosospira*, *Nitrosolobus* Y *Nitrosovibrio*. Las bacterias de oxidación del nitrito al nitrato son: **Nitrobacter**, *Nitrococcus*, *Nitrospira* y *Nitrospina*. Las bacterias nitrificantes son principalmente autotróficas obligadas, que consumen dióxido de carbono, y aeróbicas obligadas, que requieren oxígeno para desarrollarse. Las bacterias heterotróficas crecen significativamente más rápido que las bacterias nitrificantes y prevalecen por sobre estas compitiendo por espacio y oxígeno en los biofiltros cuando las concentraciones de materia orgánica disuelta y particulada son altas. Por ese motivo, es imperativo que la fuente de

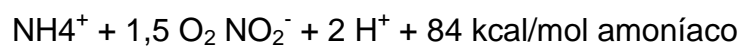
agua para los biofiltros sea mantenida tan limpia como sea posible con la mínima concentración de sólidos totales (Merino y Facundo, op.cit)

5.1.1. Etapas de la nitrificación

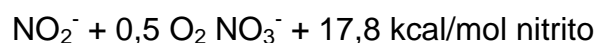
Es un proceso de dos etapas, donde primero el amoníaco se oxida a nitrito y luego el nitrito se oxida a nitrato. Los dos pasos de la reacción normalmente se llevan a cabo secuencialmente, ya que el primer paso tiene una tasa de reacción cinética más alta que el segundo paso, el proceso es normalmente controlado por la oxidación del amoníaco y como resultado no existe una apreciable acumulación de nitrito (Merino y Facundo, op.cit)



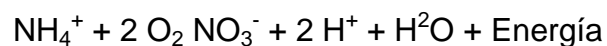
Nitrosomonas



Nitrobacter



Total



5.1.2. Factores ambientales que afectan a la velocidad de nitrificación en el sistema

De acuerdo a Merino y Facundo (2007), los factores ambientales que afectan la nitrificación son:

- ✓ **pH:** este afecta tanto la velocidad de nitrificación como la relación entre las formas de nitrógeno amoniacal ionizado y no ionizado. El efecto del pH sobre la tasa de nitrificación para biofiltros ha sido investigado por más de 60 años y todavía existe una amplia gama de pH informados como óptimos. Los resultados más recientes sugieren que el rango óptimo es de un pH desde 7,2 a 7,8 los biofiltros nitrificantes han sido operados en un rango mucho más amplio desde 6 a 9 debido a la adaptación de las poblaciones bacterianas a las condiciones de operaciones reales. Los cambios rápidos en el pH también tienen efectos sobre el comportamiento de los biofiltros, si estos son de más de 0,5 a 1,0 unidades de pH en un minuto las poblaciones bacterianas del filtro se estresaran y requerirán un tiempo para la adaptación a las nuevas condiciones ambientales (Merino y Facundo, op.cit)
- ✓ **Alcalinidad:** es una medida de la capacidad de amortiguación de pH (tampón o buffer) de un sistema acuático. Se determinó que para cada gramo de nitrógeno amoniacal reducido a nitrógeno de nitrato, se consumen 7,14 gramos de alcalinidad, esta pérdida se puede reemplazar fácilmente por la adición de bicarbonato de sodio (NaHCO_3)

u otro suplemento de bicarbonato. La nitrificación es un proceso de formación de ácido, y si los sistemas de biofiltro están mal tamponados el pH del sistema bajara impactando el desempeño de este (Merino y Facundo, op.cit)

- ✓ **Temperatura:** esta juega un rol significativo en la velocidad de reacción de la nitrificación como lo hace en todas las cinéticas de reacciones químicas y biológicas. En general, las tasas de reacción de la nitrificación siguen una relación que por ejemplo una disminución de 10°C en la temperatura de operación, resulta en un 50% de reducción de tasa de remoción. En la aplicación práctica, la temperatura en la cual opera un biofiltro esta normalmente determinada por los requerimientos de las especies en cultivo, y no por las necesidades de las bacterias del mismo (Merino y Facundo, op.cit)
- ✓ **Oxígeno:** este se torna frecuentemente en el factor limitante de la tasa de nitrificación de los biofiltros debido a los bajos niveles de entrada y por la competitiva demanda de las bacterias heterotróficas. Por cada gramo de nitrógeno amoniacal oxidado a nitrógeno nítrico, se requieren 4.57 gramos de oxígeno (Merino y Facundo op.cit.)
- ✓ **Amoníaco:** la concentración del amoníaco como tal puede afectar directamente la tasa de nitrificación, en general la capacidad del biofiltro para oxidar nitrógeno aumenta proporcionalmente con el aumento de la concentración del amoníaco en un rango limitado de concentraciones. Se asume que la relación proporcional existe en el rango de 0 hasta al menos 3 ppm. La proporcionalidad en algún punto decrecerá y

eventualmente el incremento de la concentración de NAT no agregará nitrificación adicional (Merino y Facundo op.cit)

- ✓ **Salinidad:** similarmente a la temperatura y pH, las poblaciones de bacterias nitrificantes después de algún tiempo pueden aclimatarse a casi cualquier nivel de salinidad. Cambios rápidos mayores a 5 g/L producen shock a las bacterias nitrificantes y hace decrecer las velocidades de remoción del amoníaco y de nitrito (Merino y Facundo op.cit)

6. BENEFICIARIOS

El principal beneficiario de este proyecto es la comunidad Universitaria, sede Sucre, Universidad Técnica de Manabí (UTM), Bahía de Caráquez, escuela de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías.

Los beneficiarios directos son:

- Docentes, que van a disponer de nuevas herramientas para la enseñanza científica y técnica dirigidas a mejorar la calidad del aprendizaje.
- Estudiantes, que con la implementación del sistema de recirculación del agua para especies dulceacuícolas desarrollen conocimientos técnicos sobre los beneficios de este sistema de cultivo.

Beneficiarios indirectos son:

- Personal que labora en la Universidad Técnica de Manabí, extensión Sucre.
- Las instituciones educativas que se encuentran vinculadas con la escuela.
- Empresarios del sector acuícola y pesquero.

7. METODOLOGIA

Este trabajo se enmarco dentro de la metodología del marco lógico cuya finalidad es la “Adecuación de un Área de Cultivo Bioacuático con Sistema de Recirculación de Agua Dulce en la Escuela de Acuicultura, Universidad Técnica de Manabí, sede Sucre”, para que el personal docente y docente cumplan con el proceso de enseñanza – aprendizaje de la mejor manera.

Para realizar los trabajos necesarios, tanto en su inicio como en su ejecución, se contó con el apoyo de autoridades, docentes, empleados y estudiantes de la escuela de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías. El personal que se involucró fueron expertos en el área, así como también un albañil, carpintero, electricista, maestro en fibra, gafitero y ayudantes, entre otros.

Para establecer la problemática se utilizaron instrumentos de encuestas dirigidos a los beneficiarios: autoridades, docentes, estudiantes y empleados de la escuela de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías de la UTM (Anexos 1, 2 y 3). Se aplicaron además las diferentes herramientas del marco lógico, siendo estas: la matriz de involucrados, el árbol de problemas, el árbol de objetivos y la matriz de marco lógico.

Para comprobar el funcionamiento del sistema de recirculación de agua dulce, se procedió a cultivar tilapias por el lapso de dos meses, durante el cultivo cada 3 días se efectuaron análisis de calidad de agua para determinar concentraciones de amoníaco, nitrito y nitrato del efluente, tanto del cultivo como del filtro, empleando los test kit Profi TEST AMMONIA (amoníaco) y EsHa AQUA QUICK TEST (nitrito, nitrato y pH); la medición del oxígeno

disuelto y la temperatura con el oxigenómetro digital 550 A (marca YSI) se realizaron diariamente a diferentes horas (08h00 y 16h00), llevados a cabo en el laboratorio de Química de la escuela.

7.1 Matriz de involucrados

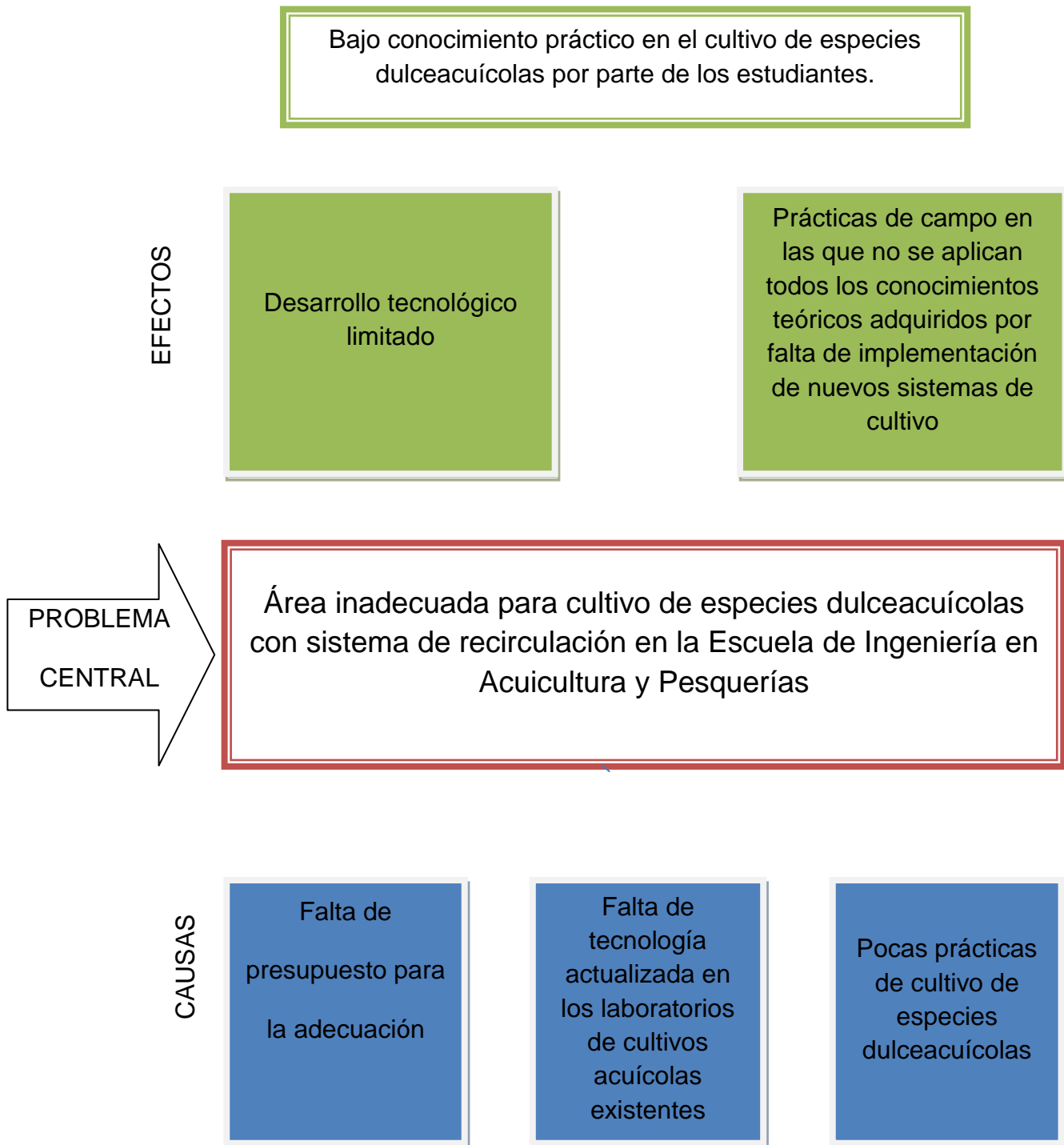
Tabla 1. Matriz de involucrados.

Grupos y/o Institucionales	Interés	Problemas Percibidos	Recursos y Mandatos	Intereses en el Proyecto	Conflicto potencial
Autoridades de la Escuela de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías	Mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes, con la implementación de nuevas áreas para la práctica de los mismos.	Falta de presupuesto para la adecuación de un área de cultivo bioacuatico con sistema de recirculación de agua dulce.	Un laboratorio adecuado con recursos técnicos, científicos y logísticos.	Disponer de un laboratorio apropiado para el desenvolvimiento científico y técnico de la comunidad universitaria	No contar de laboratorio con sistema de recirculación de agua dulce
Docentes de la Escuela de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías	Disponer de un laboratorio de cultivos de especies dulceacuícolas con sistema de recirculación.	Carencia de laboratorios para cultivo con sistema de recirculación de agua dulce.	Cuerpo docente capacitado en áreas de cultivos dulceacuícolas que contribuyan al desarrollo de la carrera.	Contar con un laboratorio conforme a los estándares de educación superior.	Deficiencia de áreas de trabajo de

Adecuación de un área de cultivo bioacuatico con sistema de recirculación de agua dulce en la Escuela de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías, Universidad Técnica de Manabí, sede Sucre.

Estudiante	Aplicar los conocimientos adquiridos sobre sistemas de recirculación de agua.	Prácticas de campo en las que no se aplican todos los conocimientos teóricos adquiridos por falta de implementación de nuevos sistemas de cultivo.	Disposición de los estudiantes para adquirir y utilizar los nuevos conocimientos en su fortalecimiento académico de nuevos sistemas de cultivo.	Mejorar las prácticas de campo responsable para prácticas de cultivos dulce acuícolas	Falta de áreas de trabajo para prácticas de cultivos dulce acuícolas
Empresario	Actualizar los conocimientos científicos y técnicos sobre sistemas de recirculación de agua dulce	Falta de laboratorios de producción dulceacuícola	Conocer sobre el manejo y funcionalidad de los cultivos bioacuáticos con sistema de recirculación	Fortalecer a los empresarios y sobre los beneficios del sistema de recirculación de agua dulce.	Indiferencia de no implementar nuevos proyectos para trabajos de campo

7.2. Árbol de problemas



7.3 Árbol de objetivos

Elevado conocimiento práctico por parte de los estudiantes en el cultivo de especies dulceacuícolas.

FINES

Sistema de recirculación de agua dulce implementado.

Área de cultivo adecuada

Sistema de recirculación de agua dulce, comprobar

OBJETIVO

Adecuar un área de cultivo bioacuático con sistema de recirculación de agua dulce en la Escuela de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías, Universidad Técnica de Manabí, sede Sucre

MEDIOS

Seleccionar el sistema de recirculación que se adapte a las necesidades del medio.

Diseñar un sistema de recirculación para el cultivo de especies dulceacuícolas en las instalaciones de la carrera.

Preparar el área donde va a ubicarse el sistema de tratamiento de agua para el cultivo de especies dulceacuícolas.

Comprobar el funcionamiento del sistema de recirculación mediante el cultivo de tilapia.

7.4 Matriz de marco lógico

Tabla 2. Matriz de marco lógico.

OBJETIVOS	INDICADORES OBJETIVAMENTE VERIFICABLES	MEDIOS DE VERIFICACION	SUPUESTOS
<p>FIN</p> <p>Contribuir al mejoramiento de la calidad de la educación superior a través de la puesta en práctica por parte de los estudiantes de los conocimientos teóricos adquiridos en el aula.</p>	<p>El 100% de la adecuación del área de cultivo bioacuatico se concluyó a fines del mes de abril del 2015</p>	<p>Instalaciones Informe final.</p>	<p>Falta de recurso económico. Falta de compromiso de los tesisistas.</p>
<p>PROPOSITO</p> <p>Adecuación de un área de cultivo bioacuático con sistema de recirculación de agua dulce en la escuela de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías, Universidad Técnica De Manabí, Sede Sucre.</p>	<p>En abril del 2015 se entregó el 100% de la construcción del laboratorio para el cultivo de especies dulceacuícolas de la Carrera IAP</p>	<p>Observación in situ. Informe final</p>	<p>Falta de compromiso por las autoridades para el mantenimiento del sistema.</p>
<p>RESULTADOS O PRODUCTOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar el sistema de recirculación de agua dulce que se adapte a las necesidades del medio. • Diseñar un sistema de 	<p>En abril del 2014 se determina el sistema más idóneo.</p> <p>En octubre del 2014 se diseña el 100% del plano para el</p>	<p>Observación in situ de filtro biológico y filtro de lechos fluidizados seleccionado Informe final</p> <p>Plano de área de</p>	<p>Mala selección del sistema de recirculación.</p> <p>Costos elevados en la</p>

Adecuación de un área de cultivo bioacuatico con sistema de recirculación de agua dulce en la Escuela de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías, Universidad Técnica de Manabí, sede Sucre.

<p>recirculación para el cultivo de especies dulceacuícolas en las instalaciones de la carrera.</p> <ul style="list-style-type: none"> Preparar el área donde va ubicarse el sistema de tratamiento de agua para el cultivo de especies dulceacuícolas. Comprobar el funcionamiento del sistema de recirculación de agua dulce mediante el cultivo de tilapia. 	<p>área de cultivo bioacuatico con sistema de recirculación de agua dulce.</p> <p>En febrero del 2015 se concluyó la construcción y la adecuación del sistema.</p> <p>Desde marzo hasta abril del año 2015 se comprobó el funcionamiento del sistema de recirculación de agua.</p>	<p>cultivo.</p> <p>Informe final Facturas de compra</p> <p>Actas de entrega recepción Informe final</p> <p>Registro de monitoreo de la calidad del agua del cultivo. Informe final.</p>	<p>elaboración del plano.</p> <p>Dificultades en la compra de materiales e implementación del sistema.</p> <p>Falla en la toma de muestra para los respectivos análisis y su posterior interpretación estadística.</p>
<p>ACTIVIDADES</p> <p>1.1. Selección de sistema, preparación y compra de materiales a utilizar en el área de construcción.</p> <p>1.2 Adecuación y entrega del laboratorio.</p> <p>1.3. Puesta en marcha del sistema construido.</p> <p>1.4. Comprobación del funcionamiento del sistema de recirculación.</p>	<p>Presupuesto:</p> <p>\$ 1300</p> <p>\$ 600</p> <p>\$ 100</p> <p>\$ 200</p>	<p>Facturas Observación in situ</p> <p>Facturas Informe final</p> <p>Registro de actividades Informe final</p> <p>Test de control de parámetros físicos y químicos. Informe final</p>	<p>Falta de recurso económico y de materiales</p> <p>Falta de albañil</p> <p>Fugas de agua en las instalaciones</p> <p>Falla en la toma de muestras.</p>

8. RECURSOS UTILIZADOS

8.1. Recursos humanos

Los recursos humanos que colaboraron en este proyecto fueron:

- Dos tesistas
- 1 director de tesis
- 1 técnico albañil
- 1 técnico en fibra
- 1 técnico carpintero
- 1 técnico gasfitero
- 1 técnico electricista
- 1 ayudante

8.2. Componentes del sistema

El sistema de recirculación de agua dulce está compuesto de 3 tinas de polietileno de 1,63 m de diámetro y 0,63m altura y un volumen de 1000L. La sección de tratamiento de agua está compuesta por una tina colectora de 60 L; una bomba de ½ HP; un filtro de malla de 400 micra; un filtro biológico y un filtro de lechos fluidizados.

8.3. Materiales

8.3.1. Materiales de construcción

- ❖ 4 m³ de arena
- ❖ 4 m³ de tierra
- ❖ 2 m³ de piedra bola
- ❖ 4 m³ de ripio
- ❖ 18 sacos de cemento
- ❖ 6 columnas de madera de 6 m de largo por 4" de espesor
- ❖ 4 columnas de madera de 4,5 m de largo por 3" de espesor
- ❖ 4 columnas de madera de 5 m de largo por 2" de espesor
- ❖ 11 hojas de zinc de 10 pies
- ❖ 2 libras de clavo de 4" pulgadas
- ❖ 1,5 libras de clavo de zinc
- ❖ 1 libra de clavo de cemento
- ❖ Frasco de cali pega de 250 cc
- ❖ 2 tubo de silicón
- ❖ 60 kg de arena de rio
- ❖ Centrador de madera de 10" de diámetro
- ❖ Circulo acrílico de 10" de diámetro
- ❖ 1 rollo de teflón
- ❖ 1 galón de resina
- ❖ 1 litro de secante de resina

- ❖ 2 kg de fibra
- ❖ 3 tinas INDELTRO de 1000 L
- ❖ 1 kabeta de 60 L
- ❖ 1 tanque plástico de 200 L
- ❖ Un tanque plástico de 5000 L
- ❖ 60 m de mangueras acordeón
- ❖ 1 tubo de PVC de 1"
- ❖ 2 tubos de PVC de 2"
- ❖ 2 tubos de PVC de 63 mm
- ❖ 1 tubo de PVC de 10"
- ❖ 2 codos de 90⁰ de 2" macho
- ❖ 1 codo de 90⁰ de 2" hembra
- ❖ 6 codos de 90⁰ de 63 mm
- ❖ 4 conectores hembra roscable de 1"
- ❖ 7 válvulas esferas de plástico de 1"
- ❖ 1 válvula esfera de plástico de 63 mm
- ❖ 2 tapones de plástico de 63 mm
- ❖ 1 tapón de plástico de 2"
- ❖ 3 codos de plástico de 90⁰ de 1"
- ❖ 5 adaptadores para tanque de plástico de 1"
- ❖ 6 conectores machos roscable de 1"
- ❖ 1 adaptador para tanque de plástico de 2"
- ❖ 1 adaptador hembra de 63 mm a 50 mm

- ❖ 1 adaptador macho de 50 mm a 63 mm
- ❖ 2 adaptadores hembra de 63 mm
- ❖ Válvula esfera de 2"

8.3.2. Herramientas utilizadas en la construcción

- ❖ Broca de 1"
- ❖ Sierra para cortar tubos de plástico
- ❖ Llave tubular
- ❖ Metro
- ❖ Sierra para cortar madera
- ❖ Martillo
- ❖ Desarmadores
- ❖ Combo
- ❖ Palas
- ❖ Pico

8.3.3. Materiales eléctricos

- ❖ Bomba de 0,5 hp
- ❖ Taladro
- ❖ Extensión eléctrica
- ❖ Cables de alta tensión
- ❖ Cable de acero
- ❖ Breque de 50 A

8.3.4. Equipos

- ❖ 1 balanza gramera cas x1-ACS
- ❖ 1 oxigenómetro digital YSI 550 A

8.3.5. Reactivos

- ❖ Profi TEST AMMONIA
- ❖ EsHa AQUA QUICK TEST

8.3.6. Útiles de oficina

- Impresora hp multifuncional
- Laptop SONY VAIO
- Carpeta con hojas de control
- Esferos, clip, grapas, etc.
- Rema de papel
- Tinta negra y color para impresora
- Libreta de apuntes.

8.3. Recursos económicos

El presente proyecto tuvo un costo estimado de \$ 3350 de financiamiento través del proyecto “semilla” de la UTM y autogestión de los tesistas:

9. RESULTADOS

La adecuación del sistema de recirculación de agua dulce en la Escuela de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías, Universidad Técnica de Manabí, sede Sucre, fue desarrollado de acuerdo a las actividades planteadas en el marco lógico, que se describen a continuación:

9.1. Selección del sistema de recirculación

Después de revisar la literatura, se seleccionó dos tipos de filtros: filtro biológico y filtro de lecho fluidizados propuesto por Trasviña et al (2007) con algunas modificaciones que se detallan a continuación:

- ✓ En lugar de emplear un tanque de 5 toneladas de capacidad se utilizaron 3 tanques de polietileno circulares de 1000 L, conectados a un tubo colector.
- ✓ En reemplazo del filtro de fieltro se empleó una malla de 200 μm (Fotografía 1).



Fotografía 1. Filtro de malla de 200 μm .

- ✓ El filtro biológico tuvo como sustrato manguera de tipo acordeón cortada en segmentos pequeños (5 cm de largo) para la fijación de las colonias de bacterias nitrificantes, sustituyendo a las cuentas plásticas de polietileno de baja densidad (Fotografía 2).



Fotografía 2. Mangueras acordeón como sustrato.

- ✓ El tubo del filtro de lechos fluidizados fue de 10" de diámetro y 1,40 m de altura (Fotografía 3).



Fotografía 3. Filtro de lechos fluidizados.

- ✓ Se utilizó arena de río, en lugar de arena silícica en el filtro.

9.2. Diseño del sistema de recirculación de agua dulce

El sistema consta de 3 tanques circulares de polietileno con una capacidad de una tonelada, a los cuales se les implementó un sistema de drenaje central para autolimpieza, asentados en una base de cemento de 1,53 m²(1,24 x 1,24 m), para facilitar el vaciado de los mismos; conectados a un tubo colector que lleva los efluentes hasta una gaveta colectora provista de un filtro de 200 um, de donde se bombeó(bomba de 0,5 HP) el agua hasta el biofiltro (colonias de bacterias nitrificantes) continuando hacia el filtro de lechos fluidizados para posteriormente por rebose distribuirse por gravedad a cada tanque (Figuras 2,3,4,5,6 y 7)

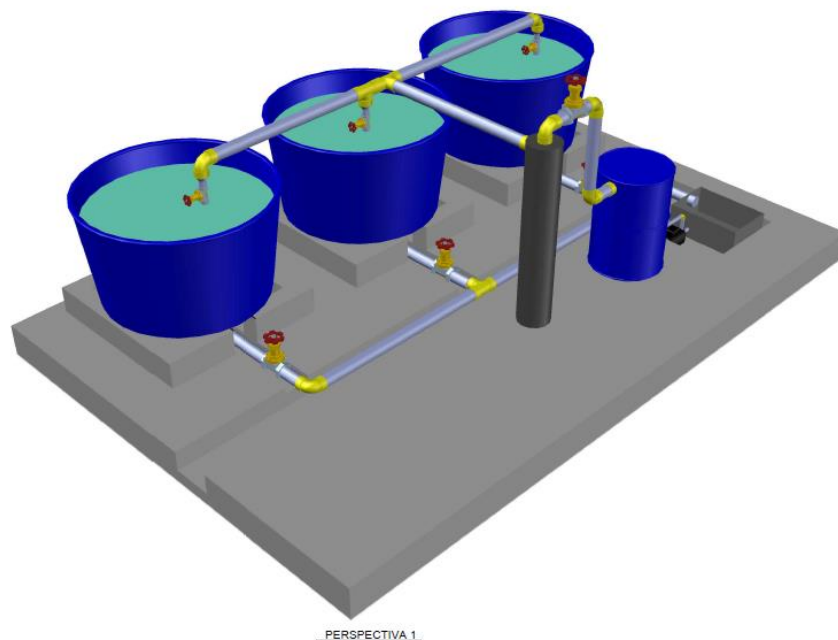


Figura 2. Perspectiva 1 del sistema de recirculación de agua dulce.

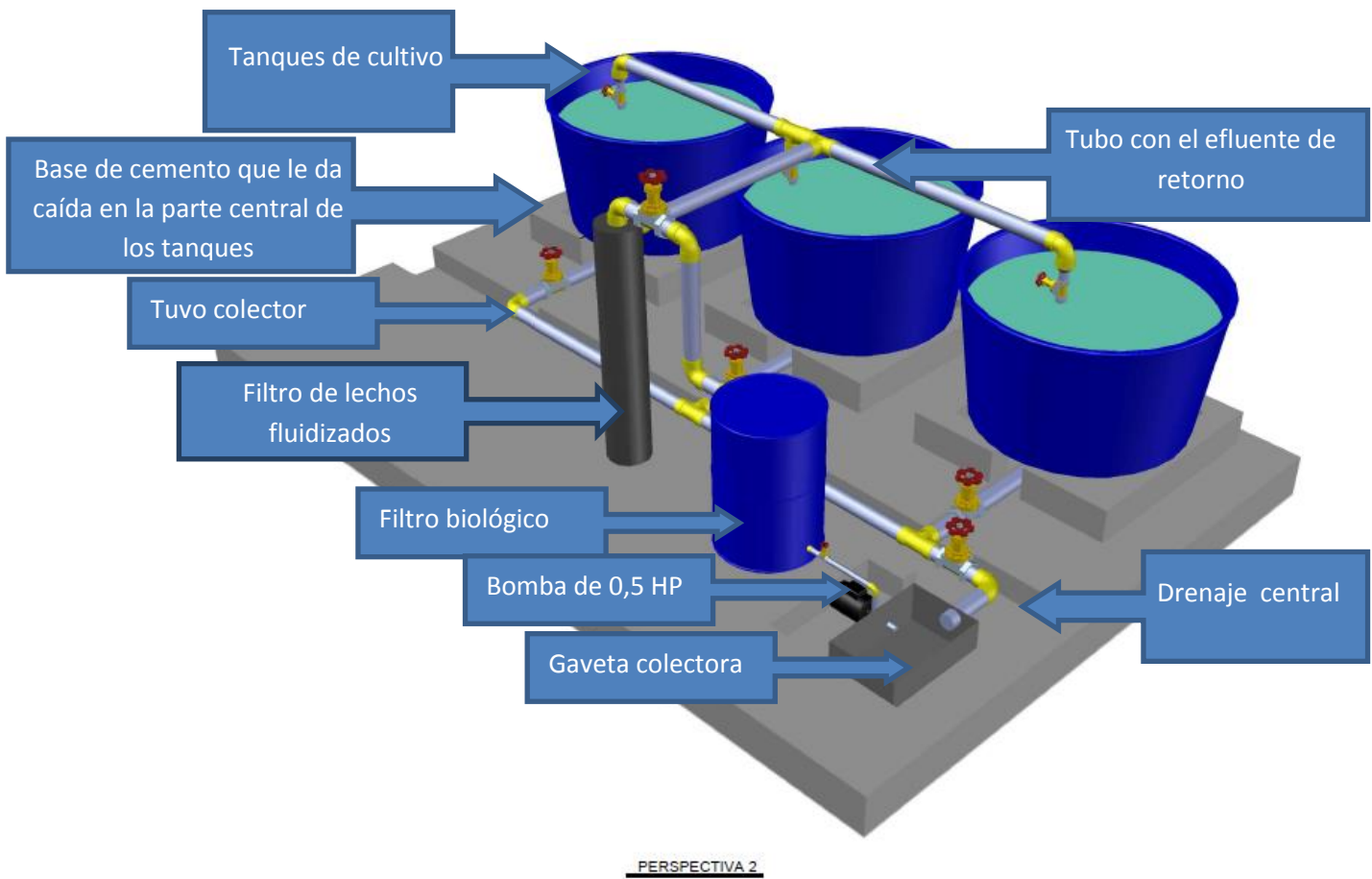


Figura 3. Perspectiva 2 del sistema de recirculación de agua dulce y sus componentes.

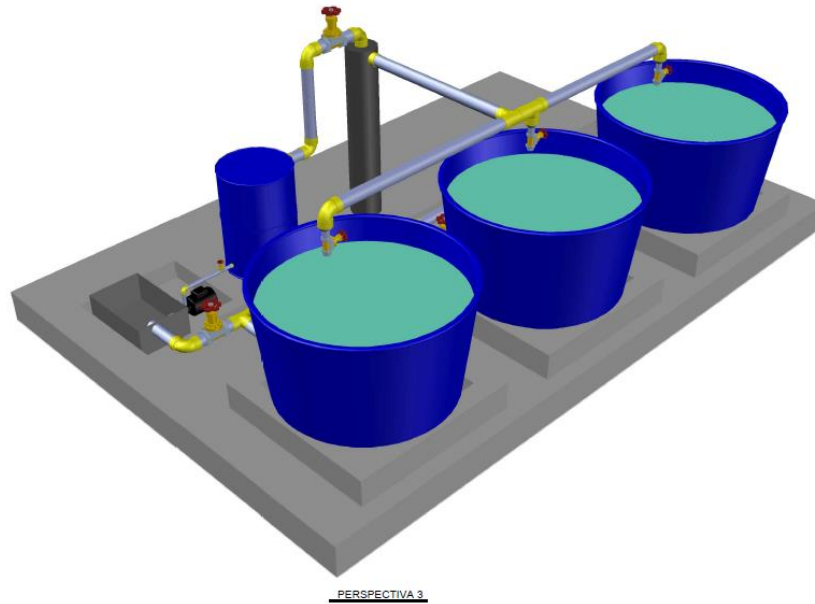


Figura 4. Perspectiva 3 del sistema de recirculación de agua.

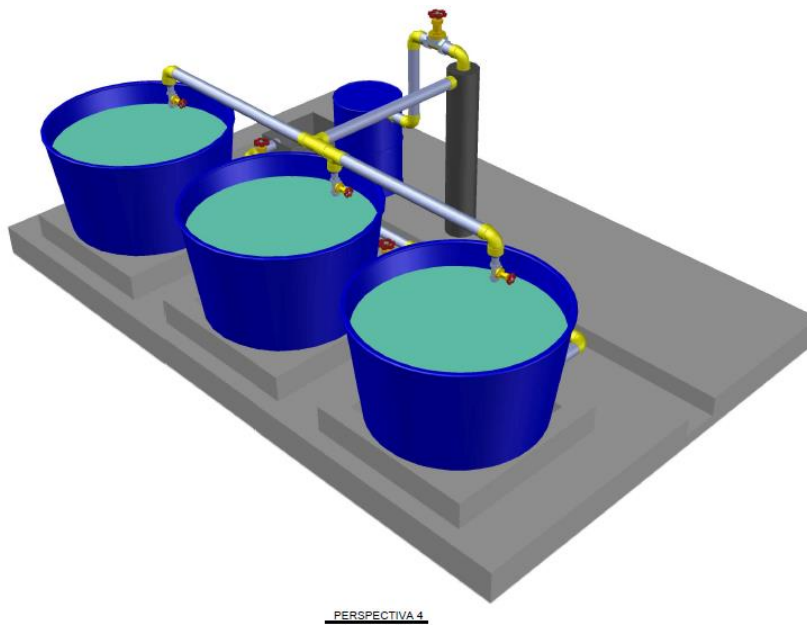


Figura 5. Perspectiva 4 del sistema de recirculación de agua.

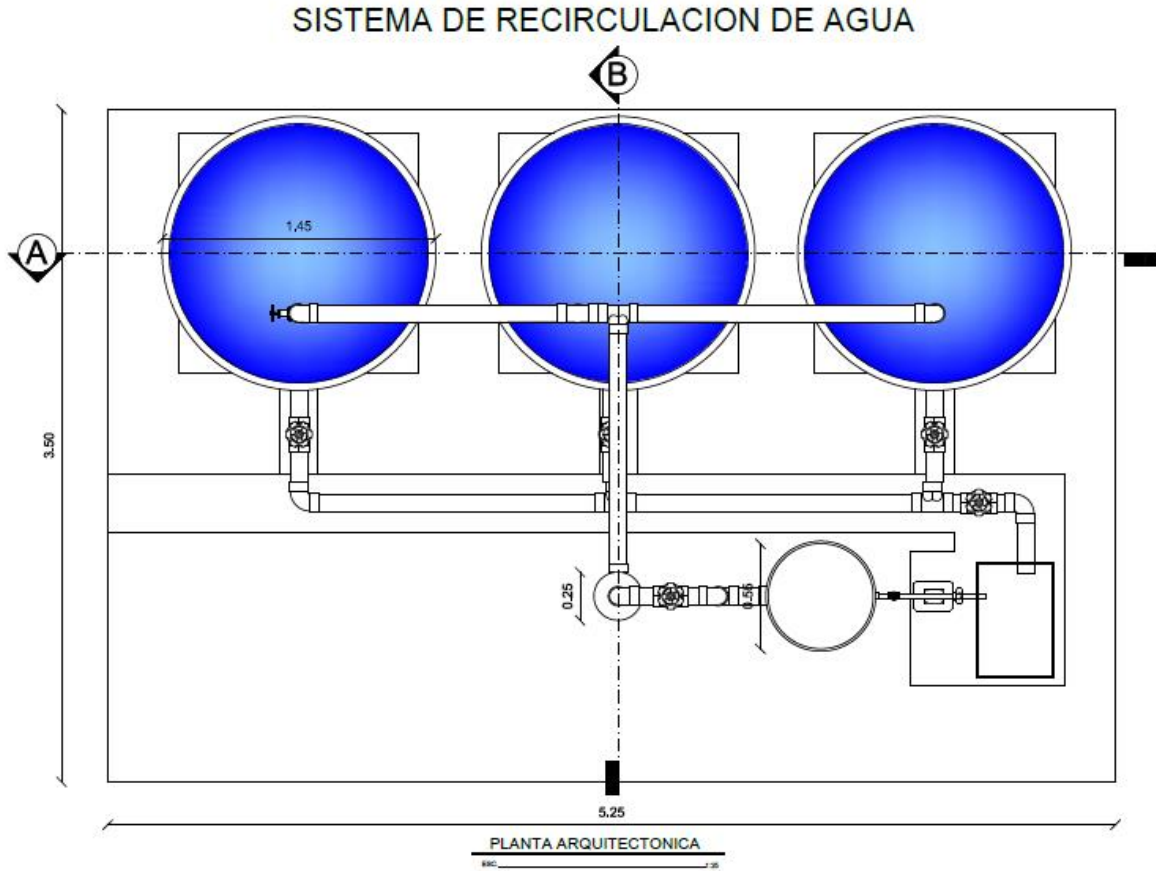


Figura 6. Proyecciones de la secciones A y B del sistema de recirculación de agua.

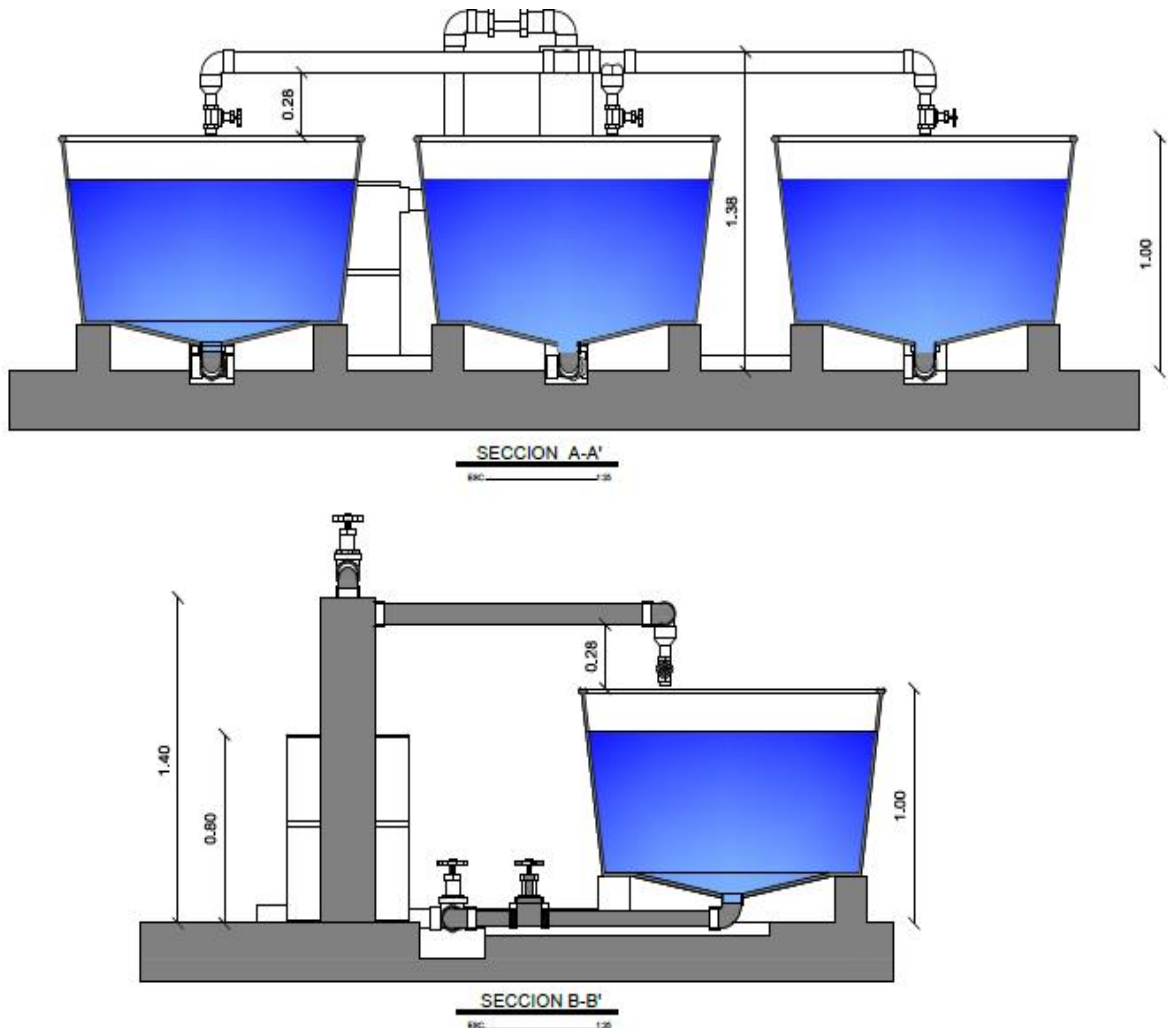


Figura 7. Detalle de las secciones A y B del sistema de recirculación de agua.

9.2.1. Flujo del agua en el sistema

Para determinar el flujo de agua empleado en el sistema de recirculación se emplearon las respectivas fórmulas descrita por Baños (1994)

El flujo de agua que pasa a través de todo el sistema fue de aproximadamente 1,89 m³. Cada tanque tuvo un nivel operativo de 0,63m³, con un caudal de recirculación promedio del sistema de 0,00528 m³/s y una recirculación de 19 m³/h, valores que fueron calculados aplicando la fórmula de caudal de entrada y salida del agua en el mismo:

$$Q=A \sqrt{2gh}$$

Dónde:

Q = Caudal, m³/s

A = Área de la tubería, m²

g = Gravedad, m/s²

h = Altura, m

La pérdida por fricción obtenida en el sistema fue de 0,365 m/m, calculada con la siguiente formula:

$$S_f = 10,643 Q^{1,85} C^{-1,85} D^{-4,87}$$

Donde es:

Q = caudal, m³/s

D = Diámetro, m

S_f = Pérdida de carga unitaria, m/m

C = Coeficiente que depende de la naturaleza del material

Para obtener la pérdida total por fricción, se empleó la ecuación:

$$H_f = S_f L$$

Dónde:

H_f = Pérdida total por fricción (m)

L = Longitud total de la tubería (m)

Obteniendo un valor en la pérdida total por fricción de 0,241 m.

También en las tuberías suponen pérdidas menores de flujo de agua debido a los accesorios que se encuentran instalados en todo el sistema, produciendo cambios en la velocidad y/o dirección del flujo, para lo cual se empleó la siguiente ecuación:

$$h_1 = K \frac{v^2}{2g}$$

Dónde:

K = Coeficiente de pérdida local.

V = Velocidad del tubo antes del accesorio.

g = Gravedad

En el sistema existían dos pérdidas menores: las producidas por los codos de 90° y las de las válvulas tipo globo, aplicando la fórmula se obtuvieron 0,5931 m para los codos y 6,59 m para las válvulas.

El bombeo fue continuo durante las 24 horas del día y el flujo promedio del sistema fue de 19 m³/h. La potencia de la bomba es 0,5 hp y fue calculado con la siguiente fórmula:

$$P = \frac{1.000 Q H}{75 n_m n_b}$$

Dónde:

Q = caudal o descarga, m³ / s.

H = altura dinámica, m

n_m = eficiencia del motor Motor eléctrico acoplado: 0,90 – 0,95

n_b = eficiencia de la bomba. Motor a diésel : 0,65 – 0,80

9.3. Implementación y adecuación del sistema de recirculación

La preparación del área donde se ubicó el sistema de recirculación consistió en:

- 1) Selección y observación del sitio para el desarrollo del proyecto
(Fotografía 4).



Fotografía 4. Área de construcción del sistema.

- 2) Medición del área seleccionada: 5,0 m de ancho por 3,6 m de largo
(Fotografías 5).



Fotografía 5. Medición del área dónde se construyó el sistema.

- 3) Construcción de 4 muros de 0,50m de altura para elevar el nivel del piso (Fotografía 6).



Fotografía 6. Construcción de los muros del piso.

- 4) Nivelación del terreno, que consistió en rellenar con material pétreo (piedra bola, arena y tierra arcillosa) y compactación del mismo (Fotografía 7).



Fotografía 7. Nivelación y compactación del terreno.

- 5) Fundición del piso con concreto, dejando en la parte central un canal de drenaje de 0,30 m de ancho x 5,0 m de largo x 0,25 m de profundidad (Fotografía 8)



Fotografía 8. Fundición del piso con un drenaje central.

- 6) Además se fundieron 3 bases de cemento de forma cuadrada de 0,20 m de altura, donde se asentaron los tanques (Fotografía 9)



Fotografía 9. Bases de cemento donde se asientan los tanques.

- 7) Construcción de la estructura de la cubierta. Antes de la fundición de los muros se procedió a colocar los pilares de madera de 4" de espesor: 4 de 4,0 m de largo en las esquinas y 2 de 6,0 m de largo en la parte central, seguidamente se colocaron las tiras de 4 y 3 pulgadas para la terminación de la cubierta (Fotografías 10)



Fotografía 10. Construcción de la cubierta del techo y colocación del zinc.

- 8) Construida la infraestructura física donde se instaló el sistema se procedió a la conexión eléctrica para la bomba, tomacorriente y lámparas.

La fuente de energía se la obtuvo de los postes de luz de alta tensión de la sede (Fotografía 11)



Fotografía 11. Instalación de la energía eléctrica.

- 9) Para la instalación del suministro de aire se procedió a realizar una conexión desde la sección de acopie y mantenimiento con una tubería de 2" a la cual se le adapto 3 válvulas de 1/16" que regulan la salida del mismo hacia cada uno de los tanques (Fotografías 12)



Fotografía 12. Instalación del suministro de aire y distribución a cada tanque.

10) Con la finalidad de evitar que se acumulen desechos en los tanques de cultivos se colocó un drenaje en el centro de los tanques y se les empotro un codo de 90⁰ de 1" que se conecta a un tubo de drenaje de 1" que va a conectarse a un tubo colector de 2" que lleva estos efluentes hasta la gaveta colectora, donde previamente son separados los sólidos por una malla colectora de 200 um. A continuación esta agua filtrada por la malla fue bombeada por una bomba de 0,5 HP que tiene una tubería de un 1" de diametro que lleva estos efluentes hasta el filtro biológico, y salen por la parte superior del filtro por un codo de 90⁰ de 2" y posteriormente un tubo de 2" que lleva el efluente hasta el filtro de lecho fluidizados, en el cual por rebose esta agua retorna por un tubo de 2" que al final termina en una E que reparte el agua tratada en cada uno de los tanques de cultivo (Figuras 2,3,4,5,6 y 7)

Cabe recalcar que en cada salida de agua hay llaves que regulan el paso del agua, en la tubería entre la gaveta colectora y el filtro biológico existe una llave de paso; en la tubería entre el filtro biológico y el filtro de lechos fluidizados hay una llave de paso también.

9.4. Funcionamiento del sistema

Cada tanque se llenó con agua dulce a un nivel operativo de 0,63 m³, se sembraron 15 tilapias (*Oreochromis sp.*) por tanque, representando una biomasa inicial total de 1,655 Kg.

Diariamente por el lapso de dos meses se registraron parámetros físico-químicos del agua: temperatura y oxígeno disuelto empleando el multiparámetro YSI 550A; además para comprobar el óptimo funcionamiento de los filtros del sistema de recirculación se determinó 3 veces por semana la concentración de amonio total (NH₃, NH₄), nitrito, nitrato y pH empleando los kits de Profi Test Ammonia y Esha Aqua Quick Test respectivamente, tomando muestras de agua del efluente total y del agua de retorno a los tanques de cultivo.

Se obtuvieron los siguientes resultados de los muestreos calidad de agua:

El oxígeno disuelto del agua de los tanques de cultivo osciló entre 3,97 y 4,65 mg/L con una media de 4,44 mg/L, para T₁; mientras que para T₂ osciló entre 4,1 y 4,6 mg/L con una media de 4,37 mg/L; para T₃ osciló entre 3,65 y 4,5 mg/L con una media de 4,21 mg/L (Figura 8).

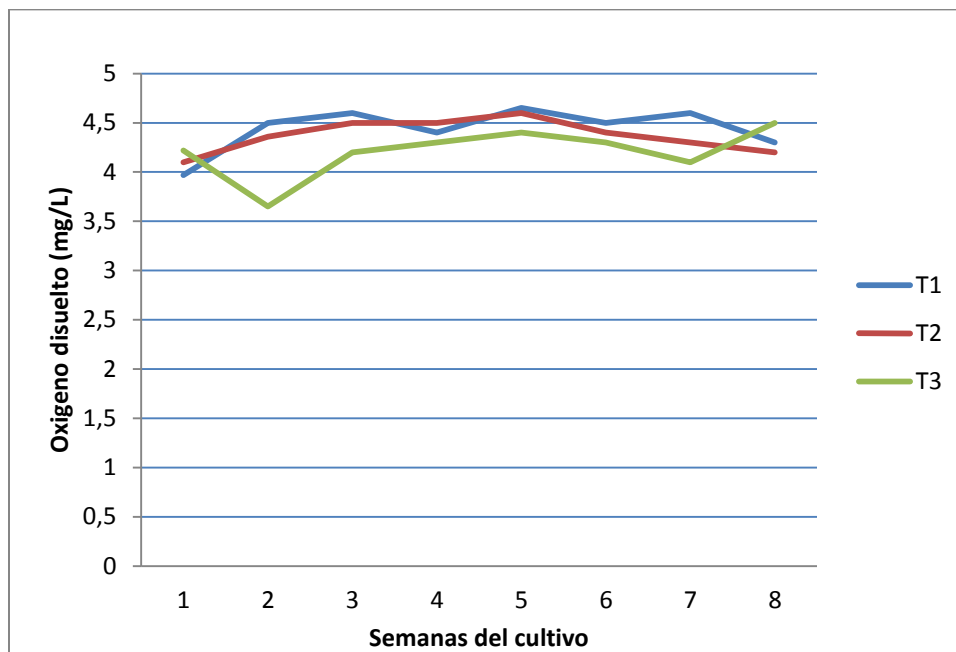


Figura 8. Variación semanal del oxígeno disuelto (mg/L), registrado entre marzo y abril del 2015.

El potencial de hidrógeno (pH) en el agua de los tanques de cultivo mostro una oscilación entre 7,6 y 7,8 con una media de 7,6125, para T₁; mientras que para T₂ fue de 7,6 y 7,7 con una media de 6,625; y para T₃ entre 7,6 y 7,8 con una media de 6,6375 (Figura 9)

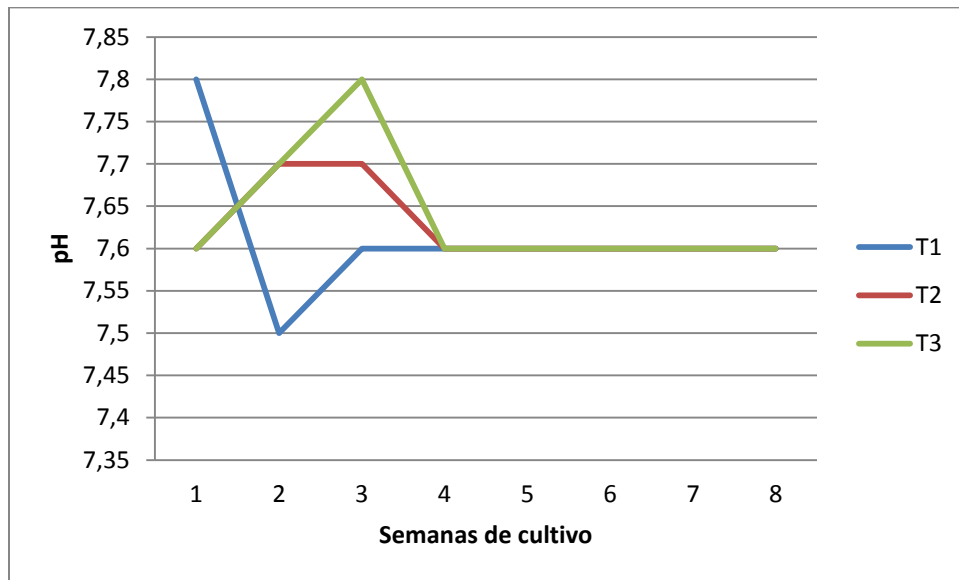


Figura 9. Variación semanal del pH, registrado entre marzo y abril del 2015.

La temperatura en el agua de los tanques de cultivo registro un valor de 26,5 y 27,3 °C con una media de 26,86°C, para T₁; para T₂ oscilo entre 26,2 y 27,1°C con una media de 26,68°C; y para T₃ fue de 26,5 y 27,1°C con una media de 26,85°C (Figura 10)

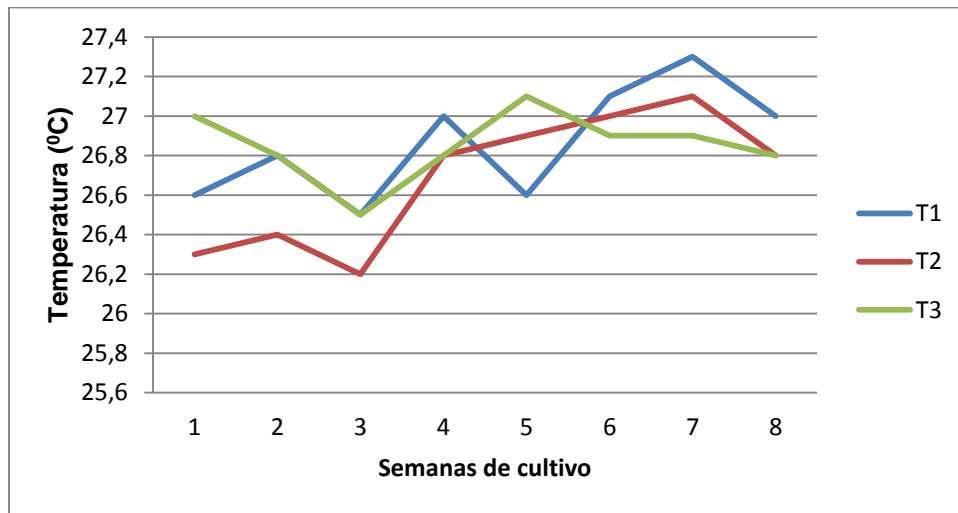


Figura 10. Variación semanal de la temperatura °C, registrado entre marzo y abril del 2015.

Mientras que en lo referente a parámetros químicos se obtuvieron los siguientes resultados:

En el efluente total la concentración de amoníaco total ($\text{NH}_3 - \text{NH}_4$) se mantuvo en niveles menores a 0,25 mg/L. Los valores de nitritos presentaron un rango entre 0 y 0,25mg/L con una media de 0,131 mg/L (Figura 11). La concentración de nitratos osciló entre 0 y 0,5 mg/L con una media de 0,206 mg/L (Figura 13)

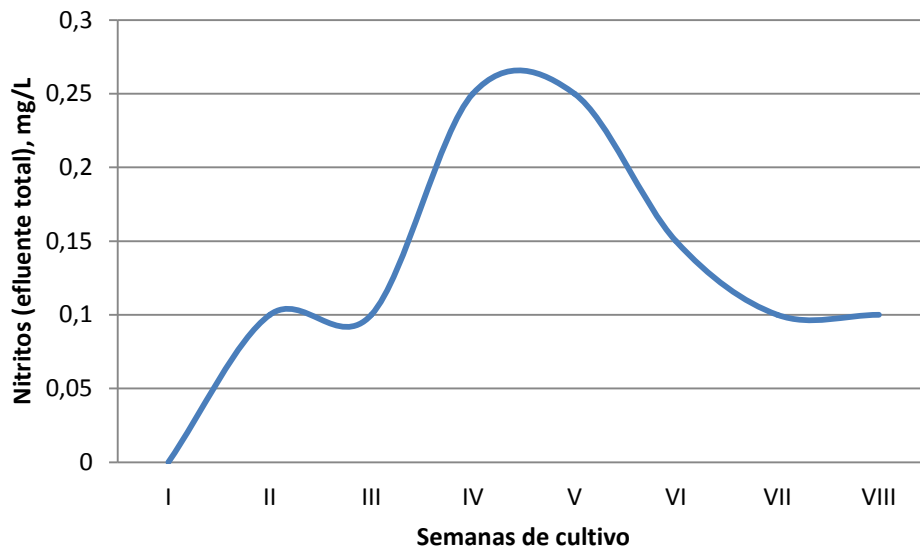


Figura 11. Variación semanal de los nitritos en el efluente total, registrado entre marzo y abril del 2015.

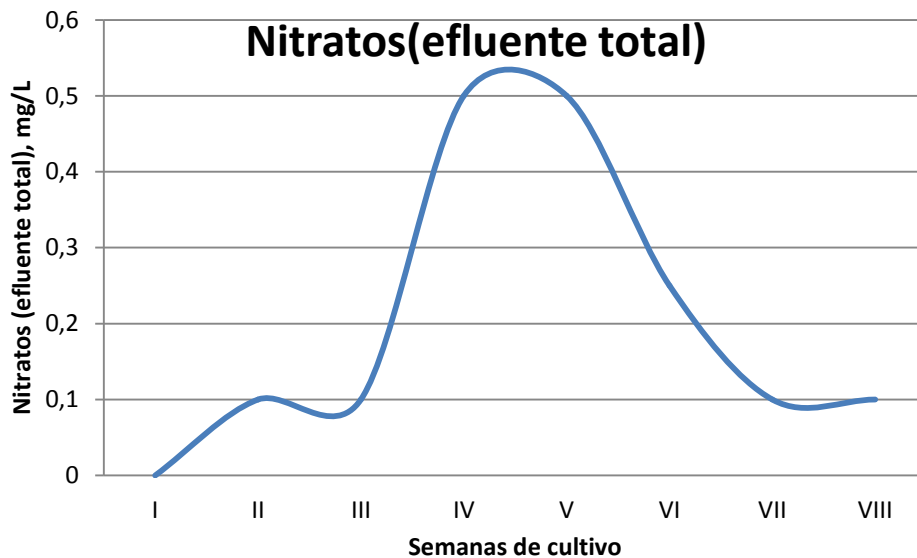


Figura 12. Variación semanal de los nitratos en el efluente total, registrado entre marzo y abril del 2015.

Las concentraciones en el agua de retorno de nitritos oscilaron entre 0 y 0,25 mg/L con una media de 0,095 mg/L (Figura 12); y la de nitrato fue de 0,1 y 2,5 mg/L con una media de 1,213 mg/L (Figura 14). Las concentraciones de nitritos en el agua

de retorno disminuyeron porque fueron oxidados por las bacterias nitrificantes que se encuentran en el filtro biológico y a la vez aumentaron las concentraciones de nitratos ya que estos son el producto de la oxidación de nitritos. Los nitratos no son tóxicos para los peces.

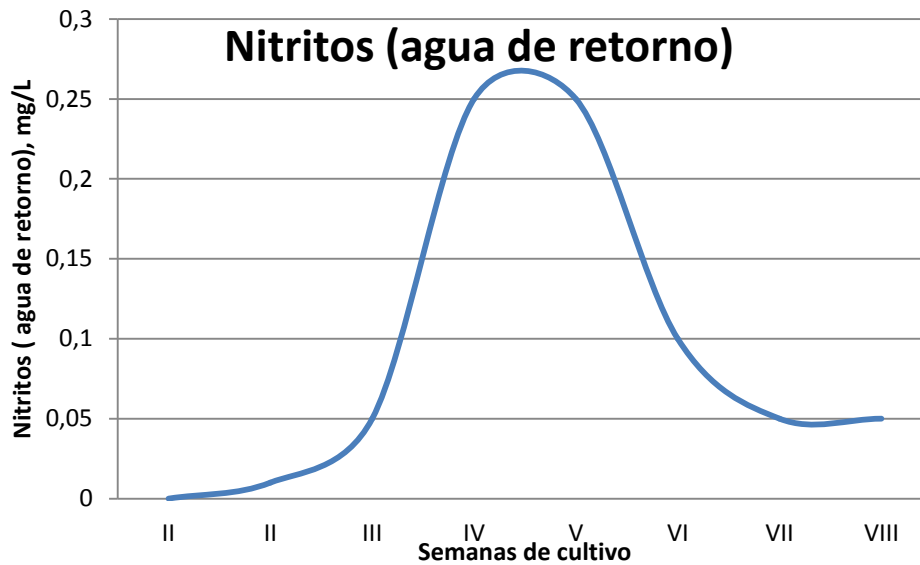


Figura 13. Variación semanal de los nitritos en el agua de retorno, registrado entre marzo y abril del 2015.

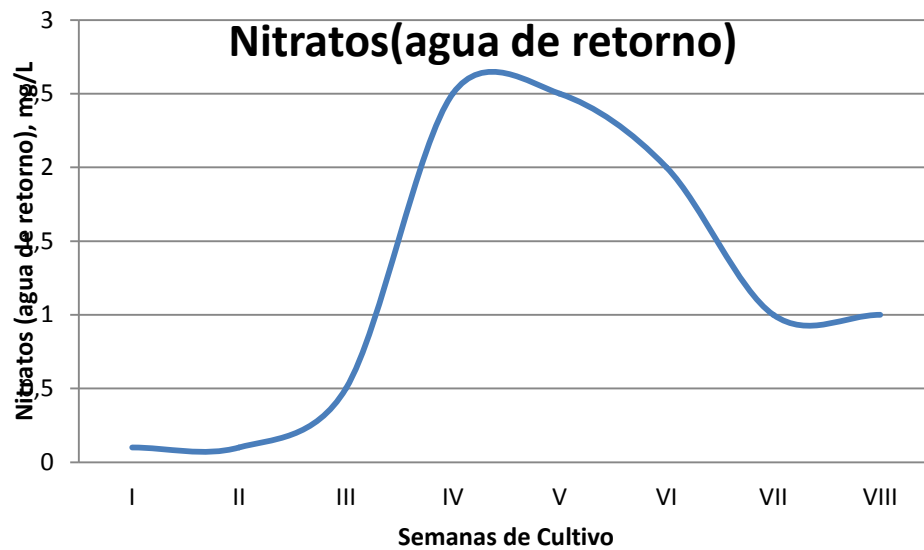


Figura 14. Variación semanal de los nitratos en el agua de retorno, registrado entre marzo y abril del 2015.

El incremento de peso de las tilapias durante el cultivo registro un peso inicial y final promedio de 29,293 y 219,7g para T₁ respectivamente; para T₂ entre 33,102 y 254,348g; y para T₃ fue de 49,111 y 371,926g (Tabla 3)

Tabla 3. Incremento de peso de las tilapias durante los 2 meses de cultivo.

Tanques	Días de cultivos	N ^o de Organismos	Peso promedio inicial g	Peso Promedio final g	Biomasa inicial g	Biomasa final g	% de alimento primer mes	g	% de alimento segundo mes	g	Total de alimento
1	60	15	29,293	219,7	439,4	3295,5	2%	8,2	2%	65,9	2223
2	60	15	33,102	254,348	496,53	3815,22	2%	10,2	2%	76,3	2595,12
3	60	15	49,111	371,926	736,66	5578,9	2%	14,7	2%	112	3789,24

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1. Conclusiones

- La selección, diseño y adecuación del sistema de recirculación de agua de dulce para cultivos bioacuáticos implementado en la Escuela de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías fue idóneo para el cultivo planteado.
- La eficiencia del sistema se comprobó en base a las bajas concentraciones de amonio, nitrito y nitrato en el agua de retorno a los tanques de cultivo, demostrado a partir de los 22 días de cultivo que, probablemente, empezaron a actuar las bacterias nitrificantes del filtro.
- La adecuación de este sistema de cultivo bioacuático, servirá como un aporte para la carrera, ya que permitirá a los estudiantes practicar una acuicultura más sustentable y sostenible.

10.2. Recomendaciones

- Concientizar a los estudiantes y docentes de la Escuela, establecer normas y protocolos de manejo del sistema de recirculación, que permitan conservar el sistema de forma operativa.
- Llevar un control de quienes realizan actividades en el mismo.
- Realizar el correspondiente mantenimiento cada ciclo de cultivo los filtros y monitorear cualquier defecto en tuberías y líneas de aire.

11. SUSTENTABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD

11.1. Sustentabilidad

Esta práctica acuícola, es sustentable ya que permite la utilización de nuevos métodos de acuicultura amigables con el ambiente, lo cual conserva un recurso tan vital como es el agua dulce.

11.2. Sostenibilidad

La sostenibilidad del trabajo realizado en la Universidad Técnica de Manabí, Sede Sucre permite el emprendimiento de nuevos proyectos de acuicultura y de vinculación con la sociedad.

El presente proyecto es sostenible ya que permite conservar un recurso tan vital como es el agua dulce, porque permite reutilizar el agua del cultivo cuantas veces sea necesario, lo cual es un aporte muy importante para el medio ambiente.

Este proyecto es sostenible gracias a que la acuicultura se está expandiendo y desarrollando en prácticamente todas las regiones del mundo. La demanda de la población mundial por productos acuáticos está incrementándose, mientras que la producción por captura de las pesquerías se ha reducido, alcanzando muchas de ellas su máximo potencial productivo. Como consecuencia, no será posible a corto plazo, sostener el suministro u oferta de productos acuáticos, dirigida a una población que constantemente crece y demanda productos acuícolas, razón más

Adecuación de un área de cultivo bioacuatico con sistema de recirculación de agua dulce en la Escuela de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías, Universidad Técnica de Manabí, sede Sucre.

que suficiente para que este proyecto sea viable por su utilidad y proyección en el tiempo.

12. BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Baron, B., Buckle, L., & Hernandez, M. (2004). Intensive culture of *litopenaeus vannamei* boone 1931, in a recirculating seawater system. Ensenada, Mexico: *Ciencias Marinas*.
- ✓ Benito Martinez, J. (1983). Tratado de piscicultura. *Ediciones Mundi-Prensa*.
- ✓ Guillermo, B. (1994). Construcción de estanques para el cultivo de especies bioacuaticas. Guayaquil, Ecuador: *Universidad de Guayaquil, Universidad Tecnica de Machala*.
- ✓ Chávez J. Chusino M, & Macías K. (2010). Diseño y ejecución de un plan de capacitación sobre normas y políticas para la creación de un banco comunal cuyos beneficiarios son los de la asociación de motociclismo de la ciudadela Bellavista, parroquia miembros Andrés de Vera del cantón Portoviejo. Portoviejo, Ecuador: S.N.
- ✓ Desarrollo S. N. (2013). Plan Nacional del Buen Vivir 2013 - 2017. Quito, Ecuador: S.N.
- ✓ Diaz, P.& Rodriguez, L. (2001). Producción larval de camarón de río nativo, *Macrobrachium americanum*, en laboratorio. Santa Rosa, Guatemala: S.N.
- ✓ Domínguez O. (2012). Los Sistemas Acuícolas de Recirculación: ¿una alternativa para el cultivo sustentable de peces ornamentales en el Estado de Morelos?. Morelos, Mexico: S.N.
- ✓ Hernández, C., Aguirre, G., & López, D. (2009). Sistemas de producción de acuicultura con recirculación de agua para la región norte, noreste y noroeste de México. *Revista mexicana de agronegocios*.
- ✓ Ingle de la Mora, G., Villareal, E., Arredondo, J., Ponce, J., & Barriga, I. (2003). Evaluación de algunos parámetros de calidad del agua en un sistema cerrado de recirculación para la acuicultura, sometido a diferentes cargas de biomasa de peces. Morelos, Mexico: *Intituto Nacional de la Pesca*.
- ✓ Kubitza, F. (2006). *Sistema de Recirculacion Cerrada*. Brasil: S.N

Adecuación de un área de cultivo bioacuatico con sistema de recirculación de agua dulce en la Escuela de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías, Universidad Técnica de Manabí, sede Sucre.

- ✓ Lavayen, F., & Torres, J. (2007). Estimación de la pesca artesanal de camarones comerciales, de la familia Peneidae, en el estuario del Rio Chone. Bahia de Caraquez, Ecuador: S.N.

- ✓ Merino, O., & Facundo, S. (2007). Sistema de Recirculacion y Tratamiento de Agua. Santa Ana, Corrientes: S.N

- ✓ Poleo, G., Aranbarrio, J., Mendoza, L., & Romero, O. (2011). Cultivo de Cachama Blanca en altas densidades y en dos sistemas cerrados. Brasilia, Brasil: Pesqueria agropecuaria.

- ✓ Trasviña, A., Cervantes, M., Perez, E., & Timmons, M. (2007). Sistema de recirculacion modular para uso familiar/multi-familiar. Veracruz, Mexico: Usaid.

- ✓ Wheaton, F. 1982. Acuicultura: Diseño y construcción de sistemas. Mexico: AGD Editor S.A.

13. ANEXOS

ANEXO 1

UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABI

CARRERA DE INGENIERIA EN ACUICULTURA Y PESQUERIA

ENTREVISTA DIRIGIDA A LA DIRECTORA DE LA CARRERA DE INGENIERIA EN ACUICULTURA Y PESQUERIA

TEMA: “ADECUACIÓN DE UN ÁREA DE CULTIVO BIOACUATICO CON SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE AGUA DULCE EN LA ESCUELA DE ACUICULTURA, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ, SEDE SUCRE”

Hora de la entrevista:

Nombre del entrevistador:

1.- ¿Cree usted que el sistema de recirculación de agua dulce es una solución a las necesidades de agua para cultivos dulceacuícolas en laboratorio?

Si No

2.- ¿Considera que el diseñar un sistema de recirculación de agua dulce a nivel local traerá beneficios múltiples?

Sí No

3.- ¿Como autoridad de la extensión considera usted necesaria la construcción de un nuevo laboratorio con sistema de recirculación de agua dulce para la carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquería?

Sí No

4.- ¿De las siguientes causales cual considera usted que es la que más han limitado la construcción de un nuevo laboratorio para la carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquería?

- | | |
|---|--------------------------|
| Falta de presupuesto | <input type="checkbox"/> |
| Poca gestión | <input type="checkbox"/> |
| Falta de motivación local para realizarlo | <input type="checkbox"/> |
| Otros | <input type="checkbox"/> |

5.- ¿Qué tiempo de comprobación del funcionamiento del sistema mediante el cultivo de una especie dulceacuícola sugiere usted?

ANEXO 2

UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABI

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS

CARRERA DE INGENIERIA EN ACUICULTURA Y PESQUERIA

ENCUESTA DIRIGIDA A LOS DOCENTES DE LA CARRERA DE INGENIERIA EN ACUICULTURA Y PESQUERIA.

TEMA: “ADECUACIÓN DE UN ÁREA DE CULTIVO BIOACUATICO CON SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE AGUA DULCE EN LA ESCUELA DE ACUICULTURA, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ, SEDE SUCRE”

Nombre del entrevistador:

Fecha:

1.- ¿Cree usted que los sistemas de recirculación de agua dulce mejoraran el cultivo de especies dulceacuícolas?

Si

No

2.- ¿Cómo docente al diseñar un sistema de recirculación de agua dulce para la Carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquería considera que se dispondrá de mejores herramientas para prácticas con cultivos de especies dulceacuícolas?

Sí

No

3.- ¿Cree usted que la construcción de este nuevo sistema de cultivo solucionara las falencias existentes en el área de cultivo de especies dulceacuícolas?

Si

No

4.- ¿Qué tiempo de comprobación del sistema implementado pide usted para verificar su correcto funcionamiento?

ANEXO 3

UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABI

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS

CARRERA DE INGENIERIA EN ACUICULTURA Y PESQUERIA

ENCUESTA DIRIGIDA A LOS DOCENTES DE LA CARRERA DE INGENIERIA EN ACUICULTURA Y PESQUERIA.

TEMA: “ADECUACIÓN DE UN ÁREA DE CULTIVO BIOACUATICO CON SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE AGUA DULCE EN LA ESCUELA DE ACUICULTURA, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ, SEDE SUCRE”

Nombre del entrevistador:

Fecha:

1.- ¿La existencia en la extensión de un sistemas de recirculación de agua dulce fortalecerán sus conocimientos sobre el cultivo de especies dulceacuícolas?

Si

No

2.- ¿Al diseñar un sistema de recirculación de agua dulce para la Carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquería considera que se dispondrá de mejores herramientas para prácticas con cultivos de especies dulceacuícolas?

Sí

No

3.- ¿Cree usted que la construcción de este nuevo sistema de cultivo solucionara las falencias existentes en el área de cultivo de especies dulceacuícolas?

Si

No

4.- ¿Como estudiante que tiempo de comprobación del sistema implementado recomienda?

Un me Mes y medio 2 meses 2 meses y medio 3 meses

ANEXO 4

UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABÍ					
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS					
CARRERA DE INGENIERIA EN ACUICULTURA Y PESQUERIAS					
PROYECTO DE TESIS: "ADECUACIÓN DE UN ÁREA DE CULTIVO BIOACUATICO CON SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE AGUA DULCE EN LA ESCUELA DE ACUICULTURA, UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABÍ, SEDE SUCRE"					
REGISTRO DE PARAMETROS FISICOS DEL AGUA(DIARIO)					
Fecha	Hora	Oxígeno Disuelto	p H	Temperatura	Observaciones

ANEXO 6

UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABÍ					
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS					
CARRERA DE INGENIERIA EN ACUICULTURA Y PESQUERIAS					
PROYECTO DE TESIS: "ADECUACIÓN DE UN ÁREA DE CULTIVO BIOACUATICO CON SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE AGUA DULCE EN LA ESCUELA DE ACUICULTURA, UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABÍ, SEDE SUCRE"					
ANALISIS DE BIOMETRIA DE LOS ORGANISMOS(INICIAL Y FINAL), TANQUE # 3					
Fecha	Hora	Nº de organismos	Peso	Longitud Total	Observaciones