



Universidad Técnica de Manabí
Facultad de Ciencias Veterinarias
Carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías

Tesis de Grado
Previa a la obtención del título de:
Ingeniero en Acuicultura y Pesquerías.

Modalidad.
Desarrollo Comunitario.

Tema:

**“Implementación de laboratorios de química y microbiología, en el marco del ensayo:
aplicación de tecnología biofloc en el engorde de camarón marino *Litopenaeus
vannamei*”**

Autores:
Moreira Saldarriaga José Andrés
Lozano Patrón Edgar Javier

Directora de Tesis
Biol. Eulalia Ibarra, M. Sc.

Bahía de Caráquez - Manabí - Ecuador

2016

DEDICATORIA

“Cada hombre es arquitecto de su destino. Dios nos hizo perfectos y no escoge a los capacitados, sino que capacita a los escogidos. Hacer o no hacer algo solo depende de nuestra voluntad y perseverancia” Albert Einstein.

Dedico esta tesis primero a Dios porque es el quien me permite estar aquí, el que hace que todo sea posible y el que me da fuerzas para no rendirme.

A los pilares fundamentales de mi vida, mis padres July, Tereza y Gustavo, los cuales son un verdadero ejemplo a seguir, que día a día están apoyándome, guiándome y dándome fortaleza para continuar en este camino.

A mis hermanos y demás familiares que siempre me han apoyado y acompañado en todos los momentos importantes de mi vida.

Este logro es de ustedes y para ustedes.

Moreira José.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre Gladys, por ser el pilar más importante en mi vida, a pesar de la distancia siempre siento que estás conmigo, y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí.

A Javier, porque te amo infinitamente hermanito.

A mi gran amiga Adriana Almeida, a quien quiero como a una hermana, por compartir significativos momentos conmigo, por escucharme y ayudarme en el transcurso de nuestra vida estudiantil.

A mi compañero, José Moreira porque sin el equipo que formamos, no hubiéramos logrado esta meta.

Lozano Edgar.

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar agradecimiento a nuestra *Alma Mater* Universidad Técnica de Manabí, particularmente a la Carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías, que a través de su personal docente y administrativo, contribuyeron en nuestra formación profesional.

A nuestra Directora de Tesis, Biol. Eulalia Teresa Ibarra Mayorga. M. Sc., por su apoyo incondicional, orientación y sugerencias en el desarrollo de este trabajo.

A la Biol. María Laura García, M. Sc., Vicedecana de la escuela de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías, por sus consejos, paciencia apoyo en el proceso de formación y vida estudiantil.

A la Biol. Marjorie Idrovo, por brindarnos consejos, motivación para culminar nuestros estudios y trabajo de Grado.

Al Lic. Jorge Enrique Vélez Falcones, por su colaboración, sugerencias y revisión durante el desarrollo y culminación del presente trabajo.

Al Lic. Alan García, gran compañero y amigo que nos apoyó incondicionalmente en todo este recorrido de formación profesional.

A la Lic. Patricia Aguilar, por su gran y divertida ayuda en todo este tiempo.

Al Lic. Ac. Patricio Panta Vélez, M. Sc., por compartir su amistad con nosotros y por brindarnos su gran ayuda a lo largo de nuestra preparación profesional.

Al Ing. Juan Carlos Vélez por su ayuda y enseñanzas en esta meta a cumplirse.

A Jonathan Proaño, un gran compañero y amigo quien también nos ayudó mucho y brindo sus conocimientos para poder llevar a cabo este proyecto.

A la Dra. Susana Álvarez C. por haber formado parte de este grupo de trabajo y brindado su ayuda y conocimientos.

Al Dr. Edelio Plasencia, por ayudarnos en todo momento y que también gracias a él, se logró llevar a cabo parte de este proyecto.

Y como olvidar nuestro gran agradecimiento a uno de los profesores más queridos por nosotros, Biol. Juan Alcívar, querido Juanito que físicamente ya no está presente, pero damos gracias por habernos permitido ser parte de su vida profesional, por habernos compartido sus experiencias, enseñanzas en la docencia y como amigo guiarnos y aconsejarnos. No encontramos más palabras para agradecerle. Hasta pronto querido profesor.

A todos aquellos profesores (as) y personal administrativo de nuestra querida universidad, que nos brindaron sus conocimientos, que han formado parte de nuestra vida estudiantil y formación profesional, y que gracias a sus enseñanzas, estamos aquí, culminando y logrando este gran sueño.

Estamos muy agradecidos con todos ustedes.

Moreira J. & Lozano E.

CERTIFICACIÓN

Bióloga Eulalia Ibarra M., M. Sc., Catedrática de la Facultad de Ciencias Veterinarias – Carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías de la Universidad Técnica de Manabí, certifica que:

La Tesis de Grado titulada: **“Implementación de laboratorios de química y microbiología, en el marco del ensayo: aplicación de tecnología biofloc en el engorde de camarón marino *Litopenaeus vannamei*”** es un trabajo de Desarrollo Comunitario original de sus autores Egdos. Lozano Patrón Edgar Javier y Moreira Saldarriaga José Andrés, el cual ha sido desarrollado y concluido de acuerdo a los requerimientos establecidos bajo mi dirección, con vigilancia periódica en su ejecución.

Biol. Eulalia Teresa Ibarra Mayorga, M. Sc.
TUTOR DE TESIS.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ.
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ACUICULTURA Y PESQUERÍAS**

Tesis de Grado.

TEMA:

“Implementación de laboratorios de química y microbiología, en el marco del ensayo: aplicación de tecnología biofloc en el engorde de camarón marino *Litopenaeus vannamei*”

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

Ingeniero en Acuicultura y Pesquerías.

Aprobada:

AUTORÍA

Los resultados obtenidos en el siguiente trabajo comunitario, así como las conclusiones y recomendaciones, son propiedad exclusiva de los autores.

JOSÉ A. MOREIRA S.
EGRESADO.

EDGAR J. LOZANO.
EGRESADO.

INDICE GENERAL

1.	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO	18
2.	LOCALIZACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO	18
3.	FUNDAMENTACIÓN	19
4.	JUSTIFICACIÓN.....	21
5.	OBJETIVOS	23
5.1	Objetivo General	23
5.2	Objetivos Específicos	23
6.	MARCO REFERENCIAL.....	24
7.	BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	30
7.1	Beneficiarios directos:	30
7.2	Beneficiarios indirectos:	30
8.	METODOLOGIA.....	31
8.1.	Matriz de Involucrados	32
8.2.	Árbol de Problema.....	35
8.3.	Árbol de objetivo	36
8.4.	Matriz de Marco Lógico	37
8.6.2.2.	Descripción del probiótico Pond plus	
	43	
8.6.3.	Fase de laboratorio.....	44
8.6.3.1	Preparación de muestras	44
8.6.3.2	Identificación de microorganismos.....	44
8.6.3.3	Conteo de microorganismos	44
9	RECURSOS Y MATERIALES UTILIZADOS.....	46
9.1	Recursos humanos	46
9.2	Materiales para la adecuación de laboratorios.....	46

9.2.1	Equipos e insumos obtenidos para la adecuación del laboratorio de química	46
9.2.2	Equipos e insumos obtenidos para la adecuación del laboratorio de microbiología 46	
10	ECONÓMICOS.....	47
11	RESULTADOS	48
11.1.1	Implementación de equipos e insumos en el laboratorio de química para la utilización en producción del biofloc.....	48
11.1.2	Implementación de equipos e insumos en el laboratorio de microbiología para la utilización en producción de biofloc.....	50
11.2	Evaluación de la biota componente del biofloc en el engorde de camarón <i>L. vannamei</i>	53
11.3	Socialización de los resultados obtenidos del engorde de camarón con tecnología de biofloc al sector productivo de cultivo de camarón en la zona de influencia.....	58
12	CONCLUSIONES.....	59
13	RECOMENDACIONES.....	60
14	PRESUPUESTO	61
15	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	62
16	BIBLOGRAFÍA.....	63
	ANEXOS.....	66
	ANEXO 1	67
	ANEXO 2.....	70
	ANEXO 3.....	71
	ANEXO 4.....	72
	ANEXO 5.....	73
	ANEXO 6.....	74

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1: Preparación de muestra de biofloc.....	44
Fotografía 2: Conteo de la biota del biofloc.....	45
Fotografía 3: Conos IMHOFF utilizados en la sedimentación del biofloc para la determinación de solidos sedimentables.....	48
Fotografía 4: Destilación de agua con el uso del destilador QUIMIS	49
Fotografía 5: reactivo HACH Nitraver.....	49
Fotografía 6: Análisis de calidad de agua	50
Fotografía 7: Agares utilizados en cultivos microbiológicos.	51
Fotografía 8: Cultivo de <i>Vibrio sp.</i> en agar TCBS incubados durante 24 horas; siembra a dilución: A) 10^{-2} ; B) 10^{-4} ; C) 10^{-6}	52
Fotografía 9: Exposición en “Camaronera manabita Cia Ltda” sobre el cultivo de camarón <i>L. vannamei</i> con tecnología de biofloc.....	58

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 : localización del proyecto	18
Figura 2: Descripción del sistema experimental (distribución de los tratamientos en los 12 tanques).....	42
Figura 3: Composición de la biota del biofloc por tratamiento en el primer muestreo.....	55
Figura 4: Composición de la biota del biofloc por tratamiento en el segundo muestreo ..	56
Figura 5: Composición de la biota del biofloc por tratamiento en el tercer muestreo	57

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de Involucrados	32
Tabla 2: Árbol de Problemas	35
Tabla 3. Árbol de objetivo	36
Tabla 4. Matriz de Marco Lógico	37
Tabla 5: Descripción de tanques y/o tratamientos	42
Tabla 6. Fases de desarrollo del biofloc.....	53
Tabla 7: Presupuesto	61
Tabla 8. Cronograma de actividades	62

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Glosario de términos	67
ANEXO 2: Materiales para implementación e instalación de la Estación Experimental	70
ANEXO 3: Estación Experimental.	71
ANEXO 4: Registro de asistentes a exposición y sociabilización sobre el cultivo de camarón con tecnología de biofloc.	72
ANEXO 5: Trabajo en laboratorio	73
ANEXO 6: Componente de la microbiota del biofloc	74

ABREVIATURAS

BFT: Tecnología de biofloc (por sus siglas en inglés).

CIAP: Carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías.

C: Carbono.

CO₂: Dióxido de carbono.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

FLOC: Flóculos.

mg/L: Miligramo por litro.

MOD: Materia orgánica en descomposición.

N: Nitrógeno.

NAT: Nitrógeno Amoniacal Total.

NO₂: Dióxido de nitrógeno.

OD: Oxígeno disuelto.

pH: Potencial de Hidrogeno.

Pb: Proteína bruta.

RAS: Sistema de recirculación de agua.

Sp: Especie.

μ: Micra.

UTM: Universal Transverse Mercator

RESUMEN

Este proyecto se realizó en la Carrera de Ingeniera en Acuicultura y Pesquerías de la Universidad Técnica de Manabí, sede Sucre (Bahía de Caráquez), con el objetivo de adecuar con equipos e insumos el laboratorio de química y microbiología para el desarrollo de la tecnología de biofloc y evaluación de su biota en cultivos de camarón blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei*.

El costo de este proyecto fue de \$8.000 (\$4.000 como contribución en la compra de materiales para la implementación de la “Estación experimental de cultivo de camarón *L. vannamei* con tecnología de biofloc” y \$4000 en la adecuación con insumos y equipos de laboratorios) dinero obtenido mediante una beca de titulación otorgada por la Universidad.

Se desarrolló un cultivo experimental de camarón con tecnología de biofloc, para evaluar su composición microbiológica en cuatro tratamientos como bioensayo, realizado durante 15 días del mes de junio del 2016 en el cual los resultados mostraron cuatro fases o estadios de desarrollo del biofloc: temprano, temprano agregado, ramificado y maduro, cuyos microorganismos durante todas estas fases incluyeron 11 grupos taxonómicos: *Euplotes*, *Levaduras*, *Tetraselmis*, *Lepocincles*, *Navicula*, *Pleurosigma*, *Thalassiosira*, *Rotífera*, *Vorticela*, *Gastrotija* y *Nematoda*. En el primer muestreo los más abundantes fueron: *Nematoda*, *Thalassiosira*, *Vorticela*, *Lepocincles*; en el segundo: *Nematoda*, *Vorticela* y *Thalassiosira*; en el tercero: *Nematoda*, *Vorticela*, *Rotífera* y *Thalassiosira*.

SUMMARY

This project was conducted in the School of Engineering in Aquaculture and Fisheries Technical University of Manabí, based Sucre (Bahia de Caráquez), with the aim of adapting equipment and supplies chemistry lab and microbiology for the development of technology biofloc and evaluation of its biota in cultured Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*.

The cost of this project was \$ 8,000 (\$ 4,000 as a contribution to the purchase of materials for the implementation of the "experimental station shrimp farming *L. vannamei* technology biofloc" and \$ 4000 in matching with supplies and laboratory equipment) money obtained through a grant of degree awarded by the University.

An experimental shrimp farming technology biofloc developed to assess the microbiological composition in four treatments as bioassay conducted for 15 days in June 2016 in which the results showed four phases or stages of development biofloc: early, early added, branched and mature, whose microorganisms during all these phases included 11 taxa: *Euplotes*, *Yeasts*, *Tetraselmis*, *Lepocincles*, *Navicula*, *Pleurosigma*, *Thalassiosira*, *Rotifera*, *vorticela*, *Gastrotija* and *Nematoda*. In the first sample the most abundant were: *Nematoda*, *Thalassiosira*, *vorticela*, *Lepocincles*; in the second: *Nematoda*, *vorticela* and *Thalassiosira*; in the third, *Nematoda*, *vorticela*, *Rotifera* and *Thalassiosira*.

1. DENOMINACIÓN DEL PROYECTO

“Implementación de laboratorios de química y microbiología, en el marco del ensayo: aplicación de tecnología biofloc en el engorde de camarón marino *Litopenaeus vannamei*”

2. LOCALIZACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO

El proyecto se llevó a cabo dentro de las instalaciones de la Universidad Técnica de Manabí, sede Sucre, parroquia Leónidas Plaza, ubicado en las coordenadas: latitud $0^{\circ}37'11,40986''S$ y longitud $80^{\circ}25'25,1995''W$ (Figura 1).

La zona circundante tiene clima tropical seco, con precipitaciones menores que 500 mm por año. La época de lluvias se restringe a los meses de enero-abril. La temperatura media anual es de $25^{\circ}C$ (Arriaga, 1993).

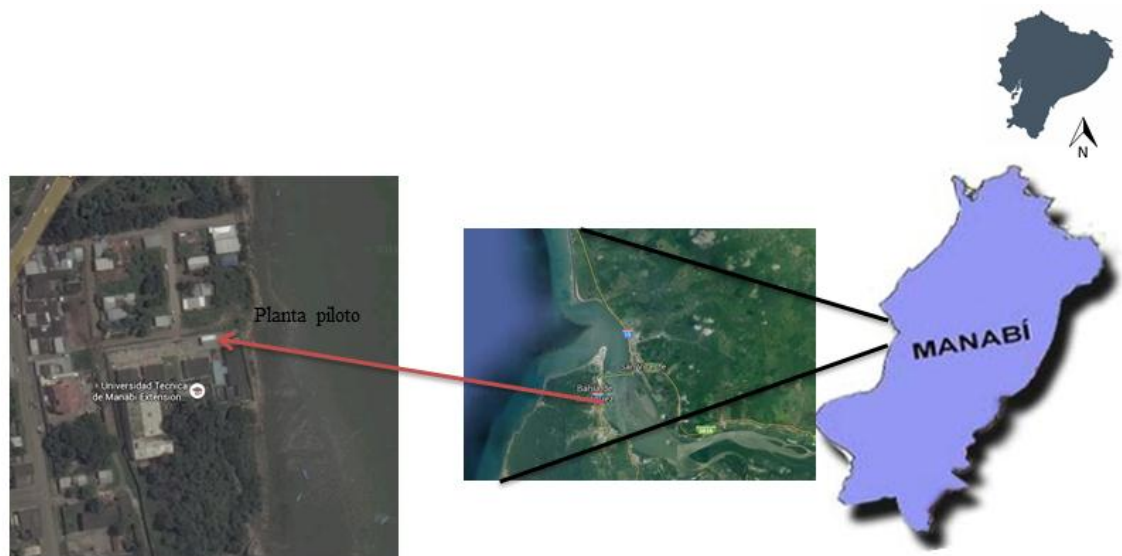


Figura 1 : localización del proyecto

3. FUNDAMENTACIÓN

Uno de los impactos ambientales generados por la acuicultura, es la descarga directa de los efluentes, con múltiples nutrientes, en aguas costeras y continentales (Chopin *et al.*, 2001), y por lo tanto, se requiere de un método de tratamiento eficaz para los efluentes con alto contenido de materia orgánica y nutrientes como el nitrógeno y fósforo, productos de la crianza comercial de peces e invertebrados (Watanabe, 2001).

Los conflictos con el desarrollo del cultivo de camarón y las posibles afectaciones por impactos negativos en el área costera, son aspectos esenciales a tener presente dentro del manejo del cultivo si se desea lograr su sostenibilidad y relación armónica con el ambiente (Pillay, 2004). Así mismo, la camaronicultura, como cualquier cultivo acuícola, tanto en laboratorios como en el engorde en estanques de cultivos (camaroneras) presenta y desarrolla enfermedades, que para su tratamiento conlleva a la administración de insumos químicos (antibióticos) en unos casos perjudiciales para el hombre como consumidor, y al ecosistema acuático circundante al cultivo.

En los estanques de cultivo, los contenidos de materia orgánica son altos, debido entre otros factores a los desechos acumulados como producto del alimento no consumido, excreta y fertilizante. Borja (2002) reporta que los desechos orgánicos e inorgánicos de las piscifactorías pueden causar un enriquecimiento excesivo en nutrientes y la eutrofización de los cuerpos de agua receptores. Por lo tanto, actualmente se aplican métodos biológicos para la eliminación del exceso de nitrógeno de los efluentes.

Bajo este contexto, se ha desarrollado tecnologías alternativas para evitar el uso de antibióticos que causan resistencia a los agentes patógenos. Un nuevo método de cultivo con sello verde que se emplea para la producción de organismos acuáticos, se la conoce como tecnología de biofloc (BFT), la cual tiene un efecto natural probiótico, puede ser una buena estrategia para manejar naturalmente las enfermedades que afectan a los cultivos acuícolas, mejorar el factor de conversión alimenticia y mantener un ambiente equilibrado en el cultivo de camarón. Debido a su composición como biota, rol ecológico

y funcionalidad de cada microorganismo que forma parte, permite condiciones del agua favorables para el crecimiento del camarón.

El sector camaronero se proyecta al desarrollo, adopción y ajuste de nuevas tecnologías para mejorar las producciones acuícolas, optimización del uso de los recursos naturales contribuyendo al desarrollo socioeconómico de manera sostenible, enfocado a un modelo ecosistémico de producción que integre al desarrollo de la acuicultura aspectos de tipo social, económico y ecológico.

La zona norte de Manabí es de alta productividad camaronera, a pesar de haber experimentado eventos estocásticos que han minimizado su rentabilidad, se ha mantenido activa y consolidado en el marco de normas regulatorias e innovaciones tecnológicas. Paralelamente, la Carrera de ingeniería en Acuicultura y Pesquería de la Universidad Técnica de Manabí tiene la misión de formar profesionales competentes en acuicultura y pesca sostenible, contribuyendo a la seguridad alimentaria y al Plan Nacional del Buen Vivir, contribuye al desarrollo socioeconómico del sector. Sin embargo, debido a la necesidad de mejoras de infraestructuras y adquisición de suministros acuícolas, se encuentra en constante renovación tecnológica e implementación de nuevos equipos e insumos, diseño y construcción de laboratorios como soporte para mejorar la enseñanza teórico-práctica, generación de conocimiento a través de proyectos de investigación y vinculación con la comunidad, desde su sede en el cantón Sucre. Al encontrarse en una zona de influencia de la camaronicultura, el presente trabajo se basa principalmente en la adecuación de los laboratorios de química y microbiología, contribuyendo además en la implementación de una estación experimental de cultivo de camarón con tecnología de biofloc como un modelo de producción innovador para la región.

4. JUSTIFICACIÓN

A pesar del alto potencial de desarrollo, la acuicultura debe superar algunos desafíos, como el reducir la cantidad de agua requerida y la cantidad y calidad de efluente generado por kilogramo de biomasa producida, así como también sus sistemas de producción deben garantizar algún grado de bioseguridad (*e.g.* resistencia a enfermedades y salubridad) (Abraham *et al.*, 2004).

La acuicultura tiende a intensificarse para optimizar el espacio disponible de producción y para hacer más eficiente la producción de biomasa ya sea de peces o crustáceos. Una característica intrínseca de estos sistemas es el incremento de acumulación de residuos, materia orgánica y compuestos inorgánicos tóxicos. El uso de los bioflocs se presenta como una alternativa para mitigar los posibles impactos ambientales negativos generados por las descargas de la acuicultura (Carbó & Celades, 2012). Según De Schryver *et al.* (2008) la tecnología de biofloc ofrece una alternativa a los problemas ambientales ocasionados por la descarga de los productos de desechos en el medio y a la dependencia de la harina y aceite de pescado por parte de la acuicultura.

Esta tecnología permite a los acuicultores mejorar sus estándares ambientales, la conversión de alimento, cultivo sin renovación de agua; no obstante, aún se requiere de mayor investigación para optimizar los procesos y su aplicación en los sistemas acuícolas (Carbó & Celades, *op. cit.*).

El estado actual de los laboratorios de química y microbiología de la Escuela de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías, cuenta con importantes equipos para pruebas y ensayos según la competencia, pero basado en las nuevas innovaciones tecnológicas y académicos se requiere la adquisición de insumos para la puesta en práctica de teorías impartida en clases de las asignaturas: Química, Microbiología y afines de la carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías.

Con la finalidad de generar y difundir conocimientos sobre el crecimiento del camarón *L. vannamei* con el uso de biofloc en la zona norte de Manabí, se implementó una estación experimental de cultivo de camarón, y se adecuó con equipos e insumos de laboratorio utilizados en los análisis químicos y microbiológicos necesarios para el desarrollo de esta tecnología, y así también la aplicación de sus beneficios a través de un ensayo. Asimismo de manera particular, para evaluar la composición y dinámica de los conglomerados de microorganismos que lo comprenden durante el cultivo.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

- Implementar el laboratorio de química y microbiología, en el marco de ensayo: aplicación de tecnología biofloc en el engorde de camarón marino *Litopenaeus vannamei*.

5.2 Objetivos Específicos

- Implementar bajo diagnóstico la necesidad de equipos e insumos en los laboratorios de química y microbiología utilizados en la elaboración del biofloc.
- Evaluar la biota componente del biofloc en el engorde de camarón.
- Difundir los resultados obtenidos del engorde de camarón con tecnología de biofloc al sector productivo de camarón en la zona de influencia.

6. MARCO REFERENCIAL

6.1. Generalidades de Laboratorio

Un laboratorio es un lugar físico que se encuentra equipado con diversos instrumentos y elementos de medida, para satisfacer las demandas y necesidades de experimentos o investigaciones científicas. Según Young (2003) es un lugar dotado de los medios necesarios para realizar investigaciones, experimentos, prácticas y trabajos de carácter científico, tecnológico o técnico. Los laboratorios están equipados con instrumentos de medida o equipos con los que se realizan experimentos, investigaciones o prácticas diversas, según la rama de la ciencia a la que se dedique. También puede ser un aula o dependencia de cualquier centro docente acondicionada para el desarrollo de clases prácticas y otros trabajos relacionados con la enseñanza (Lugo, 2006).

Cada laboratorio dispone de diferente material atendiendo a su área de conocimiento, líneas de investigación y presupuesto, todos ellos disponen de un material comúnmente conocido como material no inventariable. Éste a su vez puede distribuirse según el elemento que lo conforma en material de vidrio o de plástico, así como según su posibilidad de reutilización en desechable o reutilizable.

Los laboratorios deben ser un lugar serio de estudio y de trabajo. Ni los juegos ni las bromas deben ser tolerados. Variaciones de los procedimientos, como el cambio de reactivos, como variar las cantidades de éstos, son peligrosas (Young, 2003).

La importancia de los laboratorios tanto en la enseñanza de las ciencias como en la investigación y en la industria es, sin duda alguna, indiscutible. No se puede negar que el trabajo práctico en laboratorio proporciona la experimentación y el descubrimiento y evita el concepto de “resultado correcto” que se tiene cuando se aprenden de manera teórica, es decir, sólo con los datos procedentes de los libros. Sin embargo, el uso de laboratorios requiere de tiempo adicional al de una clase convencional, por ejemplo, para descubrir y aprender de los propios errores (Lugo, 2006).

Prácticamente todas las ramas de las ciencias naturales se desarrollan y progresan gracias a los resultados que se obtienen en sus laboratorios. Así, en la academia los ejercicios del laboratorio se utilizan como herramientas de enseñanza para afirmar los conocimientos adquiridos en el proceso enseñanza-aprendizaje que permiten mostrar el fenómeno y comportamiento de ciertos procesos, así como complementar las clases impartidas en las universidades; mientras que, en el terreno de la investigación, permiten avanzar el estado del conocimiento y realizar investigación de punta (Lugo, 2006).

6.2. Laboratorio de química

Un laboratorio de química es un lugar que se encuentra equipado con los medios necesarios para llevar a cabo experimentos, investigaciones o trabajos de carácter científico o técnico para comprobar la validez de los principios químicos mediante la aplicación del método científico a través de experimentos generalmente planeados y organizados para un grupo de estudiantes que participan activamente o como observadores en la elaboración de los mismos. En estos espacios, las condiciones ambientales se controlan y se normalizan para evitar que se produzcan influencias extrañas a las previstas, con la consecuente alteración de las mediciones, y para permitir que las pruebas sean repetibles (Sicilia-Gutiérrez, Espinosa-Hidalgo y Guardino-Solá, 2013).

El laboratorio de química está diseñado para la realización segura y controlada de un tipo específico de pruebas químicas, en donde la estructura y en general, los implementos, materiales, equipos y reactivos que se encuentran dentro de él, varían ampliamente dependiendo de la especificidad de cada experimento. Además es el lugar donde se comprueba la validez de los principios químicos mediante la aplicación del método científico a través de experimentos generalmente planeados y organizados para un grupo de estudiantes que participan activamente o como observadores en la elaboración de los mismos.

Los laboratorios químicos deben estar equipados con uno o más fuentes de lavajoyos y con duchas de seguridad. Cada persona que usa tales laboratorios debe estar familiarizada con

la ubicación de estos equipos y conocer cómo usarlos. Los laboratorios equipados adecuadamente tendrán extintores para fuego, no utilice un extintor a menos que usted haya sido entrenado por una persona cualificada en el uso de extintores (Young, 2003). Los laboratorios químicos son instalaciones con un equipamiento muy específico en las que se manejan a diario una gran diversidad de sustancias químicas (Sicilia-Gutiérrez *et al.*, 2013).

6.3. Laboratorio de microbiología

El laboratorio de microbiología constituye un ambiente de trabajo especial, ya que pueden presentar riesgos de enfermedades infecciosas para las personas que se encuentren cerca de él. El trabajo diario en el laboratorio es un trabajo de grupo, en donde la actitud de cada uno de los integrantes ante las prácticas, así como el entrenamiento que posean en las técnicas requeridas para el manejo de material contaminado, determinan su propia seguridad, así como la de sus compañeros y la de la colectividad en general. Además tiene unas peculiaridades y necesidades que lo hacen diferente a otros laboratorios de diagnósticos: su objetivo fundamental es el aislamiento y cultivo de microorganismos patógenos (Cercenado y Cantón, 2009).

Es por ello que antes de comenzar con las actividades prácticas en el laboratorio de microbiología, todas las personas involucradas (estudiantes y profesores) tienen la obligación de conocer cuáles son las normas de seguridad a seguir en el laboratorio de manera tal, que el trabajo se realice con un riesgo mínimo de exposición, tanto para las personas que lo ejecutan como para el medio ambiente.

Los avances técnicos y metodológicos en el campo de la microbiología han hecho que las necesidades de los laboratorios aumenten y cambien de forma rápida, con una frecuencia mayor que las posibilidades de renovación o rediseño; por ello, es fundamental tener visión de futuro y adelantarse a esas necesidades (Cercenado y Cantón, *op. cit.*).

Una de las tareas fundamentales del laboratorio de microbiología es la aplicación de una metodología precisa que permita la identificación de los microorganismos implicados en procesos clínicos asociados a infecciones o de aquellos que tienen relación con el hombre (Cercenado y Cantón, 2010).

De manera rutinaria, el laboratorio de microbiología aplica técnicas fenotípicas que permiten lograr los objetivos expuestos. Estos métodos están consolidados en los laboratorios de microbiología y en la práctica rutinaria diaria muestran algunas limitaciones que se observan de manera específica y más evidente para algún tipo de microorganismos. Los métodos moleculares permiten soslayar algunas de estas limitaciones, si bien su implementación no es universal en todos los laboratorios. Este hecho se debe a un coste más elevado y al grado de especialización que se requiere para su aplicación, por lo que los métodos moleculares suelen estar centralizados en laboratorios o centros de referencia. En un futuro cercano el abaratamiento de los costes permitir un uso más generalizado en los laboratorios de microbiología (Cercenado y Cantón, *op. cit.*).

6.4. Generalidades de la tecnología biofloc

Según Monroy-Dosta *et al.* (2013) el biofloc consiste en el desarrollo de flóculos microbianos formados a partir de una alta relación carbono:nitrógeno en el agua, con poco o nulo recambio y alta oxigenación (Avnimelech 2012, Emerenciano *et al.* 2014), en los cuales se utilizan dietas con bajo contenido de proteína cruda (Azim & Little 2008) o fuentes de carbono externo tales como melaza (caña de azúcar) salvado de arroz, salvado de trigo, entre otros (Emerenciano *et al.* 2012), lo que permite el crecimiento de una comunidad microbiana, sobretudo de bacterias heterótrofas, que metabolizan los carbohidratos y toman nitrógeno inorgánico (principalmente NH_4), reduciendo sus niveles y mejorando la calidad del agua (Crab *et al.* 2009).

El biofloc es un conglomerado de bacterias, microalgas y protozoarios juntos con el detritus y materia orgánica muerta. Los aireadores ayudan a suspender el biofloc en el agua de los estanques, un requerimiento primordial para maximizar el potencial del

proceso de los microorganismos en los estanques de cultivo. El biofloc al estar suspendido, está a su vez disponible para ser ingerido por el camarón (Kuhn y Lawrence, 2012).

Monroy-Dosta *et al.* (2013) manifiestan que asociados a estos flóculos se han observado microalgas, zooplankton, coloides, polímeros orgánicos, cationes y células muertas que son consumidas por las especies cultivadas como fuente de proteína, por lo que los costos de alimentación se reducen en más del 25% (Avnimelech 2006, De Schryver *et al.* 2008, Ekasari *et al.* 2010). En relación a técnicas para la caracterización de los microorganismos en sistemas Biofloc, Ray *et al.* (2010), señalan 3 métodos: microscopia, epifluorescencia y cromatografía de gases. La técnica más utilizada es la visual mediante microscopia, la cual permite determinar los principales grupos de microorganismos en los flóculos (Newall *et al.*, 2006).

Según Collazos-Lasso y Arias-Castellanos (2015) la tecnología del biofloc es una forma de producción en acuicultura super-intensiva, que se desarrolla dinámicamente en la actualidad pues resulta que es capaz de enfrentar retos propios de la actividad, como el aumento de la biomasa por volumen de agua y la utilización reducida de agua, cuyo desafío es producir más en menos volumen de agua y al menor costo ambiental posible, es decir en el marco de los paradigmas de sostenibilidad (Avnimelech, 2009) y son material suspendido en la columna de agua, compuestos por una asociación de microorganismos, micro y macro-invertebrados, organismos filamentosos, polímeros exocelulares, heces y alimento no consumido (Kuhn y Lawrence, 2012).

La tecnología del biofloc se ha vuelto popular en cultivo del camarón blanco del Pacífico, *Litopenaeus vannamei*, siendo desarrollada por el Profesor Yoram Avnimelech en Israel e inicialmente lo implementó Robinson McIntosh en el cultivo comercial de camarón en Belice. También ha sido aplicado con éxito en granjas camaroneras de Indonesia y Malasia por Kuhn y Lawrence.

La implementación de la tecnología biofloc para producir camarones y peces en estanques y sistemas de recirculación puede ofrecer varias ventajas, incluyendo la mejora de la calidad del agua y la nutrición animal.

Collazos-Lasso y Arias-Castellanos (2015) mencionan que el desarrollo de la tecnología de biofloc se fundamenta en mantener las condiciones de calidad del agua en relación con la fijación y control del nitrógeno inorgánico tóxico (NH_4 , NH_3 , NO_2 y NO_3), así como generar proteína microbiana aprovechable “in situ” como alimento para la especie cultivada.

Los sistemas de cultivo de camarón basados en bioflocs típicamente tienen poco o ningún recambio de agua, y pueden soportar altas densidades de animales con una filtración mecánica mínima. La densa comunidad microbiana que se desarrolla en estos sistemas es responsable de desintoxicar compuestos de nitrógeno de lo contrario nocivos, y también puede proporcionar nutrición suplementaria para el camarón. La comunidad microbiana está parcialmente contenida dentro de las partículas de biofloc, y algún control sobre la concentración de estas partículas es necesario y es probable que ayude a prevenir problemas tales como la deposición de lodo anaeróbico, la obstrucción de las branquias y la demanda microbiana excesiva de oxígeno (Ray y Lotz, 2012).

7. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los principales beneficiarios de este proyecto son:

7.1 Beneficiarios directos:

Los estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías (CIAP), los cuales mediante la implementación de una estación experimental para la realización de prácticas y el uso de la tecnología de biofloc podrán desarrollar nuevas investigaciones de cultivos de organismos acuáticos.

El grupo de docentes de la carrera, los cuales dispondrán de nuevas y adecuadas instalaciones para realizar las practicas, previo a una clase teórica y desarrollar los proyectos propuestos.

7.2 Beneficiarios indirectos:

Los empresarios camaroneros de la zona de influencia, los cuales fueron incentivados a la utilización del biofloc, previos a un estudio realizado con esta tecnología.

Laboratorios de cultivo camarón que tienen vínculos de colaboración profesional con la Universidad Técnica de Manabí en la Carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías.

8. METODOLOGIA

El presente trabajo comunitario se realizó aplicando diferentes metodologías con la finalidad de obtener la información necesaria para cumplir y desarrollar los objetivos propuestos en el proyecto.

Entre las metodologías empleadas tenemos la investigación-acción, la cual es aplicada en la Matriz de Involucrados con la finalidad de conocer a las personas que participarán en el estudio del proyecto, sus intereses y los problemas que se perciben para tratar de manera simultánea conocimientos y cambios sociales, y así unir lo teórico con lo práctico.

Para efectuar el proyecto en estudio se empleó variados métodos fundamentados en el trabajo de campo, como lo son:

- Participativo
- Bibliográfico
- Evaluativo

El proyecto se fundamenta en la metodología del “Enfoque Lógico”, cuyas herramientas principales son:

- La Matriz de Involucrados
- El Árbol de Problemas
- El Árbol de Objetivos
- Matriz del Marco Lógico

8.1. Matriz de Involucrados

Tabla 1: Matriz de Involucrados

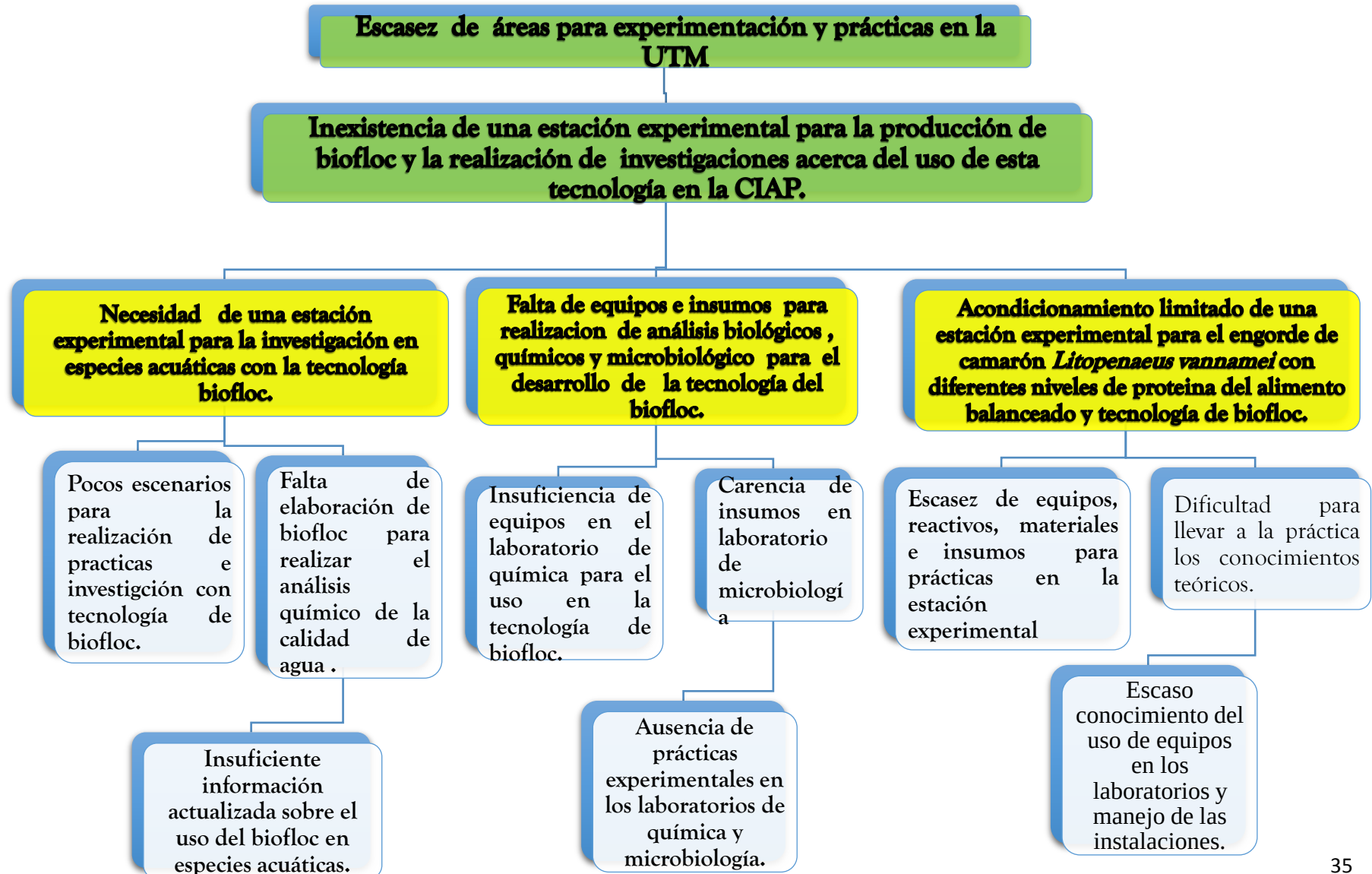
GRUPOS Y/O INSTITUCIONES	INTERÉS	PROBLEMAS PERCIBIDOS	RECURSOS Y MANDATOS	INTERESES EN EL PROYECTO	CONFLICTO POTENCIAL
Autoridades de la UTM	Fortalecer el nivel académico de los estudiantes e implementar y equipar una estación experimental para la aplicación de la tecnología del biofloc con diferentes especies acuáticas.	Inexistencia de una estación experimental para la producción de biofloc y la realización de bioensayos e investigación acerca del uso de esta tecnología. Insuficiente información actualizada sobre el uso del biofloc en especies acuáticas Falta de materiales para la implementación de la estación experimental y poca manipulación de los equipos y reactivos.	La Facultad de Ciencias Veterinarias dispone la aprobación del anteproyecto de tesis para la construcción de una estación experimental para bioensayos con diferentes especies bioacuáticas utilizando la tecnología del biofloc	Formar profesionales con alto nivel académico y competitivo dentro del campo laboral de la CIAP	Falta de recursos y financiamiento

Docentes de la CIAP	Disponer de una estación experimental para el desarrollo de clases teórico - prácticas con la tecnología del biofloc	Inexistencia de una estación experimental para la producción de biofloc y la realización de investigaciones acerca del uso de esta tecnología en la CIAP. Insuficiencia de equipos y reactivos para el uso en la tecnología Biofloc. Dificultad para llevar a la práctica los conocimientos teóricos.	Asesoramiento técnico y científico.	Obtener mayores conocimientos y habilidades prácticas en los estudiantes.	Polémicas sobre la realización de proyectos de investigación.
	Formación de profesionales con un mayor nivel técnico y académico en cuanto a la obtención del biofloc y su empleo en el cultivo de diferentes especies acuáticas	Inexistencia de una estación experimental para la producción de biofloc y la realización de investigaciones acerca del uso de esta tecnología en la CIAP. Escasez de una estación experimental y el mal	Aporte con autogestión para el desarrollo de investigaciones ya sea tanto de aula como tesis de grado.	Poder llevar los conocimientos teóricos a la práctica y contar con una guía para estos fines.	Falta de equipos, reactivos e insumos.

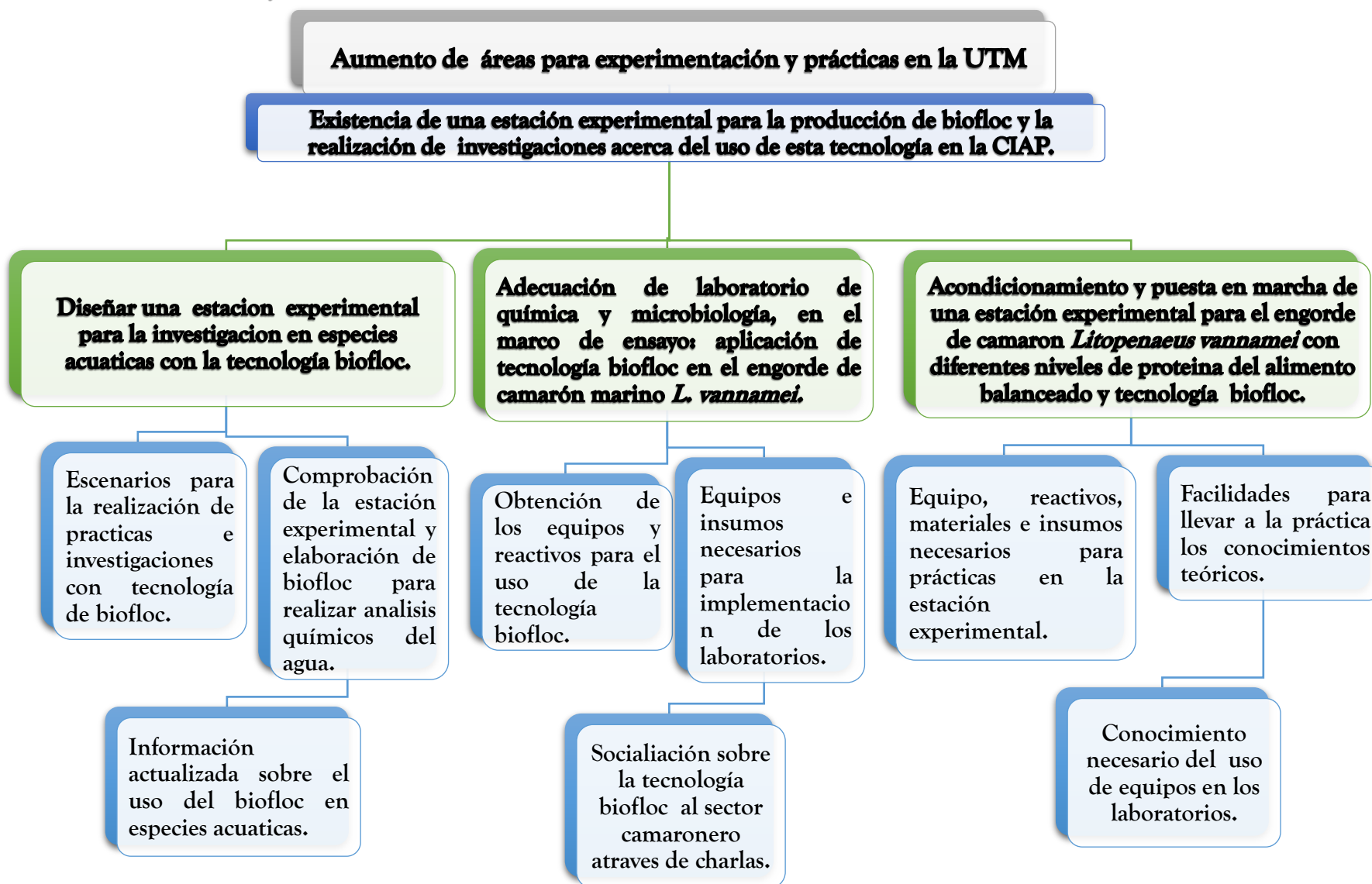
Estudiantes de la CIAP.		uso de los equipos y reactivos. Insuficiencia de equipo, reactivos, materiales e insumos para prácticas en la estación experimental			
Sector Camaronero	Mejorar la eficiencia productiva.	Colaboración e intercambio de conocimientos sobre los nuevos estudios realizados en la Universidad.	Colaboración e intercambio de conocimientos.	Adquirir conocimientos y mejorar rendimientos.	Falta de interés y motivación.

8.2. Árbol de Problema

Tabla 2: Árbol de Problemas



8.3. Árbol de objetivo
 Tabla 3. Árbol de objetivo



8.4. Matriz de Marco Lógico

Tabla 4. Matriz de Marco Lógico

OBJETIVOS	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
<u>FIN:</u> Contar con una estación experimental para el desarrollo de la tecnología del biofloc en especies bioacuáticas en la UTM	La estación experimental está al 100% en cuanto a la implementación para la investigación a partir de Noviembre del 2015.	• Observación directa. • Fotografías. • Informe de cuantificación de datos. • Acta de entrega recepción de estación experimental.	Estación experimental funcional para cultivo de camarón con tecnología de biofloc.
<u>PROPÓSITO:</u> Adecuación de laboratorio de química y microbiología, en el marco de ensayo: aplicación de tecnología biofloc en el engorde de camarón marino (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	Entre los meses de Noviembre y Diciembre del 2015 los tesistas adecuaron al 100% los laboratorios de química y microbiología.	• Cotizaciones. • Proformas	Los estudiantes y docentes de la CIAP darán uso continuo a la estación experimental en actividades prácticas y de investigación.

<u>COMPONENTES</u>			
Adquisición de los equipos e insumos para laboratorios de química y microbiología	En el mes de Diciembre del 2015 los tesisistas adquieren el 100% de los equipos e insumos para laboratorios	• Proformas. • Facturas. • Actas de entrega – recepción.	Docentes y autoridades interesados en el manejo de los equipos e insumos obtenidos.
Evaluación de la biota componente de biofloc en el engorde de camarón	Durante el mes de Junio del 2016 los tesisistas evaluaron los componentes del biofloc utilizado en un bioensayo con cultivo de camarón.	• Análisis de microbiología. • Cultivos de cepas fitoplanctónicas en Agares. • Cultivos de cepas bacterianas en Agares.	Estudiantes y docentes dispuestos a utilizar los equipos y reactivos en los distintos laboratorios
Socialización sobre la tecnología de biofloc a sector camaronero a través de charlas	En el mes de Julio del 2016, después de terminar el bioensayo, se socializó los resultados y conocimientos obtenidos a los camaroneros de la zona.	• Charlas. • Fotos. • Observación directa. • Firmas de asistencia a la socialización	Sector camaronero de la zona dispuesto a escuchar nuevas propuestas para la producción de camarón
<u>ACTIVIDADES</u>	<u>COSTOS</u>		
Adecuación de laboratorios de química y microbiología, en el marco de ensayo: aplicación de tecnología biofloc en el engorde de camarón marino “<i>Litopenaeus vannamei</i>” • Contactos con los		• Facturas • Firmas de las compras de los equipos • Papeleta de depósito al proveedor	Existen recursos económicos suficientes para dar a conocer nuevos métodos para la producción de camarón.

proveedores de los equipos e insumos para laboratorios.	\$0,00		
- Análisis de proformas - Compra de los equipos e insumos para los laboratorios.	\$0.00 \$4.000,00		
Implementación de estación experimental y Utilización de los equipos adquiridos - Compra de los materiales y equipos para la estación - Acondicionamiento e instalación de los equipos - Manejo de los equipos y reactivos comprados.	\$4.000,00 \$50,00 \$0,00	- Trípticos - Firmas de asistencias a la charla	
Socialización sobre tecnología de biofloc al sector camaronero a través de charlas		- Trípticos - Firmas de asistencias a la charla	Existen recursos económicos suficientes para dar a conocer nuevos métodos para la producción de camarón.

• Contactar con el sector interesado para dar a conocer sobre la tecnología biofloc • Programar el día de la socialización al sector camaronero. • Transporte al lugar de encuentro para la sociabilización. • Presentación de la charla sobre la tecnología biofloc	\$0,00 \$0,00 \$10,00 \$0,00		
	TOTAL: \$8.060,00		

8.5. Implementar bajo diagnostico la necesidad de equipos e insumos en los laboratorios de química y microbiología utilizados en la elaboración del biofloc

Se realizó un diagnóstico que permitiera conocer la situación actual de los laboratorios de química y microbiología de la CIAP sobre los equipos e insumos existentes para ser utilizados en el sistema de cultivo con tecnología de biofloc. Bajo esta diagnosis se dotó de equipos e insumos en el laboratorio de química y microbiología como herramientas de análisis para el cultivo de organismos acuáticos en el marco del ensayo: aplicación de tecnología biofloc en el engorde de camarón marino *Litopenaeus vannamei*.

8.6. Evaluar la biota componente del biofloc en el engorde de camarón

8.6.1. Diseño experimental

El diseño experimental consistió en la elaboración de biofloc en un tanque de 2400 L denominado macrocosmos del que se toma biofloc para el microcosmos conformado por 12 tanques de 300 litros ubicados en dos filas de seis unidades experimentales divididos en 3 tanques por tratamiento: Tratamiento control (T1) camarones con biofloc; Tratamiento 2 (T2), biofloc con alimento balanceado (AL) de 35% de PB; Tratamiento 3 (T3) biofloc con AL de 28 % de PB; Tratamiento 4 (T4) biofloc con AL de 22% de PB. Cada tanque se llenó con 50 L de biofloc y 150 L de agua de mar previamente tratada (Figura 2 y Tabla 1).

8.6.2. Desarrollo de bioensayo

8.6.2.1. Preparación de biofloc

Para la preparación de biofloc en el macrocosmos se inició con 2100 L de agua de mar previamente tratada. En este volumen de agua se añadió el probiótico Pondplus (100 g), melaza (100 mL), 200 L de algas *Tetraselmis* sp (130.000 cel/mL) y 100 L de algas *Thalassiosira* sp (125.000 cel/mL)

Se agregaron 32 camarones con un peso promedio de 6 g al macrocosmos con la finalidad de que estos mantengan la circulación del agua de mar y contribuyan con materia orgánica producto de las heces, para que sean descompuestas por las bacterias probióticas.

Para mantener en óptimas condiciones el sistema, cada 7 días y durante dos semanas más se añadió 100 g del probiótico (Pond Plus), 100 mL de melaza y alimento balanceado en 2 raciones de acuerdo a la biomasa existente de los camarones.

Con la finalidad de que los microorganismos presentes en los flocs se reproduzcan se continúa suministrando diariamente 5 mL de melaza como fuente de carbono.

8.6.2.2. Descripción del probiótico Pond plus

Para la elaboración de biofloc, se utilizaron bacterias heterotróficas (PondPlus/BAYER) la cual viene en presentación de polvo liofilizado, su composición biológica es: *Bacillus subtilis*, *B. licheniformis* (2 cepas), *B. amyloliquefaciens* (2 cepas), *B. megaterium* y *B. pumilis*.

PondPlus es una mezcla sinergia de bacterias que actúan degradando materia orgánica en el estanque y mejorando la flora intestinal del camarón.

8.6.3. Fase de laboratorio

8.6.3.1 Preparación de muestras

Se tomaron muestras de biofloc del macrocosmos, una al inicio de semana (lunes) y otra al final de la semana (viernes).

Las muestras tomadas y fijadas se identificaron y contaron los organismos presentes en el biofloc con microscopio Olympus BX43, con objetivo de 40X (Fotografía 1).



Fotografía 1: Preparación de muestra de biofloc

8.6.3.2 Identificación de microorganismos

Para la identificación de los microorganismos se utilizaron las siguientes guías: Gallo y Apolo (2012) y Marshall y Williams (2013)

8.6.3.3 Conteo de microorganismos

Para realizar el conteo de microorganismos, se utilizó la metodología de "Alícuota", que consistió en tomar una muestra del biofloc con un volumen de 100 mL y filtrada en un malla de 60 μ m, seguidamente se procedió a tomar una alícuota de la muestra de 5 mL con una pipeta y fue colocada en un recipiente, añadiéndose 0,015 mL (3 gotas) de solución de eosina como colorante-fijador de muestra.

Una vez fijada la muestra, se colocó una gota de biofloc en un portaobjeto con su respectivo cubre objeto y se procedió a colocar en el microscopio para realizar el conteo de los microorganismos (Fotografía 2).



Fotografía 2: Conteo de la biota del biofloc

8.7 Socialización sobre la tecnología de biofloc a sector camaronero a través de charlas

Se realizaron varios talleres para socializar los resultados de las investigaciones desarrolladas en el marco de ensayo: aplicación de tecnología biofloc en el engorde de camarón marino *Litopenaeus vannamei*, al sector camaronero de la zona norte de Manabí.

9 RECURSOS Y MATERIALES UTILIZADOS

9.1 Recursos humanos

- 2 tesistas.
- 1 tutor de trabajo de titulación.
- 1 revisor de trabajo de titulación.
- 1 Ing. Civil.

9.2 Materiales para la adecuación de laboratorios

9.2.1 Equipos e insumos obtenidos para la adecuación del laboratorio de química

- 1 destilador de agua Quimis Pilsen 10 Lt
- 12 conos INHOFF plásticos 1000 mL.
- 6 pipetas graduadas 1 mL. Glassco cl.
- 6 pipetas graduadas 2 mL. Glassco cl.
- 1 paquete/100 unidades de Nitraver para 5 mL. .

9.2.2 Equipos e insumos obtenidos para la adecuación del laboratorio de microbiología

- 1 Agar Tripticasa Soya 500g. Difco (TSA).
- 1 Agar BHI 500g. Difco.
- 1 Agar TCBS 500g. Difco.
- 1 Agar marino rogosa y sharpe 500g. Difco.
- 1 Agar cerebro corazón 500g. Difco.

10 ECONÓMICOS

La implementación de equipos al laboratorio de química y de insumos al laboratorio de microbiología, tuvo un costo estimado de \$4.000, también se contribuyó en la implementación de la estación experimental, teniendo un costo de \$4,000 llegando a un total de \$8.000; los cuales fueron obtenidos mediante una beca de titulación otorgada por la Universidad Técnica de Manabí. Se adjuntan facturas como evidencia de la utilización de la beca (Anexo 3).

11 RESULTADOS

El proyecto se sustentó en la necesidad de aportar al proyecto de tesis doctoral “Engorde de camarón blanco *L. vannamei* con tecnología de biofloc” del que surgen tres tesis de desarrollo comunitario.

Esta tesis contribuye en la implementación de la estación experimental en la que se realizan los bioensayos (Anexo 2 - 3).

11.1. Implementación bajo diagnóstico de la necesidad de equipos e insumos en los laboratorios de química y microbiología que se utilizaron en la elaboración del biofloc

11.1.1 Implementación de equipos e insumos en el laboratorio de química para la utilización en producción del biofloc

Se describen los equipos e insumos adquiridos para la adecuación del laboratorio de química y su utilización en el bioensayo con tecnología de biofloc (Fotografía 3).

- **Conos IMHOFF:** Se usan para determinar materiales sedimentables en muestras de agua y aguas residuales.



Fotografía 3: Conos IMHOFF utilizados en la sedimentación del biofloc para la determinación de sólidos sedimentables.

- **Destilador:** Destilador de agua QUIMIS, utilizado para la obtención de agua destilada, empleada en los análisis de nutrientes presentes en el cultivo de camarón con tecnología de biofloc (Fotografía 4).



Fotografía 4: Destilación de agua con el uso del destilador QUIMIS

- **Reactivos HACH (Nitraver):** reactivos utilizados en la determinación de nutrientes en el agua de cultivo de camarón con tecnología de BF, utilizados en el equipo HACH DR-2010 (Fotografía 5).



Fotografía 5: reactivo HACH Nitraver.

Los reactivos Nitraver son utilizados para los análisis de rutina de calidad de agua en los tanques de cultivo de camarón con tecnología de biofloc (Fotografía 6).



Fotografía 6: Análisis de calidad de agua

11.1.2 Implementación de equipos e insumos en el laboratorio de microbiología para la utilización en producción de biofloc

A continuación, se describen insumos para la implementación del laboratorio de microbiología y su posterior utilización en el experimento realizado con tecnología de biofloc en cultivo de camarón *L. vannamei* (Fotografía 7).

- **Agares:** Los agares son utilizados como medio de cultivo para el crecimiento de bacterias, microalgas, etc.



Fotografía 7: Agares utilizados en cultivos microbiológicos.

11.1.3 Descripción de los agares utilizados en la implementación del laboratorio de microbiología

En la implementación del laboratorio de microbiología, se utilizaron los siguientes agares:

- **Agar Cerebro Corazón**

Es un medio de uso general adecuado para el cultivo de una amplia variedad de tipos de organismos, incluidos las bacterias, levaduras, hongos filamentosos y patógenos. Se recomienda actualmente como medio universal para bacteriología aerobia y para la recuperación primaria de hongos.

- **Agar TCBS**

Medio selectivo para el aislamiento y cultivo de *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus* a partir de heces, aguas y alimento.

- **Agar Trypticase Soya**

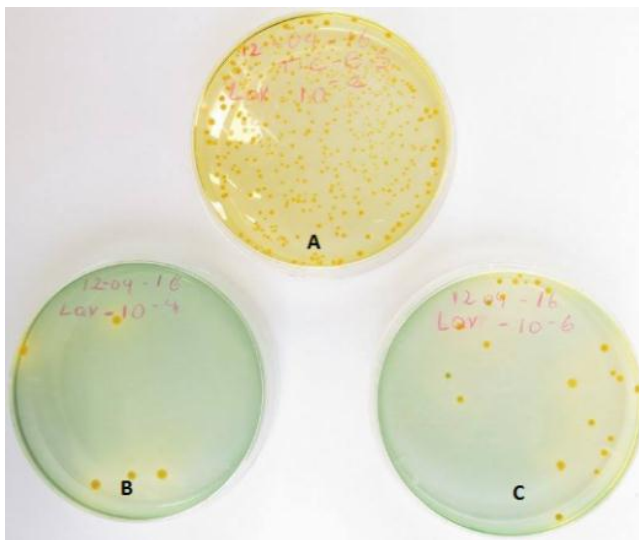
Medio de cultivo universal, utilizado para el cultivo de una amplia variedad de microorganismos, facilita un crecimiento vigoroso de microorganismos aerobios y anaerobios.

También es recomendado en múltiples aplicaciones de aguas y aguas residuales y numerosos métodos estándar para pruebas en alimentos.

- **Agar Marino**

Este medio se recomienda para el cultivo de bacterias marinas heterótrofas. También puede utilizarse para el recuento y aislamiento de estos microorganismos. Este medio tiene todos los nutrientes necesarios para el crecimiento de las bacterias marinas.

Durante los análisis microbiológicos, los agares son utilizados como medio de cultivo para el crecimiento de bacterias, microalgas, etc., particularmente se aplican al bioensayo: cultivo de camarón utilizando tecnología de biofloc (Fotografía 8).

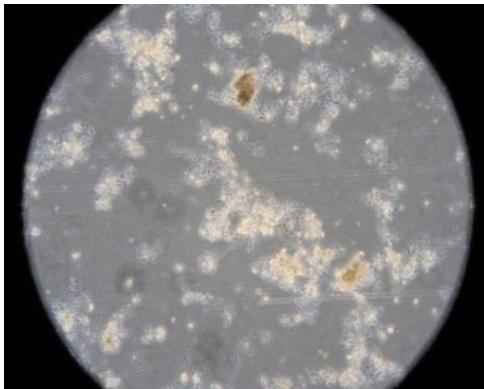


Fotografía 8: Cultivo de *Vibrio* sp. en agar TCBS incubados durante 24 horas; siembra a dilución: A) 10^{-2} ; B) 10^{-4} ; C) 10^{-6}

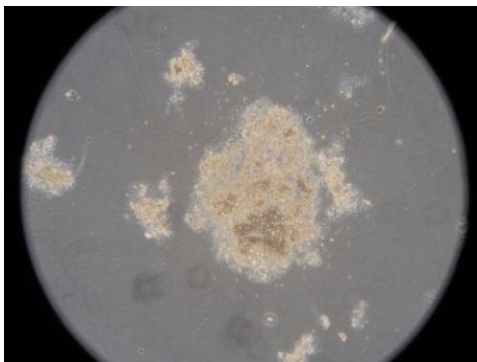
11.2 Evaluación de la biota componente del biofloc en el engorde de camarón *L. vannamei*

En el desarrollo experimental de cultivo de camarón con tecnología de biofloc se consideró evaluar en los bioensayos la composición microbiológica en los cuatro tratamientos, realizados durante 15 días. El biofloc presentó cuatro fases de desarrollo: temprano, agregado, ramificado y maduro (tabla 5).

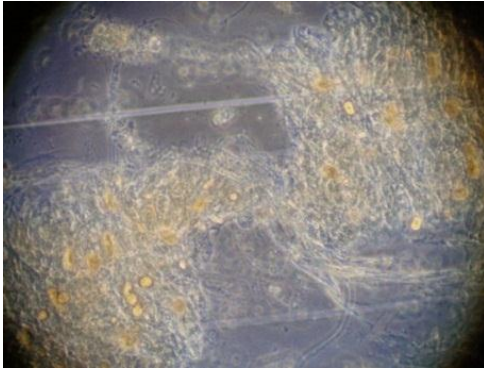
Tabla 6. Fases de desarrollo del biofloc



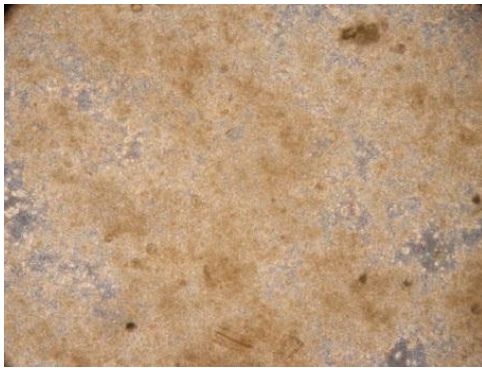
Temprano. En esta fase de biofloc, se observaron pequeños flóculos dispersos y materia orgánica (alimento balanceado). 5 días para llegar a esta fase.



Agregado. En esta fase de biofloc, los flóculos bacterianos y de materia orgánica que anteriormente estaban dispersos, se vieron agregados formando flóculos más grandes y distinguibles. 3 días más para llegar a esta fase. Se añadieron camarones.



Ramificado. En esta fase de biofloc, los flóculos agregados se acumularon formando ramificaciones con algas y protozoarios. 3 días más para llegar a esta fase. Se adiciona alimento balanceado y melaza



Maduro. En esta fase de biofloc, las ramificaciones formadas se unieron entre ellas, agrupando a las algas y demás microorganismos. 4 días más para llegar a esta fase.

La composición de microorganismos en el biofloc durante el tiempo de cultivo incluyeron 11 grupos taxonómicos: *Euplotes*, *Levaduras*, *Tetraselmis*, *Lepocincles*, *Navicula*, *Pleurosigma*, *Thalassiosira*, *Rotífera*, *Vorticela*, *Gastrotijos* y *Nematoda*.

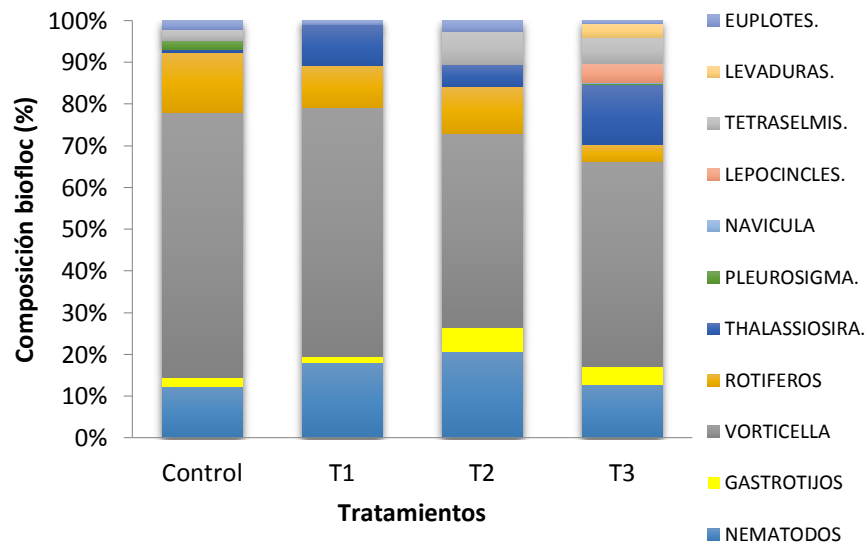


Figura 3: Composición de la biota del biofloc por tratamiento en el primer muestreo.

En el primer muestreo la variación de la biota en el biofloc mostró el siguiente comportamiento:

Tratamiento control: los grupos más abundantes fueron *Nematoda* (16%), *Vorticella* (38%) y *Thalassiosira* (28%). En T₁ *Vorticella* (45%) y *Thalassiosira* (27%). T₂ *Nematoda* (11%), *Vorticella* (34%), *Thalassiosira* (27%) y *Lepocincles* (12%). T₃ *Nematoda* (11%), *Vorticella* (55%) y *Thalassiosira* (13%) (Figura 3).

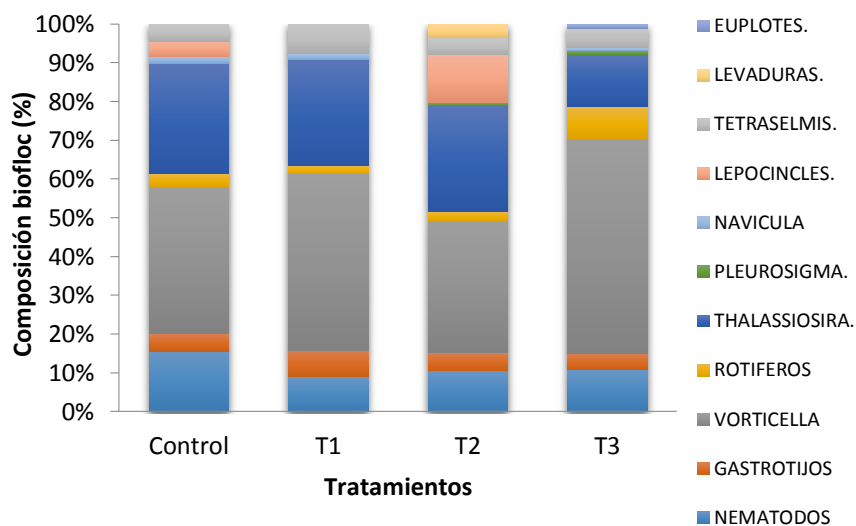


Figura 4: Composición de la biota del biofloc por tratamiento en el segundo muestreo

En el segundo muestreo la composición del biofloc muestra el siguiente comportamiento:

Tratamiento control: los grupos proporcionales más abundantes fueron *Nematodo* (17%), *Vorticela* (52%) y *Thalassiosira* (24%). En T₁ *Nematodo* (17%), *Vorticela* (57%) y *Thalassiosira* (15%). T₂ *Nematodo* (9%), *Vorticela* (65%), *Thalassiosira* (10%). T₃ *Nematodo* (17%), *Vorticela* (59%) y *Thalassiosira* (12%) (Figura 4).

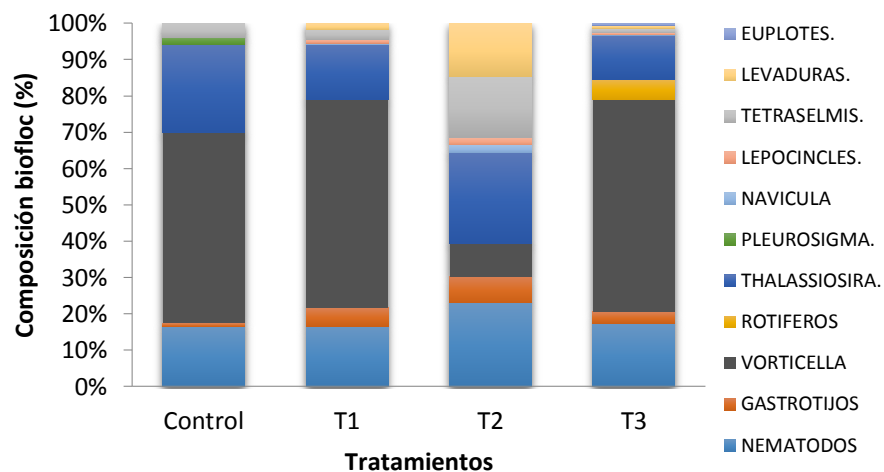


Figura 5: Composición de la biota del biofloc por tratamiento en el tercer muestreo

En el tercer muestreo los tratamientos mostraron el siguiente comportamiento de la composición de biofloc:

Tratamiento control: los grupos proporcionales más abundantes fueron *Nematodo* (12%), *Vorticela* (64%) y *Rotifera* (14%). En T_1 *Nematoda* (18%), *Vorticela* (60%), *Rotifera* y *Thalassiosira* (15%). T_2 *Nematoda* (21%), *Vorticela* (9%), *Rotifera* (11%). T_3 *Nematoda* (13%), *Vorticela* (49%) y *Thalassiosira* (14%) (Figura 5).

11.3 Socialización de los resultados obtenidos del engorde de camarón con tecnología de biofloc al sector productivo de cultivo de camarón en la zona de influencia

Frente a empresarios productores de camarón, personal administrativo de la compañía CAMARONERA MANABITA CIA. LTDA., distribuidores de alimento (ALIMENTSA) y distribuidores de fertilizantes (GEOMINAS), se socializo sobre el tema de cultivo de camarón con tecnología de biofloc (Fotografía 9 y Anexo 2).



Fotografía 9: Exposición en “Camaronera manabita Cia Ltda” sobre el cultivo de camarón *L. vannamei* con tecnología de biofloc

12 CONCLUSIONES

La implementación de la estación experimental de cultivo de camarón con tecnología de biofloc en la Escuela de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías (EIAP), tiene pertinencia porque está ubicada en una zona con influencia de producción de camarón, y su emplazamiento es idóneo para establecer vínculos entre investigadores, academia y empresarios que buscan mejorar el rendimiento productivo del cultivo de camarón.

Los equipos e insumos químicos y microbiológicos adquiridos para los laboratorios de la EIAP, permiten la realización de prácticas de laboratorio, orientadas a análisis de calidad del agua para que los estudiantes adquieran destrezas en el manejo de equipos y reactivos para realizar análisis de calidad de agua, en el contexto de la adopción, ajuste, generación y desarrollo de nuevas tecnologías como el uso del biofloc en la acuicultura local.

La adquisición de insumos microbiológicos coadyuvaron a la ejecución de bioensayos de cultivos bacterianos y generación de cepas fitoplanctónicas.

El análisis del componente de la biota del biofloc permitió a conocer la variabilidad y sucesión de los microorganismos de éstos en el cultivo de camarón.

La difusión de información de la tecnología de biofloc al sector camaronero de la zona norte de Manabí, fue indispensable como contribución para promover el cambio de un modelo convencional de producción a un modelo productivo más amigable con el medio ambiente, basado en el uso de microorganismos benéficos y la optimización del agua como recurso natural.

Los participantes demostraron interés en el conocimiento de esta tecnología, realizando preguntas relacionadas con la aplicación, los costos de producción y la necesidad de incursionar en investigaciones relacionadas con la utilización de fertilizante natural, su incidencia en el cultivo con tecnología de biofloc y la reducción de costos de producción.

13 RECOMENDACIONES

Continuar con el desarrollo de proyectos, bioensayos, investigaciones de cultivos de organismos acuáticos con tecnología de biofloc. En particular evaluar con regularidad la relación de la composición de la microbiota: sus aportes nutricionales en el crecimiento de camarón y el efecto bioremediador de estos microorganismos en la calidad de agua del sistema (rol ecológico).

Aprovechar la infraestructura de la estación experimental para generación de conocimiento, práctica docente-estudiante de la EIAP.

Elaborar un protocolo de Buenas Prácticas de Manejo (BPM) para el uso y mantenimiento de la estación experimental.

14 PRESUPUESTO

Tabla 7: Presupuesto

ORIGEN DE FONDOS					
RUBROS	BECA	*EIAP	PROPIOS	OTROS	TOTAL
Materiales para la construcción y adecuación de la estación	4.000,00	0	0	0	4.000,00
Materiales e insumos para laboratorios	4.000,00	0	0	0	4.000,00
Gastos operativos, elaboración de informe final y sustentación de tesis.	60,00	0	60,00		60,00
TOTAL	8.060,00		60,00	0	8,060.00

15 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 8. Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	TIEMPO EN MESES					
	1	2	3	4	5	6
Preparación de Biofloc	X					
Adecuación de Biofloc a los estanques y siembra de camarones	X	X				
Desarrollo de la implementación y ensayo.	X	X	X	X	X	
Toma de muestras, análisis de información	X	X	X	X	X	X
Tabulación de los resultados	X	X	X	X	X	X
Elaboración y entrega de tesis de grado	X	X	X	X	X	X

16 BIBLOGRAFÍA

- ARRIAGA, L. 1993. Plan de Manejo de la Zona Especial de Manejo (ZEM) Bahía de Caráquez - San Vicente - Canoa. Guayaquil, Ecuador: Programa de Manejo de Recursos Costeros.
- ABRAHAM, T., GHOSH, S., NAGESH, T., & SASMAL, D. 2004. Distribution of bacteria involved in nitrogen and sulphur cycles in shrimp culture systems of West Bengal, India. *Aquaculture* 239: 275-288.
- AVNIMELECH, Y. 2006. Bio-filters: The need for a new comprehensive approach. *Aquacultural Engineering*, 34(3): 172 - 178.
- AVNIMELECH Y. 2009. Biofloc Technology - A practical Guide Book. The World Aquaculture Society. 272 pp.
- AVNIMELECH, Y. 2012. Biofloc technology - a practical guide book, 272 pp. The World Aquaculture Society, Baton Rouge
- AZIM, M.E. & LITTLE, D.C. 2008. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 283(1-4): 29 - 35.
- BORJA, A. 2002. Los impactos ambientales de la acuicultura y la sostenibilidad de esta actividad. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 18 (1-4): 41 - 49.
- CARBÓ, R. & CELADES, J. 2012. Ensayos preliminares de engorde de Tenca (*Tinca tinca*) con Tecnología de Biofloc. IRTA (Investigación y Tecnología Agroalimentaria).
- CERCENADO, E. & CANTÓN, R. 2009. Diseño de un laboratorio de Microbiología Clínica. SEIMC. 26 pp.
- CERCENADO, E. & CANTÓN, R. 2010. Métodos de identificación bacteriana en el laboratorio de microbiología. SEIMC. 52 pp.

- CHOPIN, T., BUSCHMANN, A., HALLING, C., TROELL, M., KAUTSKY, N., NEORI, A., KRAEMER, G., ZERTUCHE-GONZÁLEZ, J., YARISH, C. & NEEFUS, C. 2001. Integrating seaweeds into marine aquaculture systems: a key toward sustainability. *Journal of Phycology*, 37(6): 975.
- COLLAZOS-LASSO, L. & ARIAS-CASTELLANOS, J. 2015. Fundamentos de la tecnología biofloc (BFT). Una alternativa para la piscicultura en Colombia. Una revisión. *Orinoquia*, 19(1): 77 – 86.
- CRAB, R., KOCHVA, M., VERSTRAETE, W. & AVNIMELECH, Y. 2009. Bio-flocs technology application in over-wintering of tilapia. *Aquaculture Engineering*, 40(3):105 – 112.
- DE SCHRYVER, P., CRAB, R., DEFOIRDT, T., BOON, N. & VERSTRAETE, W. 2008. The basics of bio-flocs technology: the added value for aquaculture. *Aquaculture*, 277(3-4):125 – 137.
- EKASARI, J., CRAB, R. & VERSTRAETE, W. 2010. Primary nutritional content of bio-flocs cultured with different organic carbón sources and salinity. *Hayati Journal of Bioscience*, 17(3):125 – 130.
- EMERENCIANO, M., BALLESTER, E.L.C., CAVALLI, R.O. & WASIELESKY, W. 2012. Biofloc technology application as a food source in a limited water exchange nursery system for pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817). *Aquaculture Research*, 43(3): 447 – 457.
- EMERENCIANO, M., CUZON, G., ARÉVALO, M. & GAXIOLA, G. 2014. Biofloc technology in intensive broodstock farming of the pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum*: spawning performance, biochemical composition and fatty acid profile of eggs. *Aquaculture Research*, 45(10): 1713–1726.
- KUHN, D. & LAWRENCE, A. 2012. Opciones de Tecnología de Biofloc para Acuicultura. Sistemas In-Situ, Ex-Situ Mejoran Calidad de Agua, Proveen Nutrición. *Global Aquaculture Advocate*, 15(4):20 – 21.

- LUGO, G. 2006. La importancia de los laboratorios. *Construcción y Tecnología*, 20-22.
- MONROY-DOSTA, M. C., DE LARA-ANDRADE, R., CASTRO-MEJÍA, J., CASTRO-MEJÍA, G. & COELHO-EMERENCIANO, M. G. 2013. Composición y abundancia de comunidades microbianas asociadas al biofloc en un cultivo de tilapia. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 48(3): 511 – 520.
- NEWALL, P., BATE, N. & METZELING, L.A. 2006. Comparison of diatom and macroinvertebrate classification of sites in the Kiewa River system. *Hidrobiología*, 572(1): 131 – 149.
- PILLAY, T.V.R. 2004. *Aquaculture and the Environment*. Second Edition, Ed. Fishing News Books and Blackwell Publishing Ltd., 189 pp.
- RAY, A.J., LEWIS, B.L., BROWDY, C.L. & LEFFLER, J.W. 2010. Suspended solids removal to improve shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production and an evaluation of a plant-based feed in minimal-exchange, superintensive culture systems. *Aquaculture*, 299(1-4): 89 – 98.
- RAY, A. & LOTZ, J. 2012. Estudio muestra que una concentración más baja de Bioflocs puede mejorar la producción de camarón. *Global Aquaculture Advocate*, 15(2): 28 – 31.
- SICILIA-GUTIÉRREZ, F., ESPINOSA-HIDALGO, P. & GUARDINO-SOLÁ, X. 2013. Laboratorios químicos: clasificación y estimación de su peligrosidad (I). Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). 6 p.
- WATANABE, M. 2001. Can bioremediation bounce back? *Nature Biotechnology*, 19: 1111-1115.
- YOUNG, J. A. 2003. Seguridad en los Laboratorios Químicos Académicos. Volumen I, Prevención de accidentes para estudiantes universitarios. Séptima edición, Sociedad Americana de Química. 52pp

ANEXOS

ANEXO 1

Glosario de términos

Anaeróbico: Organismos que no utilizan oxígeno molecular en su actividad biológica, disponen de un metabolismo que produce energía a partir de nutrientes que carecen de oxígeno, habitualmente a través de procesos de fermentación.

Aeróbico: Organismos que necesitan oxígeno para su metabolismo. Realizan la oxidación de la materia orgánica en presencia de oxígeno molecular, es decir, realizan la respiración celular.

Autótrofos: Capacidad de ciertos organismos de sintetizar todas las sustancias esenciales para su metabolismo a partir de sustancias inorgánicas, de manera que para su nutrición no necesita de otros seres vivos.

Biofloc: Sistema con mínimo o nulo recambio de agua en los sistemas de cultivos acuícolas, con alta productividad bacteriana, que sirve como biofiltro y como fuente de alimento, utilizado actualmente para producción de organismos tales como tilapia y camarón.

Bacterias: Las bacterias son microorganismos unicelulares que presentan un tamaño de unos pocos micrómetros y diversas formas incluyendo esferas, barras y hélices.

Biota: En su uso más habitual, mediante el término biota se designa al conjunto de especies de plantas, animales y otros organismos que ocupan un área dada. El término puede desglosarse en flora y en fauna, según los límites establecidos en botánica y en zoología.

Biorremediación: Se define como biorremediación a cualquier proceso que utilice microorganismos, hongos, plantas o las enzimas derivadas de ellos para retornar un medio ambiente alterado por contaminantes a su condición natural.

Cultivo intensivo: Tiene como objetivo desarrollar una alta productividad y eficiencia económica, con especies de alto valor mercantil para la venta en frontera, y para la exportación y evaluar la alternativa de cultivos en jaulas flotantes y raceways (canales de corriente rápida). Se utilizan altas densidades, fuerte circulación de agua, alimento artificial de calidad y equipos de aireación cuando las condiciones del cultivo lo requieren.

Cultivo semi-intensivo: Con este tipo de cultivo se incrementa la densidad de siembra, utiliza fertilizantes, el manejo es sistemático y se pueden emplear alimentos de forma complementaria.

Generalmente se opta por el policultivo y se garantiza un uso adecuado de la cadena alimentaria presente en el agua, incrementada por la acción de los fertilizantes.

Cultivo extensivo: Se caracteriza por un bajo costo operacional y el empleo de bajas densidades de siembra. La alimentación que utilizan los animales es natural, es decir, la existente en el cuerpo de agua que generalmente es abundante, son organismos vivos de origen animal o vegetal (plancton en la columna de agua y bentos en el fondo). Sus rendimientos son bajos y su manejo técnico sencillo.

Cadena trófica: Cadena alimentaria es el proceso de transferencia de energía alimenticia a través de una serie de organismos, en el que cada uno se alimenta del precedente y es alimento del siguiente.

Efluentes: Un efluente, en acuicultura, corresponde a un curso de agua, también llamado distributivo, que desde un lugar llamado confluencia se desprende de un lago o río como una derivación menor, ya sea natural o artificial.

Estrato etéreo: El término extracto etéreo se refiere al conjunto de las sustancias extraídas que incluyen, además de los ésteres de los ácidos grasos con el glicerol, a los fosfolípidos, las lecitinas, los esteroides, las ceras, los ácidos grasos libres, los carotenos, las clorofilas y otros pigmentos. Primeramente es muy útil para la extracción de grasas de los alimentos

húmedos y semisólidos el mezclar la muestra con ciertas sustancias para impedir el desecado inicial.

Estocásticos: Un proceso estocástico es aquel cuyo comportamiento es no determinista, en la medida que el subsiguiente estado del sistema está determinado tanto por las acciones predecibles del proceso como por elementos aleatorios.

Polímeros: Los polímeros son macromoléculas (generalmente orgánicas) formadas por la unión mediante enlaces covalentes de una o más unidades simples llamadas monómeros.

Probióticos: Los probióticos son microorganismos vivos que, cuando son suministrados en cantidades adecuadas, promueven beneficios en la salud del organismo hospedador.

Pico plancton: Picoplancton es la fracción de plancton compuesta de células entre 0,2 y 2 μm que pueden ser tanto: fotosintéticas: picoplancton fotosintético. Heterotrófico: picoplancton heterotrófico, conjuntamente este es considerado la principal fuente de la producción primaria.

Proteobacterias: Las proteobacterias son uno de los principales grupos de bacterias. Incluyen una gran variedad de patógenos, tales como *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Vibrio*, *Helicobacter*, *Neisseria gonorrhoeae*, *Burkholderia glumae* y muchos otros.

Quimio autótrofos: Los organismos quimiótrofos o quimiosintéticos son aquellos capaces de utilizar compuestos inorgánicos reducidos como sustratos para obtener energía y utilizarla en el metabolismo respiratorio.

ANEXO 2

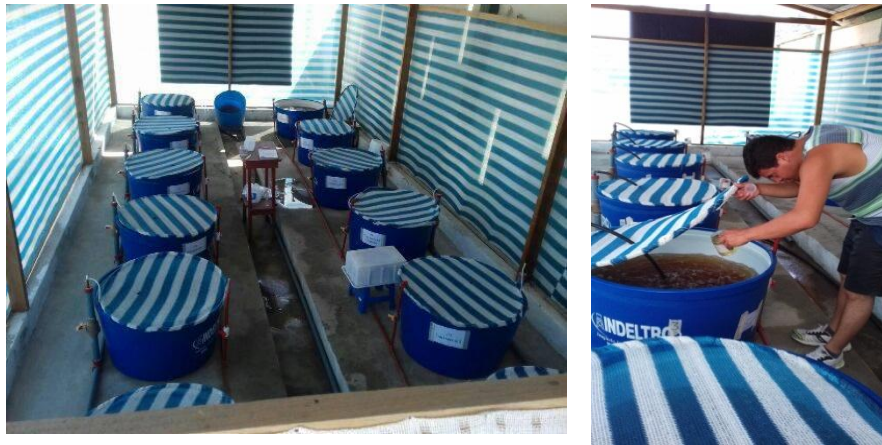
Materiales para implementación e instalación de la Estación Experimental

- 10 sacos de cemento.
- 300 bloques.
- 20 piezas de madera (4"x4").
- 20 piezas de madera (2"x2").
- 16 tornillos de 5".
- 80 clavos de zinc.
- 1m³ de arena.
- 22 hojas de zinc de 3,20 x 1,15.
- 50 m de malla zaran azul y blanca.
- 1 laca protectora de madera.
- 1m³ de grava (ripio).
- (12) tanques circulares de plástico de 300 L.
- 1 tubería de 11/2".
- 1 tubería de 1/2".
- 2 tapones 1/2".
- 14 T de 11/2".
- 14 codos de 11/2".
- 14 T de 1/2".
- 14 codos de 1/2".
- 12 T 3/4".
- 28 abrazaderas de 2".
- 28 abrazaderas de 3/4".
- 28 válvulas esfera tigre de 1" y 1/2".
- 28 válvulas esfera tigre de 1/2".
- 14 adaptadores de 1" y 1/2".

ANEXO 3

Estación Experimental

Disposición, acondicionamiento de tanques en el interior de la estación experimental



Fotografías de la fachada externa de la estación experimental terminada (vista lateral y frontal)



ANEXO 4

Registro de asistentes a exposición y sociabilización sobre el cultivo de camarón con tecnología de biofloc.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ACUICULTURA Y PESQUERIAS



HOJA DE REGISTRO DE ASISTENCIA A LA SOCIABILIZACION SOBRE TEMA DE PRODUCCION DE CAMARON L. VANNAMEY CON TECNOLOGIA BIOFLOC.

NOMBRE	NUMERO DE CEDULA	FIRMA	EMPRESA
Jorge Monte	1305101337	Jorge Monte	
Pastor Medina		Pastor Medina	
Jose Pinto		Jose Pinto	
Felician Salazar	1306765432	Felician Salazar	
Angel Dorales		Angel Dorales	
Chir Colchagua		Chir Colchagua	
Leonidas Valera		Leonidas Valera	
Rafael Valera		Rafael Valera	
Pedro Ureba	1312593325	Pedro Ureba	
Saúl Bermúdez	130628781-2	Saúl Bermúdez	
Dolores Cedeno	1313289652	Dolores Cedeno	
Pablo Ureba		Pablo Ureba	
Jose Zambrano	1302223209	Jose Zambrano	GEOMINAS
	1304507856		
Luis Zúñiga	0911240257	Luis Zúñiga	
Juan Carlos Rodríguez	0993832192	Juan Carlos Rodríguez	SLINETS
	0908638286		DUFER
Leonela Zambrano	1313854970	Leonela Zambrano	Lab Zahir
Martha Espinoza	131265330-4	Martha Espinoza	U.T.M.
Angel Moro	122242755-0	Angel Moro	U.T.M.
Frederico Mier	130712001-2	Frederico Mier	U.T.M.
Pedro Alcántara	1311093510	Pedro Alcántara	U.T.M.
Stety Muñoz G	131471263-7	Stety Muñoz G	U.T.M.
Juan Carlos Muñoz	130958681-4	Juan Carlos Muñoz	U.T.M.
Marcelo	130913658	Marcelo	U.T.M.

ANEXO 5

Trabajo en laboratorio

Sedimentación de biofloc en conos IMHOFF para la obtención de muestras.



Recolección de biofloc sedimentado en conos IMHOFF.

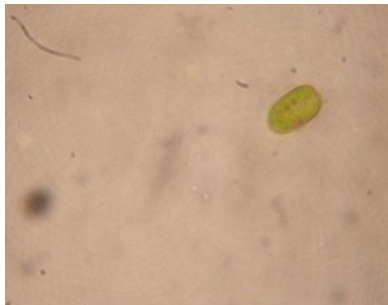


ANEXO 6

Componente de la microbiota del biofloc



Euplotes presentes en el cultivo de biofloc.



Algas *Tetraselmis Sp.* presentes en el cultivo de biofloc.



Lepocincles presentes en el cultivo de biofloc.



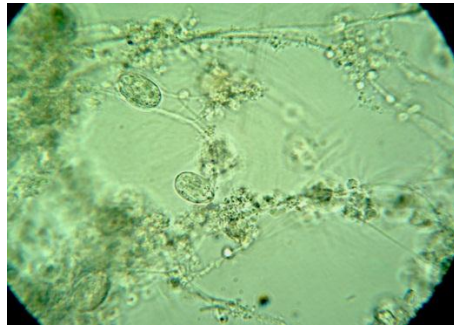
Naviculas presentes en el cultivo de biofloc.



Pleurosigma presentes en el cultivo de biofloc.



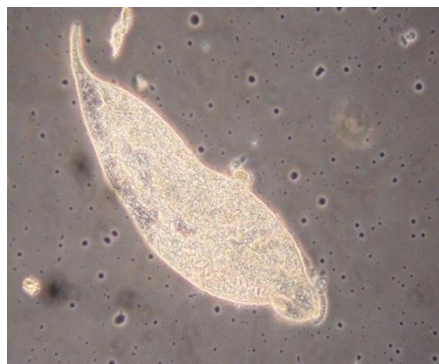
Rotiferos presentes en el cultivo de biofloc.



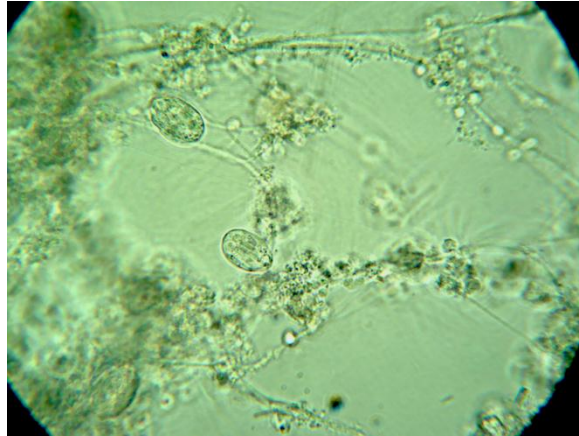
Vorticella presentes en el cultivo de biofloc.



Nematodos presentes en el cultivo de biofloc.



Gastrotricos presentes en el cultivo de biofloc.



Vorticella presentes en el cultivo de biofloc.