



Universidad Técnica de Manabí

**Facultad de Ciencias Veterinarias
Carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías**

**Tesis de Grado
Previa a la Obtención del título
Ingeniero en Acuicultura y Pesquerías**

**Modalidad
DESARROLLO COMUNITARIO**

TEMA

Adecuación e implementación de un laboratorio de larvicultura para producir especies bioacuáticas en el campus de la carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías.

AUTORES:

**Alcívar Briones Harold David.
Zambrano Andrade Winterth Yonelth**

TUTOR DE TESIS:

Lcdo. Ac. Rodolfo Patricio Panta Vélez, M. Sc.

Bahía de Caráquez – Manabí – Ecuador

2016



Universidad Técnica de Manabí

**Facultad de Ciencias Veterinarias
Carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías**

**Tesis de Grado
Previa a la Obtención del título
Ingeniero en Acuicultura y Pesquerías**

**Modalidad
DESARROLLO COMUNITARIO**

TEMA

Adecuación e implementación de un laboratorio de larvicultura para producir especies bioacuáticas en el campus de la carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías.

AUTORES:

**Alcívar Briones Harold David.
Zambrano Andrade Winterth Yonelth**

TUTOR DE TESIS:

Lcdo. Ac. Rodolfo Patricio Panta Vélez, M. Sc.

Bahía de Caráquez – Manabí – Ecuador

2016

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, quien ha sido mi guía espiritual en todo momento y de quien obtuve fe y fortaleza para culminar con este propósito.

A mis padres: Gustavo Alcívar R. y Esperanza Briones F., quienes han sido fuente de inspiración durante toda mi vida y quienes me supieron brindar su apoyo incondicional para animarme a continuar a pesar de las dificultades que se me presentaron.

A mis abuelos: Adriano Alcívar M. y Rosa Rodríguez R., quienes con mucho cariño también me supieron inspirar con su tesón y trabajo.

A mi esposa, Paola Ortiz Valdez, por su apoyo constante, por su amor, dedicación y comprensión.

A mis hijos: Harold, Adriana y Emma, porque han sido el motivo de mi esfuerzo y trabajo para conseguir las metas más ambiciosas que me he propuesto, y a quienes en ocasiones no les he dado el tiempo suficiente para compartir en familia, pero aun así me han demostrado su inmenso cariño.

A mis hermanos: Gustavo, María de los Ángeles y Ana María por ser mi compañía, por hacer mi vida más llevadera, por sus consejos, porque también me brindaron su comprensión y me alentaron a continuar adelante superando las vicisitudes.

Harold Alcívar B.

DEDICATORIA

Toda mi carrera universitaria la he
realizado gracias al impulso de:

De mis hijos:
“Una razón de vivir”
Leonela y Giuliano

Así mismo a toda mi familia:
Quienes en todo momento
creyeron en mi perseverancia
y estuvieron a mi lado en los
mejores y difíciles momentos.

Yonelth Zambrano A.

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro eterno agradecimiento a la Carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías, a todos sus docentes, personal administrativo y de apoyo, a nuestra *Alma Mater*: La Universidad Técnica de Manabí, ya que a través de sus enseñanzas hemos visto concretarse nuestro más anhelado sueño.

A nuestro Director de Tesis, Lcdo. Ac. Rodolfo Patricio Panta Vélez, M. Sc., por todas sus sugerencias y experiencia para tutelar este trabajo y llevarlo a buen término.

A la Bióloga María Laura García, M. Sc., Vicedecana de la escuela de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías, por brindarnos su apoyo, consejos y paciencia en cada momento de nuestra vida estudiantil y profesional.

Al Ingeniero Javier Cedeño, Mg., por brindarnos sus concejos, ayuda y experiencia profesional para culminar con éxito nuestro trabajo.

A todas aquellas personas que de una u otra manera han formado parte en la ejecución de este proyecto.

LOS AUTORES

CERTIFICACIÓN

Licenciado en Acuicultura Rodolfo Patricio Panta Vélez, M. Sc., Catedrático 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: **“Adecuación e implementación de un laboratorio de larvicultura para producir especies bioacuáticas en el campus de la carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías.”** es un trabajo de Desarrollo Comunitario original de sus autores Egdos. Alcívar Briones Harold David y Winterth Yonelth Zambrano Andrade, el cual ha sido desarrollado y concluido de acuerdo a los requerimientos establecidos bajo mi dirección, con vigilancia periódica en su ejecución.

Lcdo. Ac. Rodolfo Patricio Panta Vélez, M. Sc.
TUTOR DE TESIS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

Facultad de Ciencias Veterinarias Carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías

Tesis de Grado

TEMA:

“Adecuación e implementación de un laboratorio de larvicultura para producir especies bioacuáticas en el campus de la carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías.”

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:

Dr. Edis Macías Rodríguez, PhD
Decano

Lcdo. Ac. Patricio Panta V, M. Sc
Tutor de Tesis

Ab. Daniel Cadena M.
Asesor Jurídico
Facultad Ciencias Veterinarias

Ing. Juan Vélez Ch, M. Sc
Miembro Presidente del Tribunal de
Defensa del Trabajo de Titulación

Bio. Juan Bernal Z, M. Sc
Miembro del Tribunal de
Defensa del Trabajo de Titulación

Bio. Marjorie Idrovo V, M. Sc
Miembro del Tribunal de
Defensa del Trabajo de Titulación

AUTORÍA

La discusión, ideas, conclusiones y recomendaciones establecidas en el presente trabajo, son de única, absoluta y exclusiva responsabilidad de los autores.

Harold David Alcívar Briones
Egresado

Winterth Yonelth Zambrano Andrade
Egresado

INDICE GENERAL

Contenido	Pág.
Dedicatoria	4
Agradecimiento.....	6
Certificación del Tutor.....	7
Certificación del Tribunal de Defensa del Trabajo de Titulación.....	8
Autoría.....	9
Índice General.....	10
Índice de fotografías.....	13
Índice de Anexos.....	15
Índice de figuras.....	16
Índice de Tablas.....	17
Abreviaturas.....	18
Resumen	19
Summary.....	20
1 DENOMINACIÓN DEL PROYECTO.....	21
2 LOCALIZACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO.....	22
3 FUNDAMENTACIÓN	23
4 JUSTIFICACIÓN.....	24
5 OBJETIVOS.....	25
5.1 Objetivo general.....	25
5.2 Objetivos específicos	25
6 MARCO REFERENCIAL	26
6.1 Generalidades.....	26
6.2 Biología de la especie.....	27
Hábitat y Biología.....	28
6.3 Cultivo larvario de la especie.....	29
6.3.1 Cultivo larvario de Nauplio.....	30

6.3.2	Cultivo larvario de Zoea	30
6.3.3	Cultivo larvario de Mysis	31
6.3.4	Cultivo larvario de Postlarvas	32
6.4	Principales estructuras de un laboratorio de larvas	32
7	BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	35
8	METODOLOGÍA.....	36
8.1	Matriz de involucrados.....	37
8.2	Árbol de problemas	38
8.3	Árbol de objetivos	39
8.4	Matriz de marco lógico	40
9	RECURSOS Y MATERIALES UTILIZADOS	41
9.1	Humanos	41
9.2	Materiales.....	41
9.2.1	Materiales de Construcción	41
9.2.2	Materiales de conexiones eléctricas	42
9.2.3	Materiales de sistema de climatización	43
9.2.4	Materiales de sistema de aireación	43
9.2.5	Materiales de sistema de recirculación.....	44
9.2.6	Materiales de cultivo de algas masivas y artemia	44
9.3	Económicos	46
10	PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.....	47
10.1	Elaboración de planos para realización del proyecto	47
10.2	Memoria técnica de la adecuación e implementación de un laboratorio de larvicultura para producir especies bioacuáticas	49
10.2.1	Construcción de paredes del laboratorio	49
10.2.2	Construcción de sistema de salida de efluentes.....	53

10.2.3	Colocación de mallas y puertas del laboratorio.....	55
10.2.4	Instalación de sistema de climatización de agua	56
10.2.5	Instalación de sistema de recirculación de agua.....	56
10.2.6	Instalación de sistema de aireación	57
10.2.7	Pintado del laboratorio, tanques de cultivo y reservorios.....	58
10.2.8	Laboratorio de larvicultura adecuado e implementado	59
11	SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN	61
11.1	Flujo de agua en el sistema.....	61
11.1.1	Flujo de agua en el sistema de calefacción.....	61
11.1.2	Flujo de agua en el sistema de recirculación	63
11.2	Flujo de aire en el sistema	66
12	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
12.1	Conclusiones.....	67
12.2	Recomendaciones	68
13	PRESUPUESTO.....	69
14	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	69
15	BIBLIOGRAFÍA	71
	ANEXOS	73

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

CONTENIDO	Pág.
Fotografía 1. Medición y excavación para implantar columnas.	49
Fotografía 2. Colocación de columnas en sus respectivos sitios.	50
Fotografía 3. Encofrado y fundido de columnas.	50
Fotografía 4. Picado de los bordes de los reservorios y tinas de cultivo.	51
Fotografía 5. Resanado de los bordes de tinas de cultivo.	51
Fotografía 6. Levantamiento de paredes.	52
Fotografía 7. Vista general del cerramiento del laboratorio.	52
Fotografía 8. Tejado del laboratorio colocado.	53
Fotografía 9. Enlucido externo de las paredes del laboratorio.	53
Fotografía 10. Excavación y cambio de tubería de desagüe del laboratorio.	54
Fotografía 11. Construcción de cajetín de desagüe.	54
Fotografía 12. Vista del enmallado en las ½ paredes del laboratorio.	55
Fotografía 13. Colocación de la puerta de acceso al laboratorio.	55
Fotografía 14. Instalación de sistema de calefacción de agua.	56
Fotografía 15. Armandó sistema de tuberías para recircular agua.	57
Fotografía 16. Acoplado de sistema de recirculación de agua.	57
Fotografía 17. Instalación de Blower.	58
Fotografía 18. Detalle de líneas de aireación conectadas a Blower.	58
Fotografía 19. Pintado de tanques de cultivo e interior del laboratorio.	59
Fotografía 20. Pintado de paredes exteriores del laboratorio.	59
Fotografía 21. Detalle de laboratorio antes de proyecto.	77
Fotografía 22. Vista lateral de laboratorio antes de proyecto.	78
Fotografía 23. Detalle de reservorios del laboratorio antes de proyecto.	78
Fotografía 24. Detalle de interior del laboratorio después de proyecto.	79
Fotografía 25. Detalle de interior de tanque de cultivo después de proyecto.	79

Fotografía 26. Detalle de exterior del laboratorio después de proyecto.	80
Fotografía 27. Detalle de entrada del laboratorio después de proyecto.	80
Fotografía 28. Tina de cultivo llena con agua recirculada	81
Fotografía 29. Bolsos filtradores del sistema de recirculación de agua	81

INDICE DE ANEXOS

CONTENIDO	Pág.
ANEXO 1. Glosario de Términos.	74
ANEXO 2. Encuesta para determinar la posibilidad de adecuar e implementar el laboratorio de larvicultura para producir especies bioacuáticas.	76
ANEXO 3. Laboratorio antes de ejecución de Proyecto.	77
ANEXO 4. Laboratorio después de ejecución de Proyecto.	79

INDICE DE FIGURAS

CONTENIDO		Pág.
Figura 1.	Localización física del proyecto	22
Figura 2.	Producción acuícola mundial de <i>Litopenaeus vannamei</i>	26
Figura 3.	Estadíos de camarón blanco (<i>L. vannamei</i>)	29
Figura 4.	Árbol de problemas	38
Figura 5.	Árbol de objetivos	39
Figura 6.	Plano arquitectónico de adecuación del laboratorio de producción de especies bioacuáticas.	47
Figura 7.	Proyección 3D de diseño del interior del laboratorio.	48

INDICE DE TABLAS

CONTENIDO		Pág.
Tabla 1.	Consumo de artemia / larva / día, (Arellano, 1989).	31
Tabla 2.	Resultados de ensayos realizados en alimentación con artemia en los estadíos de Mysis, (Zambrano, 2010).	32
Tabla 3.	Matriz de involucrados	37
Tabla 4.	Matriz de marco lógico	40
Tabla 5.	Presupuesto	69
Tabla 6.	Cronograma de actividades	70

ABREVIATURAS

Cel.: Células

CIAP: Carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías

°C.: Grados centígrados

Ø: Diámetro

ESPOL: Escuela Superior Politécnica del Litoral

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación.

g: Gramo

HP: Horse Power

L: Litro

Kg: Kilogramo

Kw: Kilowatt

mg: Miligramo

m: Metro

m²: Metro cuadrado

m³: Metro cúbico

mm: Milímetro

μ: Micra

PVC: Policloruro de vinilo

PPM: Parte por millón

”: Pulgada

Pl: Postlarva

S: Segundo

UTM: Universal Transverse Mercator

RESUMEN

Este proyecto consistió en adecuar e implementar un laboratorio de larvicultura para producción de especies bioacuáticas, de 72,24 m² de construcción, con el propósito de mejorar la experiencia educativa de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías. El desarrollo del proyecto tardó aproximadamente seis meses, la primera etapa contempló la elaboración de un diseño arquitectónico que permitiera enfocar la recuperación del área destinada al laboratorio y dotarla de un modelo de construcción funcional acorde a los requerimientos técnicos para la producción de postlarvas de camarón. La segunda etapa consistió en coordinar con la Facultad de Ciencias Veterinarias para lograr la aprobación técnica del proyecto y su respectivo permiso de uso del espacio dentro de las instalaciones de la extensión de la Universidad Técnica de Manabí en Bahía de Caráquez. Dentro de la ejecución del proyecto, se adquirieron materiales de construcción para iniciar los trabajos de remodelación, se resanaron varias partes de las tinas de cultivo y de los reservorios, se mejoró el sistema de drenaje, se limpió y pintó el laboratorio. Finalmente, se colocaron los motores para aireación y captación de agua, así como el sistema eléctrico y de calentamiento de agua con sus respectivas instalaciones eléctricas y de tubería de PVC. En el caso de producir postlarvas de camarón (*Litopenaeus vannamei*) su capacidad estimada es de dos millones de postlarvas.

SUMMARY

This project was to adapt and implement a laboratory for production larviculture aquatic species, with 72,24 m² of construction, with the aim of improving the educational experience of students of Engineering in Aquaculture and Fisheries. The project took about six months, the first phase looked at the development of an architectural design that would allow us to focus on the recovery of the area intended for the laboratory and provide it with a model of functional construction and according to the technical requirements for the production of post larvae shrimp. The second stage was to coordinate with the Faculty of Veterinary Science to achieve the technical approval of the project and its respective permit use of space within the premises of the extension of the Technical University of Manabí in Bahia de Caráquez. Within the project implementation, construction materials were purchased to start the remodeling, several parts of the tubs of cultivation and reservoirs were repaired, and the drainage system was improved, cleaned and painted the laboratory. Finally, engines for aeration and water catchment and the electrical system and water heating with their respective electrical installations and PVC pipe placed. In the case of producing post larvae shrimp (*Litopenaeus vannamei*) its estimated capacity is two million.

1 DENOMINACIÓN DEL PROYECTO

Adecuación e implementación de un laboratorio de larvicultura para producir especies bioacuáticas en el campus de la carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías.

2 LOCALIZACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO

Este proyecto se desarrolló dentro del campus universitario de la Universidad Técnica de Manabí, extensión Bahía de Caráquez, localizada en la parroquia urbana Leonidas Plaza, al margen oeste del estuario del río Chone (Figura 1). Sus coordenadas UTM son: longitud 564076.159 y latitud 9931465.649. 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°C (Arriaga, 1993).

Fuente: <https://earth.google.com/>



Figura 1.- Localización Física del Proyecto

3 FUNDAMENTACIÓN

La acuicultura representa un importante sector de la producción alimentaria mundial y constituye una importante fuente de proteínas, empleo e ingresos, siendo la base del sustento de una gran parte de la población mundial. En concreto, el camarón es un producto de alto valor, que se produce principalmente en Asia y América Latina, fundamentalmente para su exportación, generando riqueza en muchos de los países en vías de desarrollo de estas regiones (FAO, 2004).

El camarón blanco, *Litopenaeus vannamei* (Pérez-Farfante & Kensley, 1997) es la especie que obtiene los mejores rendimientos de crecimiento y la que tolera mejor las condiciones ambientales en cautiverio (Morales, 1990).

Durante décadas pasadas, y concretamente durante los noventa, surgieron innumerables problemas con el cultivo de camarón blanco (*L. vannamei*), principalmente debido a enfermedades causadas por virus. Por otra parte, la captura de postlarvas se la hacía del medio natural, conllevando a una degeneración del ecosistema marino costero debido a la muerte de innumerables especies que se capturaban como fauna acompañante.

El surgimiento de laboratorios de producción de postlarvas de camarón fue fundamental para recuperar la población de fauna acompañante en las capturas de larva salvaje y además nos permitió investigar, domesticar y controlar enfermedades que de otra forma resultaba muy impreciso hacerlo.

Por otro lado, se hace necesario diversificar la acuicultura en el Ecuador, ya que se ha potencializado casi exclusivamente el cultivo de camarón, siendo muy incipiente la piscicultura y el cultivo de moluscos.

4 JUSTIFICACIÓN

La Universidad Técnica de Manabí, en su misión de actualizar y adecuar constantemente las actividades investigativas, para responder con pertinencia a los requerimientos para el desarrollo de la región y el país, ha creído conveniente participar en el fomento de las actividades acuícolas y su desarrollo en lo concerniente a la tecnificación, transferencia tecnológica, fortalecimiento organizacional y promoción de las especies acuícolas potenciales para la acuicultura continental y marina (Retamales et al., 2011).

En este aspecto y a pesar de todos los espacios técnicos y científicos que tiene la Escuela de Acuicultura con su carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías, para el desarrollo de las capacidades profesionales de los estudiantes, no cuenta con un laboratorio dedicado a la producción de postlarvas de camarón, el mismo que contribuya a la tecnificación, investigación y desarrollo de nuestra carrera.

Por los antecedentes expuestos, se justifica la ejecución de este proyecto ya que contribuirá a la formación de recurso humano altamente calificado para administrar, técnicamente, desarrollar investigación y producir especies bioacuáticas en su fase de larvicultura, tanto en crustáceos, peces como en moluscos.

5 OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Adecuar e Implementar un laboratorio de producción de especies bioacuáticas en su fase de larvicultura.

5.2 Objetivos específicos

- Adecuar el laboratorio de larvicultura existente en el campus de la carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías.
- Implementar de equipos necesarios para producir especies bioacuáticas en su fase de larvicultura.

6 MARCO REFERENCIAL

6.1 Generalidades

La primera reproducción artificial de *L. vannamei* se logró en Florida en 1973 a partir de nauplios procedentes de una hembra ovada silvestre capturada en Panamá. Tras los resultados positivos obtenidos en estanques y el descubrimiento de la ablación unilateral (y nutrición adecuada) para promover la maduración en Panamá en 1976, el cultivo comercial de *Penaeus vannamei* se inició en Centro y Sudamérica. El desarrollo subsiguiente de las técnicas para la cría intensiva condujo a su cultivo en Hawaii, área continental de Estados Unidos de Norteamérica y extensas zonas de Centro y Sudamérica, a principios de la década de 1980 (FAO, 2006).

La acuicultura, camaronicultura o producción de camarones en cautiverio, es una actividad de cultivo en medio acuático, con fines de producción y comercialización como meta final, industrializada por medio de la tecnología (Figura 2).

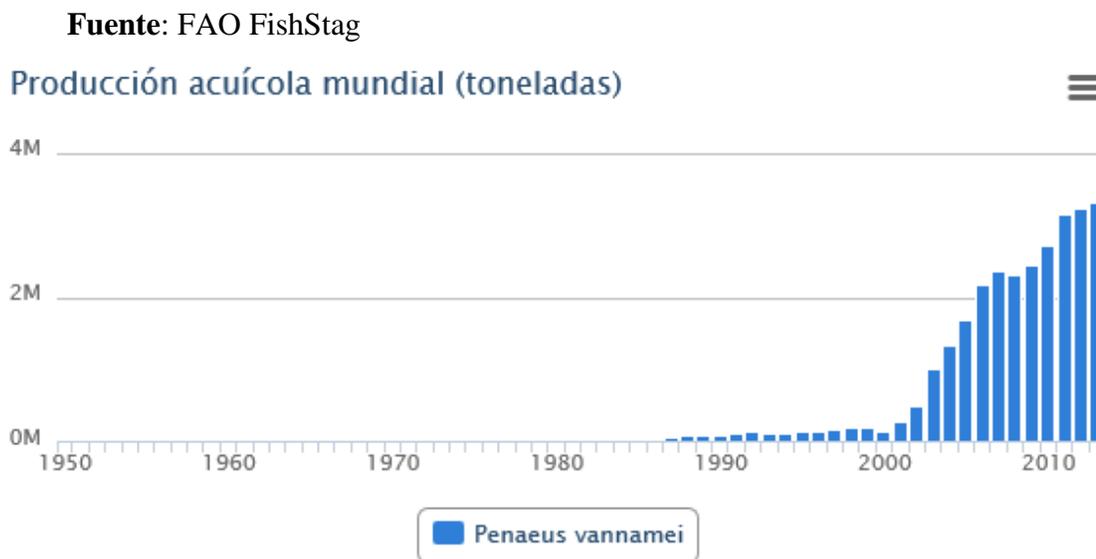


Figura 2.- Producción acuícola mundial de *Litopenaeus vannamei*.

Las estadísticas de FAO (2006) indican que el total de la producción de granjas de *L. vannamei* se incrementó constantemente de 8.000 toneladas en 1980 a 194.000

toneladas en 1998. Tras un pequeño declive en 1999 y otro más significativo en el año 2000 debido a la irrupción del WSSV en América Latina, las estadísticas de FAO indican un rápido crecimiento de la producción a más de 1'386.000 toneladas en 2004, gracias a la rápida dispersión de esta especie en Asia. Los principales países productores en 2004 fueron: China (700.000 toneladas), Tailandia (400.000 toneladas), Indonesia (300.000 toneladas) y Vietnam (50.000 toneladas).

El cultivo de camarones marinos o camaronicultura es la actividad económica de más rápida expansión en las dos últimas décadas en todo el mundo, pero muy especialmente en la región del sureste de Asia y en América Latina. En estas dos regiones, la producción de camarón por cultivo se incrementó de 1.221 toneladas en 1970, hasta más de 870.000 toneladas en el año 2000, es decir, un incremento de más de 700 veces en sólo 30 años (Martínez, 2009). Esta situación ha llevado al desarrollo de la industria y la tecnología para abastecer la demanda de este crustáceo en el mercado mundial.

Los principales países cultivadores y exportadores del mundo son: Ecuador, China, Tailandia, India, Vietnam, México y Colombia. Los principales compradores del camarón producido en la costa caribe son los países europeos liderados por España y Francia, seguido de Estados Unidos. En la zona franca de Cartagena se procesa camarón cuyo destino final es Europa (Mendoza, 2008).

6.2 Biología de la especie

El camarón blanco (*L. vannamei*) es una especie de crustáceo decápodo de la familia Penaeidae, nativo del oriente del Océano Pacífico, desde el estado de Sonora, México, hasta el noroeste del Perú.

TAXONOMIA (BOONE, 1931), (Pérez-Farfante & Kensley, 1997).

Phyllum: Arthropoda

Clase: Malacostraca

Orden: Decápoda

Familia: Penaeidae

Género: Litopenaeus

Especie: *L. vannamei* (BOONE, 1931)

Hábitat y Biología

El camarón blanco es nativo de la costa oriental del Océano Pacífico, desde Sonora, México al Norte, hacia Centro y Sudamérica hasta Tumbes en Perú, en aguas cuya temperatura es normalmente superior a 20°C durante todo el año. *Litopenaeus vannamei* se encuentra en hábitats marinos tropicales. Los adultos viven y se reproducen en mar abierto, mientras que las postlarvas migran a las costas a pasar la etapa juvenil, la etapa adolescente y pre adulta en estuarios, lagunas costeras y manglares (FAO, 2008).

Los machos maduran a partir de los 20 g y las hembras a partir de los 28 g en una edad de entre 6 y 7 meses. Cuando *L. vannamei* pesa entre 30 y 45 g libera entre 100.000 y 250.000 huevos de aproximadamente 0,22 mm de diámetro. La incubación ocurre aproximadamente 16 horas después del desove y la fertilización (FAO, 2008).

En la primera etapa, la larva, denominada nauplio, nada intermitentemente y es fototáctica positiva. Los nauplios no requieren alimentación, sino que se nutren de su reserva embrionaria. Las siguientes etapas larvarias (protozoa, mysis y postlarva temprana respectivamente) continúan siendo planctónicas por algún tiempo, se alimentan del fitoplancton y del zooplancton, y son transportados a la costa por las corrientes mareales. Las postlarvas (PL) cambian sus hábitos planctónicos unos 5 días después de su metamorfosis a PL, se trasladan a la costa y empiezan a alimentarse de detritos bénticos, gusanos, bivalvos y crustáceos (FAO, 2008).

6.3 Cultivo larvario de la especie

Dentro de la fase de cultivo de un laboratorio de producción de postlarvas de camarón (Pl) se han identificado 4 estadíos en general: Nauplio, Zoea, Mysis y Postlarva (Figura 3). A su vez, cada estadío consta de subestadíos, es así que Nauplio se subdivide en Nauplio 1, Nauplio 2, Nauplio 3, Nauplio 4 y Nauplio 5; Zoea se subdivide en Zoea 1, Zoea 2 y Zoea 3; Mysis en Mysis 1, Mysis 2 y Mysis 3; en Postlarva se tienen desde Pl 1 hasta Pl 16, generalmente se suele pescar a partir de Pl 10, debido a que las branquias se encuentran completamente desarrolladas.

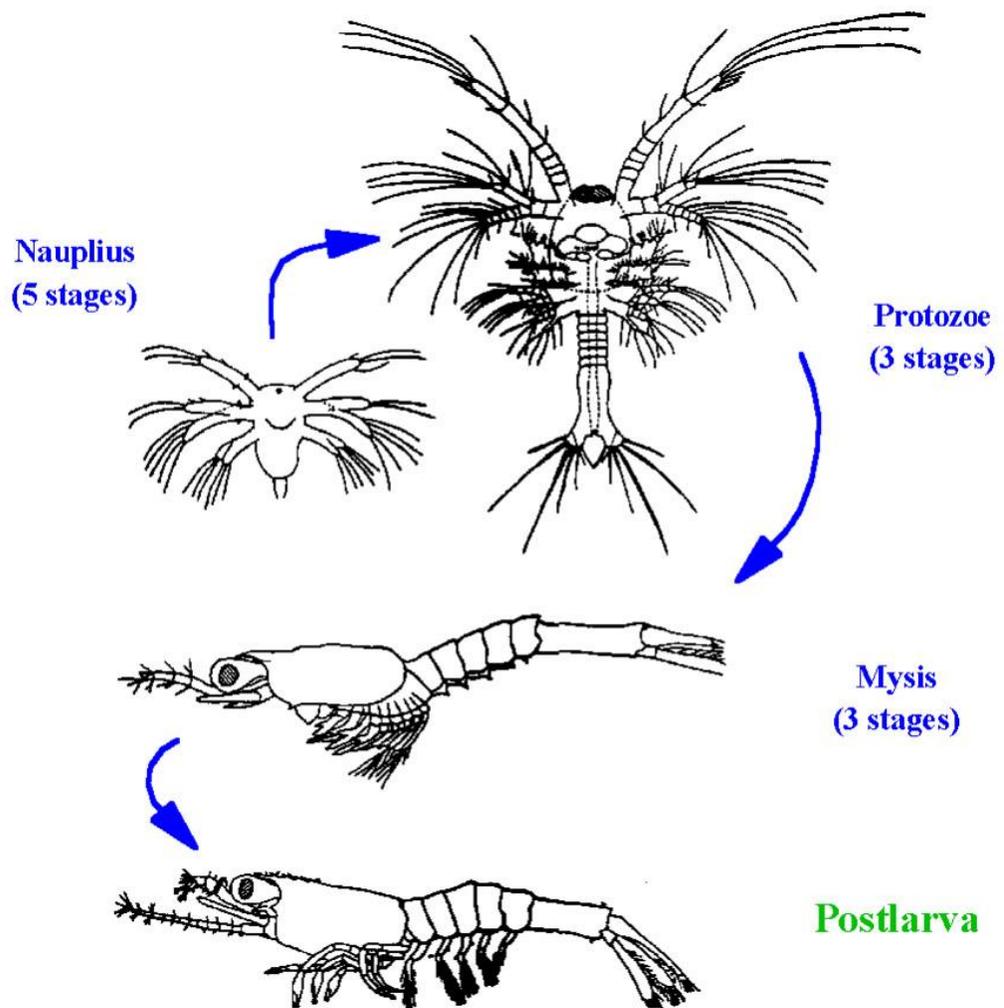


Figura 3. Estadíos de camarón blanco (*L. vannamei*)

6.3.1 Cultivo larvario de Nauplio

Los cinco subestadios y todo su desarrollo dura aproximadamente de 40 a 50 horas (Zambrano, 2010) con una longitud promedio de 0,50 mm y un ancho de 20 mm (dependiendo de la temperatura y calidad del nauplio).

Para lograr un estado óptimo de cultivo se aplican métodos profilácticos y bacteriostáticos tales como la desinfección de los nauplios con una dosis que varía entre 50 a 100 ppm de Argentine durante 30 segundos.

Los nauplios, durante este estadio, no son alimentados ya que se nutren de sus propias reservas almacenadas en el saco vitelino.

6.3.2 Cultivo larvario de Zoea

Durante este estadio su longitud total alcanza los 2,6 mm. Desde el inicio del primer subestadio de Zoea la larva ya es capaz de consumir alimento, debido a que su saco vitelino ha sido totalmente absorbido durante su fase de nauplio. Este alimento al que nos referimos está constituido por fitoplancton que generalmente se cultiva dentro de las instalaciones de los laboratorios.

Las principales familias de fitoplancton que se cultivan son las algas diatomeas, generalmente de las especies *Chaetoceros gracilis*, *Chaetoceros calcitrans*, *Skeletonema costatum*, se utiliza también *Phaeodactylum*, *Thalassiosira sp* e *Isochrysis sp*. (Zambrano, 2010). La densidad de algas para la alimentación de todo el estadio de Zoea se encuentra alrededor de 40.000 cel. / mm (Arellano, 1989). Adicionalmente, también son aplicados alimentos artificiales micro encapsulados como alternativa suplementaria obteniéndose buenos resultados.

Para la dosificación del volumen de alimento requerido en los tanques de cultivo se utiliza la siguiente fórmula:

$$Va = \frac{(Vt \times Da)}{Dt}$$

Donde:

Va: Volumen de algas a ser agregados

Vt: Volumen de agua en el tanque de cría

Da: Densidad de algas requeridas, en el tanque de cría

Dt: Densidad de algas en el tanque de cultivo masivo

6.3.3 Cultivo larvario de Mysis

Este estadio tiene una duración aproximada de tres días en condiciones adecuadas de calidad de agua y nutrición. Respecto a la nutrición cabe mencionar que la alimentación más importante durante esta fase corresponde a nauplios Instar 1 de *Artemia salina*, en cantidades que van de 0,5 a 2 artemias / ml.; rotíferos (*Brachionus plicatilis*) y nematodos (*Panagrellus redivivus*) son usados también en esta fase larvaria (Zambrano, 2010).

El consumo de artemia / larva / día de acuerdo a estudios realizados en la ESPOL (Arellano, 1989) se da a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1.- Consumo de artemia / larva / día, (Arellano, 1989)

ESTADIO	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO
Zoea	12,4	35,3	20,1
Mysis 1	17,2	67,3	40,9
Mysis 2	33,4	60,2	41,7
Mysis 3	53,3	105,3	78,1
Pl 1	55,0	138,6	96,9
Pl 2	61,0	141,0	97,5
Pl 3	81,3	140,3	110,4
Pl 4	86,4	150,7	121,4
Pl 5	85,4	162,7	121,6

En base a estos resultados obtenidos en la ESPOL se realizaron ensayos en la Escuela de Acuicultura de la Universidad Técnica de Manabí, lográndose excelentes resultados, los mismos que se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados de ensayos realizados en alimentación con artemia en los estadíos de Mysis, (Zambrano, 2010).

ESTADIO	RECOMENDADO Artemia / Larva / Día
Zoea 3	20
Mysis 1	30
Mysis 2	40
Mysis 3	60
PI 1	90
PI 2	100
PI 3	110
PI 4	120
PI 5	120

6.3.4 Cultivo larvario de Postlarvas

Durante esta fase larvaria los cambios morfológicos son mínimos, a diferencia de los estadíos de nauplio, Zoea y Mysis donde se observan grandes transformaciones en cada uno de sus subestadíos.

Durante todo el proceso de cultivo de esta fase se continúa con la alimentación a base de nauplios de *Artemia salina*, microalgas y dietas artificiales. Generalmente las larvas son pescadas a partir de Postlarva 10.

6.4 Principales estructuras de un laboratorio de larvas

El laboratorio de larvas cuenta con las siguientes estructuras, necesarias para realizar las labores de cultivo en todas sus fases, estas son:

1. **Tanques reservorios:** Son construcciones de hormigón armado, con paredes enlucidas, en muchos laboratorios se encuentran cubiertas por geomembrana (Liner)

para lograr máxima impermeabilización y protección de las estructuras. Su forma más común de construcción es cuadrada o rectangular.

2. **Tinas de cultivo:** También son estructuras fabricadas con hormigón, con paredes enlucidas que pueden estar cubiertas con geomenbranas; otro material comúnmente usado, sobre todo en laboratorios pequeños, es madera recubierta de fibra de vidrio. Su forma más común de construcción es rectangular.
3. **Tanques para algas masivas:** Estas estructuras son fabricadas de fibra de vidrio, de forma circular, con capacidades que van desde 1 a 2 toneladas de agua.
4. **Tanques para artemia salina:** Estas estructuras también se fabrican de fibra de vidrio, su forma es cónica para facilitar la cosecha, su capacidad de almacenamiento de agua varía desde los 100 litros hasta 1 tonelada.
5. **Sistema de Aireación:** Estos sistemas se acoplan en los laboratorios de larvicultura con el propósito de suministrar oxígeno (O₂) atmosférico al cultivo de organismos bioacuáticos por intermedio de motores eléctricos llamados Blowers. Los procesos de transferencia de oxígeno pueden ser entendidos como procesos de difusión a través de una interfase (Conijeski, 2008).

Para el cálculo de la tasa de transferencia de oxígeno se recomienda usar la ecuación descrita por Conijeski (2008).

$$\frac{dDO}{dt} = k_L \left(\frac{A}{V} \right) (DO_{sat} - DO_t)$$

Donde:

dDO / dt = tasa de transferencia de oxígeno, (g O₂/m³/h)

K_L = coeficiente de difusión del gas, (m³/m²/h)

A = área de la interfase de transferencia, (m²)

V = volumen de agua, (m³)

DO_{sat} = concentración de saturación de oxígeno disuelto, (mg O₂/L = g/m³)

DO_t = concentración de oxígeno disuelto en el agua en cualquier punto en el tiempo, (mg O₂/L = g/m³).

El término (**DO_{sat} - DO_t**) es definido como gradiente o déficit de oxígeno (**OD**) (Conijeski, 2008).

Para calcular la tasa de consumo de oxígeno Conijeski (2008) utiliza la siguiente fórmula:

$$\mathbf{R_{DO}} = \mathbf{B * DFR * OFR}$$

Donde:

RDO = Tasa de consumo de oxígeno

B = Biomasa

DFR = Tasa de alimentación diaria

OFR = Tasa de respiración

En el caso concreto de este laboratorio de larvas se ha considerado, para la construcción de los tanques de almacenamiento de agua y cultivo de la especie, la forma rectangular, con estructuras hechas a base de ladrillo y concreto, con paredes enlucidas. Los tanques reservorios además se han impermeabilizado con pintura Sikatop 144, las tinas de cultivo se han impermeabilizado con pintura de grado alimenticio. Para las algas masivas se utilizarán 2 tanques de polietileno con capacidad de 1 tonelada cada uno y para el cultivo de *Artemia salina* 2 tanques cónicos de fibra de vidrio con capacidad de 0,5 tonelada cada uno.

7 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los principales beneficiarios de este proyecto son:

Beneficiarios directos:

- La comunidad estudiantil de la carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías, quienes por medio del Laboratorio de Producción de Especies Acuáticas tendrán un espacio para desarrollar prácticas e investigación.
- Los docentes de la carrera ya que dispondrán de las instalaciones adecuadas para impartir clases teórico-prácticas y desarrollar proyectos de investigación aplicada.
- Egresados y profesionales de la carrera que dispondrán de un Laboratorio para desarrollar proyectos de Tesis.

Beneficiarios Indirectos:

- Camaroneros de la zona que dispondrán de un Laboratorio donde adquirir Postlarvas de camarón para sembrar sus respectivas piscinas.
- Otras instituciones de educación superior, nacionales o extranjeras, que mantienen relaciones o convenios con la carrera.

8 METODOLOGÍA

La principal finalidad de esta tesis de desarrollo comunitario fue la de ofrecer al colectivo universitario de la carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías, un laboratorio de producción de especies bioacuáticas, funcional en su totalidad, para que tanto docentes como estudiantes alcancen un nivel técnico-científico, para lo cual se aplicaron herramientas de marco lógico.

Para este fin se contó con el soporte técnico de docentes y autoridades, tanto en sus inicios como en su culminación. A lo largo de la ejecución del proyecto se involucraron diferentes perfiles profesionales tales como arquitectos e ingenieros, así como maestros albañiles, pintores, electricistas y ayudantes.

Para ejecutar este proyecto se adecuó e implementó el laboratorio de producción de especies bioacuáticas de la carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías, con la participación de dos egresados de la carrera, cuyo tema fue: “Adecuación e implementación de un laboratorio de larvicultura para producir especies bioacuáticas en el campus de la carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías”.

Para establecer la problemática se utilizó como herramienta de análisis la encuesta (Anexo 2), la misma que fue aplicada a los beneficiarios directos de este proyecto. Los resultados obtenidos sirvieron para elaborar el árbol de problemas y de objetivos.

Para los cálculos de caudales de agua y de aireación, flujos totales, pérdidas por fricción y potencia de bomba se utilizaron las fórmulas descritas por Baños (1994).

8.1 Matriz de involucrados

Tabla 3. Matriz de Involucrados

Grupos y/o Instituciones	Intereses	Problemas percibidos	Recursos y Mandatos	Interés en el Proyecto	Conflicto Potencial
Autoridades de la CIAP	Elevar el nivel académico de los estudiantes y mejorar la infraestructura del laboratorio de larvicultura	Condiciones no adecuadas de laboratorio para producir larvas de especies bioacuáticas.	La Facultad de Ciencias Veterinarias dispone la aprobación del anteproyecto de Tesis para la adecuación e implementación del laboratorio de producción de especies bioacuáticas	Formar profesionales con alto nivel académico y competitivo dentro del campo laboral de la carrera	Falta de recursos económicos
Docentes de la CIAP	Disponer de laboratorio de producción de especies bioacuáticas adecuado para impartir clases prácticas	Falta de laboratorio de producción de especies bioacuáticas para el desarrollo de clases prácticas	Asesoramiento técnico y científico	Formar conocimientos prácticos en los estudiantes	Polémicas sobre la ejecución de proyectos de investigación
Estudiantes de la CIAP	Formación profesional con mayor nivel técnico y académico	Laboratorio de producción de especies bioacuáticas con equipos limitados	Aportar con autogestión para el desarrollo de investigación en proyectos de aula	Afianzar mediante las prácticas el conocimiento teórico	Limitados recursos para la ejecución de proyectos de aula
Empleados de la CIAP	Constante mantenimiento del laboratorio de producción de especies bioacuáticas	Déficit del mantenimiento en las estructuras del laboratorio de producción de especies bioacuáticas	Limpieza adecuada y periódica de las instalaciones del laboratorio	Contribuir al mantenimiento del laboratorio conjuntamente con los estudiantes de la carrera	Falta de interés y motivación

8.2 Árbol de problemas

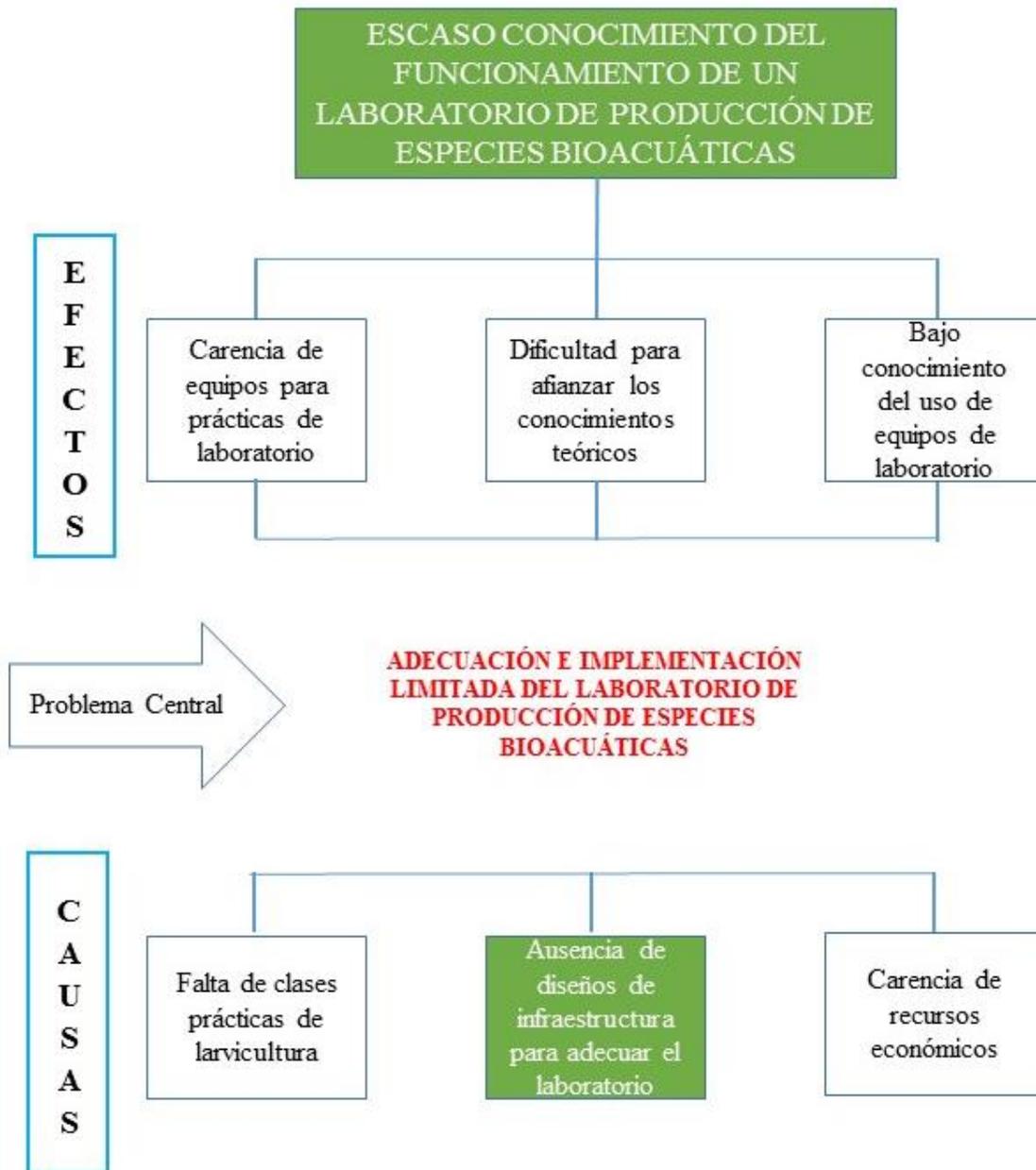


Figura 4. Árbol de Problemas

8.3 Árbol de objetivos

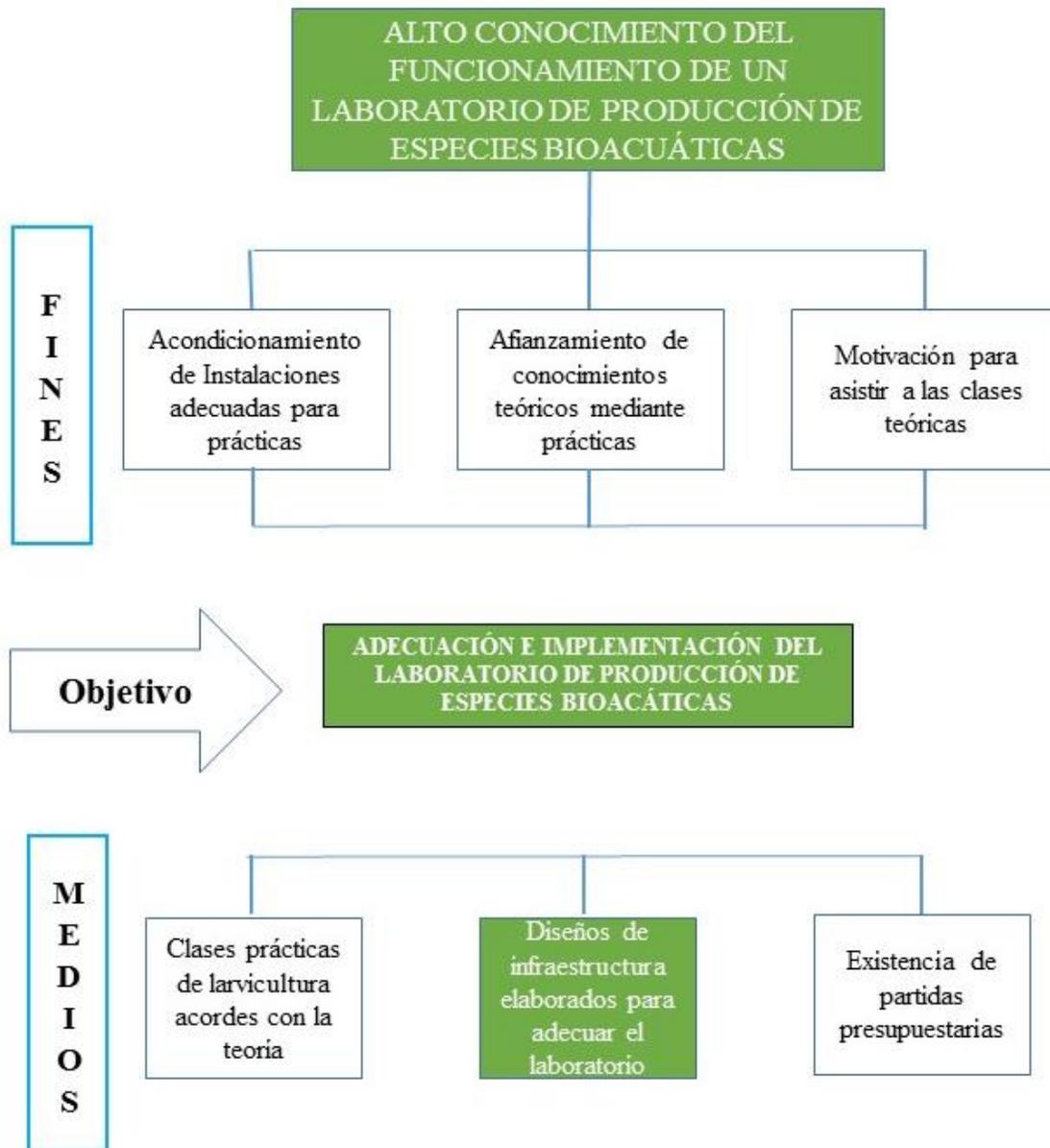


Figura 5. Árbol de Objetivos

8.4 Matriz de marco lógico

Tabla 4. Matriz de marco lógico

Resumen Narrativo del Proyecto	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin: Contribución de la CIAP a la diversificación de la acuicultura en la provincia de Manabí.	El 100% del laboratorio de producción de especies bioacuáticas es funcional a partir de febrero del 2016	Fotografía Observación directa Informes de prácticas Acta de entrega de Laboratorio	Laboratorio de producción de especies bioacuáticas es funcional.
Propósito: Estudiantes de la CIAP mejoran el conocimiento del funcionamiento de un laboratorio de producción de especies bioacuáticas.	El 100% del laboratorio se rediseñó e implementó con equipos necesarios en febrero del 2016.	Fotografía Observación directa Informe Final	Existe publicación de resultados de investigaciones y proyectos de tesis.
Productos: 1. Adecuar el laboratorio de larvicultura existente en el campus de la carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías.	Entre los meses de noviembre y diciembre del 2015 un 80 % de la obra estuvo concluida.	Planos arquitectónicos Fotografía Observación directa	Profesores de la CIAP proponen proyectos de investigación y motivan a los estudiantes
2. Implementar de equipos necesarios para producir especies bioacuáticas en su fase de larvicultura.	Entre enero y febrero del 2016 en un 100% se terminó de equipar al laboratorio	Fotografías Observación directa Informe final	Existe mano de obra y materiales de construcción
Actividades:	Costo (USD)	Planos terminados	Existen recursos económicos suficientes
1.1. Elaboración de planos arquitectónicos	500,00		
1.2. Construcción de cerramiento de concreto, enlucido, enmallado, salida de efluente y pintado del laboratorio	3.872,00	Fotografía Observación directa Facturas	Profesionales de la construcción participan en el proyecto
2.1. Adquisición de Blower, bomba de recirculación, bomba de recirculación de sistema de calefacción.	2.850,00	Fotografía Observación directa Facturas	Existe recursos económicos suficientes y mano de obra
2.2. Instalación de conexiones eléctricas, líneas de aire, captación de agua para reservorios, líneas de calentamiento de agua	1.612,50	Fotografía Observación directa Facturas	Existe recursos económicos suficientes
2.3. Gastos operativos y elaboración de informe final	1.110,00	Facturas Tesis terminada	Existe mano de obra calificada y no calificada
TOTAL	9.944,50		

9 RECURSOS Y MATERIALES UTILIZADOS

9.1 Humanos

Los recursos humanos que intervinieron en este proyecto fueron:

- 2 Egresados Tesistas
- 1 Director de Tesis
- 1 Revisor de Tesis
- 1 Arquitecto
- 1 Ingeniero civil
- 1 Maestro Albañil
- 5 Ayudantes de obra
- 1 Maestro electricista
- 1 Maestro cerrajero y soldador
- 1 Maestro ebanista

9.2 Materiales

9.2.1 Materiales de Construcción

Los materiales de construcción que se utilizaron para la ejecución de este proyecto fueron:

- 600 bloques de 20 cm X 40 cm.
- 8 m³ de arena
- 51 sacos de cemento
- 6 vigas prefabricadas de 15x15x15 9/5 (6,50 m de largo)
- 5 m³ de ripio de ½ “
- 15 tablas de encofrado
- 9 libras de clavo común liso de 2 ½”
- 2 libras de clavos de 1”
- 4 tubos PVC de Ø 6” (aporte de CIAP)

- 2 tubos PVC de Ø 6 “
- 1 Puerta de madera de Laurel (0,90 m x 2,0 m)
- 4 mallas electro soldadas (6 m. x 2,40 m)
- 6 tubos cuadrados de Ø 1” x 6m.
- 4 libras de soldadura Aga
- 8 discos de corte Norton corte metal # 7
- Brocas de cemento de varias medidas
- Asidero y chapa para puerta
- 18 tiras de madera de 2” x 2”
- 9 tiras de madera de 2” x 6”
- 37 unidades de Zinc de 10 pies x 3 m
- 1 libra de alambre recocido
- 8 galones de Pintura grado alimenticio para tinas de cultivo
- 2 canecas de Pintura para interiores y exteriores
- 6 galones de Sikatop 144 para tanques reservorios
- 2 galones de Diluyente
- Acelerante
- 4 Brochas
- 4 Rodillos
- 1 Kalipega
- 2 Cintas de Teflón
- 1 Moladora
- 1 Soldadora eléctrica
- 2 Taladros percutores
- Carretas, lampas, bailejos

9.2.2 Materiales de conexiones eléctricas

- 17 metros de cable # 10
- 17 metros de cable # 12
- 1 cajetín interruptor
- 1 cajetín tomacorriente

- 2 focos de 100 watts
- 2 cajas de breakes de 3 entradas
- 1 varilla de cobre

9.2.3 Materiales de sistema de climatización

- 1 Calefón de 16 litros automático (aporte de CIAP)
- 1 bomba de Ø 1" y 0,5 HP
- 1 Cilindro de gas
- 1 pulmón para cilindro de gas
- 1 ½ m de manguera industrial para línea de gas
- 2 pilas alcalinas tipo C
- 8 tubos PVC resistentes al calor de Ø ½" x 6 m (aporte de CIAP)
- 4 T de Ø ½" (aporte de CIAP)
- 21 codos de 90° de Ø ½" (aporte de CIAP)
- 6 nudos de Ø ½" (aporte de CIAP)
- 6 llaves de paso de Ø ½" (aporte de CIAP)
- 12 neplos (aporte de CIAP)
- 8 llaves universales (aporte de CIAP)
- 32 cáncamos
- 32 tacos Fisher de Ø ¼"
- 60 m de cuerda de Ø ¼"
- 42 m² de plástico blanco

9.2.4 Materiales de sistema de aireación

- 1 Blower de 2,5 HP
- 1 base de madera para Blower
- 3 piés de Rey
- 1 filtro de aire con bolso de 0,5 µm
- 2 uniones de Ø 2"
- 1 neplo de Ø 2" a Ø 3"
- 1 unión universal de Ø 3"

- 1 T de Ø 3"
- 1 T de Ø 3" a Ø 2"
- 1 reducción de Ø 3" a Ø 2"
- 1 reducción de Ø 4" a Ø 2"
- 7 tubos PVC de Ø 2" x 3 m
- 2 tubos PVC de Ø 3"
- 3 codos de 90° de Ø 2"
- 3 Llaves de paso de Ø 2" (aporte de CIAP)
- 4 acoples enroscables apegables de Ø 2"
- 2 tapones de Ø 2"
- 1 cinta de teflón
- 1 Kalipega

9.2.5 Materiales de sistema de recirculación

- 1 Bomba de recirculación de agua de 0,5 HP
- 6 tubos PVC de Ø 2"
- 6 bolsos de filtración de 0,5 µm
- 6 codos de 90° Ø 2"
- 6 uniones de llave Ø 2"
- 6 T Ø 2"
- 3 llaves de paso Ø 2" (aporte de CIAP)
- 2 llaves de paso apegables de Ø 2"
- 1 reducción de Ø 2" a manguera de Ø 1"
- 2 cheques Ø 2"
- 1 Kalipega

9.2.6 Materiales de cultivo de algas masivas y artemia

- 2 tubos PVC de Ø 2"
- 2 codos de 90° de Ø 2"
- 1 tapón de Ø 2"
- 2 T de Ø ½"

- 4 adaptadores de manguera de $\varnothing \frac{1}{2}$ "
- 3 abrazaderas
- 30 m de manguera de $\varnothing \frac{1}{2}$ "
- 2 llaves de paso de $\varnothing \frac{1}{2}$ "
- 2 tinas con capacidad de 1 tonelada de agua cada una (aporte de CIAP)
- 2 tanques cónicos con capacidad de $\frac{1}{2}$ tonelada de agua cada uno (aporte de CIAP)
- 1 Kalipega

9.3 ECONÓMICOS

La ejecución de este proyecto tuvo un costo estimado de \$ 9.944,50 USD, de los cuales, \$ 8000,00 USD fueron obtenidos a través de una Beca otorgada por la Universidad Técnica de Manabí, \$ 434,50 USD fueron un aporte de la Escuela de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías y \$ 1.510,00 fueron financiados por los autores.

10 PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

La adecuación e implementación del laboratorio de producción de especies bioacuáticas, con un área de 72,24 m² (12,9 m X 5,6 m) de construcción, fue realizado dentro del campus de la Universidad Técnica de Manabí, extensión Bahía de Caráquez, carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías.

10.1 Elaboración de planos para realización del proyecto

Para ejecutar este proyecto se contrató a la Arquitecta Gema Alcívar Guerrero para la elaboración de los planos de diseños de adecuación del laboratorio (Figuras 6, 7 y 8).

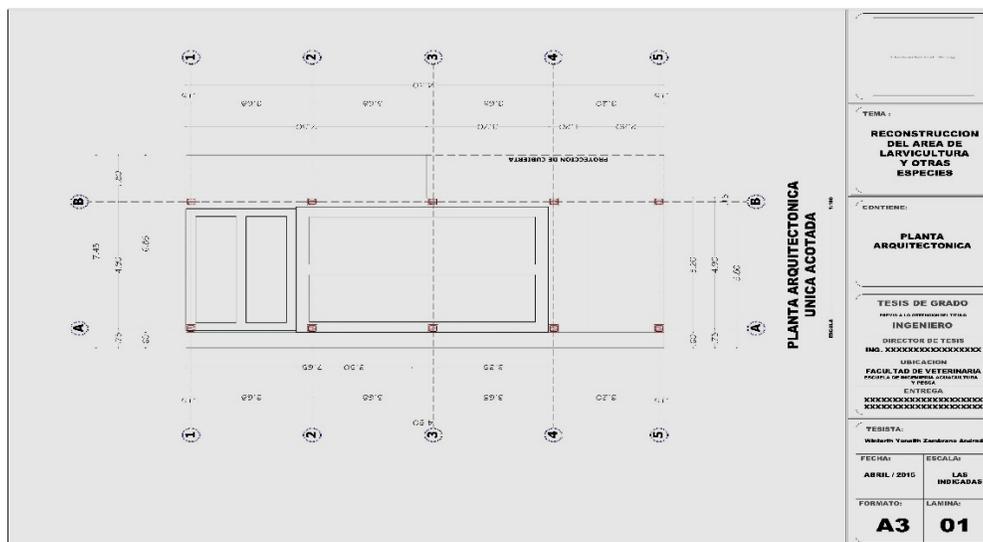


Figura 6. Plano arquitectónico de adecuación del laboratorio de producción de especies Bioacuáticas.



Figura 7.- Proyección 3D de diseño del interior del laboratorio.

10.2 Memoria técnica de la adecuación e implementación de un laboratorio de larvicultura para producir especies bioacuáticas

La adecuación e implementación del laboratorio de larvicultura para producir especies bioacuáticas fue realizado en base a los diseños estructurales y arquitectónicos.

10.2.1 Construcción de paredes del laboratorio

A continuación, se describe la construcción de columnas, paredes, techado, resanado de tinas de cultivo y reservorios, los mismos que fueron elaboradas de acuerdo a las especificaciones técnicas de un Ingeniero civil y ejecutado por un maestro albañil.

Se iniciaron los trabajos con la medición y excavación del suelo para insertar las columnas que serán fundidas posteriormente para lograr un cerramiento del área del laboratorio (Fotografía 1).



Fotografía 1. Medición y excavación para implantar columnas.

Se insertaron las columnas en sus respectivos sitios y se procedió al fundido del concreto (Fotografías 2 y 3). Las columnas, después del fundido, quedaron con una altura promedio de 3,25 m y un ancho de 0,25 cm por cada lado.



Fotografía 2. Colocación de columnas en sus respectivos sitios.



Fotografía 3. Encofrado y fundido de columnas.

Se resanaron los bordes de las tinajas de cultivo y de los reservorios, los mismos que se encontraban en malas condiciones y resquebrajados (Fotografías 4 y 5).



Fotografía 4. Picado de los bordes de los reservorios y tinas de cultivo.



Fotografía 5. Resanado de los bordes de tinas de cultivo.

Una vez apostadas y fundidas las columnas se procedió a levantar las paredes para lograr el cerramiento del laboratorio (Fotografías 6 y 7).



Fotografía 6. Levantamiento de paredes.



Fotografía 7. Vista general del cerramiento del laboratorio.

Posteriormente se procedió a colocar el tejado y se enlucieron las paredes del laboratorio (Fotografías 8 y 9).



Fotografía 8. Tejado del laboratorio colocado.



Fotografía 9. Enlucido externo de las paredes del laboratorio.

10.2.2 Construcción de sistema de salida de efluentes

Se iniciaron trabajos de mejoramiento del sistema de salida de efluentes del laboratorio.

Se excavó en el suelo y se construyó un cajetín de desagüe. Se cambió la antigua tubería PVC de Ø 2" por una tubería PVC de Ø 6". Esta tubería desemboca en el bosque de manglar que queda adjunto al laboratorio (Fotografías 10 y 11).



Fotografía 10. Excavación y cambio de tubería de desagüe del laboratorio.



Fotografía 11. Construcción de cajetín de desagüe.

10.2.3 Colocación de mallas y puertas del laboratorio

Se colocaron mallas electro soldadas entre las medias paredes y el tejado, al mismo tiempo se instaló la puerta de madera (0,90 m X 2,0 m) de acceso al laboratorio (Fotografías 12 y 13).



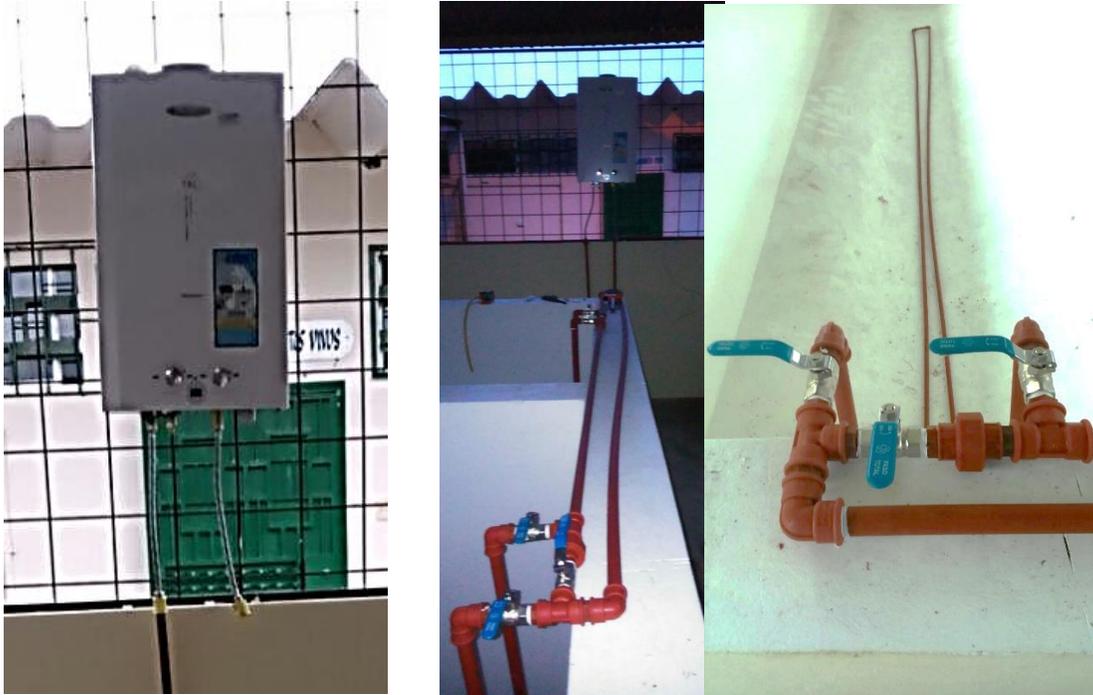
Fotografía 12. Vista del enmallado en las 1/2 paredes del laboratorio.



Fotografía 13. Colocación de la puerta de acceso al laboratorio.

10.2.4 Instalación de sistema de climatización de agua

Para implementar el sistema de calefacción de agua se instaló un calefón y se realizaron todas las conexiones necesarias para llevar el agua caliente a través de las tinas de cultivo (Fotografía 14).



Fotografía 14. Instalación de sistema de calefacción de agua.

10.2.5 Instalación de sistema de recirculación de agua

Se implementó el sistema de recirculación de agua para los reservorios, el mismo que cuenta con una bomba de agua de 0,5 Hp y 6 bolsos de filtrado de 0,5 micras cada uno (Fotografías 15 y 16).

Las dimensiones de los tanques reservorios son las siguientes: largo (3,05 m), ancho (2,20 m) y profundidad (2,05 m) dando un total de almacenamiento de agua de 13,8 m³ para cada tanque, lo que es igual a 13,7 Toneladas. Se recomienda trabajar con la capacidad de 12 toneladas para cada tanque.



Fotografía 15. Armando sistema de tuberías para recircular agua.



Fotografía 16. Acoplado de sistema de recirculación de agua.

10.2.6 Instalación de sistema de aireación

El sistema de aireación consta de un Blower que abastecerá del aire requerido tanto para el cultivo de las postlarvas, así como para el cultivo de algas y artemia (Fotografías 17 y 18).



Fotografía 17. Instalación de Blower.



Fotografía 18. Detalle de líneas de aireación conectadas a Blower.

10.2.7 Pintado del laboratorio, tanques de cultivo y reservorios

Una vez culminados los trabajos de enlucido de los interiores del laboratorio y de las paredes exteriores, se procedió a pintar. Para los tanques de cultivo se utilizó pintura de grado alimenticio (Fotografías 19 y 20) y para los reservorios se utilizó pintura impermeabilizante SIKATOP 144.



Fotografía 19. Pintado de tanques de cultivo e interior del laboratorio.



Fotografía 20. Pintado de paredes exteriores del laboratorio.

10.2.8 Laboratorio de larvicultura adecuado e implementado

El laboratorio ocupa un área de 72,24 m² (12,9 m X 5,6 m) de construcción con una capacidad de producción de dos hasta 4,2 millones de postlarvas de camarón (*L. vannamei*) por tanque y de 6 mil alevines de tilapia (*Oreochromis sp*) por tanque. Cuenta con los siguientes sistemas:

- Sistema de aireación.
- Sistema de recirculación de agua.
- Sistema de climatización de agua.
- Área de cultivo de algas masivas y artemia salina

Todas las instalaciones de tubería PVC de los diferentes sistemas instalados en el laboratorio son totalmente desmontables para facilitar las labores de limpieza y desinfección.

El laboratorio tiene la siguiente capacidad de almacenamiento de agua:

- 2 Tanques reservorios: 26 toneladas de agua (13 Toneladas cada uno).
- 2 Tanques de cultivo: 30 toneladas de agua (15 toneladas cada una).
- 2 Tanques Indeltros (para algas masivas): 2 toneladas de agua (1 tonelada cada uno).
- 2 Tanques cónicos (para artemia salina): 1 toneladas de agua (0,5 tonelada cada uno).

11 SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN

11.1 Flujo de agua en el sistema

El flujo de agua en el sistema del laboratorio de larvicultura consta de dos subcomponentes. El primero de ellos se refiere al flujo de agua caliente que proviene de un calefón, el mismo que se encarga de mantener los tanques de cultivo a una temperatura entre los 32 a 33°C, cuando se encuentran en fase Nauplio 5 hasta Pl 6, esto más o menos se mantiene durante un periodo de 14 a 15 días, a criterio del encargado de producción. El segundo sistema tiene que ver con el proceso de recirculación del agua que ingresa del estuario.

Para determinar los flujos de agua en ambos sistemas se utilizaron las fórmulas descritas por Baños (1994).

11.1.1 Flujo de agua en el sistema de calefacción

El flujo de agua que pasa a través de todo el sistema de calefacción es de aproximadamente $5,7 \times 10^{-4} \text{ m}^3$. El recipiente contenedor de agua tiene una capacidad operativa de $0,02 \text{ m}^3$ (20 litros), con un caudal de recirculación promedio del sistema de $3,97 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$, para el cálculo de estos valores se aplicó la siguiente fórmula:

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

Donde:

Q = Caudal (m^3/s)

A = Área de la tubería (m^2)

g = Gravedad (m/s^2)

h = Altura (m)

La pérdida de fricción obtenida en el sistema de calefacción fue de 0,045 m/m calculada con la siguiente fórmula:

$$S_f = 10.643Q^{1.85}C^{-1.85}D^{-4.87}$$

Donde:

S_f= Pérdida de carga unitaria (m/m)

Q = caudal (m³/s)

D = Diámetro (m)

C = Coeficiente que depende de la naturaleza del material

La pérdida total por fricción fue de 2,02 m. y se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$H_f = S_f L$$

Donde:

H_f = Pérdida total por fricción (m)

S_f = Pérdida de carga unitaria (m/m)

L = Longitud total de la tubería (m)

Las pérdidas menores en el sistema de calefacción se deben a los accesorios que están a lo largo del recorrido de las tuberías, estos cálculos se realizaron aplicando la siguiente fórmula:

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

Donde:

h₁ = Pérdidas menores en el sistema (m)

K = Coeficiente de pérdida local.

V = Velocidad del tubo antes del accesorio. (m/s)

g = Gravedad (m/s²)

En este sistema hay dos pérdidas menores, las que producen los codos de 90° y las que producen las llaves de paso. De acuerdo a los resultados obtenidos mediante la aplicación de la fórmula descrita tuvimos una pérdida de 9,45 m para los codos y de 0,6 m para las llaves de paso.

Para un bombeo continuo durante 24 horas, el flujo promedio se calculó en 1,43 m³/h. La potencia de la bomba fue de 0,5 HP de acuerdo al cálculo realizado mediante la siguiente fórmula:

$$P = \frac{1000QH}{75n_m n_b}$$

Donde:

P= Potencia de Bomba (HP)

Q = caudal o descarga (m³ / s)

H = altura dinámica (m)

n_m = eficiencia del motor

n_b = eficiencia de la bomba.

Motor eléctrico acoplado: 0,90 –0,95

Motor a diésel: 0,65 –0,80

11.1.2 Flujo de agua en el sistema de recirculación

El flujo de agua que pasa a través de todo el sistema de recirculación es de aproximadamente 0,012 m³. Cada tanque reservorio tiene una capacidad operativa de 13 m³ (13 toneladas), con un caudal de recirculación promedio del sistema de 0,022 m³/s, para el cálculo de estos valores se aplicó la siguiente fórmula:

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

Donde:

Q = Caudal (m³/s)

A = Área de la tubería (m²)

g = Gravedad (m/s²)

h = Altura (m)

La pérdida de fricción obtenida en el sistema de recirculación fue de $4,13 \times 10^{-3}$ m/m calculada con la siguiente fórmula:

$$S_f = 10.643Q^{1.85}C^{-1.85}D^{-4.87}$$

Donde:

S_f = Pérdida de carga unitaria (m/m)

Q = caudal (m³/s)

D = Diámetro (m)

C = Coeficiente que depende de la naturaleza del material

La pérdida total por fricción fue de 0,02 m y se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$H_f = S_f L$$

Donde:

H_f = Pérdida total por fricción (m)

S_f = Pérdida de carga unitaria (m/m)

L = Longitud total de la tubería (m)

Las pérdidas menores en el sistema de recirculación se deben a los accesorios que están a lo largo del recorrido de las tuberías, estos cálculos se realizaron aplicando la siguiente fórmula:

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

Donde:

h₁= Pérdidas menores en el sistema (m)

K = Coeficiente de pérdida local.

V = Velocidad del tubo antes del accesorio. (m/s)

g = Gravedad (m/s²)

En este sistema hay dos pérdidas menores, las que producen los codos de 90° y las que producen las llaves de paso. De acuerdo a los resultados obtenidos mediante la aplicación de la fórmula descrita tuvimos una pérdida de 64,24 m para los codos y de 7,14 m para las llaves de paso.

Para un bombeo continuo durante 24 horas, el flujo promedio se calculó en 79,20 m³/h. La potencia aproximada de la bomba fue de 1,5 HP de acuerdo al cálculo realizado mediante la siguiente fórmula:

$$P = \frac{1000QH}{75n_m n_b}$$

Donde:

P= Potencia de Bomba (HP)

Q = caudal o descarga (m³ / s)

H = altura dinámica (m)

n_m = eficiencia del motor

n_b = eficiencia de la bomba.

Motor eléctrico acoplado: 0,90 –0,95

Motor a diésel: 0,65 –0,80

11.2 Flujo de aire en el sistema

La mayoría de los sistemas de aireación proporcionan tasas de transferencia de oxígeno entre 0,6 – 2,4 Kg O₂ / Kw / hora (Baños, 1994). En este sistema se ha instalado un Blower con potencia de 2,5 HP. El flujo de aire en el sistema de aireación se estimó en 0,02 m³/s (96 Kg. O₂/hora), aplicando la siguiente fórmula:

$$Q = AV ; V = \sqrt{2gh} ; Q = A\sqrt{2gh}$$

Donde:

Q = Caudal (m³/s)

V = Velocidad (m/s)

A = Área de la tubería (m²)

g = Gravedad (m/s²)

h = Altura (m)

12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

12.1 Conclusiones

- Esta obra de la adecuación e implementación del laboratorio de producción de especies bioacuáticas representa un aporte considerable para la carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías de la Universidad Técnica de Manabí, ya que fomentará la práctica y la investigación con lo cual se potencia el nivel académico de sus estudiantes.

- Este diseño se convierte en un aporte estético ya que al término de la obra quedó una construcción que se incorpora al conjunto arquitectónico de los demás emplazamientos con los que cuenta el campus universitario.

- En su concepto funcional aporta un ambiente cómodo y agradable para realizar las actividades prácticas y de esta forma procurar mayor eficiencia en el ejercicio de la docencia y el aprendizaje.

12.2 Recomendaciones

- Mantener un protocolo de limpieza periódica, estableciendo diferentes niveles de responsabilidad en su uso, tanto para estudiantes, docentes, encargados de laboratorio y empleados de la Universidad Técnica de Manabí.
- Darle el uso adecuado para lo que fue concebido el proyecto, principalmente para el fomento del reforzamiento de lo teórico mediante la práctica y la investigación.
- Orientar y proponer proyectos de tesis dirigidos a la investigación y desarrollo de técnicas de larvicultura de especies bioacuáticas.
- Realizar convenios con el sector camaronero de la zona para proveer de postlarvas a sus piscinas y desarrollar proyectos pilotos con el fin de evaluar la calidad de larvas producidas en el laboratorio.
- Proponer un plan de producción continua de postlarvas de camarón con el fin de obtener ingresos económicos que sirvan de sustento financiero para el mantenimiento y mejoramiento del laboratorio.

13 PRESUPUESTO

Tabla 5. Presupuesto

<i>RUBROS</i>	<i>ORIGEN DE FONDOS</i>			<i>TOTAL</i>
	<i>BECA</i>	<i>*EIAP</i>	<i>PROPIOS</i>	
<i>Elaboración de Proyecto</i>			250,00	250,00
<i>Elaboración de Planos</i>			500,00	500,00
<i>Construcción cerramiento, enlucido de paredes y suelo, enmallado, techado, mejoramiento salida de efluentes y pintado del laboratorio.</i>	3.800,00	72,00		3.872,00
<i>Equipamiento de laboratorio e instalaciones eléctricas</i>	4.100,00	362,50		4.462,50
<i>Costo de financiamiento</i>	100,00		260,00	360,00
<i>Gastos operativos, elaboración de informe final, sustentación de tesis</i>			500,00	500,00
<i>TOTAL</i>	8.000,00	434,50	1.510,00	9.944,50

*Escuela de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías.

14 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 6. Cronograma de actividades

N°	Cronograma de Actividades	2015		2016			
		Meses					
		Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
1	Elaboración de proyecto	X					
2	Elaboración de planos	X					
3	Presentación y aprobación de proyecto	X					
4	Construcción de cerramiento de laboratorio	X	X				
5	Enlucido de paredes del laboratorio		X	X			
6	Puesta de tejado y puerta de acceso			X			
7	Colocación de mallas			X			
8	Mejoramiento de salida de efluentes		X				
9	Pintado del laboratorio				X		
10	Adquisición de equipos de laboratorio		X	X			
11	Instalación de sistema de aireación			X			
12	Instalación de sistema de climatización de agua				X		
13	Instalación de sistema de recirculación de agua				X		
14	Instalación de conexiones eléctricas				X		
15	Entrega de Laboratorio funcional a la CIAP						X
16	Elaboración de informe final		X	X	X	X	X
17	Corrección de informe final			X	X	X	X
18	Entrega de informe final						X
19	Sustentación de Tesis						X

15 BIBLIOGRAFÍA

- Arellano, E.** 1989. Memorias de evento de conferencia. Once años dedicados a la investigación y desarrollo de la acuicultura en el Ecuador. Guayaquil - Ecuador.
- 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.
- Baños, G.** 1994. *Construcción de estanques para el cultivo de especies acuáticas*. Guayaquil.
- Conijeski, D.** 2008. *INGENIERÍA DE CULTIVOS MARINOS Y DULCEACUÍCOLAS - CONCEPTOS BÁSICOS DE INGENIERÍA EN ACUICULTURA*. Uruguay: Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura (PLANDAC) Proyecto TCP/URU/3101.
- FAO.** 2004. Manejo sanitario y mantenimiento de la bioseguridad de los laboratorios de postlarvas de camarón blanco (*Penaeus vannamei*) en América Latina. In *FAO Documento Técnico de Pesca* (p. 66p). Roma.
- FAO.** 2006. *Programa de información de especies acuáticas*. Retrieved from *Penaeus vannamei*. Programa de información de especies acuáticas. Texto de Briggs, M. In: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO [en línea]. Roma. Actualizado 7 April 2006.: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Penaeus_vannamei/es
- FAO.** 2008. *Fisheries Gateway. Boletín de pesca y acuicultura de la FAO*. Retrieved from Topics Fact Sheets. In: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO [en línea]. Roma. Actualizado : http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Penaeus_vannamei/es
- Martínez, R.** 2009. *Camaronicultura sustentable, Manejo y evaluación*. México: Editorial Trillas, 176 p.
- Mendoza, J.** 2008. *Producción de Camarones*. Retrieved from CARACTERÍSTICAS DE LA CAMARONICULTURA EN LA COSTA NORTE: <http://camaronesexpo.blogspot.com/2008/02/produccion-de-camarones.html>
- Morales, V.** 1990. Levantamiento larvario de camarones peneidos. Cartilla Pradepesca. Pp 1.

- Pérez-Farfante, I & Kensley, B.** 1997. *Keys and diagnoses for the families and genera. Penaeoid and sengestoid shrimps and prawns of the world. Mémoires du museum national de histoire naturelle.* pp 233.
- Retamales,R., Treviño, L., Velez, J., Chica, S., Reina, G., Panta, P., Idrovo, M., Zambrano, M., Cedeño, A., Alcívar, C.** 2011. *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ - CONVENIO CON LA SUBSECRETARIA DE ACUACULTURA.* Retrieved from ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE EL CULTIVO DE LA PIRIGUANEJA EN ESTANQUES, SITIO BRICEÑO, PROVINCIA DE MANABÍ: <http://www.utm.edu.ec/acuicultura/proyectos.html>
- Zambrano, V.** 2010. *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA SALA DE PRODUCCIÓN DE LARVAS DE CAMARÓN PARA LA CARRERA DE ACUICULTURA DE LA EXTENSIÓN DE LA UTM EN BAHÍA DE CARÁQUEZ* (Vol. 1). Bahía de Caráquez - Manabí - Ecuador: Tesis de Grado.

ANEXOS

ANEXO 1

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Ablación: Extirpación de un órgano o de un tejido corporal.

Acuicultura: Técnica de dirigir y fomentar la reproducción de peces, moluscos, crustáceos y algas en agua dulce o salada.

Algas: Se les llama algas a todos los protistas fotótrofos. También llamadas plantas inferiores, su definición significa que son eucariotas no plantas terrestres, con capacidad de realizar fotosíntesis y obtener el carbono orgánico con la energía de la luz del Sol.

Artemia salina: Es una especie de crustáceo braquiópodo del orden Anostraca propia de aguas salobres continentales, de distribución cosmopolita.

Bacteriostático: Un efecto bacteriostático es aquel que, aunque no produce la muerte a una bacteria, impide su reproducción; la bacteria envejece y muere sin dejar descendencia. Un efecto bacteriostático está producido por sustancias bacteriostáticas.

Blower: Es un motor eléctrico, cuya función es la de generar una corriente de aire, la misma que es conducida a través de tuberías de PVC, para llevar suministro de oxígeno a diferentes cultivos de especies bioacuáticas, tanto en laboratorios como en granjas de engorde.

Calefón: Es un artefacto calentador de agua que funciona en forma continua mediante la combustión de gas, utilizado para la producción instantánea de agua caliente principalmente para usos sanitarios (ducha, lavamanos, lavaplatos). Su funcionamiento está basado en una serpentina por donde circula el agua, la cual es calentada por una serie de quemadores controlados.

Encuesta: Serie de preguntas que se hace a muchas personas para reunir datos o para detectar la opinión pública sobre un asunto determinado.

Encofrar: Preparar un molde de tablas o planchas de metal que se llena de hormigón para hacer columnas, muros, cimientos y vigas de una edificación.

Enlucir: El enlucido de una pared o de otra superficie similar no es más que la aplicación de una o diversas capas de un mortero a esa superficie, con el fin de tapar la mampostería y vigas o columnas que las soportan. De esta forma quedan lisas, facilitando así la aplicación posterior de pinturas u otros tipos de acabados.

Larvicultura: Sección o fase de un laboratorio de producción de larvas.

Pesquería: Amplia gama de actividades pesqueras: desde la utilización de equipos y embarcaciones iguales para la captura de una misma variedad de recursos acuáticos; el manejo, almacenamiento y transporte de la captura; hasta su procesamiento, distribución y venta.

Postlarva: Es un estadio del ciclo biológico del camarón marino, alcanzado después de haber evolucionado, a través de los diferentes estadios larvales.

ANEXO 2

Encuesta para determinar la posibilidad de adecuar e implementar el laboratorio de larvicultura para producir especies bioacuáticas.

1.- Estima Usted que las clases de materias como Producción Bioacuática I y II deberían tener mayor apoyo de la teoría con clases prácticas en larvicultura.

SI

NO

2.- Está Usted de acuerdo con que se proponga un proyecto para adecuar e implementar un laboratorio de larvicultura para producir especies bioacuáticas, dentro del campus universitario de la carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías.

SI

NO

3.- Piensa usted que de haber un laboratorio implementado para producir larvas de especies bioacuáticas se estaría motivando, a la comunidad universitaria y docentes de la carrera, a proponer la ejecución de proyectos de investigación.

SI

NO

4.- Cree Usted que uno de los motivos por los que no se ha implementado un laboratorio de larvicultura para producción de especies bioacuáticas es debido a la falta de recursos económicos y financiero de la Universidad Técnica de Manabí.

SI

NO

Muchas Gracias.

ANEXO 3

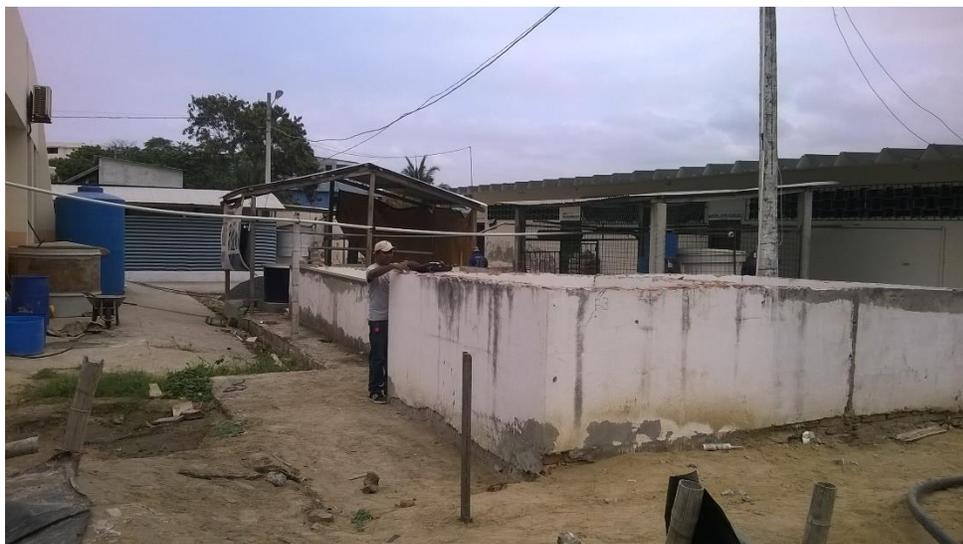
**LABORATORIO ANTES DE EJECUCIÓN DE
PROYECTO.**



Fotografía 21. Detalle de laboratorio antes de proyecto.



Fotografía 22. Vista lateral de laboratorio antes de proyecto.



Fotografía 23. Detalle de reservorios del laboratorio antes de proyecto.

ANEXO 4

LABORATORIO DESPUÉS DE EJECUCIÓN DE PROYECTO.



Fotografía 24. Detalle de interior del laboratorio después de proyecto.



Fotografía 25. Detalle de interior de tanque de cultivo después de proyecto.



Fotografía 26. Detalle de exterior del Laboratorio después de proyecto.



Fotografía 27. Detalle de entrada del Laboratorio después de proyecto.



Fotografía 28. Tina de cultivo llena con agua recirculada.



Fotografía 29. Bolsos filtradores del sistema de recirculación de agua.