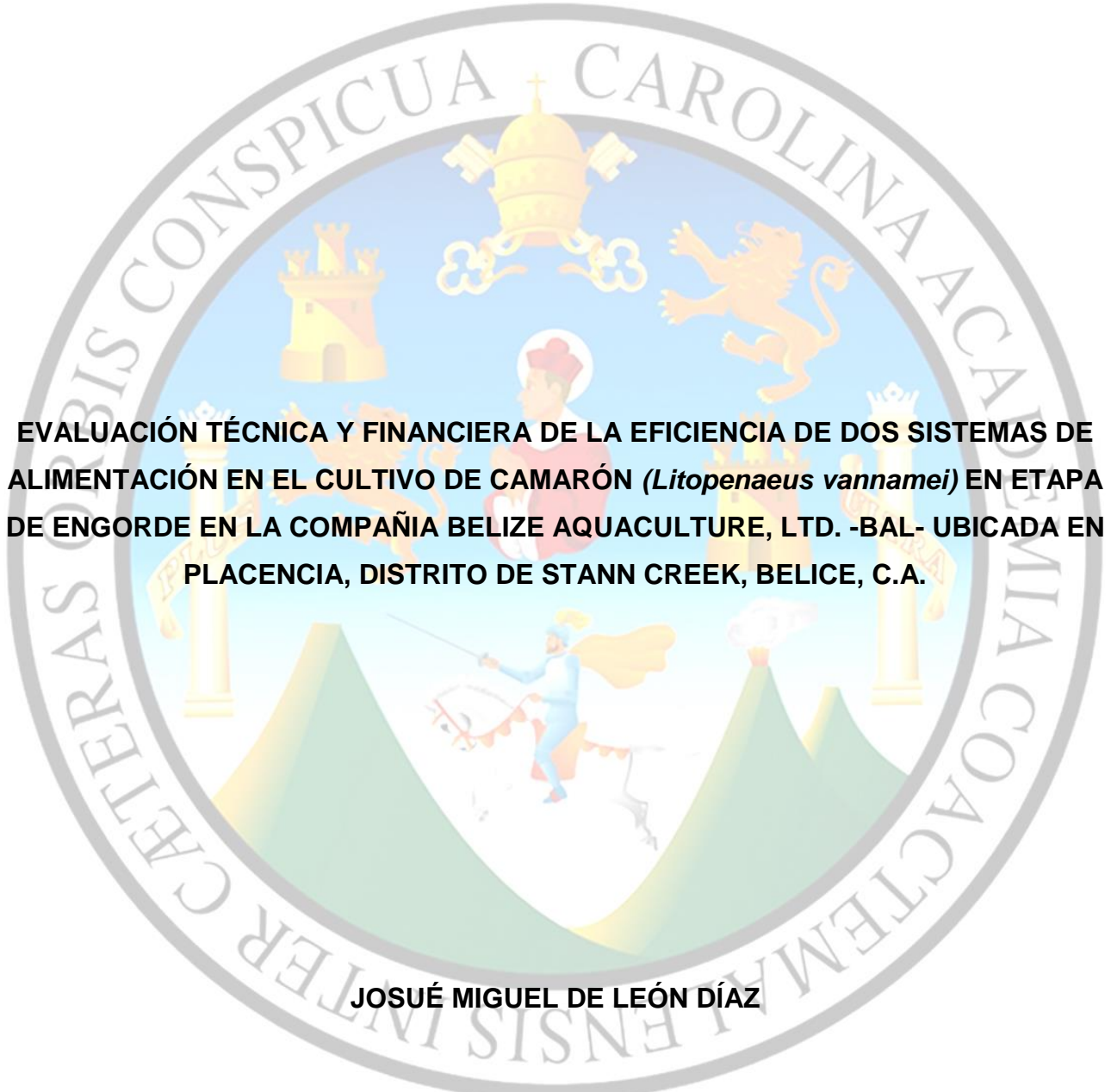


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ÁREA INTEGRADA**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a man in a red and white robe, likely a saint or scholar, holding a book. Above him is a golden crown with a cross on top. To the left is a golden castle, and to the right is a golden lion rampant. Below the central figure is a landscape with green hills and a white path. A figure in a blue and yellow outfit is riding a white horse along the path. The entire scene is set against a light blue background. The seal is surrounded by a grey border containing the Latin text "ORBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER CETERAS".

**EVALUACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EFICIENCIA DE DOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN EN EL CULTIVO DE CAMARÓN (*Litopenaeus vannamei*) EN ETAPA DE ENGORDE EN LA COMPAÑÍA BELIZE AQUACULTURE, LTD. -BAL- UBICADA EN PLACENCIA, DISTRITO DE STANN CREEK, BELICE, C.A.**

**JOSUÉ MIGUEL DE LEÓN DÍAZ**

**GUATEMALA, OCTUBRE DE 2015**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ÁREA INTEGRADA**

**EVALUACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EFICIENCIA DE DOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN EN EL CULTIVO DE CAMARÓN (*Litopenaeus vannamei*) EN ETAPA DE ENGORDE EN LA COMPAÑÍA BELIZE AQUACULTURE, LTD. -BAL- UBICADA EN PLACENCIA, DISTRITO DE STANN CREEK, BELICE, C.A.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**POR**

**JOSUÉ MIGUEL DE LEÓN DÍAZ**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**EN**

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE**

**LICENCIADO**

**GUATEMALA, OCTUBRE 2015**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**RECTOR**

**DR. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

<b>DECANO</b>	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
<b>VOCAL PRIMERO</b>	Ing. Agr. Tomas Antonio Padilla Cámbara
<b>VOCAL SEGUNDO</b>	M.Sc. Cesar Linneo García Contreras
<b>VOCAL TERCERO</b>	M.Sc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
<b>VOCAL CUARTO</b>	Per. Agr. Josué Benjamín Boche López
<b>VOCAL QUINTO</b>	MEH. Rut Raquel Curruchich Cúmez
<b>SECRETARIO</b>	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

**GUATEMALA, OCTUBRE DE 2015**



Guatemala, octubre de 2015

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación realizado en:

**EVALUACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EFICIENCIA DE DOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN EN EL CULTIVO DE CAMARÓN (*Litopenaeus vannamei*) EN ETAPA DE ENGORDE EN LA COMPAÑÍA BELIZE AQUACULTURE, LTD. -BAL- UBICADA EN PLACENCIA, DISTRITO DE STANN CREEK, BELICE, C.A.**

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

---

Josué Miguel De León Díaz





# **ACTO QUE DEDICO**

## **A DIOS:**

Por darme el privilegio de la vida, por haberme permitido lograr una meta más, por darme sabiduría y fortaleza, porque hasta el día de hoy tú sigues siendo fiel y tus bendiciones en mí vida son infinitas.

## **A MI MADRE:**

Agradezco tanto a Dios por el privilegio de permitirme ser tu hijo, gracias por siempre apoyarme, por tus consejos y por guiarme por un buen camino, darme un buen ejemplo, enseñarme lo que es la responsabilidad y amar a Dios. Madre te agradezco por las noches de desvelo, por las penas y por todo lo que hiciste por sacarnos adelante, todo ese esfuerzo no fue en vano y de esta manera te muestro mi agradecimiento.

## **A MIS HERMANOS**

Mildrita gracias por ese buen ejemplo, de chava decente, responsable y esforzada, has hecho muy bien tu papel de hermana mayor, admiro tanto lo valiente que sos, gracias por hacerme sentir que puedo contar con alguien en todo momento por ser mi amiga, sos la hermana que todo el mundo quisiera tener y yo tengo la bendición de tenerte. Te quiero con el alma Mildrita.

Shelito mi hermano, mi gran amigo, compañero de misiones, no cabe duda que vos y yo somos el mejor equipo, tu vida es de gran bendición para mí, gracias por escucharme, por guardar mis secretos, por tu buen humor que contagia a cualquiera y cambia nuestros estados de ánimo.

## **A MI FAMILIA:**

Gracias por hacerme sentir especial y muy querido, gracias porque cada uno de ustedes me ha apoyado de diferentes maneras pero al final con el afán de ayudarme a cumplir mi sueños.

Tía Maty sé que desde el cielo me estas escuchando, gracias por cuidar de mí y por ese ejemplo de compromiso y amor a Dios, te extraño.

## **A MI NOVIA**

Flaquita, gracias, por todo este tiempo juntos, por tu paciencia, por estar siempre pendiente de mí, por tu sinceridad y apoyo, gracias por esperarme horas, días y semanas y por confiar en mí, por demostrarme tu amor de todas estas maneras.

## **A MI PADRINO**

Mr. Emilio Eva, mi mentor, gracias por la oportunidad, por la confianza, y el aprecio hacia mi persona, usted es una gran bendición en mi vida, gracias por ayudarme a cumplir uno de mis sueños, sepa que lo considero un gran amigo, compañero yamadori bonsái, maestro, pero más que eso como un padre.

## **A MIS AMIGOS:**

Rocko, Negro, Claris, Mercy, Gaby, Albita, Silvia, Cesar, Boris, Chino, David, Ángela, Bere, José Chana, gracias por brindarme su apoyo, amistad, confianza y aprecio, gracias por las experiencias vividas y compartidas.

## **AL PÚBLICO EN GENERAL**

Gracias por acompañarme en esta fiesta.

# **TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO**

**A:**

**Dios**

**A mi linda Guatemala país de la eterna primavera**

**A la tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala, -USAC-**

    Mi alma mater, centro de estudios que abrió sus puertas para brindarme la oportunidad de ser un profesional.

**Facultad de Agronomía -FAUSAC-**

    Unidad académica pionera en la formación de profesionales en el área agrícola que me brindó el privilegio de adquirir una formación académica de alto nivel.

**Belize Aquaculture, Ltd. -BAL-**

    Por darme la oportunidad de terminar mi formación académica en una de las fincas de engorde de camarón con la tecnología más avanzada en la industria y abrirme sus puertas hacia un nuevo mundo “la camaronicultura”.



## AGRADECIMIENTOS

**A:**

**El Dr. Aceituno e Ing. Cesar Linneo**, asesor y supervisor de EPS respectivamente, por el asesoramiento, enseñanzas tiempo y dedicación brindados para la elaboración de este documento.

**Sr. David Fleming**, por las oportunidades y confianza brindada para terminar mis estudios en tan prestigiosa compañía y por el apoyo económico durante dicha etapa.

**Ing. Emilio Eva**, Por creer y confiar en mí y brindarme esta gran oportunidad, por compartirme sus conocimientos, por todos los consejos brindados por guiarme hacia esta gran experiencia e introducirme a un nuevo mundo en los sistemas de producción.

**Luis Ávila y Luis Vásquez**, por compartirme sus conocimientos y experiencia en esta industria por su amistad y compañerismo.

**Lic. Ariane Stollreighter**, Vivero Botanik, mi segunda casa, lugar del cual guardo tantos buenos recuerdos, donde viví parte de mi adolescencia y juventud, donde conocí a grandes amigos y personas increíbles, gracias por la oportunidad de trabajo, gracias a ello el día de hoy estoy cumpliendo una meta más.

**Sr. Felipe Lima**, por esa gran amistad, por el aprecio, por darme las bases del cultivo del bonsái, por ese compañerismo, por los consejos y los buenos recuerdos.

**Lic. Carol Villegas, Sra. Ángela de Marroquín, Lic. Ana Fortuny, Sra. Gloria Arias, Lic. Luis Chinchilla, Dr. Ernesto Lewin**, a ustedes mil gracias por las oportunidades de trabajo que me dieron, este logro también es gracias a ustedes, gracias por los consejos y considerarme su amigo, sepan que son personas a quienes admiro mucho.



## ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
Índice de cuadros.....	vii
Índice de figuras.....	ix
Resumen general.....	x
<b>CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CAMARÓN</b>	
<b><i>(Litopenaeus vannamei)</i> EN ETAPA DE ENGORDE, EN LA COMPAÑÍA BELIZE</b>	
<b>AQUACULTURE, LTD. -BAL- UBICADA EN PLACENCIA, DISTRITO DE STANN</b>	
<b>CREEK, BELICE C.A.....</b>	
	1
1.1 PRESENTACIÓN.....	
	2
1.2 MARCO REFERENCIAL.....	
	3
1.2.1 Descripción geográfica .....	3
1.2.2 Condiciones climáticas .....	4
1.2.3 Suelo.....	4
1.2.4 Hidrología.....	4
1.2.5 Fauna.....	5
1.2.6 Antecedentes .....	5
1.3 OBJETIVOS .....	
	8
1.3.1 General .....	8
1.3.2 Específicos.....	8
1.4 METODOLOGÍA .....	
	9
1.4.1 Reconocimiento del área de estudio.....	9
1.4.2 Obtención de Información .....	9
1.4.3 Análisis y ordenamiento de la información.....	9
1.5 RESULTADOS.....	
	10
1.5.1 Historia de BAL y la camaronicultura en Belice .....	10
1.5.2 Estructura organizacional de la finca de producción.....	12
1.5.3 Descripción física de la finca de producción .....	13
1.5.4 Proceso de producción de camarón ( <i>Litopenaeus vanammei</i> ).....	15

	<b>Página</b>
1.5.5 Análisis FODA.....	35
1.6 CONCLUSIONES.....	38
1.7 BIBLIOGRAFÍA .....	40

**CAPITULO II: EVALUACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EFICIENCIA DE DOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN EN EL CULTIVO DE CAMARÓN (*Litopenaeus vannamei*) EN ETAPA DE ENGORDE EN LA COMPAÑIA BELIZE AQUACULTURE, LTD. -BAL- UBICADA EN PLACENCIA, DISTRITO DE STANN CREEK, BELICE, C.A.42**

2.1 INTRODUCCIÓN .....	43
2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	45
2.3 JUSTIFICACIÓN .....	47
2.4 MARCO TEÓRICO.....	49
2.4.1 Hábitos alimenticios .....	49
2.4.2 La importancia del buen manejo del alimento en el cultivo de camarón .....	49
2.4.3 Métodos de alimentación .....	50
2.4.4 Características del alimento adecuado .....	61
2.4.5 Características del alimento artificial.....	64
2.4.6 Dosificación y distribución del alimento .....	65
2.4.7 Factor de conversión alimenticio.....	70
2.5 MARCO REFERENCIAL.....	71
2.5.1 Descripción geográfica .....	71
2.5.2 Condiciones climáticas .....	71
2.5.3 Suelo.....	72
2.5.4 Hidrología.....	72
2.5.5 Fauna.....	73
2.6 OBJETIVOS .....	74
2.6.1 General .....	74
2.6.2 Específicos.....	74
2.7 HIPÓTESIS .....	75



	<b>Página</b>
2.8 METODOLOGÍA .....	76
2.8.1 Condiciones físicas bajo las cuales se desarrolló el experimento.....	76
2.8.2 Material experimental.....	77
2.8.3 Descripción de los tratamientos .....	77
2.8.4 Diseño experimental .....	77
2.8.5 Variables de respuesta .....	78
2.8.6 Aplicación de los tratamientos .....	79
2.8.7 Toma de datos técnicos estadísticos .....	79
2.8.8 Toma de datos financieros.....	80
2.8.9 Procesamiento y análisis de la información .....	83
2.8.10 Manejo del experimento .....	84
2.9 Resultados .....	97
2.9.1 Análisis estadístico .....	97
2.9.2 Análisis financiero .....	103
2.10 CONCLUSIONES.....	111
2.11 RECOMENDACIONES .....	112
2.12 BIBLIOGRAFÍA .....	113
<b>CAPITULO III: SERVICIOS PRESTADOS EN EL LABORATORIO DE SALUD ANIMAL Y CONTROL DE CALIDAD DE LA COMPAÑÍA BELIZE AQUACULTURE, LTD. -BAL-</b> .....	115
3.1 PRESENTACIÓN.....	116
3.2 OBJETIVOS .....	118
3.2.1 General .....	118
3.2.2 Específicos.....	118
3.3 METODOLOGÍA .....	119
3.4 RESULTADOS.....	120
3.4.1 Análisis de control de calidad de la semilla.....	120
3.4.2 Materiales y equipo.....	120

	<b>Página</b>
3.4.3 Metodología .....	121
3.4.4 Análisis de la calidad del agua de las piscinas de engorde .....	131
3.4.5 Análisis de salud animal .....	155
3.4.6 Análisis de control de calidad del alimento .....	167
3.4.7 Materiales y Equipo .....	171
3.4.8 Metodología .....	172
3.5 CONCLUSIONES.....	176
3.6 BIBLIOGRAFÍA .....	177

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
Cuadro 1: Componentes del diseño de aireación.....	17
Cuadro 2: Formato para informe de parámetros tomados durante la aclimatación.....	22
Cuadro 3: Número porcentaje y horario de alimentación por día.....	24
Cuadro 4: Tamaño y contenido proteico del alimento y el manejo según edad o peso del camarón ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ).....	25
Cuadro 5: Horario de alimentación y monitoreo de bandejas de alimentación.....	26
Cuadro 6: Criterios de decisión para el ajuste del alimento en cada dosis según lectura de bandejas.....	26
Cuadro 7: Formato utilizado en el control de registros muestréales y cálculos de crecimiento semanal.....	28
Cuadro 8: Formato utilizado en el control de registros muestréales para cálculo de población.....	30
Cuadro 9: Formato utilizado en muestreos de control de pre-cosecha.....	31
Cuadro 10: Formato para el control de oxígeno disuelto a lo largo del ciclo de cultivo.	33
Cuadro 11: Formato de matriz para el control de temperatura a lo largo del ciclo de cultivo.....	33
Cuadro 12: Matriz FODA de BAL a nivel de finca de producción.....	36
Cuadro 13: Períodos e intervalos comunes para distribución de alimento usando alimentación automática.....	61
Cuadro 14: Sistema de aireación para cada piscina.....	78
Cuadro 15: Descripción de los tratamientos.....	79
Cuadro 16: Formato para el control de registros muestréales y cálculos de crecimiento semanal.....	81

Cuadro 17:	Formato para informe de parámetros leídos durante la aclimatación de la semilla.....	87
Cuadro 18:	Número, porcentaje y horario de alimentación por día en el sistema mecanizado.....	89
Cuadro 19:	Criterios de decisión para el ajuste del alimento en cada dosis según lectura de bandejas.....	89
Cuadro 20:	Tamaño y contenido proteico del alimento y el manejo según edad o peso del camarón ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ).....	92
Cuadro 21:	Formato para el control de registros muestréales para cálculo de población.....	94
Cuadro 22:	Características de diseño de la atarraya según edad del camarón.....	94
Cuadro 23:	Formato utilizado en muestreos de control pre-cosecha.....	96
Cuadro 24:	Formato para el control de oxígeno disuelto en piscinas.....	97
Cuadro 25:	Formato para el control de temperatura en piscinas a lo largo del ciclo de cultivo.....	97
Cuadro 26:	Prueba de t para el variable crecimiento semanal gramos/camarón.....	99
Cuadro 27:	Prueba de t para la variable sobrevivencia.....	101
Cuadro 28:	Prueba de t para la variable factor de conversión alimenticia.....	103
Cuadro 29:	Flujo de efectivo para el sistema de alimentación automática con alimentadores automáticos.....	107
Cuadro 30:	Flujo de efectivo para el sistema de alimentación mecanizada.....	108
Cuadro 31:	Comparación de flujos de efectivo de ambos sistemas de alimentación...	109
Cuadro 32:	Comparación de la relación B/C de los dos sistemas de alimentación.....	111
Cuadro 33:	Incremento de utilidades al implementar alimentadores automáticos.....	111
Cuadro 34:	Formato para informe de control de calidad de la semilla.....	133
Cuadro 35:	Formato para informe de control de calidad de agua en piscinas de engorde (parámetros físicos y químicos).....	152

Cuadro 36:	Formato para informe de control de calidad de agua en piscinas de engorde (fitoplancton y zooplancton).....	157
Cuadro 37:	Características de diseño de la atarraya según edad del camarón.....	161
Cuadro 38:	Formato para informe de salud animal.....	169
Cuadro 39:	Valores para determinar la calidad del alimento con respecto a la hidroestabilidad.....	177
Cuadro 40:	Formato para informe de control de calidad del alimento.....	178

## ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1: Ubicación geográfica de la finca.....	4
Figura 2: Diagrama organizacional y número de plazas en la finca de producción...	13
Figura 3: Diseño de la finca de producción de Belize Aquaculture, Ltd.....	14
Figura 4: Patrón de distribución del alimento.....	23
Figura 5: Número de muestras y patrón de muestreo poblacional en piscinas de engorde.....	29
Figura 6: Patrón y número de muestras para el control de calidad pre-cosecha...	31
Figura 7: Ejemplo de un soplador para alimentación mecanizada.....	57
Figura 8: Carretón y soplador mecanizado (implemento del tractor).....	58
Figura 9: Ejemplo de un comedero automático.....	59
Figura 10: Muelle que comunica al comedero automático con la borda.....	60
Figura 11: Ubicación geográfica de la finca BAL.....	73
Figura 12: Distribución del experimento.....	80
Figura 13: Número de muestras y patrón de muestreo población en piscinas de engorde.....	93
Figura 14: Número de muestras y patrón de muestreo para el control pre-cosecha de la calidad del Camarón ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ).....	95
Figura 15: Comparación del efecto de dos sistemas de alimentación sobre la variable crecimiento semanal en gramos/camarones.....	100
Figura 16: Comparación del efecto de dos sistemas de alimentación sobre la variable sobrevivencia.....	102
Figura 17: Comparación del efecto de dos sistemas de alimentación sobre la variable factor de conversión alimenticia FCR.....	104

**Página**

Figura 18: Edad de las post-larvas de acuerdo al desarrollo branquial.....	131
Figura 19: Conteo de algas en el hematocitometro de acuerdo a su tamaño.....	154
Figura 20: Orden de conteo en hematocitometro.....	155

## RESUMEN GENERAL

El Ejercicio Profesional Supervisado -EPS- de la facultad de agronomía de la Universidad De San Carlos De Guatemala -FAUSAC- fue realizado en la compañía Belize Aquaculture, Ltd. -BAL-, ubicada en el distrito de Stann Creek al sureste de Belice, la cual posee uno de los mejores sistemas de producción intensiva de camarón (*Litopenaeus vannamei*) en el mundo, sus instalaciones y equipo son en general de la más alta tecnología.

En el primer capítulo de este documento se presenta un diagnóstico general de la finca que tiene como objetivo describir y compartir las características únicas de diseño e infraestructura, así mismo se describe la metodología empleada por esta compañía en el engorde de camarón y de esta manera contribuir con el desarrollo de la industria, debido a que dicho sistema es un modelo de producción muy eficiente, ambientalmente responsable y altamente bioseguro.

El segundo capítulo consta de una investigación, la cual surge de la necesidad de incrementar aún más el nivel de tecnificación y eficiencia del uso de los recursos, en este sentido es importante resaltar que para -BAL- el 61% de los costos de producción está representado por el alimento balanceado, y en esta oportunidad se ha enfocado en el método de distribución del alimento y se decidió evaluar la eficiencia a nivel técnico y financiero de dos sistemas de alimentación, para lo cual se realizaron cuatro repeticiones con el sistema de comederos automáticos y siete con el sistema mecanizado y con base en los resultados determinar el sistema que brinda mayores beneficios a la compañía en términos financieros y de esta manera justificar el cambio hacia el novedoso sistema de alimentación con comederos automáticos o continuar con el sistema mecanizado que se utiliza actualmente.

La evaluación técnica se llevó a cabo, a través del programa para análisis estadísticos SAS mediante una prueba de hipótesis para medias independientes “prueba de T”, para el cual se tomó el crecimiento promedio semanal, la sobrevivencia y el factor de conversión alimenticia como variables estadísticas.




El análisis demostró con una confiabilidad del 95% que no hay diferencias estadísticamente significativas en cuanto al crecimiento semanal, pero para un nivel del 93% si la hay, y es a favor de los comederos automáticos. Para la variable sobrevivencia el análisis estadístico indica que para un nivel de confianza del 95% ambos sistemas son estadísticamente iguales pero para una confiabilidad del 81% la diferencia es a favor de los comederos automáticos. Con respecto al factor de conversión alimenticia se determinó con un 95% de confianza que no existen diferencias estadísticamente significativas entre un sistema de alimentación y otro.

Por otro lado los indicadores del análisis financiero demuestran que la implementación de alimentadores automáticos es una inversión financieramente viable pues, un VAN (US \$6,767.15) indica que además de recuperar la inversión más el porcentaje de ganancia proyectado se obtiene un remanente. Una TIR que muestra una generación de 55% de ganancias sobre la inversión. Una relación beneficio/costo la cual señala, que por cada US \$ 1.00 invertido se obtienen US \$0.10 más que lo obtenido con el sistema mecanizado.

De esta manera los comederos automáticos brindan un incremento en las utilidades netas de US \$59,144.25 por piscina al cabo de los cinco años (horizonte económico establecido), y sí se implementaran en el 100% de las piscinas, al cabo de los cinco años, se lograrían utilidades netas de US \$4,021,809.00 por encima de la utilidad obtenida con el sistema mecanizado.

En el tercer capítulo se presenta un informe de los servicios de apoyo y asistencia brindados en el laboratorio de control de calidad y salud animal de -BAL, dicho capítulo se complementa con una breve revisión bibliográfica de la importancia de cada uno de los análisis, así mismo se describen las metodologías, materiales y equipo empleados con el fin de brindar un guía básica de los principales análisis que se deben realizar en una finca dedicada al engorde de camarón.



The seal of the University of Carolina is a circular emblem. It features a central figure of a knight on a white horse, holding a lance. Above the knight is a golden crown with a cross on top. To the left of the crown is a golden castle tower, and to the right is a golden lion rampant. The entire scene is set against a blue background with green hills at the bottom. The seal is surrounded by a grey border containing the Latin text "CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER CETERA SCIENTIIS CONSPICUA".

**1 CAPÍTULO I:  
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CAMARÓN  
(*Litopenaeus vannamei*) EN ETAPA DE ENGORDE, EN LA  
COMPAÑÍA BELIZE AQUACULTURE, LTD. -BAL- UBICADA EN  
PLACENCIA, DISTRITO DE STANN CREEK, BELICE C.A.**

## 1.1 PRESENTACIÓN

Belize Aquaculture, LTD. -BAL-, es una compañía ubicada en el distrito de Stann Creek al sureste de Belice, fundada en 1996 por Sr. Barry Bowen, esta unidad productiva posee uno de los mejores sistemas de producción intensiva de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en el mundo, posee un área productiva de 110.1 ha, constituida por 68 piscinas de 1.6 ha, sus instalaciones y equipo son en general de la más alta tecnología, con una capacidad para producir 12 millones de libras/año. Es por eso que BAL ha alcanzado uno de los niveles de producción más altos en la industria del cultivo de camarón. Es caracterizada por World Wildlife Fund (WWF) como " El posible sistema de acuicultura del futuro".

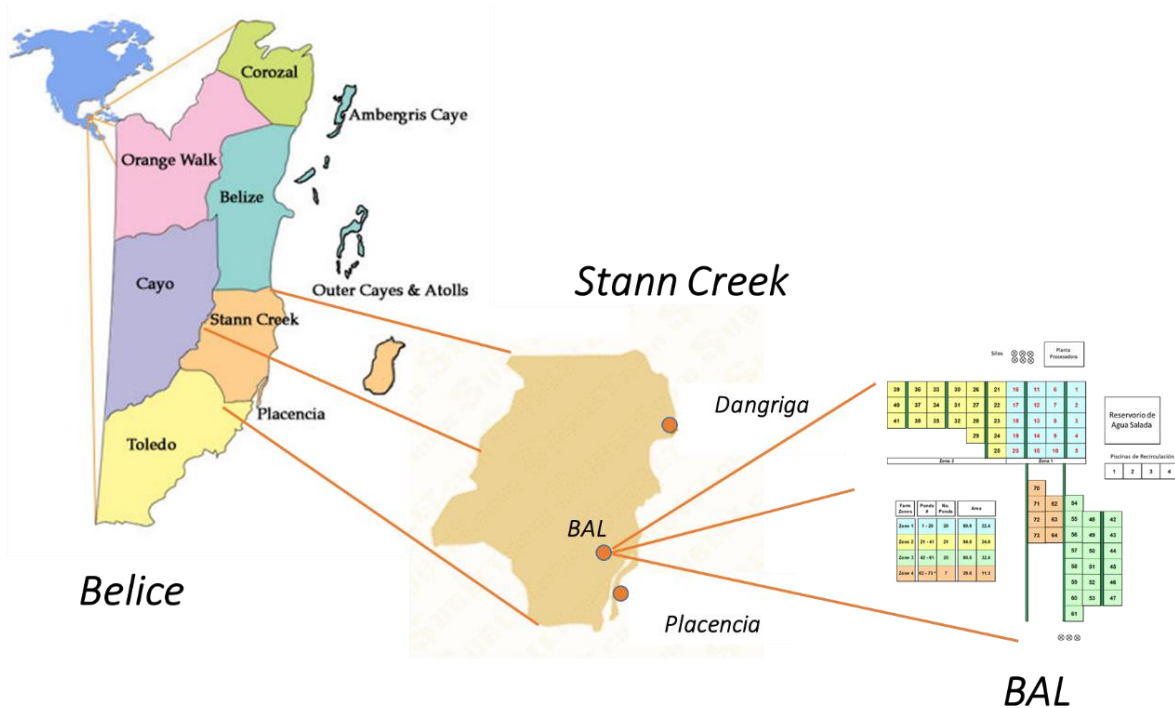
BAL es una empresa comprometida con la calidad de sus productos, con el medio ambiente y con el desarrollo social, en este sentido cabe mencionar que cuenta con una planta de proceso para darle un valor agregado a la producción, constituida por una extensa infraestructura del primer mundo, con capacidad para enviar camarón fresco, congelado o cocinado al por mayor y menor a sus clientes en Asia, Europa, Estados Unidos y México. A partir del 2013 BAL se convirtió en la segunda empresa productora de camarón a nivel centro americano aprobada por Global Aquaculture Alliance (GAA) para ofrecer camarones de alta calidad. Como se ha mencionado BAL es una empresa con responsabilidad ambiental, la cual emplea un estricto control sobre el impacto ambiental que esta producción acuícola genera y maneja los más altos estándares de sostenibilidad y trazabilidad, debido a esto BAL es una empresa que ha logrado la certificación del Programa de Estándares de Buenas Prácticas de Acuicultura (BAP) por sus siglas en inglés.

De acuerdo a lo anterior el presente diagnóstico tiene como propósito describir las características únicas de diseño y toda la infraestructura con las que Belize Aquaculture, Ltd. -BAL- cuenta, así mismo se presenta una descripción de las metodologías empleadas por esta compañía para la producción de camarón de alta calidad, y de esta manera contribuir con el desarrollo de la industria, debido a que dicho sistema es un modelo de producción muy eficiente, ambientalmente responsable y altamente bioseguro.

## 1.2 MARCO REFERENCIAL

### 1.2.1 Descripción geográfica

La propiedad se encuentra cerca de la orilla oeste de la laguna de Placencia en Blair Atholl milla 4, carretera a Placencia en el distrito de Stann Creek, Belice C.A. a una latitud 16°40' N y longitud 88°23' O a ubicada a una altitud de 6 metros sobre el nivel del mar (2)



Fuente: Modificado de Universidad de Texas en Austin, 2003

**Figura 1: Ubicación geográfica de la finca**

## 1.2.2 Condiciones climáticas

Las temperaturas medias mensuales oscilan entre 22.6 °C en invierno y 30.1 °C en verano con una media anual de 25.3 °C. La precipitación promedio anual es de 2,386.5mm siendo la estación seca de febrero a abril. Belice se encuentra dentro de la zona de huracanes e históricamente, las tormentas tropicales y los huracanes han afectado al país una vez cada tres años. (11)

## 1.2.3 Suelo

Los suelos sobre el cual se construyó la finca son arenosos y extremadamente ácidos, las arcillas son pobres en nutrientes y contienen altos niveles de Aluminio. Ecológicamente la localidad es considerada como una sabana de pino, pero el contenido de sal en los suelos la convierte en un área no apta para la agricultura o el pastoreo. (1)

## 1.2.4 Hidrología

La hidrología de esta zona costera se ve influenciada, al oeste por las corrientes de agua dulce que proceden de las Montañas Mayas y al este con el Mar Caribe, BAL está ubicado dentro de la cuenca Santa María Creek la cual consta de 247 km<sup>2</sup> dentro de los cuales aproximadamente 12.7 km<sup>2</sup> inundados permanentemente y 32.7 km<sup>2</sup> inundables. Dentro de la cuenca se encuentran las aldeas: Mango Creek, Santa Rosa, San Román, Maya Mopan, Georgetown, Independence, Big Creek, Riversdale, South Stann Creek, Bella Vista y San Juan. El Sistema de arrecifes Mesoamericano es adyacente a la zona de estudio y protege al litoral del oleaje. La salinidad en el área va desde 1 ppm en los arroyos hasta 35 ppt cerca de los estuarios. La fluctuación de las mareas es entre 12 y 45 cm. BAL se encuentra cerca de la orilla occidental de la Laguna Placencia la cual tiene comunicación con el mar, cubre 30 km<sup>2</sup> de superficie y posee 3.4 km en su punto más ancho y 20 km de

largo, bordeada por un sistema de mangle que la caracteriza. Las variaciones del nivel del agua están fuertemente influenciados por las lluvias y el drenaje de la cuenca.

El rio Santa María Creek desemboca en la laguna Placencia a unos 13 km de la bocabarra, esta es la principal corriente de agua por la cual se evacua el agua proveniente de la finca. La corriente desemboca a 4 km en la laguna Placencia, de los cuales 2.5 km de ese tramo es bordeado por manglares, es importante mencionar que una parte del Santa María Creek se ha canalizado para mejorar el drenaje de las operaciones de BAL (10).

### **1.2.5 Fauna**

La región de estudio es el hogar de numerosas especies amenazadas y en peligro de extinción por ejemplo, el manatí antillano (*Trichechus manatus*), cigüeña jabiru (*Jabiru mycteria*), la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*), el área posee superficies de pastos marinos, de los cuales se alimentan numerosas especies herbívoras, esta zona alberga especies marinas como los delfines y tiburones, y sirve como zona de cría para los arrecifes y otros peces. (10)

### **1.2.6 Antecedentes**

Claude E. Boyd del Departamento de Pesca Y Acuiculturas de la Universidad de Auburn Alabama y Jason Clay de World Wildlife Fund, realizaron un estudio en el 2002 en un consorcio con la Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), the World Bank Group, World Wildlife Fund (WWF) y Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific (NACA). El título del documento es "Evaluation Of Belize Aquaculture Ltd: A Superintensive Shrimp Aquaculture System", el estudio fue realizado debido al gran interés a nivel mundial en el cultivo de camarón y los problemas que habían surgido a partir de su desarrollo, el programa se inició para analizar y comunicar experiencias sobre el manejo del cultivo de camarón en las zonas costeras. Los objetivos del estudio fueron:

- a. Describir el sistema de producción.
- b. Presentar un resumen de su desempeño.
- c. Discutir los aspectos únicos del sistema.
- d. Comparar el sistema con los sistemas de producción de camarón convencionales.
- e. Identificar las áreas potencialmente preocupantes para el actual sistema de acuicultura en BAL.
- f. Discutir las implicaciones de la ampliación del sistema actual en Belice.
- g. Evaluar los factores socioeconómicos y los efectos del cultivo de camarón por este método.

Las conclusiones del documento fueron que debido a que BAL posee un sistema hiperintensivo el cual es muy amigable con el ambiente comparado con los otros sistemas de producción, probablemente se convierta en el sistema de producción acuícola de camarón del futuro. Al final el documento realiza dos recomendaciones: la primera, monitorear el sistema cuidadosamente para poder aprender tanto como sea posible, ya que en el pasado muchos han fracasado. La segunda es que como con cualquier buena idea, siempre alguien intentará mejorarla y es importante que los elementos clave y que hasta el momento han sido cruciales en el éxito de BAL como pequeñas piscinas forradas, la aireación, y especies de camarones omnívoros resistentes a enfermedades no sean cambiados en los modelos mejorados. (1)

En el 2003 Michele A. Burford, Peter J. Thompson, Robins P. McIntoshb, Robert H. Bauman y Doug C. Pearson realizaron un diagnóstico para la revista *Aquaculture*, dicha publicación se realizó con el nombre de: "Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize", el diagnóstico consistió en estudiar el proceso microbiano y del fitoplancton durante tres semanas en las instalaciones de BAL, para lo cual se estudiaron los registros de alimentación y tipo de alimento, toma de muestras de agua, registro de parámetros físicos del agua, el procesamiento de muestras de agua en el laboratorio, caracterización de la comunidad microbiana y análisis de nutrientes, medición del consumo de O<sub>2</sub>, de producción primaria y de la nitrificación, absorción de amonio, nitrato y caracterización de sedimentos. Este estudio mostró que a pesar de lo que generalmente



se considera como mala calidad de agua en las piscinas como la alta concentración de nutrientes, altos e inestables números de fitoplancton y el alto número de bacterias, la producción de camarón fue alta en relación a las piscinas convencionales y que no parece haber un margen para aumentar la producción de bacterias en estos sistemas mediante el aumento de la relación C:N, y por lo tanto la disponibilidad de carbono para el crecimiento bacteriano. Al final de la discusión de los resultados escriben que queda por establecer que procesos microbianos deben promoverse y si los beneficios que estos aportan son mayores que los costos. (2)

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 General

- Conocer la infraestructura y las metodologías de producción de camarón (*Litopenaeus vannamei*) durante la etapa de engorde en la compañía Belize Aquaculture Limited. -BAL-.

### 1.3.2 Específicos

- Describir las actividades y metodología del proceso de producción de camarón (*Litopenaeus vannamei*) en etapa de engorde, la cual inicia en la siembra y finaliza en la cosecha.
- Describir las características únicas de diseño y toda la infraestructura del área de producción de camarón (*Litopenaeus vannamei*) a nivel de finca.
- Enumerar y discutir sobre las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas en la etapa de engorde de camarón (*Litopenaeus vannamei*) en BAL.

## **1.4 METODOLOGÍA**

### **1.4.1 Reconocimiento del área de estudio**

El estudio de diagnóstico se realizó dentro de las instalaciones de la compañía Belize Aquaculture, Ltd.-BAL- para lo cual se hizo un reconocimiento de toda la finca mediante caminamientos durante cinco días.

### **1.4.2 Obtención de Información**

Se utilizaron métodos de recaudación de información como: entrevistas, revisión de literatura y la observación directa de las diversas actividades que se realizan en producción de camarón en la etapa de engorde, con el propósito de tener un panorama bastante general de los procesos que se llevan a cabo en esta unidad productiva. Es importante mencionar que las entrevistas se realizaron tanto a trabajadores de campo, como a supervisores y gerente de producción, con el fin de enriquecer la información.

### **1.4.3 Análisis y ordenamiento de la información**

La información fue digitalizada y plasmada en un documento formal en el cual se describieron todas las actividades y metodologías empleadas en la producción de camarón en la etapa de engorde o crecimiento. Se realizó un análisis FODA para conocer la situación actual de la empresa, dicha información se obtuvo a través de charlas y reuniones con la gerencia, dentro del análisis se describen los cambios realizados, producto de la experiencia y conocimiento de la gerencia y colaboradores.

## 1.5 RESULTADOS

### 1.5.1 Historia de BAL y la camaronicultura en Belice

En Belice las primeras experiencias en el cultivo de camarón se dieron a mediados y finales de los 80's caracterizados por tener éxitos muy limitados debido a una serie de dificultades, dentro de las que se pueden mencionar: la pérdida de cosechas a causa de enfermedades y el mal manejo de las densidades de siembra, la falta de financiamiento, infraestructura pública y la regulación de las medidas de apoyo. Fue hasta 1982 cuando la acuicultura inició formalmente en Belice, cuando una empresa privada comenzó a trabajar con 4.05 ha de estanques experimentales en el sur del país. Este ensayo fue diseñado para probar ciertos parámetros de producción del camarón marino (*Litopenaeus vannamei*), como la tasa de crecimiento, la supervivencia y las tasas de conversión alimenticia (FCR). El éxito de este ensayo permitió una expansión de la empresa que luego se convirtió en un proyecto comercial a gran escala. Desde entonces, la industria se ha desarrollado rápidamente y se ha establecido como un firme contribuyente a la economía beliceña en términos de generación de divisas, ingresos, empleos, así como de aporte a la nutrición y a la seguridad alimentaria (10).

En 1990, Sir Bowen financió una investigación sobre el cultivo de camarón, pero poco después, el virus del síndrome del Taura (TSV) comenzó su marcha devastadora en la industria del cultivo de camarón en el hemisferio occidental, lo cual provocó el fracaso de todas las fincas productoras de camarón en aquel entonces. De repente, la camaronicultura ya no parecía una buena inversión. Nadie quería invertir en un negocio tan arriesgado. Sin embargo en 1994, Sir Bowen reconsidero el proyecto del cultivo de camarón y se le ocurrió el concepto de Belice Aquaculture Limited.

Sir Barry Bowen se planteó altos estándares de calidad en el cultivo de camarón, él quería desarrollar un sistema del cual Belice estaría muy orgulloso, pensó en un sistema que fuera bioseguro, amigable con el ambiente y que estuviera fuera del peligro de

inundaciones por huracanes. Principalmente lo que quería era tener un sistema que mantuviera bajo control a todas las enfermedades devastadoras en el cultivo de camarón.

Tiempo después científicos del laboratorio de Waddell Mariculture en el estado de Carolina del Norte en E.E.U.U., lograron desarrollar el proyecto con las características planteadas por Sir Barry, un sistema de cultivo de camarón súper-intensivo que consistía en la construcción de pequeñas piscinas con cero recambios de agua en el sistema, lo cual permitía tener estrictos estándares de bioseguridad, las piscinas pequeñas permitían también tener un mejor uso de la tierra y menos bombeo de agua, que a su vez facilitaba la filtración de especies competidoras y el control de enfermedades, las piscinas debían tener cierta elevación y estar fuera de la zona de inundación a consecuencia de los huracanes.

De esta manera Sir Barry llegó a la conclusión de que la camaronicultura podría desarrollarse en Belice y que podría construir una finca camaronera de la cual el país estaría orgulloso. Pensó en que la tecnología que implementaría podría competir con las grandes camaroneras de Latinoamérica y fue así como en 1996 se fundó "Belize Aquaculture Limited BAL" en el distrito de Stann Creek al sureste de Belice. (8)

En el 2004 el volumen de camarón exportado continuó en aumento de manera significativa, con un aumento en el volumen de exportación de 5.6%. Sin embargo, para este período hubo un descenso de 8,2 por ciento en valor comparado con el escenario en 2003. La tendencia descendente en valor de exportación ha sido resultado de una baja en el precio global del precio del camarón desde el año 2000 debido a los crecientes volúmenes de producción camarón de los países asiáticos a costos muy bajos y competitivos.

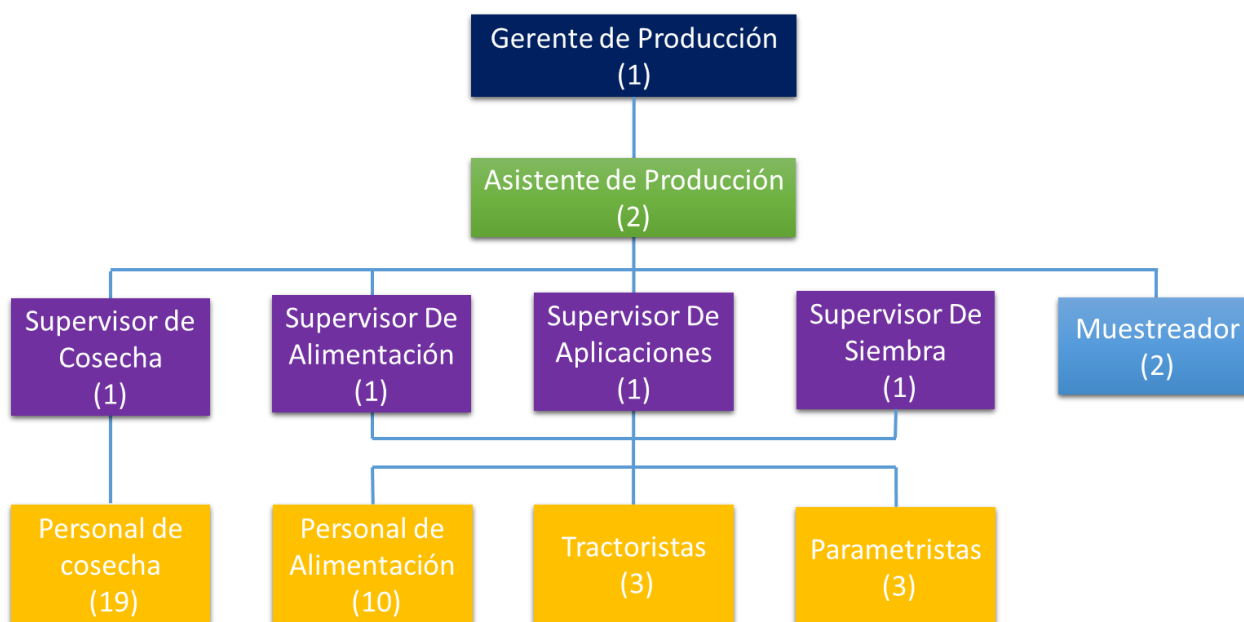
En relación con la superficie dedicada a granjas camaroneras en 2004, había 2,789 hectáreas en producción pertenecientes a 14 granjas en funcionamiento. Esto representa 12.5 % del área total bajo la tenencia de los camaronicultores.

Aparte del cultivo del camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) como especie exótica, en Belice también se ha ensayado el cultivo de otras especies de pendidos.

Éstas han sido el camarón azul del Pacífico (*Penaeus stylirostris*), el camarón gigante exótico del Sureste Asiático (*Penaeus monodon*) y el camarón endémico blanco caribeño (*Penaeus schmitti*). Sin embargo, estas pruebas no satisficieron las expectativas de los productores y en consecuencia fueron abandonadas.

El cultivo de camarón se ha consolidado como un importante contribuyente a la economía de Belice, en el cual el sector pesquero de ser la quinta mayor fuente de ingresos entre 1995 y 1999, paso a la tercera posición en 2002 y en la actualidad continua ocupando los primeros lugares en dicha lista (6).

### 1.5.2 Estructura organizacional de la finca de producción.



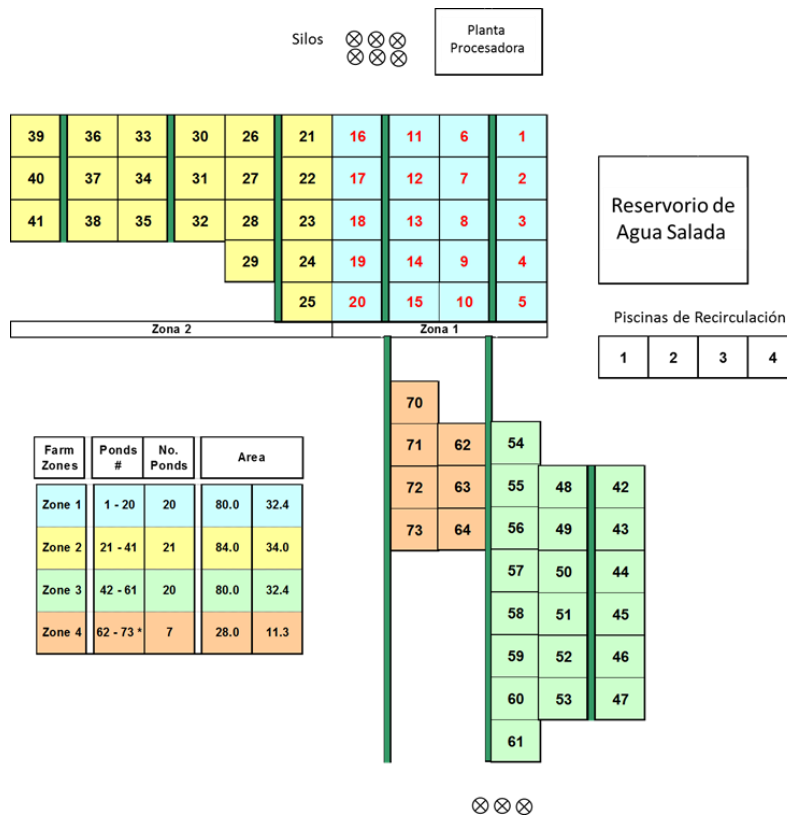
Fuente: Elaboración Propia

**Figura 2: Diagrama organizacional y número de plazas en la finca de producción.**

### 1.5.3 Descripción física de la finca de producción

La propiedad cuenta con un área de 5,666 ha dentro de las cuales 110.1 ha representan el área productiva (piscinas de engorde) y el resto por el reservorio, piscinas para el tratamiento de aguas, calles, silos, pista de aterrizaje, la zona residencial, los precriaderos, laboratorios de producción de larvas, patología y microbiología, planta de proceso, planta generadora de electricidad, bodegas, talleres, área verde y en su gran mayoría bosque.

La finca de producción como se ha mencionado cuenta con 1 reservorio de 5 ha y 68 piscinas de forma cuadrada de 1.6 ha cada una, ordenadas como un tablero de damas, lo cual es algo que caracteriza a BAL de las demás fincas, las piscinas están clasificadas en 4 zonas según lo muestra la figura siguiente:



Fuente: BAL

Figura 3: Diseño de la finca de producción de Belize Aquaculture, Ltd.

**Nota:** Las piscinas de la 65-69 son un proyecto en el cual se está trabajando.

Todas las piscinas poseen 2 muelles de acero inoxidable y un revestimiento de plástico negro de polietileno de alta densidad llamado liner el cual brinda muchas características pero principalmente: no permite que exista interacción entre el suelo y el agua, permite realizar siembras a una alta densidad, cero recambios de agua, un manejo más eficiente de los sedimentos y que el camarón alcance coloraciones oscuras por efectos de mimetismo, lo cual es una característica en el camarón que al cocinarlo la coloración rojo naranja se torna más intensas.

La finca cuenta con un reservorio del cual se distribuye agua a las piscinas con una capacidad para almacenar alrededor de 75,000 m<sup>3</sup> de agua la cual es bombeada por tubería subterránea desde la costa del océano atlántico ubicada a 6 km de la finca en donde se encuentra el reservorio.

Otra característica importante de esta finca es el sistema de drenaje, para lo cual cada piscina cuenta con una tubería en el fondo que se comunica con una red de canales. Cada piscina posee dos válvulas que al abrirlas permite la evacuación del sedimento acumulado (Sifonado), hacia dichos canales, esta característica es algo muy novedoso e implementado únicamente en piscinas revestidas con liner, el agua es evacuada a un sistema de recirculación y tratamiento de aguas constituido por 4 piscinas, el agua pasa de una piscina a otra por rebalse, logrando de esta manera que el sedimento precipite en las piscinas y el agua pueda utilizarse nuevamente, lo cual lo convierte en un sistema con bajo impacto sobre el medio ambiente y ecosistema.



## 1.5.4 Proceso de producción de camarón (*Litopenaeus vanammei*)

### A. Llenado de piscinas

El agua que se utiliza para el llenado de piscinas es conducida por una red de tuberías que va del reservorio hacia las piscinas, dicha agua es filtrada tres veces desde que es bombeada del mar hasta que ingresa a las piscinas, en la primera antes de que el agua ingrese al reservorio esta es filtrada por un sofisticado y novedoso sistema que consiste en un filtro mecánico de tambor con un mecanismo de limpieza de alto rendimiento, especialmente diseñado para los sistemas en los que es esencial evitar el paso de ciertos materiales. En este sistema el agua se filtra a través de la periferia del tambor y dependiendo de la carga se enciende automáticamente el sistema de retrolavado mediante el cual el filtrado es evacuado.

El segundo filtrado se realiza mediante una malla de acero inoxidable colocada en la salida del reservorio con el fin de filtrar organismos que se hayan desarrollado en el interior del reservorio y que por alguna razón no hayan sido filtrados por el sistema antes descrito.

El tercer filtrado se realiza cuando el agua ingresa a la piscina y se realiza a través de un bolso de filtración de 250 micras.

Una piscina es llenada a una profundidad 2.3m en aproximadamente 48 horas, con aproximadamente 24,000 m<sup>3</sup> de agua marina.

### B. Diseño de aireación

Después del llenado el paso siguiente es el diseño de aireación, para poder mezclar los productos que se aplican en el periodo de preparación, evitar el estancamiento del agua. Todas las piscinas poseen el mismo diseño de aireación, el cual está compuesto por los siguientes aireadores.

**Cuadro 1: Componentes del diseño de aireación**

<b>No. De aireadores por piscina</b>	<b>Nombre del Aireador</b>	<b>Energía requerida por cada aireador (HP)</b>
6	Big Jhons	10
2	Air O2	5

Fuente: Elaboración propia

Los aireadores están distribuidos en la piscina de una manera estratégica para todas las piscinas de la finca el diseño es el mismo y se ha determinado a través de numerosas investigaciones.

### **C. Preparación de piscinas**

Esta etapa es muy importante y cada una de las actividades y aplicaciones que se realizan en este periodo se hacen buscando diferentes objetivos, pero principalmente buscan la desinfección de piscinas y mejora la calidad de agua al promover la producción de Biofloc.

#### ***a. Aplicación de sulfato de cobre***

El primer tratamiento es la aplicación de sulfato de cobre que en acuicultura se ha utilizado desde hace algunos años como un desinfectante con el fin de eliminar organismos tales los bivalvos que son invertebrados que se caracterizan por poseer el cuerpo aplanado lateralmente y una concha con dos piezas o valvas, que lo cubre completamente y dado que son moluscos o filtradores no selectivos, concentran contaminantes a un nivel muy superior al de su entorno acuático, a este grupo pertenecen especies como las almejas y los mejillones, los cuales resultan ser una amenaza para el cultivo de camarón.(5)(15)

### ***b. Aplicación de cal***

La cal se realiza con diferentes fines dentro de los cuales está la desinfección del sistema de cultivo eliminando la posibilidad de aparición de hongos, bacterias, etc. Este procedimiento además permite corregir los niveles de pH del agua y principalmente, mantener la alcalinidad dentro de los valores óptimos para el cultivo, es decir, que los carbonatos de calcio se mantenga arriba de 100 ppm, esto debido a que regularmente tanto la alcalinidad como el pH del agua proveniente del océano se mantienen por debajo de dicho valor (9).

### ***c. Fertilización química***

La adición de fertilizantes al sistema como lo son el Ferti-lake y Silica-Lake promueven el alimento natural en las piscinas de cultivo, regula el oxígeno disuelto del medio y mejoran la calidad del agua. De esta manera se obtiene mejores resultados en el crecimiento y la sobrevivencia en el cultivo. El Ferti-lake es un fertilizante acuícola, 100% soluble, a base de nitrógeno nítrico. Este fertilizante promueve el fitoplancton; funciona como regulador de materia orgánica y aporta de forma inmediata oxígeno en el medio. El Silica-Lake es un promotor y regulador de un grupo específico de fitoplancton, llamado diatomeas debido al contenido de sílice. Las Diatomeas, son alimento natural para los organismos cultivados. Estas contienen un alto valor nutritivo, alto contenido de proteínas y ácidos grasos insaturados. Por dichas razones, incide positivamente en los siguientes aspectos: mejora el factor de conversión alimenticia y reduce el crecimiento de grupos indeseados de fitoplancton. (4)

Como se ha mencionado la floración de plancton es inducida por el aporte de nutrientes a través de la fertilización y es esencial para producir oxígeno a través de la fotosíntesis, para crear un ambiente con sombra que permita al camarón encontrar un ambiente adecuado y para el aprovechamiento de desechos nitrogenados y/o fosforados dentro de la piscina (12).

#### **d. Fertilización orgánica**

##### **i. Melaza**

La incorporación de melaza se realiza como un aporte de carbono orgánico, el cual es requerido por las bacterias y algas, en la constitución de sus membranas y organelos así como como fuente de energía, principalmente en el proceso de fotosíntesis. A su vez las bacterias y algas, constituyen el eslabón inicial de la cadena trófica de alimento natural en una piscina, habitando como plancton tanto en la columna de agua. El carbono constituye el dióxido de carbono, que al reaccionar con el agua produce ácido carbónico; y este a la vez reacciona con los minerales disueltos para formar bicarbonatos y carbonatos. Durante la fotosíntesis, las algas absorben los componentes de carbono del agua de la piscina, siendo las fuentes: (13)

- El aire (dióxido de carbono)
- Dióxido de carbono producido por la respiración
- Dióxido de carbono producido por la descomposición aeróbica
- Carbonatos y bicarbonatos disueltos.

##### **ii. Grain-Pellet**

El Grain Pellet es un sustrato balanceado bajo en proteínas (12%) para la producción de biofloc que también se utiliza como abono orgánico de origen vegetal y su función al igual que la melaza es el aporte de carbono, el cual favorece al desarrollo de zooplancton pelágico y bacterias en la columna de agua, es importante mencionar que el Grain Pellet representa el 20% de la ración diaria del alimento a lo largo del cultivo del camarón, sin embargo no es considerado en el FCR debido a que este insumo es el 50% más barato que el alimento en sí y su aplicación es al agua y no como alimento.

#### **D. Producción de biofloc**

La adición de los fertilizantes, la melaza y el Grain Pellet son principalmente para la producción de Biofloc, la cual se ha vuelto popular en cultivo del camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*), fue desarrollada por el Profesor Yoram Avnimelech en Israel e inicialmente lo implementó Robinson McIntosh en el cultivo comercial de camarón en BAL en el año de 1997. En la actualidad ha sido aplicado con éxito en fincas camaroneras de Indonesia y Malasia. El biofloc es un conglomerado de microbios, algas y protozoarios juntos con el detritus y materia orgánica muerta, del cual el camarón se alimenta. En BAL se está trabajando con semibiofloc (17), (18).

#### **E. Manejo de aireación**

El oxígeno es el principal elemento para el desenvolvimiento de cualquier organismo vivo, especialmente los acuáticos. El oxígeno disuelto en el agua influye en las piscinas de cultivo afectando el crecimiento del organismo cultivado y eficiencia de conversión alimenticia.

La presencia de oxígeno disuelto es consumido en una piscina debido a: a) respiración del sedimento (50 - 55%) b) respiración del fitoplancton (40 - 45%); c) respiración del organismo cultivado (camarón = 5%).

Por lo tanto para suplir esta demanda de oxígeno se consideran cuatro fuentes que son: a) fitoplancton y plantas acuáticas (fotosíntesis), las cuales fueron promovidas en el periodo de preparación, b) oxígeno atmosférico (difusión) y c) oxígeno a partir de aireadores mecánicos, de los cuales se describirá el manejo a continuación (14).

Existen varios métodos y equipos de aireación pero todos tienen el mismo objetivo, incrementar la tasa a la cual ingresa el oxígeno hacia el agua, de tal manera que se produzca un intercambio de gases desde la atmósfera hacia el agua y viceversa y en un cultivo de alta densidad como es el caso de BAL la función de los aireadores es principalmente: proporcionar oxígeno disuelto, mantener limpio el fondo del estanque mediante el arrastre

de los sedimentos hacia el centro a través del movimiento de agua, otro propósito es mezclar el agua del estanque y así asegurar que el plancton esté expuesto a la luz solar y evitar la estratificación e incrementar la transferencia del elemento oxígeno (15)

Durante el día la incorporación de oxígeno por parte de los aireadores es mínima ya que como se ha mencionado hay producción de oxígeno debido a la fotosíntesis, Durante la noche se encienden los aireadores que sean necesarios y depende de factores como densidad, tamaño del camarón, etc. Por lo cual no es posible sistematizar el procedimiento, hacer con respecto al oxígeno. Generalmente en la noche es cuando hay bajas en el contenido de oxígeno disuelto. Es importante mencionar que es necesario cada vez ser más eficientes en el manejo del sistema de aireación pues después del alimento, la energía es el segundo costo con mayor peso en la producción de camarón.

#### **F. Aclimatación y siembra**

El proceso inicia cuando del laboratorio de reproducción o criadero salen post-larvas de doce días (PL-12) hacia las piscinas de engorde en estanques transportados por un camión que cuenta con cilindros de oxígeno y bolsas de alimento para suministrarlo durante el traslado. Cuando el camión llega a la piscina de engorde el primer paso es tomar lectura de ciertos parámetros tanto de la piscina como del estanque para iniciar con el proceso de aclimatación que antecede a la siembra. Los parámetros leídos son: Tiempo de lectura (hr), Oxígeno disuelto (ppm), Temperatura (°C), pH, Salinidad (ppt). Estos parámetros son apuntados en una tabla como la siguiente en la cual se muestran los rangos en los que oscilan los parámetros de las piscinas en el verano en BAL.

**Cuadro 2: Formato para informe de parámetros tomados durante la aclimatación**

Piscina No. _____					
No.	Hora	Oxígeno (ppm)	Temperatura (°C)	pH	Salinidad (ppt)
--	---	4-7	29-32	7.4-8	30-33
Estanque					
No.	Hora	Oxígeno (ppm)	Temperatura (°C)	pH	Salinidad (ppt)
--	---	---	---	---	---
--	---	---	---	---	----
--	---	---	---	---	----

Fuente: Elaboración Propia

Posterior a dicha lectura, el siguiente paso es lograr que los parámetros del estanque sean similares a los de la piscina, para lograr esto se deben realizar recambios de agua dentro del tanque en donde son transportadas las larvas, procurando que el cambio se dé gradualmente y evitar que las post-larvas se estresen y mueran. Para dicho efecto se introduce agua de la piscina con una bomba que succiona el agua de la piscina hacia el estanque, se adiciona aproximadamente un 30% del contenido del estanque, luego de 15 minutos se vuelve a tomar lectura de los parámetros del estanque y se comparan con los de la piscina, si los parámetros aun no son similares, se drena el mismo 30% de agua introducido. Este procedimiento se realiza cuantas veces sea necesario hasta que ambas lecturas sean lo más similares posibles. Al conjunto de estos procesos se les conoce como aclimatación.

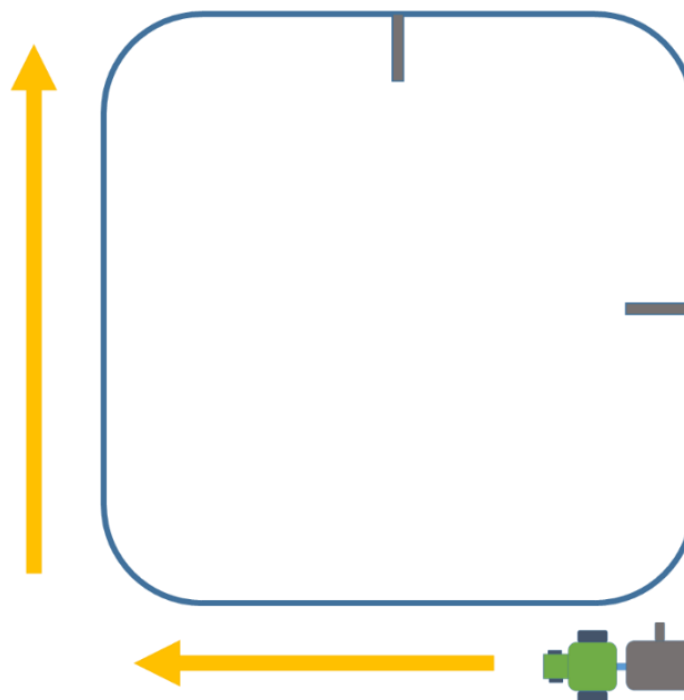
Una vez se ha conseguido una alta similitud entre los parámetros de la piscina y el estanque, se procede a realizar la siembra, la cual consiste en la liberación de las post-larvas en las piscinas a una densidad aproximada de 130 camarones/m<sup>2</sup>, lo cual se denomina "siembra directa", es importante hacer resaltar que el sistema utilizado, es un sistema cerrado en el cual no hay transferencias ni recambios de agua en la piscina. Posteriormente se realiza un conteo de 300 post-larvas y se colocan en tres recipientes (100 PL por recipiente) dentro de la piscina, los cuales tienen comunicación con el interior de la

piscina, este procedimiento se realiza para determinar la sobrevivencia de las post-larvas y determinar si es necesario realizar una resiembra.

## G. Alimentación

### e. Método y patrón de distribución del alimento

El método utilizado para la distribución del alimento es mecanizado, para lo cual al tractor se le ha implementado un soplador industrial, dentro del cual es transportado un operario quien se encarga de abastecer el soplador con la ración exacta para cada piscina, el patrón de distribución es en forma de “L” por la periferia de cada piscina, tal como lo muestra la siguiente figura.



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 4: Patrón de distribución del alimento**



El sistema de alimentación mecanizada, es un método muy novedoso y posiblemente BAL sea una de las pocas fincas en América que distribuye el alimento de esta manera gracias al ordenamiento de las piscinas, tal como se explicó en la descripción física del lugar. El diseño de esta finca permite realizar la distribución de igual manera para todas las piscinas ya que todas poseen las mismas dimensiones y son cuadros exactos, otra ventaja es que las calles por donde transita el tractor son rectas y en buen estado. Para seleccionar los laterales desde los cuales se distribuye el alimento es necesario tomar en cuenta ciertos criterios, dentro de los cuales se pueden mencionar; la dirección del viento pues se recomienda que el alimento se lance a favor del viento para que este caiga dentro de la piscina y de preferencia lo más lejos del borde, otro criterio es la distancia que hay del borde al tractor, el cual debe ser lo más cercano posible.

**f. Frecuencia, horario, ración, tipo y tamaño de alimento**

La ración diaria de alimento para cada piscina es determinada de acuerdo a varios factores como: peso del camarón, sobrevivencia, densidad. La ración diaria del alimento es dividida en 4 dosis, según lo muestra la siguiente tablas, en la cual se especifica el porcentaje de alimento por dosis y el horario de distribución.

**Cuadro 3: Número porcentaje y horario de alimentación por día.**

No. De Dosis	Horario De Alimentación	Porcentaje De Alimentación Por Dosis
1	6:30 am	20%
2	10:00 am	25%
3	12:30 pm	25%
4	3:00 pm	30%

Fuente: Elaboración propia

Es importante mencionar que de ese 100% el 20% está representado por el grain pellet el cual es mezclado y distribuido con el alimento. Las dosis proyectadas son ajustadas diariamente minutos antes de cada distribución según sea la demanda del camarón, la cual

dependerá del grado de estrés y estado de muda, esta situación será ampliada en el siguiente inciso.

El tipo de alimento a suministrar está en función de la edad, tamaño y/o peso del camarón, de acuerdo con esto lo que varía es el contenido proteico del alimento y el tamaño del grano. La tabla siguiente muestra el manejo del alimento de acuerdo a la edad o peso, porcentaje de proteína del alimento y tamaño del grano.

**Cuadro 4: Tamaño y contenido proteico del alimento y el manejo según edad o peso del camarón (*Litopenaeus vannamei*)**

Contenido proteico	Diámetro del pellet	Criterios de aplicación
35%	0.8	1 día siembra – 1g
35%	1.2 mm	1g – 3g
35%	1.8 mm	3g – 20g

Fuente: Adaptado de BAL

#### ***g. Monitoreo y criterios de ajuste del alimento***

Para tener un control del alimento y saber si el camarón está comiendo o no y con el fin de hacer los ajustes necesarios en cada dosis para evitar la pérdida del alimento, se colocan dos bandejas con una estructura de metal y malla de nylon, dentro de las cuales se coloca el 1% de la dosis de alimento y se monitorea dos horas después, el operario toma una lectura de los residuos que puedan haber dentro de las bandejas y lo reporta en porcentaje, de acuerdo con esto se realizan los ajustes y las debidas decisiones sobre la dosis siguiente. El siguiente cuadro muestra los criterios utilizados para la decisión previa a cada dosis de alimentación.

**Cuadro 5: Horario de alimentación y monitoreo de bandejas de alimentación.**

<b>Horario De Alimentación</b>	<b>Horario De Monitoreo</b>
6:30 am	8:30 am
10:00 am	12:00 pm
12:30 pm	2:30 pm
3:00 pm	5:00 pm

Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro 6: Criterios de decisión para el ajuste del alimento en cada dosis según lectura de bandejas.**

<b>Residuos</b>	<b>Decisión</b>
$\geq 25\%$	Se suspende la siguiente dosis
$\geq 10\%$ y $25\% \leq$	Se resta dicho porcentaje para la dosis siguiente.
$\leq 10\%$	Se distribuye la dosis completa

Fuente: Elaboración Propia

**Nota:** si recientemente se realizó alguna aplicación de cal o sulfato de cobre, en ese día únicamente se alimenta con el 50% de la ración diaria proyectada.

## H. Manejo de sedimentos

Los camarones pasan la mayor parte del tiempo en el fondo de las piscinas, razón por la cual es esencial para la salud del camarón que el fondo se mantenga en buenas condiciones a lo largo del cultivo, es decir evitar la acumulación de desechos orgánicos provenientes de los restos de alimentos, heces, mudas y descomposición de algas bénticas. En BAL el método utilizado es arrastrando los desechos hacia el centro de la piscina por efecto de la fuerza centrífuga originada por las corrientes de agua por efecto de los aireadores y mezcladores ubicados en el centro que en este caso se utiliza el Air O<sub>2</sub>, el cual

a su vez mantienen en suspensión toda la materia orgánica descompuesta y mineralizada en la columna de agua por el oxígeno adicionado por dichos aireadores. Sin estos mecanismos, el sedimento se acumularía en el fondo, solidificándose, emitiendo sustancias tóxicas, consumiendo el oxígeno disuelto y propiciando un florecimiento de enfermedades en el cultivo.

Cuando se ha sedimentado y acumulado en el centro de la piscina todos los desechos estos son evacuados mediante un sifonado. Esta actividad se realiza diariamente y es importante mencionar que durante el sifonado, el operario observa la cantidad de camarón muerto el cual da una pauta de la mortalidad existente en la piscina y debe de ser reportada.

El sedimento que sale de la piscina hacia la red de drenaje, es conducido a un sistema de tratamiento de aguas, el cual consiste en pasar el agua del sifonado por diferentes estanques y en los cuales se va sedimentando los restos orgánicos y únicamente sale el agua superficial y después de repetirse este procedimiento una serie de veces el agua es utilizada nuevamente, a este proceso se le conoce como recirculación. El agua que no es recirculada y ha pasado por el sistema de tratamiento de aguas es devuelta al mar.

## **I. Muestreos de camarón**

En el proceso de cultivo de camarón es indispensable conocer la biomasa existente en las piscinas para poder realizar los cálculos de alimento a suministrarse para el crecimiento normal; y a la vez, obtener datos de producción necesarios para los planes de comercialización futura del producto y planificación de los flujos de caja. De acuerdo con esto en BAL se realizan dos tipos de muestreos de camarón.

### **a. Muestreo de crecimiento**

Es necesario saber cuánto es el crecimiento semanal de los camarones para conocer la biomasa disponible en kg/ha, cuanto ha crecido comparado con la semana anterior, es

otra forma de conocer si el camarón está comiendo o no, si existe deformidad, necrosis, etc. El muestreo de crecimiento se realiza todos los días lunes extrayendo dos muestras o con atarraya desde los muelles de las piscinas, de estas muestras se extrae una submuestra y se pesa, luego se realiza un conteo de camarones comprendidos en dicho peso y al operar una división peso dentro del número de camarones se obtiene el peso promedio actual y mediante una diferencia del valor de la semana anterior se obtiene el crecimiento de la última semana. El promedio de los crecimientos semanales representa el crecimiento semanal del ciclo de cultivo.

**Cuadro 7: Formato utilizado en el control de registros muestrales y cálculos de crecimiento semanal.**

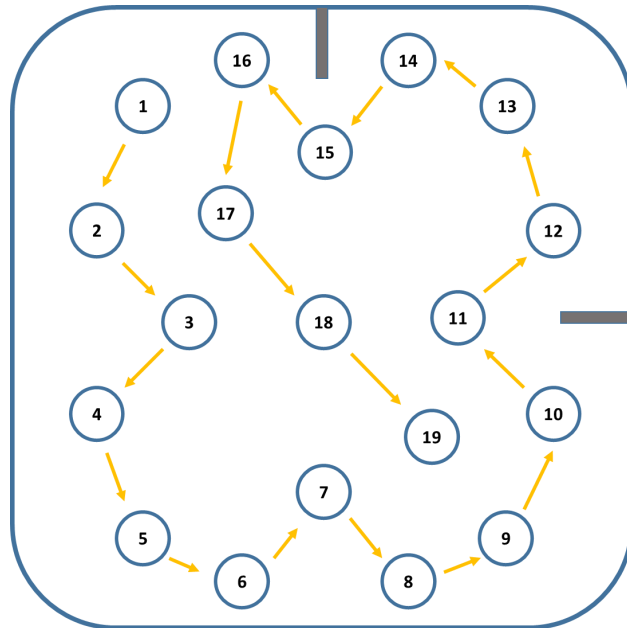
Piscina: _____ Fecha: _____ / _____ / _____				
Peso Muestra (g)	Camarones Por Muestra	Peso promedio Unitario Actual	Peso Promedio Unitario anterior	Crecimiento Semanal
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---

Fuente: Elaboración Propia

### ***b. Muestreo De Población***

Estimar la población de cada piscina evita gastos innecesarios en alimentación. Por lo tanto, es indispensable realizar muestreos poblacionales para detectar a tiempo los errores de estimación de la población y consiguiente sobre o subalimentación de camarones por un sobre poblamiento o mortalidades ocurridas durante el periodo de engorde, principalmente cuando es siembra directa; y así poder obtener datos reales de la biomasa de camarones en los estanques. La frecuencia con que se realizan los muestreos poblacionales es cada 8 ó 15 días, el patrón de muestreo se realiza según lo muestra la figura siguiente y se ha establecido de acuerdo al patrón de alimentación el cual se realiza

por la periferia de la piscina formando una “L” tal como se describió anteriormente en los métodos de alimentación.



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 5: Numero de muestras y patrón de muestreo poblacional en piscinas de engorde.**

Los muestreos se realizan con la ayuda de una atarraya, y se toman 19 por piscina y en cada muestra se cuenta el número de camarones, si hubiese se cuentan los camarones con necrosis, deformes luego los conteos son anotados en una matriz como la siguiente. El crecimiento normal en BAL es de aproximadamente 0.9g semanal y las sobrevivencias entre 65%-75%.

**Cuadro 8: Formato utilizado en el control de registros muestréales para cálculo de población.**

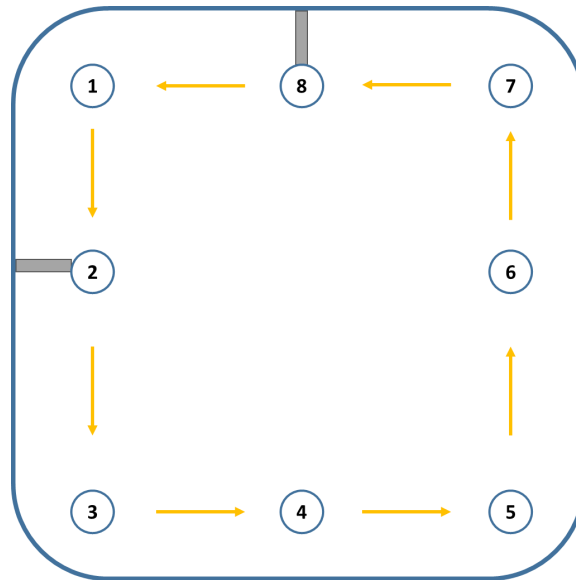
Piscina: _____ Fecha: _____ / _____ / _____				
No. Muestra	No. Camarones			Observaciones
	Total	Deformes	Con Necrosis	
1	---	---	---	---
2	---	---	---	---
...	...	...	...	...
n	---	---	---	---

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los datos obtenidos, se realiza una serie de cálculos para determinar el promedio de camarones por muestra o atarrayaso, este valor se divide dentro de la densidad a la cual se sembró para obtener el valor de la sobrevivencia, luego este resultado es multiplicado por 100, 90 y 80, para tener tres escenarios que dependen de la eficiencia del muestreador, es importante hacer resaltar que para determinar la sobrevivencia se deben considerar el número de cosechas parciales que se realicen en la piscina muestreada además de otros datos como la mortalidad.

### ***c. Muestreo de control de calidad pre-cosecha***

De acuerdo a la programación, la gerencia envía un listado de piscinas que deberían estar listas para cosechar. Se muestrea la periferia de todas las piscinas del listado, para lo cual se lanza ocho veces la atarraya lo cual significa 8 muestras por piscinas según lo muestra la figura siguiente.



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 6: Patrón y número de muestras para el control de calidad pre-cosecha.**

En cada una de las muestras se realiza un conteo de camarones y se anota el estado de cada uno, es decir, del total cuantos están en pre-muda, cuantos mudando, cuantos están saliendo de muda y cuantos camarones duros. Todos estos valores se anotan en una matriz como lo muestra la tabla siguiente.

**Cuadro 9: Formato utilizado en muestreos de control de pre-cosecha.**

Piscina: _____ Fecha: _____ / _____ / _____											
No. Muestra	Camarones Por Muestra	Duros		Suaves		Pre-Muda		Muda		Post-Muda	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
1	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
...	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Total	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$

Fuente: Adaptado de BAL



La decisión de cosecha se toma de acuerdo a la media de los porcentajes, y se decide cosechar o no la piscina si el porcentaje de camarones duros es mayor al 90%, de lo contrario es necesario estudiar los factores que puedan estar influenciando dichos porcentajes, dentro de los cuales se puede mencionar: estrés, enfermedad, falta de calcio etc. y con esto tomar acciones o bien esperar un periodo prudencial para que el camarón alcance ese porcentaje deseado para poderlo cosechar.

## **J. Control de parámetros de calidad de agua**

Diariamente es necesario conocer los valores de ciertos parámetros que son de suma importancia conocerlos a diferentes horas del día, los parámetros son tomados por un operario quien es previamente entrenado, los parámetros son tomados siempre desde uno de los puentes de cada piscina y la importancia de conocerlos así como las frecuencias de lectura se muestran a continuación.

Conocer el oxígeno disuelto es de suma importancia ya que este parámetro es muy variable a lo largo del día, los valores normales son entre 4 – 7 ppm, abajo de este valor el camarón está en riesgo de morir por asfixia, es por eso que se toman lecturas periódicas del oxígeno en cada una de las piscinas. Cuando se toma una lectura y el valor está por debajo de 4ppm es necesario tomar acciones, regularme los niveles de oxígeno disminuyen en la noche debido a que la actividad fotosintética producida por el fitoplancton ha cesado y lo que se debe hacer es aumentar la aireación en la piscina. Las lecturas del oxígeno son tomadas con un DO metro (oxígeno disuelto) cada cierto tiempo, la tabla siguiente muestra el horario en el que se realizan las lecturas del oxígeno disuelto en un día.

**Cuadro 10: Formato para el control de oxígeno disuelto a lo largo del ciclo de cultivo**

Piscina	Oxígeno disuelto (ppm)									
	9:00 am	11:00 am	4:00 pm	6:00 pm	8:00 Pm	10:00 pm	12:00 am	2:00 am	4:30 am	6:00 am
1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
...	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
N	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Fuente: Elaboración propia

La temperatura es otro parámetro que se lee varias veces en el día, el rango normal es entre 28 – 30 °C, la importancia de conocer este parámetro radica en que si los valores se alejan considerablemente del rango normal es necesario suspender la alimentación, ya que a valores superiores de temperatura el camarón deja de alimentarse y a valores inferiores lo que come no es transformado a carne. La temperatura es leída con el mismo DO metro que tiene la capacidad de leer temperaturas. En la tabla siguiente se muestra el horario en el que se toma la lectura de la temperatura del agua de las piscinas.

**Cuadro 11: Formato de matriz para el control de temperatura a lo largo del ciclo de cultivo**

Piscina	Temperatura (°C)				
	9:00 am	4:00 pm	12:00 am	4:30 am	6:00 am
1	---	---	---	---	---
...	---	---	---	---	---
N	---	---	---	---	---

Fuente: Elaboración propia

La turbidez es un parámetro que resulta a partir del florecimiento algal y de las partículas de suelo o materia orgánica en suspensión, es leído con ayuda de un disco

secchi, el cual es un instrumento que mide la penetración lumínica, y por tanto la turbidez lo cual permite inferir en la cantidad de algas, aunque este no es un indicador exacto como un análisis de laboratorio, proporciona un dato inmediato. En el cultivo de camarón específicamente la especie *vannamei* el cultivo es mejor cuando el fondo es oscuro pues no permite el crecimiento de algas filamentosas y plantas acuáticas macrofitas, indeseables en el fondo, además la oscuridad tiene un efecto sobre el color del camarón por efecto de mimetismo tal como se ha mencionado anteriormente, sin embargo cuando el agua es muy turbia, indica que existe una alta cantidad de algas lo cual tampoco es recomendable, el valor óptimo está entre 30 y 40cm según el disco secchi, a esta profundidad debe comenzar a perderse la visibilidad del disco secchi.

La coloración del agua es otro parámetro que permite conocer la calidad del agua, pues a través del color se puede intuir la cantidad y calidad de biofloc y/o partículas suspendidas en el agua. La lectura de los colores es muy arbitrario por lo que una sola persona realiza la lectura de todos estos parámetros. Para la determinación del color se utiliza la siguiente escala.

- Clara
- Verde
- Verde intenso
- Café
- Café intenso

## **K. Cosecha**

En la cosecha cuando se conoce realmente la cantidad de biomasa contenida en cada piscina. Existen dos tipos de cosecha: la primera es la cosecha parcial, en la cual se extrae mediante atarrayas cierto porcentaje de la población de camarones cuando ha alcanzado un tamaño determinado, el cual lo establece el mercado, esta cosecha disminuye la densidad (camarones/m<sup>2</sup>) y permite que el camarón restante tenga oportunidad de continuar creciendo al disminuir la competencia por espacio, oxígeno etc. Las Cosechas

parciales se pueden realizar cuantas veces sea necesario según la demanda existente y principalmente la biomasa que el sistema puede soportar.

La segunda forma de cosecha es la total, en la cual se extrae todo el camarón restante, de acuerdo con los requerimientos del mercado de los cuales ya se ha hecho mención.

En BAL las cosechas totales se realizan mediante una maquina cosechadora con capacidad de manejar grandes volúmenes de camarón en un corto período de tiempo y trabajo mínimo. Antes de iniciar el proceso de cosecha es necesario preparar la piscina, para tal efecto se debe disminuir el nivel de agua horas antes de la cosecha, para esto se colocan filtros en el fondo de la piscina para evitar la pérdida de camarones al abrir las compuerta de del agua, cuando el nivel de agua ha llegado a un nivel óptimo el cual dependerá de la cantidad de camarón en la piscina, se coloca la bomba en el área de sifonado, la cual se encarga de succionar el agua junto con camarones que salen a través de dicha compuerta y son llevados por una tubería a un depósito filtrador que permite la salida del agua y la depositan en el sistema de drenaje y el camarón es enviado por otra tubería a unos depósitos con hielo y dependiendo del mercado puede o no tener bisulfito de sodio que funciona como un preservante. Los depósitos son transportados por un tractor hacia la planta en la cual se le da un valor agregado al producto.

#### **L. Mantenimiento De Piscinas Post-Cosecha**

Después de la cosecha, las piscinas quedan secas lo cual resulta ser de beneficio pues la exposición del liner al sol elimina ciertos microorganismos y funciona como un desinfectante. En las piscinas después de ser cosechadas quedan restos de sedimentos, algas micrófitas y camarones muertos, los cuales deben ser retirados y para esto se cuenta con un grupo encargado de raspar el fondo y las paredes de las piscinas.

Este es el momento apropiado para hacer reparaciones que durante el cultivo no es posible realizar, tales como: reparar liners si estuvieran rotos, reparación de válvulas de entrada y salida de agua, colocación de hilo de pescar en los bordes de las piscinas que funcionan como trampa para aves pescadoras, mantenimiento de muelles y mantenimiento o movilización de aireadores si fuera necesario.

### 1.5.5 Análisis FODA

**Cuadro 12: Matriz FODA de BAL a nivel de finca de producción.**

<b>Fortalezas</b>	<b>Oportunidades</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es una empresa Certificada por el Programa de Estándares de Buenas Prácticas de Acuicultura (BAP) por sus siglas en ingles.</li> <li>• Una ubicación que le permite estar fuera del peligro de inundaciones por huracanes o tormentas tropicales que históricamente han afectado al país.</li> <li>• Diseño y ordenamiento de piscinas perfectas.</li> <li>• La posibilidad de producir semi-biofloc y biofloc</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los rendimientos más altos del mundo.</li> <li>• Expansión (Construcción de más piscinas de engorde)</li> <li>• Ser el sistema el mejor sistema acuícola en el mundo.</li> <li>• Producción de camarón con el menor impacto ambiental en el mundo.</li> <li>• Financiamiento para investigación.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"><li>• Trabajar con un sistema de cero recambios de agua.</li><li>• Siembras directas y transferencias.</li><li>• Capacidad de sembrar a altas densidades.</li><li>• Sofisticado sistema de filtración de agua marina.</li><li>• Piscinas revestidas con plástico de polietileno de alta densidad.</li><li>• Finca libre de virus.</li><li>• Sistema de alimentación mecanizado a través de un soplador industrial.</li><li>• Maquina cosechadora con capacidad de manejar grandes volúmenes de camarón en un corto período de tiempo con un trabajo mínimo.</li><li>• Excelente sistema de drenaje y manejo de sedimentos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diseñar sistemas de bioseguridad.</li></ul>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de tratamiento de aguas residuales.</li> <li>• Capacidad financiera para invertir en más tecnología.</li> </ul>	
<b>Debilidades</b>	<b>Amenazas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto costo energético.</li> <li>• Alto costo de mano de obra.</li> <li>• Alto consumo de energía por aireadores, bombas etc.</li> <li>• Bajas temperaturas para el cultivo de camarón en invierno.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Virus que han devastado zonas camaroneras completas en el mundo entero, algunos presentes en Belice y otros países del mundo, sin embargo aún no son un problema en BAL: EMS, TSV, WSSV, IHHNV, IMNV y HHV.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

El sistema de producción hiperintensivo de BAL, es un sistema que permite tener un buen control de las condiciones en las que se desarrolla el cultivo de camarón siendo muy amigable con el ambiente, esta finca tiene la oportunidad de seguir creciendo y generando información e innovando en el cultivo de camarón, como ya lo ha hecho anteriormente, posee características que podrían ser únicas en el mundo, tales como el diseño, ingeniería y equipo de la finca, una planta procesadora con tecnología de punta, un laboratorio de maduración y larvicultura, instalación para investigación y desarrollo, un taller de mecánica muy bien equipado, laboratorios de microbiología y patología, las condiciones climáticas son muy buenas para el cultivo, construida en un área aislada lo cual disminuye la vulnerabilidad

a muchas enfermedades que han puesto de rodillas a grandes compañías en el mundo, ubicada en un área geográfica en donde las condiciones desfavorables del clima, no son una amenaza, sin embargo también existen situaciones desfavorables en las que hay que continuar trabajando, como, el ahorro de energía por ejemplo ya que aun cuando el diseño original poseía un excelente diseño de aireación, este era muy caro y el costo de energía es elevado por lo que actualmente lo que se busca es la eficiencia, al ser el segundo costo con mayor peso en el cultivo de camarón.

## 1.6 CONCLUSIONES

Belize Aquaculture Ltd. Es una de las compañías de mayor importancia en Belice y en el mundo de la acuicultura, es una finca que anualmente realiza dos ciclos de cultivo de camarón (*Litopenaeus vannamei*) con una duración aproximada de 140 y 160 días de cultivo, dicho proceso conlleva una serie de actividades previas, durante y después, en resumen el cultivo de camarón inicia desde su reproducción en el laboratorio de larvicultura, posteriormente es transportada hacia las piscinas de engorde en hacia donde previamente se ha conducido y filtrado el agua marina, para posteriormente realizar el llenado de piscinas, preparación de piscinas (desinfestación y producción de biofloc), posterior a esto se realizan los cambios necesarios como traslado o movimiento de aireadores si fuera necesario de acuerdo a un diseño previo, el siguiente paso es la aclimatación y siembra de los PL-12, hasta este momento inicia realmente la fase de engorde en el cultivo de camarón durante este periodo se efectúan actividades diarias, tales como alimentación, muestreos, manejo de sedimentos, aplicaciones, control parámetros de calidad de agua a nivel de campo etc. se dice a nivel de campo pues la finca es la encargada de medir ciertos parámetros como la temperatura, oxígeno, etc. mientras que el laboratorio de microbiología y el laboratorio de patología que aunque trabajan en coordinación con la finca, son ajenos a la administración de la finca, y dentro de la compañía ocupan un mismo nivel jerárquico, estos encargan de realizar análisis más profundos como conteo y determinación de algas, protozoos, microorganismos en general, calidad de camarón a nivel de laboratorio, niveles



de amonio, nitritos, etc. ellos envía informes a la finca la cual toma las respectivas decisiones.

En cada una de las actividades durante el cultivo diariamente se toman pequeñas decisiones de gran trascendencia, tales como: dar o suspender la dosis de alimentación y si se da cuanto alimento dar de la ración proyectada (importante mencionar que hay un techo del cual no se debe pasar aunque el animal pida más alimento), cuanto tiempo dejar encendidos o apagados los aireadores, realizar o no aplicaciones para corregir pH, fertilizar o no, etc. y todas estas decisiones según las necesidades de cada piscina.


El penúltimo paso es la cosecha, quizá el momento más esperado, este proceso tarda aproximadamente tres horas solo la extracción del camarón, más el tiempo que lleva la instalación y desinstalación del equipo y el traslado de los contenedores hacia la planta en donde dependiendo el mercado puede enviarse fresco, congelado o cocinado. etc.

La última actividad, es la limpieza y mantenimiento de las piscinas y equipo.

## 1.7 BIBLIOGRAFÍA

1. Boyd, CE; Clay, J. 2002. Evaluation of Belize aquaculture Ltd: a superintensive shrimp aquaculture system (en línea). Belice, FAO / WWF / NACA. Consultado 7 mar 2014. Disponible en <http://library.enaca.org/Shrimp/Case/LatinAmerica/Belize/FinalBelize.pdf>
2. Burford, MA; Thompson, PJ; McIntosh, RP; Bauman, RH; Pearson, DC. 2003. Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize (en línea). *Aquaculture* 219:393–411. Consultado 13 mar 2014. Disponible en <http://zoologia.biologia.uasnet.mx/protozoos/protozoa59.pdf>
3. Castañeda, P. 2003. Politic map of Belize (en línea). Texas, US, University of Texas at Austin. Consultado 12 mar 2014. Disponible en <http://www.lib.utexas.edu/maps/belize.html>
4. DISAGRO, Línea Acuícola, GT. 2013. Ferti-lake y silica-lake (en línea). Guatemala. Consultado 2 mar 2014. Disponible en <http://www.disagro.com/es/linea-acuicola>
5. FAO, IT. 2010. Depuración de bivalvos: aspectos fundamentales y prácticos (en línea). Roma, Italia. Consultado 1 mar 2014. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/014/i0201s/i0201s.pdf>
6. \_\_\_\_\_. 2015. Visión general del sector acuícola nacional (en línea). Belice, Departamento de Pesca y Acuicultura. Consultado 24 feb 2014. Disponible en [http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso\\_belize/es#tcN7003E](http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_belize/es#tcN7003E)
7. Ledwin, S. 2010. Assessment of the ecological impacts of two shrimp farms in southern Belize (en línea). Michigan, US, University of Michigan. Consultado 18 feb 2014. Disponible en [http://www.saveourpeninsula.org/agriculture\\_aquaculture/shrimp-farm-impacts.pdf](http://www.saveourpeninsula.org/agriculture_aquaculture/shrimp-farm-impacts.pdf)
8. McIntosh, R. 2011. Barry Bowen and Belize Aquaculture Limited; Barry Bowen re-thinks shrimp farming technology (en línea). Belize, Shrimp News International. Consultado 26 feb 2014. Disponible en <http://www.shrimpnews.com/FreeReportsFolder/FarmReportsFolder/RobinsMcIntoshWAS2011.html>
9. MGAP (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, UY; DINARA (Dirección General de Recursos Acuáticos, UY; FAO, UY. 2010. Manual básico de piscicultura en estanques (en línea). Montevideo, Uruguay. Consultado 2 mar 2014. Disponible en [http://www.dinara.gub.uy/web\\_dinara/images/stories/new/manual.pdf](http://www.dinara.gub.uy/web_dinara/images/stories/new/manual.pdf)

10. Myvett, G; Quintana, R. 2002. The status of aquaculture in Belize (en línea). Belize, Aquaculture & Inland Fisheries Unit. Consultado 25 feb 2014. Disponible en [http://eprints.eriub.org/32/1/STATUS\\_OF\\_AQUACULTURE\\_2002.pdf](http://eprints.eriub.org/32/1/STATUS_OF_AQUACULTURE_2002.pdf)
11. National Meteorological Service of Belize, BE. 2015. Climate summary (en línea). Belize. Consultado 12 mar 2014. Disponible en <http://www.hydromet.gov.bz/climate-summary>
12. NICOVITA, PE. 1996. Los nutrientes y fertilización en estanques de cultivo (en línea). Boletín Nicovita 1(8). Consultado 2 mar 2014. Disponible en [http://www.nicovita.com.pe/Files/Boletines/boletines\\_1996/agosto\\_96/agosto\\_96\\_02.pdf](http://www.nicovita.com.pe/Files/Boletines/boletines_1996/agosto_96/agosto_96_02.pdf)
13. \_\_\_\_\_. 1998. Utilización de melaza en estanques de cultivo de camarón (en línea). Boletín Nicovita 3(3). Consultado 2 mar 2014. Disponible en [http://www.alicorp.com.pe/ohs\\_images/nicovita/boletines/calidad\\_de\\_agua/bole\\_9803\\_02.pdf](http://www.alicorp.com.pe/ohs_images/nicovita/boletines/calidad_de_agua/bole_9803_02.pdf)
14. \_\_\_\_\_. 2001. Aireación en estanques de cultivo de camarón (en línea). Boletín Nicovita 6(4). Consultado 7 mar 2014. Disponible en [http://www.alicorp.com.pe/ohs\\_images/nicovita/boletines/2001/bole\\_0104\\_01.pdf](http://www.alicorp.com.pe/ohs_images/nicovita/boletines/2001/bole_0104_01.pdf)
15. \_\_\_\_\_. 2001. El oxígeno disuelto en estanques de cultivo (en línea). Boletín Nicovita 6(3). Consultado 5 mar 2014. Disponible en [http://www.nicovita.com.pe/Files/Boletines/boletines\\_2001/marzo\\_2001/mar\\_2001\\_01.pdf](http://www.nicovita.com.pe/Files/Boletines/boletines_2001/marzo_2001/mar_2001_01.pdf)
16. Peteiro, LG; Filgueira, R; Fernández-Reiriz, MJ. Moluscos bivalvos; anatomía funcional de moluscos bivalvos (es línea). España, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Departamento de Fisiología, Nutrición y Cultivo de Moluscos Bivalvos (IIM-CSIC). Consultado 24 feb 2014. Disponible en [http://www.magrama.gob.es/app/JACUMAR/especies/Documentos/Moluscos\\_2.pdf](http://www.magrama.gob.es/app/JACUMAR/especies/Documentos/Moluscos_2.pdf)
17. Taw, N. 2011. Expanding pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) farming in biofloc system (en línea). Kochi, India, Blue Archipelago. Consultado 3 mar 2014. Disponible en <http://www.bluearchipelago.com/wp-content/uploads/2011/06/APA-INDIA-2011-NTaw-Biofloc.pdf>
18. \_\_\_\_\_. 2012. Recent developments in biofloc technology, biosecure systems improve economics, sustainability (en línea). Global Aquaculture Advocate 15. Consultado 3 mar 2014. Disponible en [http://www.industriaacuicola.com/PDFs/avances\\_biofloc.pdf](http://www.industriaacuicola.com/PDFs/avances_biofloc.pdf)



**2 CAPITULO II:  
EVALUACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EFICIENCIA DE DOS  
SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN EN EL CULTIVO DE CAMARÓN  
(*Litopenaeus vannamei*) EN ETAPA DE ENGORDE EN LA COMPAÑIA  
BELIZE AQUACULTURE, LTD. -BAL- UBICADA EN PLACENCIA,  
DISTRITO DE STANN CREEK, BELICE, C.A.**

## 2.1 INTRODUCCIÓN

La alimentación ha sido por mucho tiempo objeto de numerosas investigaciones en la industria camaronera, debido a que es el rubro de mayor peso en los costos de producción y la necesidad de optimizar los recursos ha llevado a que cada finca cuente con su propio programa de alimentación para cada ciclo, con tablas que indican claramente el tipo de alimento, la marca del alimento, contenido proteico, cantidad, tamaño del pellet, la fase de desarrollo del camarón y el número de raciones por día en cada etapa del cultivo. Dichos programas se ajustan periódicamente dependiendo de los resultados de los muestreos poblacionales y crecimiento de los camarones (Biometrías), y diariamente ajustados de acuerdo a las lecturas de consumo en bandejas, ciclo de muda y otros factores que puedan afectar el consumo de alimento, por lo tanto el manejo del alimento implica cualquier acción que mejore el crecimiento, la sobrevivencia, disminuir el factor de conversión alimenticia y que genere en la medida de lo posible el menor impacto al ambiente.

En los inicios de la camaronicultura, el engorde se llevaba a cabo en sistemas que se caracterizan por el uso de grandes extensiones de terreno y bajas densidades de siembra, los cuales a través del tiempo han ido evolucionando a sistemas más complejos pasando de extensivos a semi-intensivos y de estos a intensivos, así mismo el alimento y las estrategias de alimentación han ido evolucionando y han pasado de métodos tradicionales como la alimentación al voleo a bandejas de alimentación. En la actualidad el cultivo de camarón enfrenta algunos retos importantes para consolidarse como una actividad económicamente viable y ecológicamente sustentable, de esta manera la evolución en la industria camaronera continúa avanzando y ha pasado de sistemas de producción intensiva a hiper-intensiva como lo es Belize Aquaculture Ltd. -BAL- que son sistemas que buscan mayores niveles de tecnificación y eficiencia de los recursos y la alimentación es uno de ellos y han pasado de métodos manuales como los antes mencionados a sistemas de alimentación más complejos como los mecanizados y sistemas automáticos y/o computarizados.

De acuerdo con esto surgió la presente investigación que tuvo como objetivo principal evaluar la eficiencia a nivel técnico y financiero de dos sistemas de alimentación, uno es el actualmente utilizado, el cual es un sistema mecanizado que distribuye el alimento por medio de un soplador industrial y el otro un sistema automático que consiste en la distribución del alimento mediante la instalación de alimentadores automáticos.

## 2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Muchos investigadores y compañías camaroneras han generado una gran cantidad de información en búsqueda de mejorar los sistemas de producción y principalmente el manejo del alimento y han desarrollado varios sistemas de distribución que permitan una mejor distribución y aprovechamiento del alimento a lo largo del cultivo con el fin de optimizar los recursos.

En la actualidad se han generado nuevos sistemas de alimentación que han desplazado al método de distribución al voleo ya que a pesar de su facilidad y sencillez este tiene sus grandes limitaciones, pues demanda una gran cantidad de mano de obra, tiempo, entre otras.

Debido a esto, han surgimiento nuevos métodos que a diferencia del anterior, estos permiten un ajuste permanente de la ración en función del consumo, tal es el caso de las bandejas de alimentación las cuales se han vuelto un sistema muy eficiente y popular, sin embargo BAL utiliza un sistema aún más avanzado, como lo es la distribución mecanizada del alimento a través de un soplador mecanizado el cual muy pocas compañías camaroneras han implementado, debido a que requieren una alta inversión y los diseños irregulares de piscinas y el mal estado de las calles dificultan la implementación de este sistema de alimentación. El sistema mecanizado ha dado muy buenos resultados, sin embargo en búsqueda de aumentar la eficiencia y tecnificación de la industria BAL ha decidido ir más allá y quiere implementar un sistema automatizado que consiste en la implementación de comederos automáticos, el cual es un sistema de alimentación muy novedoso y que muy pocas empresas pueden implementar por diferentes razones pero principalmente porque son diseñados principalmente para sistemas de cultivo hiper-intensivo, y requieren una alta capacidad de inversión, personal capacitado y con experiencia en el manejo de estos sistemas tan complejos.

Es precisamente por estos motivos, que surgió la presente investigación en la cual se logró determinar la eficiencia técnica y financiera de cada uno de los dos sistemas de alimentación y con base en ello estableció cuál de los dos sistemas brinda mayores beneficios a la compañía.



## 2.3 JUSTIFICACIÓN

Uno de los problemas en el cultivo del camarón es que estos no pueden ser observados en el fondo de las piscinas y por tanto no es posible cuantificar el número exacto de animales contenidos en ella, pues una vez se han sembrado debido a las características que toma el agua durante el cultivo y la profundidad de los estanques es imposible observar a través de ella, en este sentido cuando se suministra alimento, los camarones no van a la superficie en busca del alimento como sucede con la mayoría de los peces cultivados, estos esperan que el alimento baje para poder alimentarse, además, cuando un camarón muere durante el cultivo, raramente flota, como lo hace un pez muerto ya que regularmente es devorado por otro camarón, así mismo con el aumento de las enfermedades y otras situaciones que provocan mortalidad en piscinas, no hay un indicador de la cantidad exacta de animales presentes, únicamente aproximaciones de acuerdo a muestreos que se realizan periódicamente, aunado a esto los costos de producción de camarón cada vez son más altos. En BAL el 61% de los costos de producción de camarón está representado por el alimento, lo cual hace necesario llevar a cabo investigaciones relacionadas con el manejo de la alimentación, para obtener una mayor márgenes de rentabilidad en el cultivo de camarón.

Sin embargo es importante hacer notar que no se trata de costos solamente pues sobrealimentar contribuye a la degradación de la calidad del agua y sedimentos de material orgánico en los fondos de las piscinas lo cual es indiscutiblemente estresante para el camarón y potencialmente mortal. Otra razón es la necesidad de minimizar el impacto ambiental generado por la sobrealimentación y efecto de los sedimentos de material orgánico de las piscinas, ocasionando una eutrofización del agua de los efluentes, lo cual se debe de evitar para lograr la sostenibilidad de la actividad productiva, es importante mencionar que esta situación también contribuye a la proliferación de muchas enfermedades, las cuales en la actualidad tienen de rodillas a la industria camaronera a nivel mundial. Por esta razón un buen manejo del alimento es determinante para lograr una buena cosecha, tanto en términos cualitativos como cuantitativos.

Por lo tanto la presente investigación es una herramienta importante para la toma de decisiones pues de acuerdo a los resultados obtenidos se justificará la implementación de un nuevo sistema de alimentación en toda la finca o continuar con el actualmente utilizado.

## **2.4 MARCO TEÓRICO**

### **2.4.1 Hábitos alimenticios**

La mayoría de las especies que se cultivan en el mundo, tienen hábitos alimenticios omnívoros, basando su alimentación en elementos de origen vegetal, animal, bacteriano o detritos. Los juveniles de camarones peneidos utilizan en su alimentación material vegetal, ya sea directamente, a través de las presas o en los detritos. Las algas epifitas son la principal fuente de carbón orgánico para algunas especies de camarón (10).

Los camarones tienen hábitos nocturnos, por lo tanto aprovechan más las raciones suministradas por la tarde y noche, mientras que durante la época de muda, tienden a disminuir el consumo de alimento. Los camarones son coprofágicos es decir, consumen sus propias heces, las cuales al ser colonizadas por bacterias heterotróficas convierten la proteína del alimento en proteína bacteriana (11).

### **2.4.2 La importancia del buen manejo del alimento en el cultivo de camarón**

El manejo inapropiado de los alimentos (natural y suplementario) en los estanques de cultivo de camarón puede dar inicio a una serie de problemas entre los que se incluye: a) carga de nutrientes y de materia orgánica; b) tasa alta de conversión, c) crecimiento lento d) enfermedades e) mortalidad, conllevando a bajos rendimientos de producción (15)

Los desechos y exceso de alimento junto con las heces fecales, el plancton muerto y otros restos orgánicos al acumularse sobre el fondo del estanque, requerirán oxígeno para su degradación y en la mayoría de los casos producirán condiciones anaerobias, provocando deplección de oxígeno. El camarón durante el proceso de ecdisis (muda) perturbará el fondo con sus movimientos para retirar su exoesqueleto, lo que provocara suspensión de materia orgánica que requerirá oxígeno y a la vez liberara sustancias

amoniacales. Si no hubiese oxígeno suficiente para cubrir sus demandas de respiración y otros procesos fisiológicos, el camarón morirá sobre el fondo o morirá envenenado por el incremento de compuestos amoniacales (15)

También, la acumulación de desechos orgánicos sobre fondos con condiciones anaerobias servirá de lecho para el desarrollo de enfermedades causadas por organismos patógenos oportunistas, especialmente Vibrios, Aeromonas, Pseudomonas y organismos epicomensales. Estos últimos, se ubican especialmente sobre las branquias del camarón, provocando asfixia y muerte. Además, en épocas calurosas, se acentúa la presencia de bacteria NHP, atacando el hepatopancreas y causando mortalidades que van desde 30 - 50% de la población de camarones (15)

### **2.4.3 Métodos de alimentación**

#### **A. Método al voleo**

Para realizarlo, es de suma importancia conocer cuál es la biomasa existente, por lo que hay que realizar muestreos poblacionales quincenales y de crecimiento semanal para conocer el peso promedio del camarón y con estos datos, guiarse por una tabla de alimentación ajustada a la realidad y trayectoria de producción de la camaronera (deberá incluir datos de supervivencia estimada, el número de días que dura una campaña de cultivo, productividad de cada estanque, estación del año, etc. (14)

Con la alimentación al voleo el alimento es ampliamente distribuido sobre el estanque y todos los camarones cultivados pueden alimentarse adecuadamente, evitando el estrés que se genera cuando compiten por entrar al comedero, acentuándose más cada vez que aumenta la biomasa (14)

Para alimentar al voleo se debe tener en cuenta la profundidad del estanque, los canales interiores de drenaje, etc. de esta manera se evitara bolear alimento en las partes

someras (30-50 cm. de profundidad), donde no llegarán los camarones durante el día debido al calentamiento del agua por los rayos solares. Se debe evitar regar alimento en partes donde se van a acumular desechos tóxicos, y sedimentos anaeróbicos como los canales o zanjas interiores (14)

El inapropiado suministro al boleo encarece el costo de la campaña, por los desperdicios o sobrante que quede; además de llegar a ser un fertilizante orgánico caro o malograr los fondos (14)

El método al boleo con tabla de alimentación se ve afectado por condiciones tales como: (a) diferencias estacionales en el ritmo de crecimiento (diferentes tasas de crecimiento en verano e invierno,); (b) variación de alimento natural entre estanques debido a la fertilización, profundidad del estanque, densidad de siembra y (c) calidad de alimento (14)

### **B. Método de alimentación con bandejas**

Con este método el alimento es colocado en mayor cantidad de la que demande el “consumo” del camarón y se realizan los ajustes de suministros y remanentes. El peso de alimento que se suministra es dividido en forma equitativa sobre el número de comederos que corresponden por hectárea. Esta “ración diaria” puede dividirse tanto en porcentajes y dosificaciones previamente estipuladas. Así por ejemplo, si se tiene que suministrar 20 Kg./Ha/día, se colocan 1,000 gr. de alimento en cada comedero, suponiendo que se utilizan 20 comederos por hectárea y si se realiza una dosificación al día, lo cual no es recomendable. Si la dosificación fuera dos veces al día (7:00 A.M. y 4:00 P.M.), se distribuye el 40% (8 Kg.) en la dosis de la mañana y 60% (12 Kg.) en la dosificación de la tarde (14)

**a. Método de alimentación con bandejas como "muestreadores"**

i. Principios:

Este método se basa en la obtención de una indicación sobre el apetito de la población en una piscina dada, y a un momento dado, a partir del consumo de una fracción mínima de la ración diaria en muy pocas bandejas repartidas estratégicamente en lugares "representativos" de dicha población. La fracción repartida en estas bandejas representa solamente el 1, 2 o 3 % del total de la ración distribuida. Algunos otros científicos indican que se debe colocar una cantidad fija (150 gramos por ejemplo), para facilitar la interpretación de los restos, pero esta cantidad, que de todas formas, no representa más del 5 % del total de la ración, en el más alto de los casos (2)

Las bandejas deben ser ubicadas en sitios con condiciones favorables al camarón. No se deben colocar bandejas en zonas demasiado someras o degradadas. El camarón visita poco estas zonas y por lo tanto dejará "falsos positivos" que pueden provocar ajustes inadecuados, además de un desgaste de alimento (2)

El control de los restos las bandejas se debe realizar a un tiempo definido después de la alimentación. Sin embargo, no existe un tiempo fijo válido para todas las condiciones. Este tiempo es una de las decisiones más importantes que puede influir sobre la pertinencia de la interpretación de los restos. Un tiempo demasiado corto no dejara suficiente oportunidad a la población para alimentarse y se puede provocar subalimentación, mientras que en caso opuesto (demasiado tiempo), se puede llegar a sobrealimentar, con todas las consecuencias nefastas para el cultivo y su ambiente. Además, se debe tomar en cuenta que la calidad del alimento, tanto física como alimenticia, de un pelet se reduce con el tiempo. Por lo tanto, no es recomendable esperar mucho tiempo antes de confirmar que todo haya sido consumido, porque posiblemente parte de los alimentos se desagregaron sin haber sido consumidos (2)

La lectura de las charolas se debe realizar necesariamente por la misma persona que las lleno. En lo general, se revisan a las 1, 2 o 3 horas después. Ciertos camareros, solamente las revisan justo antes de la siguiente distribución (2)

En cuanto a la estimación de los restos, se puede diseñar métodos sencillos que facilitan su aplicación por el personal de campo, el más sencillo siendo 0/1, es decir vacía (0) o no vacía (1). Obviamente, pueden quedar mezcladas situaciones con unos pelets sin haber sido consumido, hasta quedando casi la totalidad. Por lo tanto, se recomienda detallar un poco este método: 0/1/2: vacía (0), un poco no consumido (1), mucho alimento no consumido (2). En este caso, la dificultad es definir hasta cual cantidad se puede considerar “poca” o “mucho”. Otros expertos prefieren cuantificar los restos en forma de 0, 1 a 25 %, 25 a 50 % y más del 50 %. Cuando se diseña cualquier método, se debe pensar que la evaluación se hará en el campo, sin equipos de medición salvo el “ojímetro”. Por lo tanto, es preferible no pedir demasiado al supervisor de las bandejas (2)

## ii. Ajustes y límites

Este método, con unos principios básicos sencillos, permite una gran variedad de ajustes en el manejo de la alimentación, con un sobrecosto mínimo. Dentro de los cuales se ha reportado la posibilidad de observar variaciones del apetito de una población de camarón según las siguientes razones:

- El ciclo de muda, ligado al ciclo lunar. En ciertos estadios del ciclo lunar, ciertas poblaciones de camarón tienen una sincronización de su muda. En este caso, se permite un gran ahorro de alimento cuando el camarón entra en fase de premuda, y hasta la postmuda. Es importante resaltar que luego de la muda, los requerimientos del camarón son bastante altos y por consecuencia los aumentos de ración deben ser lo suficiente fuertes para cubrir todas las necesidades del animal. Esta observación es otro resultado de una lectura confiable de bandejas (2)

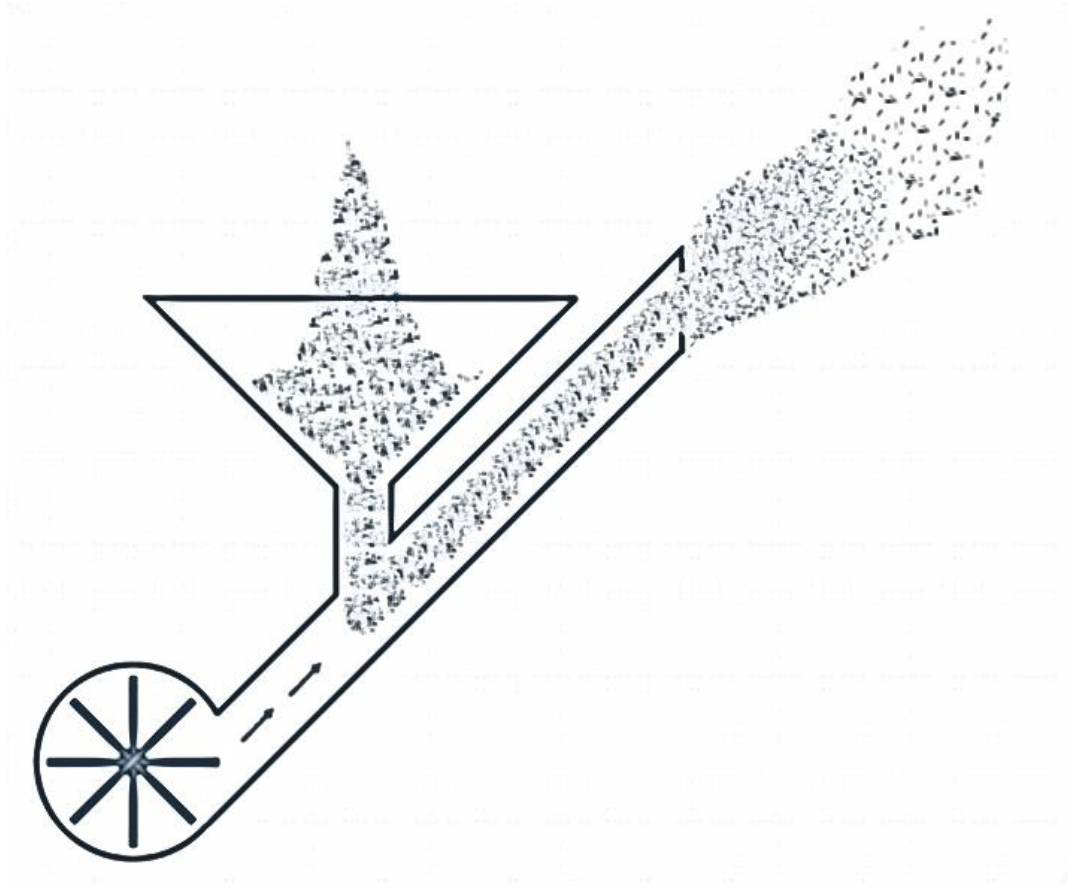
- Las variaciones de calidad del agua, en especial de la temperatura y del oxígeno. Un seguimiento preciso, con reloj y termómetro en la mano, de las charolas permite decidir a partir de qué hora es recomendable iniciar la primera alimentación del día, cuando se encuentra en estaciones frescas o frías. No sirve alimentar cuando la temperatura y/o el oxígeno están por debajo del mínimo ya que estas condiciones estresan al camarón y le quitan el apetito (2)
- Las reparticiones especiales de la población de camarón en el estanque. Las bandejas permiten observar áreas del estanque poco o al contrario muy visitadas. En este caso, es recomendable distribuir en las zonas de concentración del camarón, mientras se resuelve el problema de la zona “desértica”, cuando es posible explicarla. Estas situaciones pueden ser provocadas por amplitudes térmicas excesivas en las áreas someras de un estanque en estaciones frescas, o por una mala calidad del fondo de una parte del estanque (2)
- Las posibles enfermedades que pueden reducir el apetito en ciertos momentos de su desarrollo, y/o pueden provocar mortalidades que reducen la biomasa de camarón para alimentar. Luego de por lo menos una serie de ciclos de cultivo con este método, se puede lograr una cierta modelización del consumo real del camarón en las condiciones específicas de la granja y lograr una buena estimación de la biomasa en cultivo, información muy valiosa al momento de la cosecha (2)

### **C. Alimentación mecanizada**

Casi todos los equipos de este tipo dependen de un dispositivo de soplador accionado por el motor del tractor o camión. El alimento es liberado por el operador en el soplador turbo, quien a su vez controla el tiempo, la cantidad de alimentación y la dirección en la que el alimento es expulsado. Aunque hay muchas variantes y ejemplos patentados de alimentadores de aire comprimido, la mayoría se basan en el mismo principio. El alimentador posee una tolva montada en la cual es almacenado el alimento, el cual debido a la gravedad cae sobre un tubo por el cual el alimento es expulsado a una fuerza considerable debido a



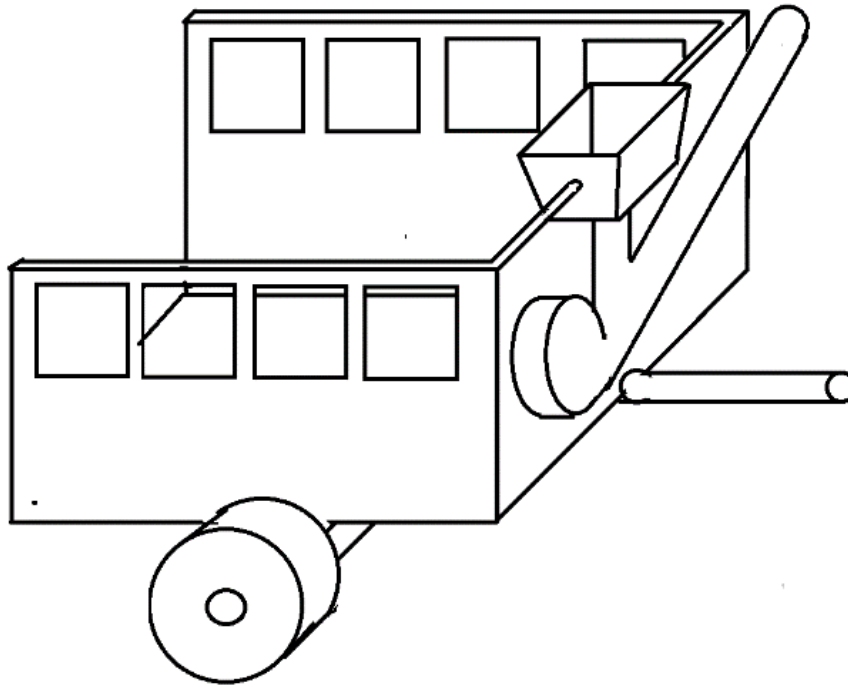
aire impulsado por el compresor. La ráfaga de aire proveniente del compresor es liberado por una válvula controlada por un temporizador controlado por el operario del tractor (6).



Fuente: Elaboración propia

**Figura 7: Ejemplo de un soplador para alimentación mecanizada**

La cantidad de alimento expulsado depende del diámetro de la tubería de distribución y la salida de la tolva pero principalmente del tiempo que trascorra abierta la válvula que permite la salida del aire comprimido que pasa a través de la tubería de distribución (6)



Fuente: Elaboración propia

**Figura 8: Carretón y soplador mecanizado (implemento del tractor)**

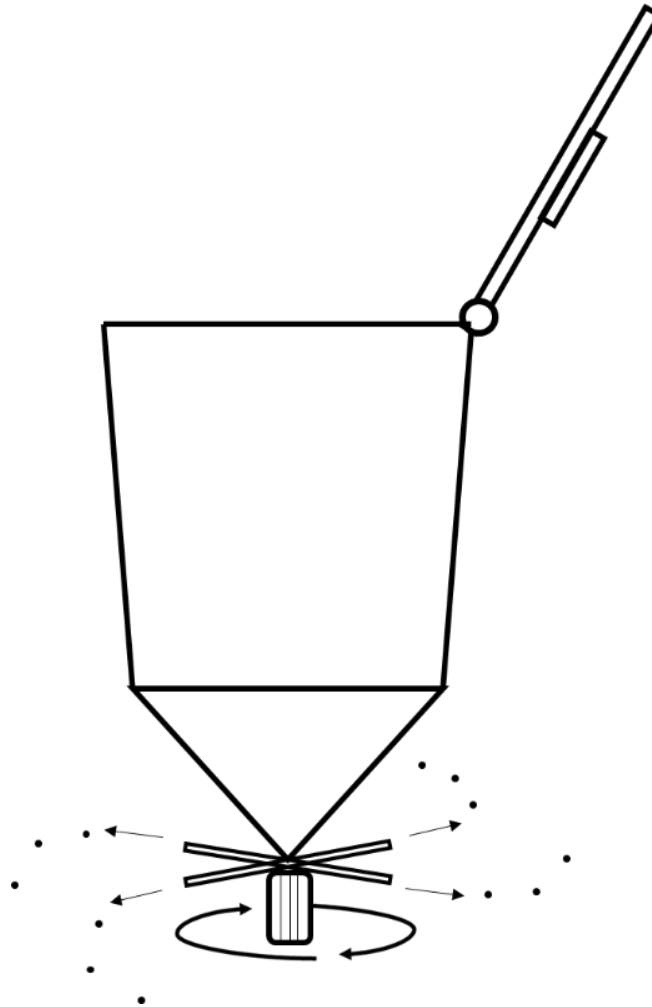
Este sistema de alimentación está diseñado para unidades productivas muy grandes y con diseños cuadriculados y no son adecuados para acuicultura de pequeña escala (6).

#### **D. Alimentación con alimentadores automáticos**

Aunque los alimentadores automáticos se han utilizado en la cría de peces, los sistemas de alimentación automática para el cultivo de camarones fueron recientemente desarrollados en Tailandia. Según el Departamento de Pesca de Tailandia, las máquinas de alimentación se utilizan con éxito en más del 60% de los productores de camarón en el país. (9).

Los alimentadores automáticos son muy adecuados para grandes estanques ya que están diseñados para distribuir alimento en un radio de aproximadamente 10 m. La eficiencia de una máquina de alimentación se relaciona con el tamaño y la forma del estanque. Si se

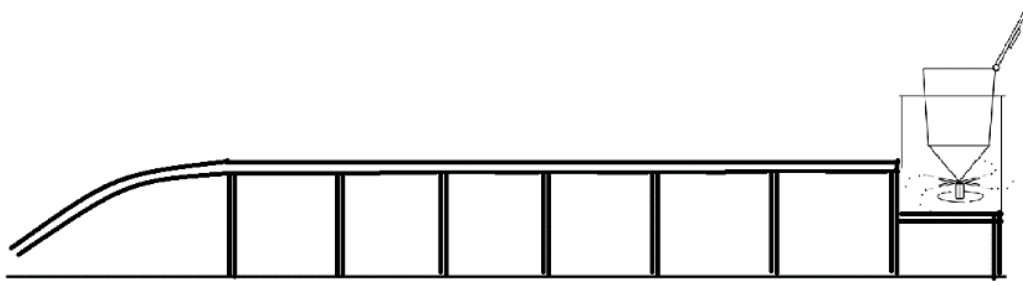
utiliza un alimentador en un pequeño estanque cuadrado de menos de 1 ha de superficie, puede alcanzar para alimentar hasta 600,000 camarones, mientras que en grandes estanques rectangulares de más de 2 ha, la eficiencia puede bajar a 300.000 camarones /máquina (9).



Fuente: Elaboración propia

**Figura 9: Ejemplo de un comedero automático**

La máquina de alimentación debe ser colocada en un pequeño muelle que se extiende de 12 a 15 m hacia el centro del estanque y se coloca en la zona más profunda (9).



Fuente: Elaboración propia

**Figura 10: Muelle que comunica al comedero automático con la borda**

El alimento distribuido por la máquina no debe estar demasiado cerca de aireadores, debido a que la corriente causada por los aireadores podría empujar el alimento a donde el camarón no lo puede alcanzar fácilmente (9).

El surtidor del distribuidor de alimento debe estar a unos 60 - 80 cm por encima de la superficie del agua. Cuanto más alto se coloca la máquina, mayor será el radio de distribución de alimento. Si se necesitan dos máquinas de alimentación para un estanque, deben ser colocadas paralelas entre sí y a 25 - 30 m de distancia entre ellas, para que la distribución del alimento no se superponga. Si el estanque es largo y estrecho, las máquinas deben ser colocadas en los extremos opuestos (9).

Las máquinas automáticas de alimentación se deben utilizar primero cuando el camarón tiene de 15 a 25 días de edad o cuando los productores comienzan a usar pellets de 1,8 a 2,0 mm de diámetro. Antes de eso, la alimentación se debe hacer con los métodos tradicionales. Algunos productores tailandeses empiezan a utilizar los alimentadores automáticos cuando se realizan las primeras estimaciones de la tasa de supervivencia y el tamaño de los camarones (9).

**Cuadro 13: Períodos e intervalos comunes para distribución de alimento usando alimentación automática**

<b>Talla del camarón (g)</b>	<b>Tiempo de distribución (seg)</b>	<b>Intervalo Entre Distribuciones (min)</b>
1-5	5	2
6-12	18	5
Más de 12	30	10

Fuente: Limsuwan, 2013

Un conjunto de temporizadores controlan el tiempo de difusión de alimento en intervalos de unos pocos segundos a varios minutos, dependiendo de la dosis deseada de alimentación, tamaño de camarones y biomasa. La mayoría de los productores comienzan con tiempos de distribución e intervalos más cortos cuando los animales son pequeños, pero a medida que el camarón crece, los períodos e intervalos se hacen más largos. Otro tipo de temporizador controla los periodos de tiempo en que los alimentadores automáticos trabajan durante el día. Algunos productores prefieren períodos de 7 a.m.- 8 p.m., y otros utilizan los alimentadores automáticos las 24 horas del día (9).

Las bandejas de alimentación se utilizan para evaluar el consumo, pero sólo se necesitan dos bandejas para cada máquina de alimentación. La primera bandeja debe estar situada a 1,5-2,0 m de la máquina, y la segunda bandeja colocada a unos 6,0 - 8,0 m de distancia. No se debe permitir que toquen el fondo del estanque, pero deben ser suspendidas a 10 - 15 cm por encima del fondo (9).

Las bandejas deben utilizarse cuando se distribuye mucho alimento, o al menos tanto como en otras áreas. Nada de alimento debe ser aplicado manualmente en las bandejas. Los productores suelen revisar las bandejas cada dos horas, cuatro o cinco veces al día. Si hay restos de alimentos en las bandejas, la máquina de alimentación debe ser ajustada para intervalos más largos entre las dispersiones de alimento, o la tasa de distribución puede reducirse. Idealmente, nada de alimento debe ser dejado en las bandejas. Los productores

deben verificar los pesos medios de los camarones cada semana y ajustar las tasas de alimentación según sea necesario (9).

Los alimentadores automáticos son especialmente adecuados para la alimentación del camarón blanco del Pacífico, que le gusta alimentarse mientras nada veloz mente en el agua. Si se dispensan pequeñas cantidades de pienso en una amplia zona de la superficie del agua en intervalos cortos regulares, hay pocas posibilidades de encontrar restos de alimentos en el fondo del estanque. Por lo tanto, la sobre-alimentación es rara durante la alimentación automática, y la calidad del fondo del estanque se mantiene hasta el final del ciclo de engorde (9).

#### ***a. Recomendaciones de alimentación***

- Si más de un alimentador se utiliza en un estanque, las máquinas de alimentación deben estar encendidas al mismo tiempo, para que el alimento sea distribuido por todo el estanque al mismo tiempo.
- La alimentación automática normalmente se debe hacer durante el día, lo que hace que el camarón consuma la productividad natural en la noche. Si las máquinas se utilizan 24 horas sin supervisión durante la noche, las concentraciones de oxígeno pueden caer por debajo de los niveles normales.
- Los productores deben tener en cuenta que los gránulos de pienso de mayor tamaño se distribuyen más lejos de la máquina de alimentación y alcanzan un radio ligeramente mayor que los pellets de menor tamaño.
- Cuando se presenta una amplia gama de tamaños en la población de camarones, los animales pequeños pueden ser alimentados manualmente hasta que se haya determinado la cantidad apropiada de pienso. Entonces los alimentadores automáticos deben ser utilizados de nuevo.

- En zonas de vientos fuertes, se recomienda colocar redes en las orillas de los estanques cercanos a los alimentadores automáticos para que gránulos de pienso no caigan en la tierra.
- Si una gran cantidad de alimento se deja en las bandejas de alimentación, y el clima está nublado o lluvioso, los alimentadores deben ser apagados durante unas horas durante el día.

***b. Beneficios de los sistemas automáticos:***

- Disminución del factor de conversión alimenticia hasta en un 30 %, valores de 1.1-1.2
- Crecimiento más rápido y una mejor uniformidad de la talla
- Mejor calidad del agua
- Disminuye los costos de producción
- Alimento fresco debido a la alimentación continua
- Mínima lixiviación
- El alimentación requiere menos aglutinante, menos trigo y menos atrayentes.
- Los costos de alimentación y los costos laborales se reducen.
- Los camarones se alimentan en la columna de agua en donde no hay sedimentación en comparación con el fondo de las piscinas. (8)

## **2.4.4 Características del alimento adecuado**

### **A. Composición nutricional**

Los camarones comen hasta cubrir sus requerimientos nutricionales. Dietas con un alto contenido energético reducen la ingestión de alimento y que cuando la relación

energía/proteína es demasiado alta, el consumo puede ser limitado y en consecuencia disminuye el crecimiento. Un método simple para promover un nivel adecuado de energía en alimentos para camarón es mantener la tasa de proteína: lípidos en 6:1 (10).

El nutriente que más atención recibe en el caso de alimentos balanceados para camarones es la concentración de proteína. Existe una gran variedad de composiciones nutricionales disponibles en alimentos balanceados, por lo que se sugiere suministrar para producciones de 600kg/ha, 800 - 1.000 kg/ha y 1.000 - 1.200 kg/ha balanceados que contengan 20-22%, 25% y 35% de proteína cruda, respectivamente. Para producciones mayores a 1.200 kg/ha, se requieren dietas completas que suministren todos los macro- y micro-nutrientes que el animal necesita para su desarrollo (10).

## **B. Consistencia, granulometría, tamaño y flotabilidad del alimento**

La apariencia física del alimento es importante desde el punto de vista de control de calidad. Un color no uniforme indica que hubo problemas en la molienda o en el mezclado de los ingredientes, tiempo de cocción en la pelletizadora irregular, mala distribución del agua al momento de pelletizar o con el baño de aceite de pescado que se da por lo general al final de la pelletización. Un color muy oscuro en el alimento puede ser producto de un doble baño de aceite o la señal de que esté sobre cocinado y, por lo tanto, que la disponibilidad de los nutrientes como vitaminas y amino ácidos se vean afectados (10).

El diámetro requerido del pelletizado varía dependiendo del tamaño del camarón. Postlarvas y camarones de hasta 2g son demasiado pequeños para comer un pellet completo por lo que éstos son inicialmente alimentados con un alimento que ha sido molido y pasado a través de una serie de tamices (zarandas) para obtener partículas de alimento de diámetro uniforme y clasificados de acuerdo al tamaño del camarón. A medida de que se hace la transición desde un tamaño de pelletizado hacia el próximo, es conveniente alimentar con una mezcla de los dos tamaños por una semana, para permitir que el camarón se adapte al balanceado con pellets más grande antes de discontinuar el alimento más pequeño (10).



La medición de la longitud del pellet es una forma de monitorear la calidad del alimento durante la fabricación y manejo hacia la granja. Siendo la relación 2 x 1 (longitud x diámetro) la generalmente aceptada para pellets de camarón (10).

La determinación de diámetro y longitud se la realiza después de cuantificar el número de pellets por gramo. El coeficiente de variación ( $[\text{desviación estándar} \times 100]/\text{promedio}$ ) de cualquiera de estos parámetros debe estar por debajo del 10% (10).

El tamaño de los ingredientes que conforman el balanceado es verificado con el objetivo de determinar su uniformidad, la cual consecuentemente afecta la estabilidad y flotabilidad del balanceado. Mientras más pequeño el tamaño de partícula de los ingredientes, más compactos serán los pelletizados. Lo adecuado es que no se observen grandes diferencias de tamaño entre los ingredientes y que no sea factible identificar la presencia de ingredientes como soya, maíz, arroz, etc.(10).

Otro de los parámetros físicos que se deben revisar frecuentemente es la flotabilidad, la cual se define como la capacidad que tienen los pellets de mantenerse en la superficie de agua debido a su menor peso específico con respecto al agua. Un balanceado es adecuado con menos del 0,1% de flotabilidad ya que aquellos pellets que flotan no van a ser aprovechados por los camarones e incrementan el nivel de contaminación del sistema de cultivo (10).

El tipo de fabricación del balanceado, tipo de carbohidratos y aglutinantes, el volumen del pellet así como la salinidad, temperatura y concentración de materia orgánica del agua afectan en forma directa la flotabilidad de los pellets (10).

## 2.4.5 Características del alimento artificial

### A. Factores que afectan el consumo

Para la mayoría de especies cultivadas la ingesta de alimento varía primariamente con el tipo de alimento, tamaño del camarón, temperatura del agua, condiciones climáticas, densidad de cultivo y salud. Los productores de camarón deben tomar todo estos factores en consideración para maximizar la eficiencia del programa de alimentación. Es por lo tanto fundamentalmente importante que los periodos preferidos de ingesta de alimento sean determinados y las cantidades apropiadas de alimento sean suministradas a saciedad (10).

#### a. *Atractabilidad*

Los crustáceos a diferencia de los peces tienen una alta capacidad de recepción sensorial a distancia mediante el uso de quimiorreceptores y una baja capacidad de recepción sensorial por efecto de la visión. Por lo tanto, la telorrecepción o identificación del estímulo químico a distancia es clave para que los crustáceos puedan identificar el alimento o la fuente alimenticia (10).

#### b. *Textura*

Mantener la integridad física de un alimento, con mínima desintegración y lixiviación de nutrientes en el agua no es tarea fácil, especialmente para especies bentónicas como el camarón que posee hábitos lentos de consumo y requieren roer el alimento antes de la ingestión. En vista de esto, se ha tratado de controlar los factores que se relacionan con la estabilidad del alimento en el agua. Los aglutinantes se han estudiado debido a que tienen efecto además de la hidroestabilidad sobre la textura. Aglutinantes artificiales tienen menor capacidad de retener agua dentro del pellet sin disgregarse mientras que los aglutinantes naturales como el agar, alginato, gluten de trigo, almidón de yuca, entre otros no presentan esta desventaja. De ahí que dependiendo del tipo de aglutinante usado en la fabricación se

pueda formar un pellet esponjoso o elástico y suave, o un alimento duro difícil de roer, proporcionando poco o ningún beneficio nutricional al camarón (10).

## **2.4.6 Dosificación y distribución del alimento**

### **A. Ajuste de la ración**

El determinar la cantidad de alimento que se va a proporcionar al camarón, debe tomar en cuenta diferentes factores que intervienen en el proceso de producción.

Los más comúnmente utilizados hasta ahora y las nuevas tendencias, se detallan a continuación (10).

#### ***a. Mediante tablas de alimentación***

Internacionalmente son escasos los informes sobre tablas de alimentación en la literatura especializada, la mayoría de los datos sobre esta temática se encuentran en propagandas de compañías productoras de alimentos balanceados que establecen diferentes criterios, basados en el nivel de proteína del mismo y el comportamiento del crecimiento de las especies de camarones peneidos más estudiados (10).

Las tablas de alimentación establecen tasas de acuerdo a un porcentaje de la biomasa de camarones en el estanque, que se va reduciendo a medida que los animales aumentan de talla, de ahí la importancia de los muestreos poblacionales y de crecimiento para su correcta y eficiente utilización, los que deben realizarse con una frecuencia quincenal y semanal respectivamente (10).

Las tablas de alimentación deben variar de acuerdo a la composición del alimento utilizado, disponibilidad de alimento natural, calidad del agua (concentración de oxígeno

disuelto y temperatura del agua), así como de las especies de camarones, su edad, densidad de siembra y carga (10).

### ***b. Estimación de la biomasa en el estanque***

Para realizar un ajuste adecuado de la ración a suministrar es imprescindible hacer un estimado de la biomasa lo más cercano posible a la realidad. El primer muestreo se debe realizar a los 30 días de iniciado el cultivo, realizando 4 lances de atarraya por hectárea en puntos equidistantes del estanque, respetando las cuadrículas virtuales. Para ello se debe garantizar un personal entrenado para los muestreos, el atarrayador debe ser siempre el mismo con el propósito de evitar errores en los cálculos. Al finalizar el ciclo de engorde se verificará la confiabilidad de los muestreos permitiéndose un margen de error de  $\pm 150$  kg con relación a la biomasa final (10).

- El cálculo de la supervivencia por la atarraya se estima de acuerdo a los siguientes puntos.
- Se determina el área de la atarraya por la ecuación:  $A = \pi r^2$ . El radio se mide con la atarraya extendida.
- Se realizan 4 lances por hectárea y se promedia el número de camarones entre el número de lances.
- Se obtiene un número por muestra que se puede llevar a la dimensión que tiene el estanque.
- Se aplica el factor de corrección. Cada granja camaronera en particular y aún más cada estanque, tiene un factor de corrección. Este factor corrige el cálculo del número de camarones al suponer que la atarraya cae al 100 % abierta (lo cual es falso).

Algunos utilizan el factor 1.78 y otros el factor 2.50. En otros casos se utiliza una corrección previa al área de la atarraya y que puede ser 0.25, 0.45 o 0.5 dependiendo de la eficiencia que se haya obtenido para cada estanque en particular (10).

Se debe tener en cuenta que no hay un método 100 % confiable por sí mismo y depende mucho de la experiencia del técnico responsable de la finca (10).

### ***c. De acuerdo al consumo aparente***

La alimentación de acuerdo al consumo aparente es una alternativa a la tabla de alimentación. Con este sistema el suministro de balanceado es ajustado dependiendo de la actividad del camarón. En cada alimentación la persona que alimenta estima la cantidad de balanceado que el camarón puede consumir entre raciones. Esta aproximación asegura que la tasa de alimentación será la apropiada de acuerdo a la demanda. En sistemas de cultivo de camarón donde el agua tiene una alta carga de materia orgánica que imposibilita ver la cantidad de alimento no consumido, el uso de comederos o charolas de alimentación es necesario. Este método se basa en el consumo aparente, estimado al recolectar después de dos horas el excedente de balanceado no consumido lo cual servirá para el cálculo de la siguiente ración. Los ajustes de las veces que serán alimentados son hechos individualmente para cada punto de alimentación y para cada intervención, considerando las sobras observadas junto con la tabla de corrección de las tasas de alimentación (10).

#### **i. Criterios para el ajuste de la alimentación**

Recientemente han sido adoptadas tablas de alimentación restrictivas, conocidos como bandas. En estas, son estipulados límites máximos de oferta de ración en relación al peso del camarón, con la expectativa de una reducción del factor de conversión alimenticia (FCA). Algunas granjas ya establecieron un tope de alimentación diario que no puede ser traspasado, independiente que el camarón esté consumiendo todo el alimento (10).

Esta estrategia alimentaria está demostrando resultados favorables, pues aparte de minimizar costos de producción, ha disminuido también el FCA. Para camarones, los límites de oferta deben ser referidos teniendo en cuenta el apetito y la capacidad máxima de ingestión de ración de la especie. Sin embargo, restricciones en la oferta de la ración pueden llevar a un efecto negativo, generando condiciones de sub-alimentación y deficiencia nutricional, en particular en los sistemas intensivos sujetos a estrés, deficiencia de alimento natural y expuestos a un mayor grado de infecciones. Por esto el uso de bandas es válido para la identificación de excesos a la hora de alimentar, establecimientos de metas y para el auxilio de los ajustes semanales. La base teórica para la aplicación de la tabla es el consumo por encima de la capacidad digestiva de los camarones, lo que caracterizará el consumo de lujo (10).

## **B. Frecuencia**

Debido a que la producción comercial se desarrolla en piscinas relativamente poco profundas, la actividad de camarón durante la mañana es significativamente reducida. Durante este tiempo, la población migra a áreas más profundas de la piscina. De ahí que alimentar durante periodos de incremento de actividad como tarde y noche podría resultar en un mejor consumo de alimento y conversión alimenticia (FCA). Por lo tanto, para una más eficiente utilización del alimento se requiere del suministro de varias raciones durante este periodo cuando la actividad del camarón es la más alta. Sin embargo, en operaciones comerciales de gran escala esta estrategia no es práctica ni costo-efectiva. Detallada supervisión es muy difícil realizar en la noche debido a la limitada visibilidad. Por esta razón, es más práctico alimentar durante las horas de luz y cuando el camarón presenta mayor actividad esto es, la mayoría de esquemas de alimentación tienen que ser cambiados a un periodo entre cerca del mediodía y cerca del atardecer. Horas del día en que también se produce la mayor cantidad de oxígeno en los estanques (10)

Una frecuencia alimenticia es un punto básico del manejo alimentario de los camarones marinos. La lixiviación de los nutrientes de la ración a las pocas horas de su

inmersión en el agua, el corto tracto digestivo de los camarones, o porque llega a saciedad rápidamente, sugiere que la ración debe ser ofrecida en cantidades próximas a la capacidad máxima de consumo del camarón y en mayores frecuencias diarias. Además, el número de alimentaciones por día está determinado por la estabilidad del balanceado y la tasa en la cual el alimento es consumido, digerido y metabolizado por el camarón (10)

Animales pequeños como las postlarvas metabolizan su alimento más rápido que los grandes, por lo que generalmente requiere que la alimentación sea repartida varias veces al día, espaciadas entre 2 o 3 horas, porque intervalos más amplios pueden causar canibalismo. A medida que los camarones crecen la frecuencia de alimentación puede decrecer. Un incremento de la frecuencia alimenticia tiene beneficios inmediatos sobre el cultivo de camarones marinos, incluyendo un aumento del consumo alimenticio y del crecimiento de los animales. Adicionalmente a estas ventajas, un aumento de la frecuencia reduce la pérdida por lixiviación de nutrientes y mejora la conversión alimenticia. La utilización de una determinada frecuencia alimenticia en una finca no debe ser aplicada directamente a otra, por las variaciones ecológicas de los estanques, principalmente lo que se refiere a cantidad y calidad de la biota natural. Una óptima tasa de alimentación y frecuencia alimenticia deben ser determinadas para cada finca, a través de la comparación de los resultados de crecimiento, supervivencia y FCA, en las diversas fases del ciclo de vida de los camarones, tomando en consideración las variaciones estacionales de los factores ambientales. En Asia un gran número de fincas aplica frecuencias de alimentación alrededor de seis veces por día, en tanto que en América Latina es común trabajar con una a dos alimentaciones diarias (10).

Es por lo tanto importante señalar que, bajo condiciones donde fuentes de nutrientes externas al alimento artificial aporta muy poco a la dieta del camarón, ya sea porque no se promueve la productividad natural o debido a la intensificación del cultivo, la tasa de crecimiento del camarón debería incrementarse por un aumento a 4 o más raciones diarias de la frecuencia de alimentación. Sin embargo como ha sido mencionado, no es práctico alimentar piscinas grandes de engorde más frecuentemente que dos veces al día (10).

Es por lo tanto crítico que el alimento sea aplicado en las cantidades y frecuencias correctas a través del periodo de cultivo, ajustando las tasas de alimentación constantemente de acuerdo a la tasa de crecimiento, mortalidad y apetito (10).

#### **2.4.7 Factor de conversión alimenticio.**

El Factor de Conversión Alimenticio (FCR) por sus siglas en ingles es una medida que indica que tan eficientemente el camarón está utilizando el alimento suministrado. El FCR es una medida de los kilogramos de alimento que son requeridos para producir un kilogramo de camarón, y se calcula de la siguiente manera:

$$FCR = \frac{\textit{Alimento suministrado (Kg)}}{\textit{Camaron cosechado (Kg)}}$$

Los valores pequeños del FCR indican que el alimento está siendo eficientemente aprovechado, valores menores a 2.0 se consideran buenos (11).

El exceso de alimento afecta directamente la calidad del agua y genera depósitos de materia orgánica en el suelo, incrementa el FCR y todo esto repercute en los costos de operación (11).

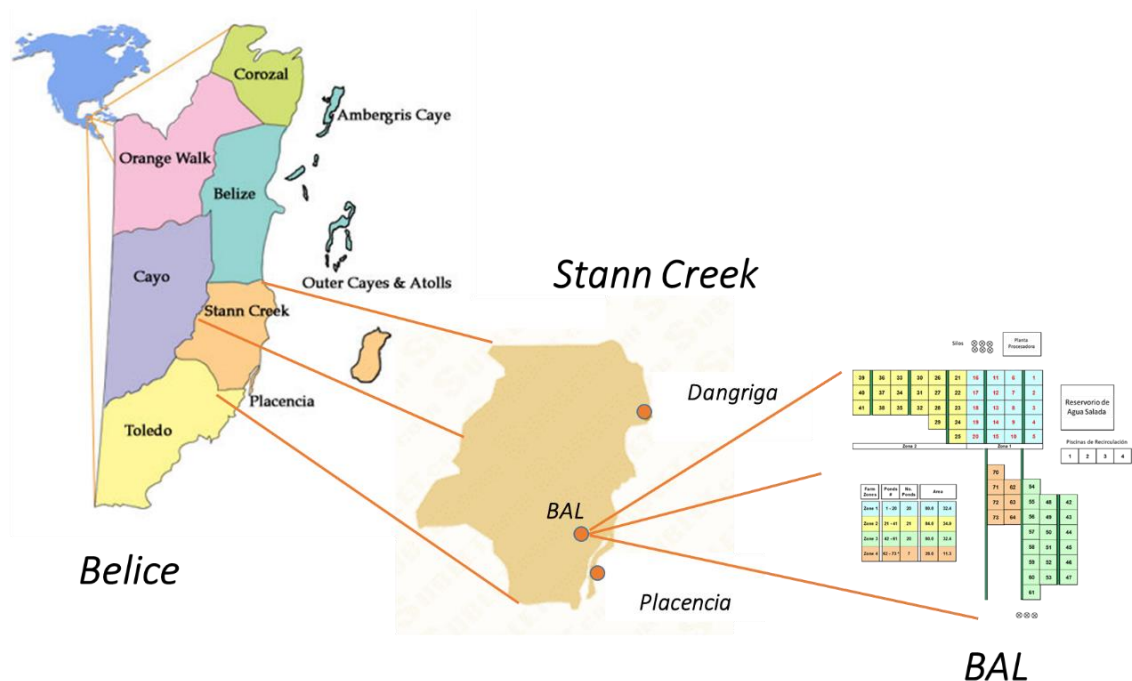
Es claro que el factor de conversión alimenticia (FCR) no depende únicamente de la calidad de la alimento (lo cual depende de los insumos y proceso utilizados en la fabricación de las dietas) sino también de la manipulación de este alimento ejercida por el hombre (11).



## 2.5 MARCO REFERENCIAL

### 2.5.1 Descripción geográfica

La propiedad se encuentra cerca de la orilla oeste de la laguna Placencia en Blair Atholl milla 4, carretera a Placencia en el distrito de Stann Creek, Belice C.A. a una latitud  $16^{\circ}40'$  N y longitud  $88^{\circ}23'$  O ubicada a una altura de 6 metros sobre el nivel del mar (4)



Fuente: Modificado de Universidad de Texas en Austin, 2003

**Figura 11: Ubicación geográfica de la finca BAL**

### 2.5.2 Condiciones climáticas

Las temperaturas medias mensuales oscilan entre  $22.6^{\circ}\text{C}$  en invierno y  $30.1^{\circ}\text{C}$  en verano con una media anual de  $25.3^{\circ}\text{C}$ . La precipitación promedio anual es de 2,386.5mm siendo la estación seca de febrero a abril. Belice se encuentra dentro de la zona de

huracanes e históricamente, las tormentas tropicales y los huracanes han afectado al país una vez cada tres años. (13)

### **2.5.3 Suelo**

Los suelos sobre el cual se construyó la finca son arenosos y extremadamente ácidos, las arcillas son pobres en nutrientes y contienen altos niveles de Aluminio. Ecológicamente la localidad es considerada como una sabana de pino, pero el contenido de sal en los suelos la convierte en un área no apta para la agricultura o el pastoreo. (3)

### **2.5.4 Hidrología**

La hidrología de esta zona costera se ve influenciada, al oeste por las corrientes de agua dulce que proceden de las Montañas Mayas y al este con el Mar Caribe, BAL ubicado dentro de la cuenca Santa María Creek la cual consta de 247 km<sup>2</sup> dentro de los cuales aproximadamente 12.7 km<sup>2</sup> inundados permanentemente y 32.7 km<sup>2</sup> inundables. Dentro de la cuenca se encuentran las aldeas: Mango Creek, Santa Rosa, San Román, Maya Mopan, Georgetown, Independence, Big Creek, Riversdale, South Stann Creek, Bella Vista y San Juan. El Sistema de arrecifes Mesoamericano es adyacente a la zona de estudio y protege al litoral del oleaje. La salinidad en el área va desde 1 ppm en los arroyos hasta 35 ppt cerca de los estuarios. La fluctuación de las mareas es entre 12 y 45 cm. Los manglares de las lagunas con un sistema que las caracteriza. BAL se encuentra cerca de la orilla occidental de la Laguna Placencia la cual es semicerrada, cubre 30 km<sup>2</sup> de superficie y posee 3.4 km en su punto más ancho y 20 km de largo. Las variaciones del nivel del agua están fuertemente influenciados por las lluvias y el drenaje de la cuenca.

El río Santa María Creek desemboca en la laguna Placencia a unos 13 km de la bocanera, esta es la principal corriente de agua por la cual se evacua el agua proveniente de la finca. La corriente desemboca a 4 km en la laguna Placencia, de los cuales 2.5 km de ese tramo es bordeado por manglares. Una parte del Santa María Creek se ha canalizado para mejorar el drenaje de las operaciones de BAL (12).

### 2.5.5 Fauna

Los herbívoros y las principales especies de la pesca en la zona obtienen la mayor parte de su carbono de pastos marinos y epífitas en lugar de fitoplancton. La región de estudio es el hogar de numerosas especies amenazadas y en peligro de extinción por ejemplo, el manatí antillano (*Trichechus manatus*), cigüeña jabiru (*Jabiru mycteria*), la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*), el área también proporciona superficies de forrajeras marinos para los delfines y tiburones, y sirve como zona de cría para los arrecifes y otros peces. (12)

## 2.6 OBJETIVOS

### 2.6.1 General

- Evaluar la eficiencia técnica y financiera de dos sistemas de alimentación en el cultivo de camarón (*Litopenaeus vannamei*) en Belize Aquaculture Ltd. en Placencia, distrito de Stann Creek, Belice, C.A.

### 2.6.2 Específicos

- Determinar si el sistema de alimentación con comederos automáticos presenta diferencias frente al sistema mecanizado en cuanto a reducción del factor de conversión alimenticia (FCR) en el engorde de camarón (*Litopenaeus vanamei*).
- Determinar si el sistema de alimentación con comederos automáticos presenta diferencias frente al mecanizado en cuanto a crecimiento semanal en el engorde de camarón (*Litopenaeus vanamei*).
- Determinar si el sistema de alimentación con comederos automáticos presenta diferencias frente al mecanizado en cuanto a sobrevivencia en el engorde de camarón (*Litopenaeus vanamei*).
- Realizar un análisis financiero comparativo que permita establecer qué sistema de alimentación brinda mayores beneficios económicos a la compañía.

## 2.7 HIPÓTESIS

El alimento es el costo más alto en la producción de camarón en todo el mundo y a pesar de que el sistema de alimentación actualmente utilizado en BAL es un sistema muy eficiente, el uso de alimentadores automáticos está demostrando ser una alternativa importante para la reducción de los costos de producción, mejora las tasas de crecimiento, disminuye el factor de conversión de alimento y a su vez reduce los costos de mano de obra según las experiencias en Asia, por lo tanto, se espera que el sistema de alimentadores automáticos supere en eficiencia al sistema de alimentación mecanizada.

## 2.8 METODOLOGÍA

### 2.8.1 Condiciones físicas bajo las cuales se desarrolló el experimento

Cada piscina tiene la forma de un cuadro exacto y cada una posee un área de 1.6 ha. Todas las piscinas poseen un revestimiento de plástico negro de polietileno de alta densidad (0.8mm) llamado liner y 2 muelles de acero inoxidable de 5 metros de longitud. En la periferia de las piscinas se ha colocado hilo de pescar para evitar que las aves se alimenten del camarón.

En el centro de cada piscina se localiza un orificio (drenaje central) al cual están conectados tres tubos, cada uno a una compuerta diferente, dos de las cuales son utilizadas para la evacuación del sedimento y una tercera para la cosecha.

El sistema de aireación que posee cada piscina está constituido por:

**Cuadro 14: Sistema de aireación para cada piscina**

No. De aireadores por piscina	Nombre del Aireador	Energía requerida por cada aireador (HP)
4	Big Jhons	10
4	Padle Wheell	3
1	Air O2	5

Fuente: Elaboración propia

En las piscinas 11, 14, 20 y 25 son las piscinas correspondientes al tratamiento 1, por lo tanto en uno de los laterales de cada piscina se instalaron 3 alimentadores automáticos.

## 2.8.2 Material experimental

El material experimental estuvo conformado por dos unidades experimentales representadas por los dos tratamientos a evaluar: uno con alimentadores automáticos y otro con alimentación mecanizada. Estas unidades experimentales a su vez estuvieron constituidas por piscinas de engorde las cuáles fueron las unidades muéstrales.

## 2.8.3 Descripción de los tratamientos

En el cuadro siguiente se muestra una breve descripción del número de tratamientos, repeticiones y número de piscina con el que se identificó cada repetición.

**Cuadro 15: Descripción de los tratamientos**

Tratamientos		Repeticiones	No. Piscina
Número	Descripción		
1	Alimentadores automáticos	1	11
		2	14
		3	20
		4	25
2	Alimentación mecanizada a través de un soplador industrial	1	12
		2	13
		3	15
		4	16
		5	24
		6	26
		7	27

Fuente: Elaboración propia

## 2.8.4 Diseño experimental

De acuerdo a la descripción anterior los tratamientos y sus respectivas repeticiones estuvieron distribuidas en la finca de la siguiente manera, en verde el tratamiento 1 y en anaranjado el tratamiento 2.

39	36	33	30	26	21	16	11	6	1
40	37	34	31	27	22	17	12	7	2
41	38	35	32	28	23	18	13	8	3
				29	24	19	14	9	4
					25	20	15	10	5

Fuente: Modificado de BAL

**Figura 12: Distribución del experimento**

## 2.8.5 Variables de respuesta

### A. Variables técnicas y estadísticas

- Factor de conversión alimenticia (FCR)
- Crecimiento semanal
- Supervivencia

### B. Variables financieras

- Estado de flujo de efectivo
- Valor actual Neto VAN
- Tasa interna de retorno TIR
- Relación benéfico costo B/C
- Ahorro



## 2.8.6 Aplicación de los tratamientos

Ambos tratamientos iniciaron a partir de los 30 días de cultivo, tiempo durante el cual, la alimentación se realizó al voleo debido al tamaño del pellet, el cual es muy fino y al ser distribuido por medio de cualquiera de los dos sistemas, este es pulverizado y por tanto pierde sus características físicas.

## 2.8.7 Toma de datos técnicos estadísticos

### A. Crecimiento semanal

El muestreo de crecimiento se realizó todos los días lunes extrayendo dos muestras con atarraya desde los muelles de las piscinas, de estas muestras se extrajo una submuestra la cual después de pesarla se realizó un conteo de camarones comprendidos en dicho peso y al operar una división peso dentro del número de camarones se obtenía el peso promedio y mediante una diferencia del valor de la semana anterior se calculaba el crecimiento semanal. El promedio de los crecimientos semanales representan el crecimiento semanal del ciclo de cultivo. Todos los datos fueron apuntados en una matriz como se muestra a continuación.

**Cuadro 16: Formato para el control de registros muestrales y cálculos de crecimiento semanal.**

Piscina: _____ Fecha: _____ / _____ / _____					
Piscina No.	Peso Muestra (g)	Camarones Por Muestra	Peso promedio Unitario Actual	Peso Promedio Unitario anterior	Crecimiento Semanal
1	---	---	---	---	---
...	---	---	---	---	---
N	---	---	---	---	---

Fuente: Modificado de BAL

## **B. Supervivencia**

Este valor se obtiene de acuerdo al número de animales sembrados y cosechados. Para obtener este dato se estima la cantidad de animales que se sembraron y en la cosecha se realiza una serie de cálculos de acuerdo a la biomasa obtenida, peso promedio del camarón al momento de la cosecha y humedad para determinar el número de animales cosechados.

## **C. Factor de conversión alimenticia**

Este valor fue determinado al final del ciclo pues para calcularlo es necesario conocer la biomasa total de la piscina. Para el cálculo de dicha variable se utilizó la ecuación del FCR, que se muestra a continuación.

$$FCR = \frac{\text{Alimento (kg)}}{\text{Biomasa Kg}}$$

## **2.8.8 Toma de datos financieros**

### **A. Estado de flujo de efectivo**

El estado de flujo de efectivo proporciona información sobre los cambios en el efectivo y equivalentes al efectivo de una entidad durante un periodo, mostrando por separado los provenientes de las actividades de operación, actividades de inversión y actividades de financiación. (1)

## B. Valor actual neto VAN

El VAN de una inversión, también denominado valor capital, valor presente neto o Goodwill es el valor actualizado de todos los flujos de caja netos que va a generar una inversión incluido el desembolso inicial. (5)

El VAN es un criterio dinámico, ya que tiene en cuenta el valor del dinero en el tiempo, y ofrece una medida de la rentabilidad en términos monetarios (absolutos). (5)

La fórmula para calcularlo para su determinación se muestra a continuación:

$$VAN = -A + \frac{FCN_1}{(1+K)^1} + \frac{FCN_2}{(1+K)^2} + \frac{FCN_n}{(1+K)^n}$$

Donde:

**A** es el capital invertido o coste inicial.

**FNC** es el flujo neto de caja o flujo de tesorería al final de cada periodo.

**K** es la tasa de descuento a aplicar.

**n** es el horizonte temporal de la inversión o vida útil estimada para la inversión.

El criterio de decisión de este método se basa en seleccionar aquellos proyectos con VAN positivo, ya que ello contribuye a lograr el objetivo financiero de la empresa, definido en términos de maximizar el valor de la misma, debiendo ser rechazados los proyectos con VAN negativo o nulo. Además, si la empresa dispone de un conjunto de inversiones alternativas, este método propone un orden de preferencia jerarquizando los proyectos de mayor a menor VAN. (5)

### C. Tasa interna de retorno TIR

La TIR es el tipo de descuento que anula el VAN de una inversión, es decir, que iguala a cero la suma actualizada de todos los flujos de caja de la inversión, deduciendo el desembolso inicial. (5)

Su valor se obtiene, por tanto, despejando la tasa de descuento de la ecuación que iguala a cero la expresión del VAN. (5)

Matemáticamente su expresión viene dada por la ecuación siguiente en la que se debe despejar el valor de r:

$$TIR = -A + \frac{FCN_1}{(1+r)^1} + \frac{FCN_2}{(1+r)^2} + \frac{FCN_n}{(1+r)^n}$$

La TIR ofrece una medida de la rentabilidad de un proyecto en términos relativos, ya que viene expresada en tanto por uno o tanto por ciento, y es una tasa de rentabilidad interna o intrínseca porque es obtenida a partir, exclusivamente, de los parámetros que definen la inversión. (5)

En este sentido, la TIR es una medida de rentabilidad que depende únicamente de la cuantía y duración de los flujos de tesorería del proyecto, mientras que k es un estándar de rentabilidad para el proyecto. (5)

El criterio de decisión de este método se basa en que un proyecto de inversión será aceptable cuando su TIR sea superior al coste de oportunidad del capital, es decir,  $r > k$ . Si se disponen de varias opciones de proyectos de inversión, con un grado de riesgo semejante, será mejor aquel que tenga la mayor tasa de rendimiento. (5)

#### **D. Relación benéfico costo B/C**

La técnica de Análisis de Costo/Beneficio, tiene como objetivo fundamental proporcionar una medida de la rentabilidad de un proyecto, mediante la comparación de los costos previstos con los beneficios esperados en la realización del mismo. (7)

Esta técnica se debe utilizar al comparar proyectos para la toma de decisiones. (7)

Un análisis Costo/Beneficio por sí solo no es una guía clara para tomar una buena decisión. El análisis Costo-Beneficio, permite definir la factibilidad de las alternativas planteadas o de un proyecto a ser desarrollado. (7)

La utilidad de la presente técnica es la siguiente:

- Para valorar la necesidad y oportunidad de la realización de un proyecto.
- Para seleccionar la alternativa más beneficiosa de un proyecto.
- Para estimar adecuadamente los recursos económicos necesarios, en el plazo de realización de un proyecto.

Los criterios de decisión son los siguientes:

- La inversión en un proyecto productivo es aceptable si el valor de la Relación Beneficio/Costo es mayor que 1. (7)

#### **2.8.9 Procesamiento y análisis de la información**

El análisis estadístico se llevó a cabo a través del programa para análisis estadísticos SAS mediante una prueba de hipótesis para medias independientes “prueba de T”.

Los cálculos para el análisis financiero se realizaron con las fórmulas para análisis financiero en Microsoft office Excel 2013.

## **2.8.10 Manejo del experimento**

### **A. Llenado de piscinas**

Para el llenado el agua previamente filtrada la cual proviene del reservorio y es conducida a través de tubería hacia la piscina, en la cual se colocó un filtro tipo bolso como un último paso del proceso de filtración. Cada piscina se llenó con alrededor de 24,000 m<sup>3</sup> de agua marina, con esto la piscina alcanzó una altura aproximada de 2.3 m en la parte más profunda (centro).

### **B. Preparación de piscinas**

La preparación de piscinas se llevó a cabo en 17 días, durante este periodo se realizaron aplicaciones de sulfato de cobre para desinfectar el agua, melaza como aporte de carbono, cal para mantener la alcalinidad del agua, grain pellet como aporte de carbono y sustrato para bacterias, fertilizantes para promover el crecimiento de fitoplancton. Todo este protocolo se llevó a cabo principalmente para la producción de biofloc (alimento natural).

### **C. Manejo de aireación**

Durante el día la incorporación de oxígeno por parte de los aireadores fue mínima ya que como se ha mencionado hay producción de oxígeno debido a la fotosíntesis, por lo que en el día generalmente la cantidad de aireadores encendidos fue menor. Los aireadores que se encendieron durante el día fueron los AirO<sub>2</sub>, responsables de crear un remolino que concentra los sedimentos para su posterior evacuación. Durante la noche se encendían los aireadores que fueran necesarios y dependerá de factores como densidad, tamaño del camarón, etc.

#### D. Aclimatación y siembra

Cuando el camión llega a la piscina de engorde con los PL-12 el primer paso fue tomar lectura de los siguientes parámetros: Tiempo de lectura (hr), Oxígeno disuelto (ppm), Temperatura (°C), pH, Salinidad (ppt). Estos parámetros se apuntaron en una tabla como la siguiente:

**Cuadro 17: Formato para informe de parámetros leídos durante la aclimatación de la semilla**

Piscina No.					
No.	Hora	Oxígeno (ppm)	Temperatura (°C)	pH	Salinidad (ppt)
--	---	---	---	---	---
Tanque					
No.	Hora	Oxígeno (ppm)	Temperatura (°C)	pH	Salinidad (ppt)
--	---	---	---	---	---
--	---	---	---	---	---
--	---	---	---	---	---

Fuente: modificado de BAL

Posterior a dicha lectura, el siguiente paso fue lograr que los parámetros del tanque sean similares a los de la piscina, para esto se realizaron recambios de agua dentro del estanque en donde eran transportadas las PL-12, procurando que el cambio se diera gradualmente y evitar que las post-larvas se estresaran y murieran. Para dicho efecto se introducía agua de la piscina al estanque a través de una bomba, se adicionaba aproximadamente un 30% del contenido del estanque, luego de 15 minutos se volvía a tomar lectura de los parámetros del estanque y se comparaban con los de la piscina, si los parámetros aun no eran similares, se drenaba el mismo 30% de agua introducida. Este procedimiento se realizaba cuantas veces era necesario hasta que ambas lecturas fueran lo más semejantes posible.

Una vez se había conseguido una alta similitud entre los parámetros de la piscina y el tanque, se procedía a realizar la siembra, la cual consistía en la liberación de las PL-12

en la piscina. Posteriormente se realizaba un conteo de 300 post-larvas y se colocaron en tres recipientes (100 PL por recipiente) dentro de la piscina, los cuales tenían comunicación con la piscina mediante agujeros con malla fina, este procedimiento se realizó para determinar la sobrevivencia de las post-larvas en la siembra y determinar si era necesario realizar una resiembra solo si la mortalidad era alta. Las lecturas se realizaban cada 24hr durante 3 días.

## **E. Alimentación**

Durante los primeros 30 días de cultivo para ambos tratamientos el alimento se distribuyó al voleo, debido a las razones antes descritas. Las raciones para las piscinas son determinadas con base en datos proyectados tales como: densidad, días de cultivo, un crecimiento diario, sobrevivencia y tipo de alimento. Transcurridos los treinta días

### **a. Sistema mecanizado**

Este método consistió en la distribución del alimento con un tractor al que se le ha implementado un soplador industrial, dentro del cual es transportado un operario quien se encargará de abastecer el soplador con la ración exacta para cada piscina, el patrón de distribución fue en forma de “L” por la periferia de cada piscina.

Para seleccionar los laterales desde los cuales se distribuía el alimento era necesario tomar en cuenta ciertos criterios, dentro de los cuales se pueden mencionar; la dirección del viento pues se recomienda que el alimento se lance a favor del mismo para que este caiga dentro de la piscina y de preferencia lo más lejos del borde, otro criterio es la distancia que hay del borde al tractor, el cual debe ser lo más cercano posible.

#### **i. Frecuencia y Horario en el sistema mecanizado**

La ración diaria del alimento fue dividida en 4 dosis, según lo muestra la siguiente tabla, en la cual se especifica el porcentaje de alimento por dosis y el horario de distribución.



**Cuadro 18: Número, porcentaje y horario de alimentación por día en el sistema mecanizado.**

No. De Dosis	Horario De Alimentación	Porcentaje De Alimentación Por Dosis
1	6:30 am	20%
2	10:00 am	25%
3	12:30 pm	25%
4	3:00 pm	30%

Fuente: Elaboración propia

Es importante mencionar que de ese 100% el 25% estuvo representado por el Grain Pellet el cual era mezclado y distribuido con el alimento. Las dosis proyectadas eran ajustadas diariamente minutos antes de cada distribución según sea la demanda del camarón, la cual dependerá del grado de estrés y estado de muda.

ii. Monitoreo y criterios de ajuste del alimento mecanizado

Para tener un control del alimento y saber si el camarón está o no comiendo con el fin de hacer los ajustes necesarios en cada dosis para evitar el desperdicio del alimento, se colocaran dos bandejas con una estructura de metal y malla de nylon, dentro de las bandejas se colocó el 1% de la dosis de alimento y se monitoreó las dos horas. El operario tomaba una lectura de los residuos que quedaban en las bandejas y lo reportaba en porcentaje, de acuerdo con esto se realizaban los ajustes y las debidas decisiones sobre la dosis siguiente. El siguiente cuadro muestra los criterios utilizados para la decisión previa a cada dosis de alimentación.

**Cuadro 19: Criterios de decisión para el ajuste del alimento en cada dosis según lectura de bandejas.**

Residuos	Criterio De Decisión
$\geq 25\%$	Se suspende la siguiente dosis
$\geq 10\%$ y $25\% \leq$	Se resta dicho porcentaje para la dosis siguiente.
$\leq 10\%$	Se distribuye la dosis completa

Fuente: Elaboración propia

**Nota:** si recientemente se realizó alguna aplicación de cal o sulfato de cobre, en ese día únicamente se alimenta con el 50% de la ración diaria proyectada.

### ***b. Sistema automático***

Los alimentadores automáticos estaban ubicados linealmente, cerca y a favor de uno de los laterales de la piscina. El acceso para llenado de los alimentadores automáticos fue a través de muelles conectados al borde de las piscinas, la distancia entre muelles era aproximadamente 30m entre uno y otro, y cada uno con una longitud de 15m de la borda hacia el centro de la piscina, se instalaron 3 alimentadores automáticos por piscina a una altura de 0.8m del espejo de agua y cada uno con capacidad de almacenar hasta 136kg de alimento, el diámetro de la circunferencia formada al momento de la distribución del alimento era aproximadamente de 20 m.

Al igual que el sistema mecanizado, dentro de la ración diaria el 25% era grain pellet para la producción de biofloc.

#### **i. Calibración**

La calibración se realizó un día antes que terminara el periodo de alimentación al voleo. Se pesó tres bolsas de alimento con 2 lb de alimento por cada alimentador automático esto fue nueve bolsas de 2 lb cada una por piscina. LA calibración se llevó a cabo de uno en uno, depositando como primer paso una bolsa de 2 lb en un alimentador, una vez colocado el alimento se encendía en modo manual y con un cronometro de determinaba el tiempo que tardaba en distribuir las 2 lb de alimento. De acuerdo a esto se realizaban los ajustes en el alimentador para que esas las 2lb fueran distribuidas en un tiempo deseado. El procedimiento se repetía con cada uno de los alimentadores automáticos y se ajustaban de tal manera que los tres alimentadores de cada piscina distribuyeran la misma cantidad de alimento en el mismo tiempo.

Determinar el peso de alimento distribuido por unidad de tiempo es necesario pues con base en esto se realizaban los ajustes necesarios para programar los tiempos por turno y los tiempos entre turnos de acuerdo a la ración diaria y a las horas de trabajo.

ii. Frecuencia y horario

Los alimentadores automáticos trabajaban 11 horas durante el día, de las 6:00 am hasta las 5:00pm horas de trabajo. De 5:00 am en adelante se llenaban los alimentadores con la dosis que correspondía al día para el día siguiente.

Los automáticos tenían la opción de establecer en segundo, horas o minutos el tiempo entre turnos y el tiempo entre turnos. Los criterios para establecer la frecuencia y tiempo por turno con que se alimentó fueron de acuerdo a las recomendaciones del Dr. Limsuwan, los cuales se muestran en la tabla 1 del presente documento.

iii. Monitoreo y criterios de ajuste del alimento en el sistema automático

Para monitorear el consumo del alimento, se colocaron dos bandejas de muestreo en cada uno de los muelles (6 bandejas por piscina), uno en la periferia de la circunferencia que se forma al caer el alimento y la otra justamente a la mitad del radio de la circunferencia. Las bandejas eran monitoreadas cada hora desde que se encendía hasta que se apagaba el *timer*. Era necesario revisar las seis bandejas de cada piscina y dependiendo de la cantidad de residuos se decidía disminuir la frecuencia entre turnos o disminuir el tiempo por turno, si la cantidad de residuos era muy alta, se suspendía la alimentación durante 4 horas, después de dicho tiempo se encendía y se chequeaban las bandejas a la media hora, si no habían residuos se continuaba con el monitoreo y distribución normal, si habían residuos nuevamente se suspendía el resto del día.

En el caso de haber residuos al final del día se sumaban los residuos en cada uno de los alimentadores automáticos y se restaban a la dosis del día siguiente.

## F. Tipo y tamaño de alimento

El tipo de alimento y proteína a suministrar estuvo en función de la edad, tamaño y/o peso del camarón. La tabla siguiente Muestra el manejo del alimento de acuerdo a la edad o peso, porcentaje de proteína del alimento y tamaño del pellet utilizado.

**Cuadro 20: Tamaño y contenido proteico del alimento y el manejo según edad o peso del camarón (*Litopenaeus vannamei*)**

Contenido Proteico	Diámetro Del Pellet (mm)	Criterios de Aplicación (edad del camarón)
35%	0.8	1 día siembra – <1g
35%	1.2	1g – 3g
30%	1.8	3g – 20g

Fuente: elaboración propia

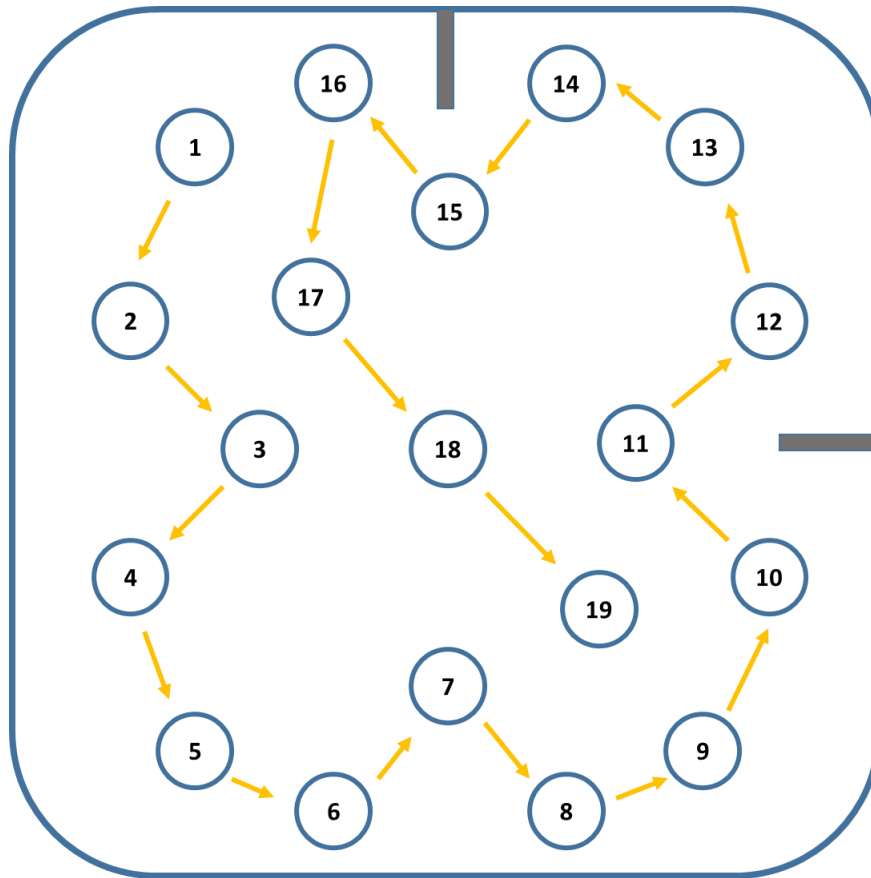
## G. Manejo de sedimentos

El sifonado fue una actividad que se realizó dos veces al día, todos los días durante el ciclo de cultivo, se abrían las válvulas y se cerraban hasta que dejara de salir lodo. Es importante mencionar que durante el sifonado, el operario deberá observar la cantidad de camarón muerto (si hubiera) el cual dará una pauta de la mortalidad existente en la piscina y deberá ser reportada.

## H. Muestreos para el manejo del cultivo

### a. Muestreo poblacional

La frecuencia con que se realizaron los muestreos poblacionales fue cada 8 o 15 días, el patrón de muestreo se realizó según lo muestra la figura.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 13: Numero de muestras y patrón de muestreo población en piscinas de engorde.**

Los muestreos se realizaron con la ayuda de una atarraya, y se tomaron 19 muestras por piscina y en cada muestra se cruentaba el número de camarones, luego los conteos eran anotados en una matriz como la siguiente.

**Cuadro 21: Formato para el control de registros muestréales para cálculo de población.**

Piscina: _____		
Fecha: _____ / _____ / _____		
No. Muestra	No. Camarones	Observaciones
1	---	---
...	...	...
19	---	---

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los datos obtenidos, se realizaba una serie de cálculos que incluye la determinación del promedio de camarones por muestra, la densidad de siembra, área de la atarraya, eficiencia del atarrayador, entre otros, para obtener el valor de la sobrevivencia, es importante hacer resaltar que el valor de la sobrevivencia es afectado considerablemente por el número de cosechas parciales que se realizan en la piscina muestreada además de otros datos como la mortalidad.

La sobrevivencia semanal fue de utilidad para realizar los cálculos respectivos de alimentación. Por tanto este muestreo poblacional no equivalente al porcentaje de sobrevivencia del ciclo de cultivo.

Las características de la atarraya para la realización de los muestreos se muestran en el cuadro siguiente:

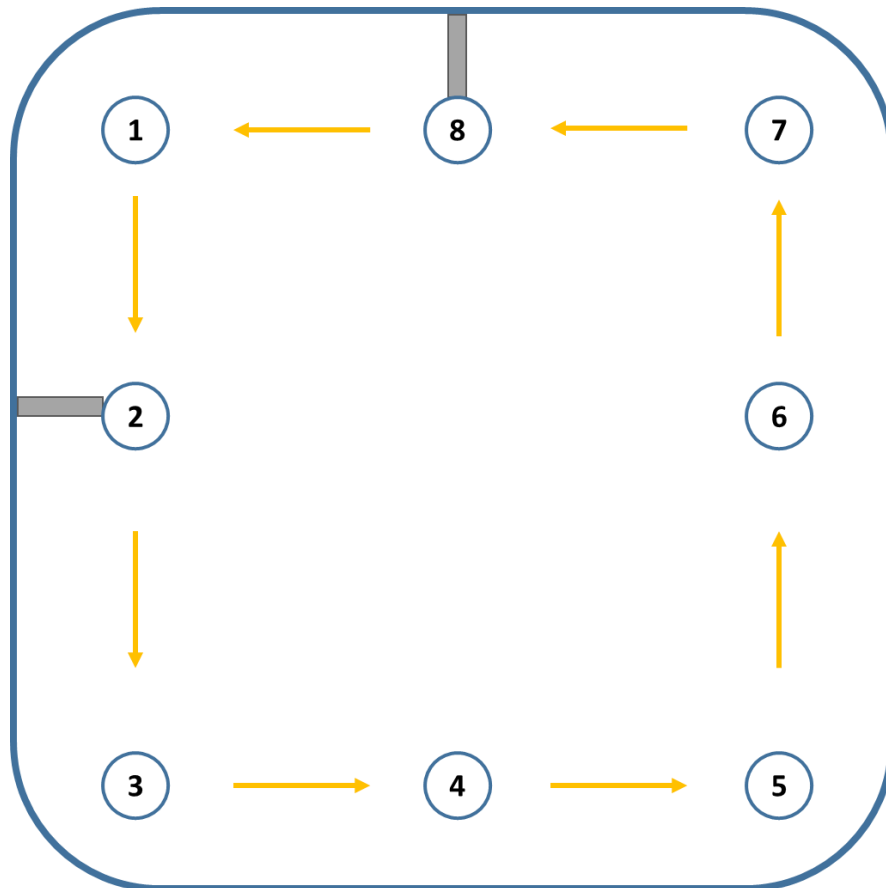
**Cuadro 22: características de diseño de la atarraya según edad del camarón**

Edad camarón	Área de la atarraya	Malla	Altura	Peso	Hilo
2g-5g	1m <sup>2</sup>	0.6mm	1.2m	3.5 lb	0.25 mm
5g o más	1m <sup>2</sup>	1cm	1.2m	3.5-4 lb	0.20-0.25 mm

Fuente: Elaboración propia

**b. Muestreo de control pre-cosecha de la calidad del camarón.**

Para determinar la calidad del camarón previo a la cosecha, se tomaron ocho muestras por piscina con ayuda de una atarraya.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 14: Numero de muestras y patrón de muestreo para el control pre-cosecha de la calidad del *Camarón (Litopenaeus vannamei)***

En cada una de las muestras se realizó un conteo de camarones y se anotó el estado de cada uno, es decir, del total cuantos están en pre-muda, cuantos mudando, cuantos saliendo de muda y cuantos camarones duros. Todos estos valores se anotaban en una matriz como lo muestra la tabla siguiente.

**Cuadro 23: Formato utilizado en muestreos de control pre-cosecha.**

Piscina: _____ Fecha: _____ / _____ / _____											
No. Muestra	Camarones Por Muestra	Duros		Suaves		Pre-Muda		Muda		Post-Muda	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
1	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
...	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Total	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$

Fuente: Elaboración propia

La decisión de cosechar se tomaba de acuerdo a la media de los porcentajes y se decidía cosechar o no la piscina si el porcentaje de camarones duros era mayor al 90%, de lo contrario se tomaban acciones o bien esperaba un periodo prudencial para que el camarón alcanzara ese porcentaje deseado para poder cosecharlo.

### I. Control de parámetros de calidad de agua

Diariamente es necesario conocer los valores de ciertos parámetros para saber si están dentro de los valores normales, los cuales eran tomados por un operario desde uno de los muelles de cada piscina. Los parámetros son: el oxígeno disuelto (4 – 7 ppm), Temperatura (28-30°C), coloración (clara, verde, verde intenso, café, café intenso) y turbidez con un disco secchi (30-40 cm) dichas lecturas del oxígeno fueron tomadas con un oxímetro cada cierto tiempo, las tablas siguientes muestran el horario en el que se realizaron las lecturas de dichos parámetros diariamente.



**Cuadro 24: Formato para el control de oxígeno disuelto en piscinas**

Parametrista: _____ Fecha: _____ / _____ / _____										
Piscina	Oxígeno disuelto (ppm)									
	9:00 am	11:00 am	4:00 pm	6:00 pm	8:00 pm	10:00 pm	12:00 am	2:00 am	4:30 am	6:00 am
1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
...	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
N	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 25: Formato para el control de temperatura en piscinas a lo largo del ciclo de cultivo**

Piscina	Temperatura (°C)				
	9:00 am	4:00 pm	12:00 am	4:30 am	6:00 am
1	---	---	---	---	---
...	---	---	---	---	---
N	---	---	---	---	---

Fuente: Elaboración propia

Los parámetros químicos y biológicos del agua, así como los análisis de salud animal fueron tomados por el laboratorio de control de calidad y salud animal. Las metodologías empleadas para dichos análisis se describen en el capítulo III de este documento.

## J. Cosecha

Se realizaron dos cosechas a lo largo del ciclo de cultivo, la primera fue una parcial la cual se realizó cuando el camarón alcanzó 14g y la segunda, una cosecha total que se llevó a cabo cuando el camarón alcanzó alrededor de a los 18g.

## **K. Mantenimiento de piscinas post-cosecha**

Al finalizar la cosecha se extrajo de las piscinas los restos de mudas, sedimentos, algas y camarones muertos, los cuales fueron enviados hacia un lugar destinado para esos desechos.

Después de limpiar las piscinas fue el momento apropiado para hacer reparaciones que durante el ciclo de cultivo no era posible r, tales como: reparar liners si estuvieran rotos, reparación de válvulas de entrada y salida de agua, colocación de hilo de pescar en los bordes de las piscinas que funcionan como trampa para aves pescadoras, mantenimiento de muelles y mantenimiento o movilización de aireadores cuando fue necesario.

## 2.9 Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos en la presente investigación

### 2.9.1 Análisis estadístico

#### A. Variable crecimiento semanal

**Cuadro 26: Prueba de t para el variable crecimiento semanal gramos/camarón.**

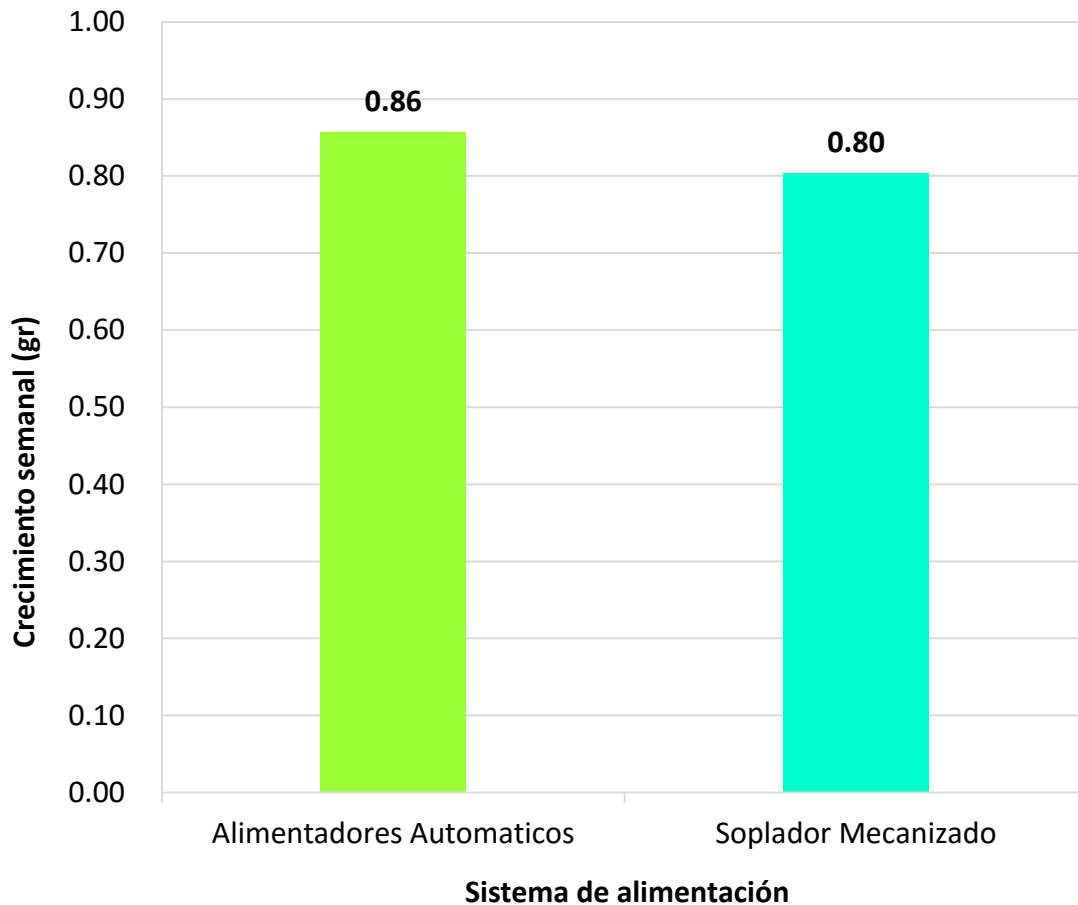
Tratamiento	Repeticiones	Media	Desv. Estándar	G.L.	Significancia
Automáticos	4	0.8575000	0.04500000	9	0.0677
Mecanizado	7	0.8042857	0.03866831		

Fuente: Elaboración propia

Considerando un nivel de significancia  $\alpha=0.05$

Se determinó que debido la significancia que muestra la prueba de t realizada, la cual es mayor a 0.05, se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) que indica, que el tratamiento, sistema de alimentación mecanizada es igual al sistema de alimentación con alimentadores automáticos, es decir, que con un nivel de confianza del 95% se muestra que estadísticamente no existen diferencias significativas entre dichos sistemas de alimentación en cuanto a la variable crecimiento promedio semanal en gramos/camarón.

**Figura 15: Comparación del efecto de dos sistemas de alimentación sobre la variable *crecimiento semanal en gramos/camarones***



Fuente: Elaboración propia

Como se mencionó anteriormente de acuerdo a la prueba de hipótesis realizada, estadísticamente no hay diferencias significativas para la variable crecimiento semanal en gramos/camarón para un nivel de significancia del 0.05, sin embargo, si la hay para una significancia del 0.067, es decir con un nivel de confianza del 93.3% se puede decir que los resultados de los dos sistemas de alimentación son estadísticamente diferentes. Esto tiene importancia desde un punto de vista financiero y las diferencias pueden ser relevantes, ya

que se traduce en una disminución de los días de cultivo y por tanto una reducción en los costos de producción.

## B. Variable Supervivencia

**Cuadro 27: Prueba de t para la variable supervivencia**

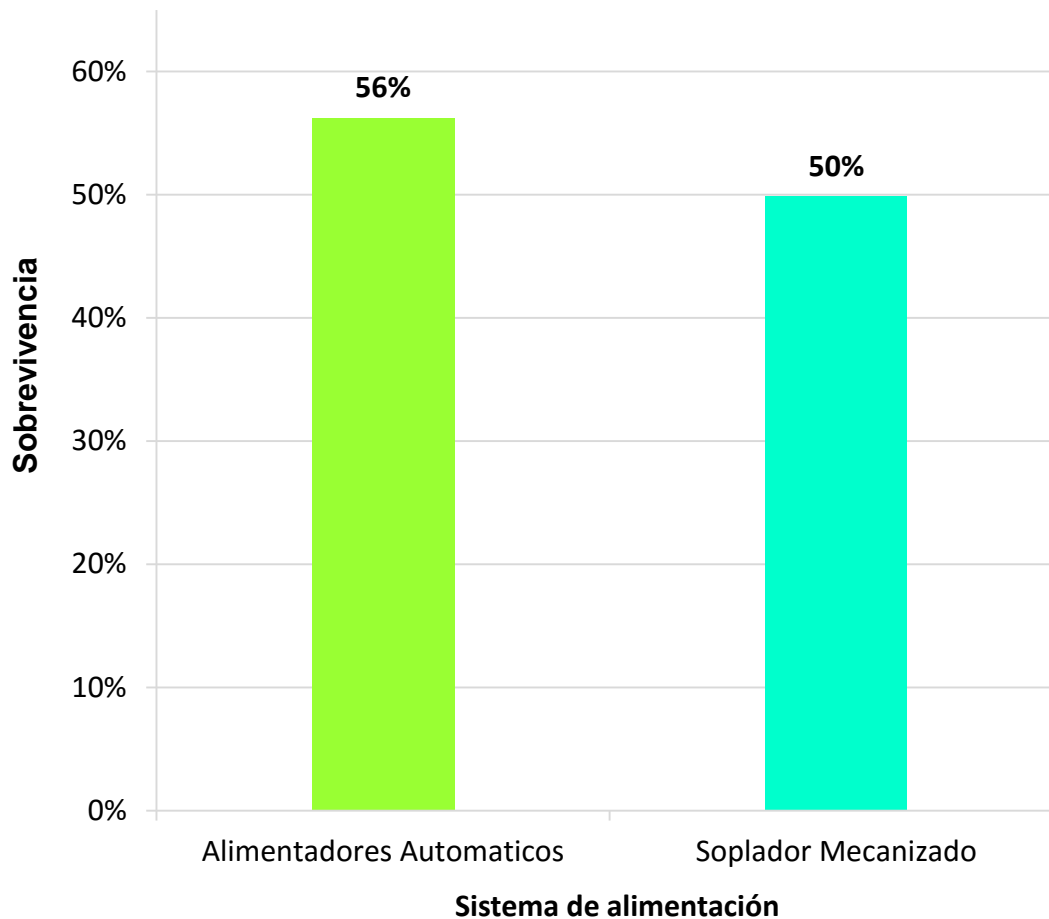
Tratamiento	Repeticiones	Media	Desv. Estándar	G.L.	Significancia
Automáticos	4	56.25000	4.50000000	9	0.1838
Mecanizado	7	49.85714	8.07111251		

Fuente: Elaboración propia

Considerando un nivel de significancia  $\alpha=0.05$

Debido a la significancia que muestra la prueba de t realizada, la cual es mayor a 0.05, se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) que indica, que el tratamiento, sistema de alimentación mecanizada es igual al sistema de alimentación con alimentadores automáticos, es decir, que con un nivel de confianza del 95% se muestra que estadísticamente no existen diferencias significativas entre dichos sistemas de alimentación en cuanto a la variable supervivencia.

**Figura 16: Comparación del efecto de dos sistemas de alimentación sobre la variable *sobrevivencia***



Fuente: Elaboración propia

Como se mencionó anteriormente de acuerdo a la prueba de hipótesis realizada, estadísticamente no hay diferencias significativas para la variable sobrevivencia en para un nivel de significancia del 0.05, sin embargo, si la hay para una significancia del 0.1838, es decir con un nivel de confianza del 81.62% se puede decir que los resultados de los dos sistemas de alimentación son estadísticamente diferentes. Esto tiene importancia desde un punto de vista financiero y las diferencias pueden ser relevantes, como se mencionó en la variable crecimiento semanal en gramos/camarón.

### C. Variable factor de conversión alimenticia

**Cuadro 28: Prueba de t para la variable factor de conversión alimenticia.**

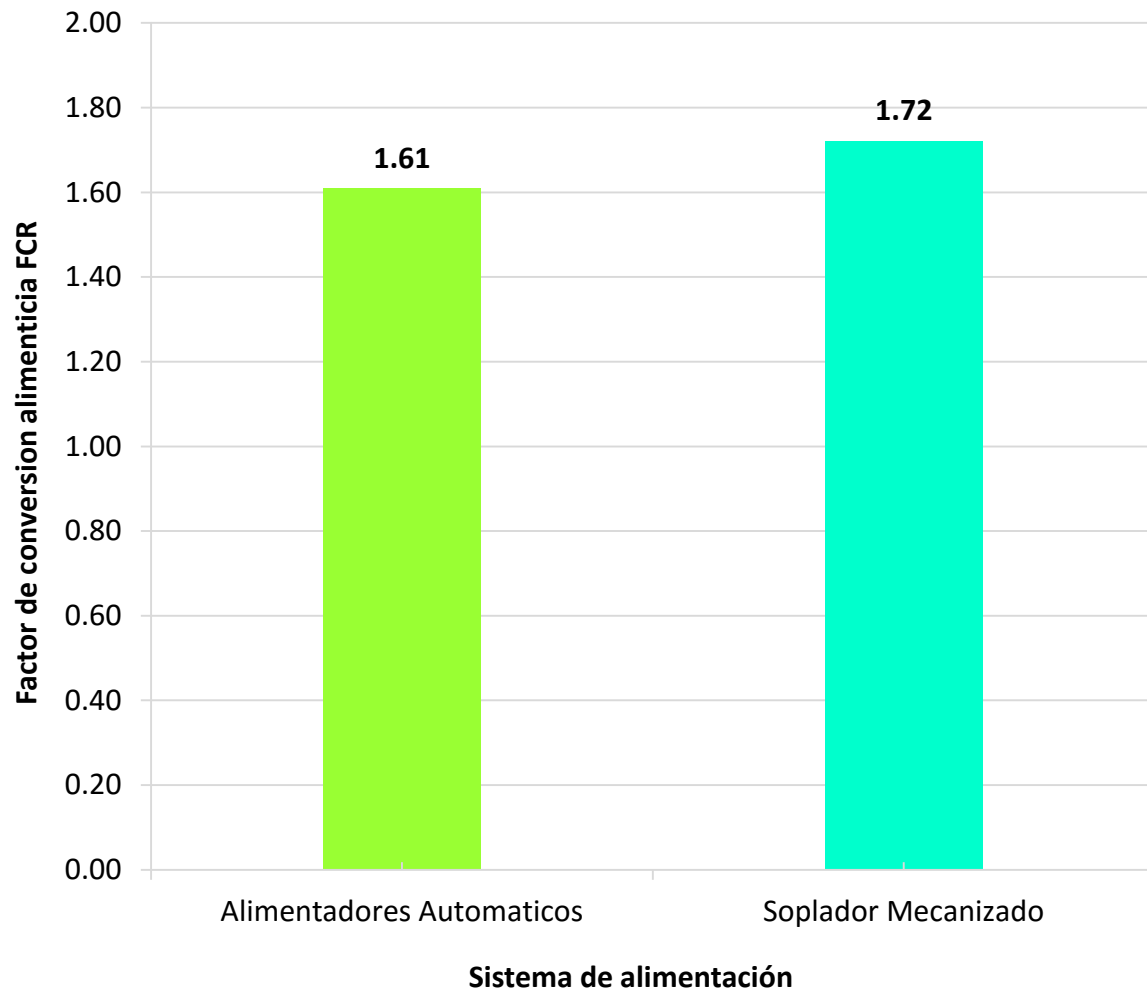
<b>Tratamiento</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. estándar</b>	<b>G.L.</b>	<b>Significancia</b>
Automáticos	4	1.610000	0.11224972	9	0.6601
Mecanizado	7	1.721429	0.47220859		

Fuente: Elaboración propia

Considerando un nivel de significancia  $\alpha=0.05$

Se determinó que debido a la significancia que muestra la prueba de t realizada, la cual es mayor a 0.05, se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) que indica, que el tratamiento, sistema de alimentación mecanizada es igual al sistema de alimentación con alimentadores automáticos, es decir, que con un nivel de confianza del 95% se muestra que estadísticamente no existen diferencias significativas entre dichos sistemas de alimentación en cuanto a la variable factor de conversión alimenticia FCR.

**Figura 17** Comparación del efecto de dos sistemas de alimentación sobre la variable *factor de conversión alimenticia FCR*



Fuente: Elaboración propia



## 2.9.2 Análisis financiero

Una vez realizado el análisis estadístico de los datos con los cuales se establecieron las diferencias entre un sistema y otro se considera que es importante realizar un análisis financiero con el fin de disponer de una herramienta más técnica para tomar decisiones fundamentadas en hechos concretos como lo son las ganancias monetarias.

Las premisas bajo las cuales se desarrolló el análisis financiero se describen a continuación:

- Los datos del análisis están contemplados para un año fiscal, durante el cual es posible realizar dos ciclos de cultivo.
- El cálculo de los ingresos se realizó de acuerdo a un precio de venta ponderado, ya que este varía en función de las tallas.
- El precio por unidad de peso corresponde a producto vendido en fresco (con cabeza), pues es así como se vende a la planta de proceso quien se encarga de darle un valor agregado transformándolo en las diferentes presentaciones, especialidades de cocina y empaque.
- El estudio se realizó con los datos promedio de las repeticiones de cada uno de los tratamientos, por tanto el estado de flujo de efectivo y los indicadores financieros representan, los costos, ingresos, inversión, etc. por piscina.

### A. Costos de producción

El 59.15 % de los costos de producción están representados por los costos variables que contempla: la semilla, el alimento, el grain pellet, fertilizantes, desinfectantes, cal, melaza etc.; y el restante 40.85% es representado por los costos fijos (Energía, mano de obra y mantenimiento).

**B. Flujos de efectivo**

- Los flujos de efectivo se proyectan a 5 años, pues es el período de tiempo durante el cual la compañía espera recuperar la inversión.
- Se consideró un 25% de impuesto sobre la renta con base en la Guía país Belice 2006, elaborado por la oficina económica y comercial de España en Guatemala.  
(15)

**Cuadro 29: Flujo de efectivo para el sistema de alimentación automática con alimentadores automáticos**

<b>Horizonte económico</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Moneda</b>	<b>US \$</b>	<b>US \$</b>	<b>US \$</b>	<b>US \$</b>	<b>US \$</b>	<b>US \$</b>
<b>Ingresos</b>		\$190,044.71	\$190,044.71	\$190,044.71	\$190,044.71	\$190,044.71
<b>Costos Variables</b>		\$84,347.74	\$84,347.74	\$84,347.74	\$84,347.74	\$84,347.74
<b>Utilidad bruta</b>		\$105,696.97	\$105,696.97	\$105,696.97	\$105,696.97	\$105,696.97
<b>Costos fijos</b>		\$60,553.76	\$60,553.76	\$60,553.76	\$60,553.76	\$60,553.76
<b>Utilidad antes de impuesto</b>		\$45,143.21	\$45,143.21	\$45,143.21	\$45,143.21	\$45,143.21
<b>Impuesto sobre la renta (-25%)</b>		\$11,285.80	\$11,285.80	\$11,285.80	\$11,285.80	\$11,285.80
<b>Utilidad neta</b>		\$33,857.41	\$33,857.41	\$33,857.41	\$33,857.41	\$33,857.41
<b>Depreciación (-)</b>		\$2,460.00	\$2,460.00	\$2,460.00	\$2,460.00	\$2,460.00
<b>Inversión en alimentadores automáticos</b>	\$24,600.00					
<b>Inversión del ciclo normal</b>	\$144,901.50					
<b>Valor de rescate</b>						\$12,300.00
<b>flujo neto de efectivo</b>	-\$169,501.50	\$31,397.41	\$31,397.41	\$31,397.41	\$31,397.41	\$43,697.41

Fuente: Elaboración propia

Con base en los datos del flujo de efectivo para las piscinas con alimentadores automáticos, se asume que contablemente los alimentadores automáticos (inversión por piscina) tienen una vida útil de 10 años. Por tanto durante los 5 años (horizonte económico) se depreciará un 10% anual sobre el valor inicial, obteniendo un valor de rescate de US \$12,300.00 al final del quinto año. Los primeros cuatro años se obtendrán utilidades netas de US \$31,397.41 piscina/año y en el quinto año US \$43,697.41 piscina/año, la Inversión de los US \$169,501.50 corresponde al capital necesario para iniciar el ciclo de cultivo normal, esto es, la sumatoria de los costos fijos, los costos variable y la inversión en alimentadores automáticos.

**Cuadro 30: Flujo de efectivo para el sistema de alimentación mecanizada**

<b>Horizonte económico</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Moneda</b>	<b>US \$</b>	<b>US \$</b>	<b>US \$</b>	<b>US \$</b>	<b>US \$</b>	<b>US \$</b>
<b>Ingresos</b>		\$179,447.95	\$179,447.95	\$179,447.95	\$179,447.95	\$179,447.95
<b>Costos variables</b>		\$90,878.42	\$90,878.42	\$90,878.42	\$90,878.42	\$90,878.42
<b>Utilidad bruta</b>		\$88,569.53	\$88,569.53	\$88,569.53	\$88,569.53	\$88,569.53
<b>Costos fijos</b>		\$65,758.13	\$65,758.13	\$65,758.13	\$65,758.13	\$65,758.13
<b>Utilidad antes de impuesto</b>		\$22,811.40	\$22,811.40	\$22,811.40	\$22,811.40	\$22,811.40
<b>Impuesto sobre la renta (-25%)</b>		\$5,702.85	\$5,702.85	\$5,702.85	\$5,702.85	\$5,702.85
<b>Utilidad neta</b>		\$17,108.55	\$17,108.55	\$17,108.55	\$17,108.55	\$17,108.55
<b>Inversión del ciclo normal</b>	\$156,636.55					
<b>flujo neto de efectivo</b>	-\$156,636.55	\$17,108.55	\$17,108.55	\$17,108.55	\$17,108.55	\$17,108.55

Fuente: Elaboración propia

El flujo de efectivo para el sistema de alimentación mecanizada es el mismo para todos los años debido a que este sistema es el actualmente utilizado y la inversión en dicho sistema se realizó desde la fundación de BAL, la Inversión de los US \$156,636.55 corresponde al capital necesario para iniciar el ciclo de cultivo normal, esto es, la sumatoria de los costos fijos más los costos variables.

### C. Comparación de flujos de efectivo

**Cuadro 31: Comparación de flujos de efectivo de ambos sistemas de alimentación.**

<b>Horizonte económico</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Moneda</b>	<b>US \$</b>	<b>US \$</b>	<b>US \$</b>	<b>US \$</b>	<b>US \$</b>	<b>US \$</b>
<b>Flujo de efectivo del sistema automático</b>		\$31,397.41	\$31,397.41	\$31,397.41	\$31,397.41	\$43,697.41
<b>Flujo de efectivo del sistema mecanizado</b>		\$17,108.55	\$17,108.55	\$17,108.55	\$17,108.55	\$17,108.55
<b>Inversión en alimentadores automáticos</b>	\$24,600.00					
<b>Diferencia</b>	-\$24,600.00	\$14,288.85	\$14,288.85	\$14,288.85	\$14,288.85	\$26,588.85

Fuente: Elaboración propia

Al comparar los flujos de efectivo de ambos sistemas de alimentación, es posible observar que con la inversión en alimentadores automáticos el flujo de efectivo cambia considerablemente y las utilidades se incrementan y superan a las obtenidas con el sistema mecanizado en US \$14,288.85 piscina (US \$31,397.41 - US \$17,108.55) cada año durante los primeros 4 años y en el quinto US \$26,588.85 piscina/año (US \$43697.41 - US \$ 17,108.55).

De acuerdo con los datos, la inversión de la compra de alimentadores automáticos podría pagarse en el primer año y aun así obtener una utilidad de US \$ 6,797.41 (US \$ 31,397.41 – US \$ 24,600.00).

**D. Valor actual neto VAN de la inversión en alimentadores automáticos**

$$\text{VAN} = \text{US } \$6,767.15$$

Se determinó únicamente con base en la inversión de alimentadores automáticos pues el sistema mecanizado es una inversión que ya se hizo. La tasa de corte utilizada para el cálculo del VAN fue del 40%.

El VAN al ser positivo indica que la introducción de alimentadores automáticos es económicamente viable, pues se recuperan la inversión (US 24,600.00) más el 40% de la tasa de corte (US \$9,840.00) y aun así se obtiene un remanente de US \$6,767.15

**E. Tasa interna de retorno TIR de la inversión en alimentadores automáticos.**

Para el cálculo de la tasa interna de retorno (TIR) se calculó únicamente para la mejora en el sistema de alimentación, por medio del equipo de alimentadores automáticos.

Considerando la anterior la tasa encontrada es la siguiente:

$$\text{TIR} = 55\%$$

El valor obtenido de la TIR se puede interpretar como, que hasta un 55% sería la tasa de interés que Belize Aquaculture, Ltd. -BAL- podría pagar a una institución financiera sin perder dinero, si todos los fondos para implementar el sistema de alimentación automática fueran financiados por el sistema bancario y el préstamo (principal más interés) sería pagado con las entradas en efectivo de la inversión a medida que ésta fuese produciendo, así mismo la implementación de alimentadores automáticos produce hasta un 55% de ganancias sobre la inversión realizada en los alimentadores automáticos.

Por lo tanto se considera que la inversión es financieramente viable pues el valor de la TIR obtenido es superior a cualquier tasa de interés que actualmente este vigente en el mercado.

## F. Relación beneficio-costo B/C

**Cuadro 32: Comparación de la relación B/C de los dos sistemas de alimentación**

<b>B/C</b>	
Sistema de alimentación automática	Sistema de alimentación con soplador mecanizado
<b>\$1.21</b>	<b>\$1.11</b>

Fuente: Elaboración propia

La relación beneficio costo para el sistema con alimentadores automáticos se calculó de la siguiente manera: para el caso de las piscinas con alimentadores automáticos, al ingreso total se le resta el impuesto sobre la renta ISR único impuesto que se paga en Belice (US \$190,044.71 – US \$ \$11,285.80), esto dividido la sumatoria de los costos fijos, más los costos variables, más la depreciación del equipo de comederos automáticos (US \$60,553.76 + US \$84,347.74 + US \$2,460.00). Para las piscinas con alimentación mecanizada, se dividió los ingresos menos el impuesto sobre la renta ISR (US \$179,447.95 - US \$5,702.85) dentro la sumatoria de los costos fijos más los costos variables (US \$65,758.13 + US \$90,878.42).

En ambos casos la relación beneficio/costo es mayor que 1, lo cual indica que los ingresos netos son superiores a los egresos netos, sin embargo la relación b/c en el sistema con alimentadores automáticos es mayor, esto indica que con dicha inversión por cada US \$ 1.00 invertido, se obtienen US \$0.10 (US \$1.22 – US \$1.11) más que con el sistema actualmente utilizado (sistema mecanizado).

## G. Incremento de utilidades implementando alimentadores automáticos

**Cuadro 33: Incremento de utilidades al implementar alimentadores automáticos**

Primeros 4 años	Piscina/año	\$14,288.85
	En los 4 años/piscina	\$57,155.40
	Finca total (68 piscinas)	\$3,886,567.20
En el año 5	Piscina	\$26,588.85
	Finca total (68 piscinas)	\$1,808,041.80
En los 5 años	Años 4 + año5 (68 piscinas)	<b>\$5,694,609.00</b>
Inversión en alimentadores automáticos	Por Piscina	\$24,600.00
	Finca total (68 piscinas)	(-) <b>\$1,672,800.00</b>
Utilidad neta en los 5 años (68 piscinas)	<b>US \$4,021,809.00</b>	

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro anterior es posible observar que al implementar alimentadores automáticos se obtendría un incremento en las utilidades netas de US \$14,288.85 piscina/año, es decir US \$57,155.40/piscina (US \$14,288.85 \* 4 años) en los cuatro años y US \$26,588.85/piscina en el quinto año. Si el sistema con alimentadores automáticos se implementara en las 68 piscinas con las que BAL dispone para el engorde de camarón, se obtendría un incremento de US \$3,886,567.20 (US \$57,155.40/piscina \* 68 piscinas ) durante los primeros cuatro años y en el quinto año US \$1,808,042.11 (US \$ 26,588.85 por piscina/año \* 68 piscinas), al final de los 5 años se habría US \$5,694,609. (US \$3,886,567.20 + US \$1,808,042.80) y esto menos la inversión US \$1,672,800.00 (US \$24600/piscina \* 68 piscinas) se obtendrían US \$4,021,809.00 (US \$5,694,609.00 – US \$1,672,800.00) de utilidades netas al cabo de los cinco años.



## 2.10 CONCLUSIONES

- Se comprobó con un 95% de confiabilidad que el efecto de ambos sistemas de alimentación son estadísticamente iguales para la variable crecimiento semanal en el engorde de camarón (*Litopenaeus vannamei*), sin embargo, para una significancia del 0.067 si la hay.
- Se determinó con un nivel de confianza del 95% que los datos obtenidos de sobrevivencia son estadísticamente iguales en ambos sistemas de alimentación en el engorde de camarón (*Litopenaeus vannamei*), sin embargo, para una significancia del 0.1838 si la hay.
- Se definió con un nivel de confianza del 95% que el factor de conversión alimenticia FCR obtenido en ambos sistemas de alimentación son estadísticamente iguales en el engorde de camarón (*Litopenaeus vannamei*).
- El análisis financiero realizado indica que la implementación de alimentadores automáticos es una inversión financieramente viable pues, un VAN (US \$6,767.15) indica que además de recuperar la inversión más el porcentaje de ganancia proyectado se obtiene un remanente. Una TIR que muestra una generación de 55% de ganancias sobre la inversión. Una relación beneficio/costo la cual señala, que por cada US \$ 1.00 invertido se obtienen US \$0.10 más que lo obtenido con el sistema mecanizado. Los comederos automáticos brindan un incremento en las utilidades netas de US \$59,144.25 por piscina al cabo de los cinco años que es el horizonte económico establecido, y sí se implementaran en el 100% de las piscinas, al cabo de los cinco años, se lograrían utilidades netas de US \$4,021,809.00 más que lo obtenido con el sistema mecanizado.


## **2.11 RECOMENDACIONES**

Con base en los resultados obtenidos durante esta fase experimental, se recomienda realizar un ensayo a nivel semicomercial que incluya al menos 17 piscinas (25% de la finca) utilizando alimentadores automáticos para corroborar los resultados técnico-financieros de la presente investigación.

## 2.12 BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar M, D. 2011. Estado de flujo de efectivo (en línea). Cali, Colombia, Universidad ICESI. Consultado 9 ene 2015. Disponible en [https://www.icesi.edu.co/departamentos/finanzas\\_contabilidad/images/NIIF/pymes/2011/pymes\\_efectivo.pdf](https://www.icesi.edu.co/departamentos/finanzas_contabilidad/images/NIIF/pymes/2011/pymes_efectivo.pdf)
2. Bador, RF. 2000. Uso de charolas de alimentación para el cultivo de camarón en Sudamérica (en línea). *In* Civera-Ceredo, R; Pérez-Estrada, CJ; Ricque-Marie, D; Cruz-Suárez, LE (eds.) Avances en Nutrición Acuícola IV. Memorias. Simposium Internacional de Nutrición Acuícola (4, 1998, La Paz, Mx). p. 540-549. Consultado 25 mar de 2014. Disponible en [http://www.uanl.mx/utilerias/nutricion\\_acuicola/IV/archivos/33bador.pdf](http://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/IV/archivos/33bador.pdf)
3. Boyd, CE; Clay, J. 2002. Evaluation of Belize Aquaculture Ltd. a superintensive shrimp aquaculture system. Belice, FAO / WWF / Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific (NACA). consultado 7 mar 2014. Disponible en <http://library.enaca.org/Shrimp/Case/LatinAmerica/Belize/FinalBelize.pdf>
4. Burfor, MA *et al.* 2003. Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. Mexico, Elsevier Science. Consultado 13 mar 2014. Disponible en <http://zoologia.biologia.uasnet.mx/protozoos/protozoa59.pdf>
5. CEEI GALICIA, ES. 2010. Cómo valorar un proyecto de inversión. Santiago de Compostela, España. Consultado 9 ene 2015. Disponible en [http://www.bicgalicia.org/files/Manuais\\_Xestion/cast/5ValoraruPproxectodelInvestimento\\_cas.pdf](http://www.bicgalicia.org/files/Manuais_Xestion/cast/5ValoraruPproxectodelInvestimento_cas.pdf)
6. FAO, IT. 2014. Feed and feeding of fish and shrimp (en línea). Roma, Italia, FAO, Feeding Devices. Appendix 14. Consultado 22 mar 2014. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/s4314e/s4314e0t.htm#TopOfPage>
7. González Elías, Jm; Ramírez Abarca, O; Figueroa Hernández, E; Loera Martínez, J. 2011. Evaluación financiera de producción de pejelagarto (*Atractosteus tropicus*): caso cooperativa de producción pesquera acuícola “el pejelagarto”, S.C. De R.I. Revista Mexicana de Agronegocios (Quinta Época); Año XV, v. 29. Consultado 9 ene 2015. Disponible en [http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/114474/2/7.PEJELAGARTO\\_R\\_doc1.pdf](http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/114474/2/7.PEJELAGARTO_R_doc1.pdf)
8. Hunter, B. 2011. A brief history and current status of shrimp farming in Thailand (en línea). Honduras, Shrimp News International. Consultado 22 mar 2014. Disponible en <http://www.shrimpnews.com/FreeReportsFolder/FarmReportsFolder/ThailandHistoryStatusHunter.html>

9. Limsuwan, C; Ching, CA. 2013. Alimentación automática: la nueva opción de los productores de camarón para mejor crecimiento, conversión de alimento. Global Aquaculture Advocate / Global Aquaculture Alliance. Consultado 23 mar 2014. Disponible en <http://www.gaalliance.org/mag/2013/SP-Mar-Apr/download.pdf>
10. Molina P, C; Villarreal C, H. 2008. Estrategias de alimentación en la etapa de engorda del camarón (en línea). La Paz. México, CIBNOR / CYTED / PRONACA. Consultado 24 mar 2014. Disponible en [http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2590/CYTED\\_Camaron.pdf](http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2590/CYTED_Camaron.pdf)
11. Moreno, A, M; Sáenz G, LM; González A, HM. 2003. Protocolo sanitario para el cultivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en el estado de Baja California, México. Baja California, México, Comité Estatal de Sanidad Acuícola e Inocuidad de Baja California. Consultado 24 mar 2014. Disponible en [http://www.cesaibc.org/sitio/archivos/ProtocoloSanitario\\_200313154532.pdf](http://www.cesaibc.org/sitio/archivos/ProtocoloSanitario_200313154532.pdf)
12. Myvett, G; Quintana, R. 2002. The status of aquaculture in Belize. Belize, Aquaculture & Inland Fisheries Unit. Consultado 25 feb 2014. Disponible en [http://eprints.eriub.org/32/1/STATUS\\_OF\\_AQUACULTURE\\_2002.pdf](http://eprints.eriub.org/32/1/STATUS_OF_AQUACULTURE_2002.pdf)
13. National Meteorological Service of Belize, BE. 2014. Climate summary (en línea). Belize, Climate summary nible. Consultado 12 mar 2014. Disponible en <http://www.hydromet.gov.bz/climate-summary>
14. NICOVITA, PE. 1998. Métodos de alimentación (en línea). Perú, NICOVITA, Boletín NICOVITA 3(5). Consultado 20 mar 2014. Disponible en [http://www.nicovita.com.pe/extranet/Boletines/may\\_98\\_01.pdf](http://www.nicovita.com.pe/extranet/Boletines/may_98_01.pdf)
15. \_\_\_\_\_. 1999. La importancia del buen manejo del estanque y del alimento en el cultivo de camarón (en línea). Perú, NICOVITA, Boletín NICOVITA 4(3). Consultado 20 mar 2014. Disponible en [http://www.nicovita.com.pe/extranet/Boletines/mar\\_99\\_01.pdf](http://www.nicovita.com.pe/extranet/Boletines/mar_99_01.pdf)
16. Oficina Económica y Comercial de España en Guatemala, GT. 2014. Guía país Belice. Guatemala. Consultado 12 nov 2015. Disponible en [www.comercio.gob.es/tmpDocsCanalPais/23B2DEDB92BCB2CDEA756EB132DC9860.pdf](http://www.comercio.gob.es/tmpDocsCanalPais/23B2DEDB92BCB2CDEA756EB132DC9860.pdf)

The seal of the University of Belize is a circular emblem. It features a central figure of a knight on a white horse, holding a lance. Above the knight is a golden crown with a cross on top. To the left and right of the crown are two golden pillars. The background of the seal is blue and green, with a yellow castle on the left and a yellow lion on the right. The Latin motto "CETERAS OBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER" is written around the perimeter of the seal.

**3 CAPITULO III:  
SERVICIOS PRESTADOS EN EL LABORATORIO DE SALUD ANIMAL  
Y CONTROL DE CALIDAD DE LA COMPAÑÍA BELIZE  
AQUACULTURE, LTD. -BAL-**

### 3.1 PRESENTACIÓN

Durante el cultivo de los camarones peneidos, el crecimiento, salud y desarrollo de estos es directamente afectado positiva o negativamente por la calidad de muchos factores, los cuales deben ser monitoreados constantemente. La calidad de agua en los estanques, la calidad de larva y la del alimento tienen una incidencia directa sobre la salud de los camarones y por ende en la producción, de ahí la necesidad que toda finca acuícola cuente con un departamento encargado del control de calidad, el cual debe brindar un soporte para lograr el éxito en las operaciones acuícolas.

BAL cuenta con un laboratorio el cual se encarga de realizar periódicamente análisis químicos y biológicos de agua de las piscinas de engorde durante todo el ciclo de cultivo, del agua proveniente del mar caribe, y de las descargas al medio ambiente con el fin de determinar su calidad para establecer estrategias de manejo que permitan enmendar o corregir problemas que puedan estar afectando la salud del camarón o bien aprovechar las características que sean favorables para el cultivo y con esto minimizar cualquier riesgo que pueda causar pérdidas económicas en la producción.

En dicho laboratorio también se llevan a cabo análisis de control de calidad en la semilla previo a la siembra con lo cual se asegura la salud de la larva y un buen ciclo de cultivo. El control de la calidad del alimento es una actividad que se realiza constantemente para determinar si la compañía productora de alimentos cumple con las especificaciones del producto que ofrece.

En otras palabras este laboratorio establece ciertos estándares de calidad de larva, alimento, agua etc. y vela porque que estos se cumplan con el fin de mantener saludable la producción y asegurar un buen ciclo de cultivo procurando el menor daño posible al medio ambiente.

Como parte de los servicios brindados durante el E.P.S.A. se brindó apoyo y asistencia técnica al laboratorio de control de calidad y salud animal de la compañía Belize Aquaculture Limited –BAL- en todos los análisis que a control de calidad en la producción confiere. El presente documento se complementa con una breve revisión bibliográfica de la importancia de cada uno de los análisis, así mismo se describen las metodologías, materiales y equipo empleados con el fin de brindar un guía básica de los principales análisis que se deben realizar en una finca dedicada a la engorda de camarón.

## **3.2 OBJETIVOS**

### **3.2.1 General**

- Brindar apoyo y asistencia técnica al laboratorio de salud animal y control de calidad de la compañía Belize Aquaculture, LTD. -BAL-.

### **3.2.2 Específicos**

- Brindar apoyo en el análisis de calidad de la semilla describir los procedimientos empleados y enlistar el equipo, materiales y reactivos utilizados.
- Brindar apoyo en el análisis químico físico, químico y biológico de aguas de piscinas de engorde, describir los procedimientos empleados y enlistar el equipo, materiales y reactivos utilizados.
- Brindar apoyo en el análisis de salud animal, describir los procedimientos empleados y enlistar el equipo, materiales y reactivos utilizados.
- Brindar apoyo en el análisis de calidad alimento, describir los procedimientos empleados y enlistar el equipo, materiales y reactivos utilizados.



### 3.3 METODOLOGÍA

Durante los meses de agosto a noviembre se realizaron los siguientes análisis en el laboratorio de control de calidad y salud animal de BAL.

La frecuencia con se realizaron los análisis se presentan a continuación.

- ✓ *Análisis de calidad de larva:* se realizó previo a cada siembra.
- ✓ *Análisis químico físico y biológico de agua de piscinas de engorde:* se muestreó cada piscina una vez por semana.
- ✓ *Análisis químico físico y biológico de impacto ambiental:* este tipo de análisis se tomó en la entrada y salida de los afluentes dentro del área de la finca y se realizó de manera mensual.
- ✓ *Análisis de salud animal:* se realizó a cada piscina de engorde una vez por semana.
- ✓ *Análisis de calidad alimento:* esta prueba se realizó un análisis por cada furgón de alimento y tipo de alimento que ingresó a la finca.

Finalmente se procedió a redactar un informe formal para su entrega como parte de los documentos requisitos del EPSA, en el cual se incluyó una justificación e importancia de realizar cada uno de los análisis y se describió detallada y sistemáticamente cada una de las metodologías, equipos, materiales y reactivos empleados para la realización de cada uno de ellos.

## 3.4 RESULTADOS

### 3.4.1 Análisis de control de calidad de la semilla

Asegurar la obtención de postlarvas saludables y vigorosas es condición necesaria para un buen inicio del ciclo de cultivo, para esto es necesario que sean examinadas con el fin de detectar signos de enfermedad, evaluar su calidad y establecer su fortaleza a través de una macro y micro evaluación, que permita determinar tamaño, presencia de deformidades, homogeneidad de tallas, actividad, contenido y movimiento intestinal, presencia de epibiontes, opacidad muscular, desarrollo branquial, cambios de color y melanización de apéndices. De igual manera, se debe hacer una prueba de estrés y se recomienda observar las postlarvas en la oscuridad, con el fin de detectar posible bioluminiscencia. Si los resultados de calidad están fuera de los parámetros normales establecidos por la finca, las postlarvas no deberán ser rechazadas. (5)

### 3.4.2 Materiales y equipo

- ✓ Beaker de vidrio y uno de plástico con capacidad para 250 ó 500ml
- ✓ Una red pequeña para acuario o pecera
- ✓ Una cámara de recuento Sedgewick Rafter,
- ✓ Contador de mano
- ✓ Un vernier
- ✓ Microscopio compuesto
- ✓ Porta y cubre objetos
- ✓ Kit de disección (pinzas, tijeras etc.)
- ✓ Solución de povidona yodada
- ✓ Papel mayordomo
- ✓ Etanol al 95%

### 3.4.3 Metodología

Los análisis para determinar la calidad de la semilla se realizan previos a la siembra de cada piscina en el cual se evalúan nueve parámetros.

- Movimiento
- Contenido de lípidos
- Contenido intestinal
- Deformidades
- Necrosis
- Restos adheridos
- Presencia de protozoos y/o bacterias filamentosas
- Pigmentación
- Desarrollo de las branquias
- Variación de tallas

- a) Del contenedor con el lote de P´ls que ingresa a la finca proveniente del laboratorio de reproducción es necesario realizar un examen preliminar para lo cual mediante un beaker de vidrio se toma una muestra del contenedor, y se procede a observar principalmente el comportamiento o actividad de las post-larvas, la calidad del agua, presencia de alimento en el tracto, características de las heces, si hay muda y/o muertos en la muestra y finalmente disparidad y homogeneidad de las post-larvas.
- b) Luego se procede a tomar una muestra con una red de acuario de aproximadamente 100 P´ls como mínimo y se colocan en un beaker de plástico con el agua del contenedor y trasladan al laboratorio para ser examinados.
- c) Cualquier anomalía observada debe apuntarse en el área de comentarios del reporte final.
- d) Una vez en el laboratorio los P´ls se colocan en una cámara de recuento Sedgewick Rafter, para ser evaluadas en el microscopio a excepción del “movimiento” que es evaluado en el recipiente. El laboratorio cuenta con un manual de escalas y

fotografías como una guía para el análisis, ya que la mayoría de los parámetros son bastante subjetivos.

- e) Previo al análisis con el papel mayordomo y el etanol al 95%, se procede a limpiar toda el área de trabajo e instrumentos a utilizar durante el análisis.

### **A. Movimiento**

- f) Este parámetro es evaluado en el recipiente por medio de simple observación, este permite determinar la salud de los animales con solo observar la actividad de los P'ls en el agua, el análisis se realiza de acuerdo a la siguiente escala que va del 0 al 5, en donde 0 es cuando más del 95% de los P'ls presentan un nado activo y 5 cuando menos del 70% está inactivo, sin embargo esto puede ser relativo y es importante tomar en cuenta que si la semilla es traída de lugares lejanos, la temperatura del agua será baja, lo cual se traduce en una reducción del metabolismo y el nadado será lento.

0. Excepcionalmente fuerte y activo
1. Movimiento relativamente fuerte (Saludable)
2. Moderadamente pero movimiento fuerte
3. Movimiento lento y débil
4. Muy débil y nado errático
5. Sin movimiento algunos muertos

- g) Colocar la calificación para este parámetro con base en lo observado globalmente en la muestra de manera.

## **B. Contenido de lípidos**

h) El contenido de lípidos es observado globalmente en el microscopio en un montaje como se mencionó en el inciso "d". la salud es determinada de acuerdo a la cantidad de vacuolas lipídicas en el hepatopáncreas, así un hepatopáncreas grande y lleno de lípidos es considerado saludable, y un pequeño y vacío es señal de subalimentación. Es importante que el hepatopáncreas no sea transparente si no que posea una coloración oscura y buena. La evaluación se realiza de acuerdo a la escala siguiente:

0. Llenos con muchas vacuolas grandes (excepcional 100%)
1. Relativamente llenos con gran cantidad de vacuolas medianas (60-90%)
2. Vacuolas moderadas, algunas grandes (40-60%)
3. Vacuolas muy pequeñas (10-40%)
4. Pocas vacuolas y muy pequeñas (5-10%)
5. No se observan vacuolas lipídicas (0%)

i) Colocar la calificación para este parámetro con base en lo observado globalmente en la muestra de manera.

## **C. Contenido en el tracto digestivo**

j) Examinar el contenido y apariencia del tracto digestivo permite conocer el nivel de alimentación de los P'ls. Tractos vacíos indican una mala alimentación y podría ser una primera señal de enfermedad. Cuando del 90-100% de los P'ls contienen el tracto lleno recibe una puntuación de 0 y cuando menos del 70% de las larvas contienen un tracto vacío reciben una puntuación de 5, de acuerdo a las escala siguiente:

0. Tracto lleno, con hilo fecal (100% lleno)
1. Tracto Lleno (60-90% lleno)
2. Moderadamente lleno (30-60% lleno)

3. Relativamente vacío (10-30% lleno)
4. Tracto casi vacío (5-10% lleno)
5. Tracto vacío (0%)

k) Colocar la calificación para este parámetro con base en lo observado globalmente en la muestra de manera.

#### **D. Deformidades**

l) Se debe evaluar las deformidades que pueda haber a lo largo del cuerpo de los P'ls, como rostro doblado o torcidos, pérdida o daño de apéndices debido a infecciones bacterianas, deformidad en la cola, exoesqueleto, cola y apéndices erosionada, abdomen angosto o inflamado, cuerpo irregular. La determinación del grado de deformidad se realiza de acuerdo a la escala siguiente que engloba a las deformidades antes descritas.

0. Sin deformidades observadas
1. Leve (espinas ligeramente curvadas)
2. Bajo (espinas curvadas/rostrum)
3. Moderadamente (espinas quebradas, apéndices deformados, cola y exoesqueleto deformado)
4. Alto (muchas espina quebradas o faltantes, apéndices deformados, cola o exoesqueleto deforme)
5. Severo (apéndices y cola erosionado, abdomen estrecho o inflamado, abdomen o exoesqueleto irregular)

m) Colocar la calificación para este parámetro con base en lo observado globalmente en la muestra de manera.

## E. Necrosis

n) El necrosamiento del exoesqueleto es un indicador de canibalismo o posible infección bacteriana, esta debe ser observada con la luz del microscopio a baja potencia, si no hay necrosis en el exoesqueleto de los P'ls, recibe un valor de 0 según la escala y si más del 15% presentan necrosis es indicativo de una severa infección bacteriana y recibe un valor de 5.

o) La melanización es un parámetro que se debe examinar, que a menudo ocurren cuando los apéndices han sido canibalizados, o donde hay ocurrencia de bacterias. Se le considera necrosis a todo tipo de melanización, o manchas negras que afecten el exoesqueleto, apéndices, hepatopáncreas y agallas.

La escala para determinar el grado de necrosamiento se presenta a continuación:

0. Sin necrosis observada
1. Leve (<10%)
2. Apéndices en las partes afectadas del cuerpo (10-30%)
3. Apéndices sobre el área afectada del cuerpo (30-60%)
4. Apéndices sobre el área afectada del cuerpo (60-90%)
5. Cuerpo completamente afectado

p) Colocar la calificación para este parámetro con base en lo observado globalmente en la muestra de manera.

## F. Restos adheridos

q) Se refiere a toda la suciedad, o partículas adheridas al cuerpo el cual brinda una idea de la calidad del agua del contenedor. La escala para determinar el grado de partículas o restos adheridas al cuerpo se muestra a continuación:

0. No hay restos adheridos

1. Muy bajo (normal <5% P'ls)
2. Bajo (5-10% afectados)
3. Moderado (10-30% P'ls afectados)
4. Alta carga de restos (30-50% P'ls afectados)
5. Cubiertos de restos (60-100% P'ls afectados)

r) Colocar la calificación para este parámetro con base en lo observado globalmente en la muestra de manera.

### **G. Pigmentación**

s) Este parámetro está relacionado con la expansión de los cromatóforos de ciertas partes del cuerpo o del cuerpo completo. Los cromatóforos expandidos son señal de estrés. La escala para determinar la pigmentación se muestra a continuación:

0. No se observan coloraciones cromatóforos
1. Muy bajo (casi no se observan pigmentos)
2. Moderado (cromatóforos solamente en ciertas partes)
3. Alto (Cromatóforos en todas partes)
4. Completamente lleno de cromatóforos y dispersos con coloraciones roja naranja intenso.

t) Colocar la calificación para este parámetro con base en lo observado globalmente en la muestra de manera.

### **H. Presencia de protozoos y bacterias filamentosas**

u) Se deben realizar montajes a las cuales en lugar de agua se les debe agregar 3 gotas de lugol para observar en el microscopio protozoos y/o bacterias filamentosas que puedan estar adheridas al exoesqueleto de los P'ls y particularmente alrededor de las branquias, urópodos y pleópodos, es posible observar también en este montaje si hay presencia de gregarinas en el tracto digestivo y no debe ser mayor al 1.5%.



v) Con base en lo observado se procede a escribir los resultados en el reporte. Cuando no hay presencia de microorganismos adheridos al cuerpo o en el tracto digestivo, recibe una puntuación de 0 y si en más del 15% de los animales analizados hay presencia de microorganismos, recibe una puntuación de 5. La escala siguiente es una guía para determinar el grado de infestación por animal observado:

0. Cuerpo limpio (sin presencia de protozoos o bacterias)

1. Muy bajo (1-5% del cuerpo afectado)

2. Bajo (5-10% del cuerpo afectado)

3. Moderado (10-30% del cuerpo afectado)

4. Alto (30-70% del cuerpo afectado)

5. Severo (>70% del cuerpo afectado)

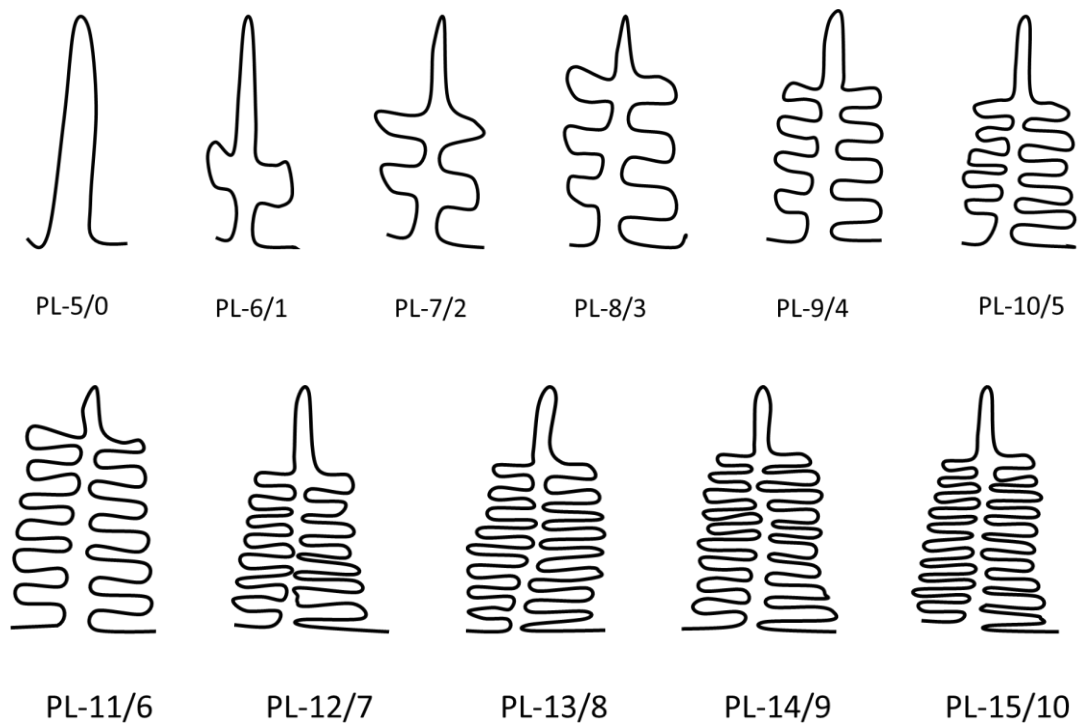
w) Colocar la calificación para este parámetro con base en lo observado globalmente en la muestra de manera.

#### **I. Media aritmética de las observaciones**

x) De los valores obtenidos en los exámenes anteriores, se realiza un promedio y de acuerdo a al valor obtenido se determina la calidad de la larva de manera general. Cuanto más pequeño sea el valor de la media, mejor será la calidad de la larva, es decir, si la media de los aspectos evaluados es "0", indica que la semilla es de buena calidad y cuanto más se aleje de este valor menor será la calidad. El rechazo de la larva depende de todos los parámetros pero principalmente de la necrosis y hepatopáncreas vacío el cual debe ser menor al 20% de los animales muestreados.

## J. Desarrollo branquial

- y) Se deben evaluar 25 P'ls, a los cuales se les debe extraer con ayuda de pinzas y tijeras (kit de disección) porciones de las branquias, con los cuales deben hacerse montajes y observarlos en el microscopio compuesto.
- z) En el microscopio se debe enfocar una sola lámina branquial de cada PL. para determinar el grado de desarrollo, ya que los P'ls mayores a PL9-10 su desarrollo branquial está en capacidad de soportar cambios de salinidad, lo cual ocurre durante la siembra. Dicho parámetro se determina mediante el número de lóbulos existentes en cada lámina branquial. Tal como se muestra en el cuadro siguiente:



Fuente: BAL

**Figura 18: Edad de las post-larvas de acuerdo al desarrollo branquial**

aa) En el informe final se debe escribir el porcentaje de cada grupo de larvas de acuerdo a su edad. Este es otro criterio que determina la calidad. Todas las larvas deben estar arriba de los 9 o 10 días, es decir PL9-10 debido a las razones antes descritas y el 85% de los animales como mínimo deben estar en el mismo rango de edad.

#### **K. Medición de Post-larvas**

bb) Para determinar el tamaño promedio es necesario medir la longitud de al menos 50 post-larvas con ayuda de un vernier.

cc) Es necesario calcular la desviación estándar la cual al ser dividida por el valor de la media y multiplicada por cien se obtiene el coeficiente de variación, el cual debe ser menor al 15% para que la variación en las tallas se considere bajo y arriba del 25% es considerado alto.

**Cuadro 34: Formato para informe de control de calidad de la semilla**

<b>Fecha:</b> ___/___/___	<b>Lote:</b> _____	<b>Piscina a sembrar:</b> _____
<b>Movimiento:</b> _____	<b>Necrosis:</b> _____	
<b>Contenido de lípidos:</b> _____	<b>Restos adheridos:</b> _____	
<b>Contenido en el tracto digestivo:</b> _____	<b>Protozoos y bacterias filamentosas:</b> _____	
<b>Deformidad:</b> _____	<b>Pigmentación:</b> _____	
<b>Promedio:</b> _____		
<b>Desarrollo branquial:</b>		
P'ls-8/3: _____	P'ls-13/8: _____	
P'ls-9/4: _____	P'ls-14/9: _____	
P'ls-10/5: _____	P'ls-15/10: _____	
P'ls-11/6: _____	P'ls > 15: _____	
P'ls-12/7: _____		
<b>Medición de Post-larvas</b>		
6mm: _____	12mm: _____	
7mm: _____	13mm: _____	
8mm: _____	14mm: _____	
9mm: _____	15mm: _____	
10mm: _____	16mm: _____	
11mm: _____	17mm: _____	
Total post larvas medidas: _____	Media (mm): _____	
Desviación estándar: _____	CV%: _____	
<b>Comentarios:</b> _____		

Fuente: Laboratorio BAL

### 3.4.4 Análisis de la calidad del agua de las piscinas de engorde

La mayoría de las labores culturales que se emplean en el cultivo de camarón tienen un impacto directo en la calidad del agua de los estanques de cultivo. El deterioro de la calidad de agua en los estanques puede afectar severamente la salud de los camarones a tal punto de poner en riesgo la cosecha entera. De ahí la necesidad de implementar un sistema de monitoreo diario de los parámetros físicos y químicos de agua que permita anticipar y corregir el desarrollo de condiciones adversas de calidad de agua con el fin de reestablecer condiciones óptimas en el sistema de cultivo. (9)

El monitoreo involucra: la medición de los parámetros de la calidad del agua, mantener cuidadosamente estos registros, el análisis de los datos obtenidos y el uso de los resultados interpretados para mejorar las prácticas de manejo. Además de monitorear los estanques, sus entradas y salidas de agua, es útil para una industria mantener un programa de monitoreo de ecosistemas para seguir los parámetros ambientales en el tiempo y en un rango geográfico más amplio. Esto es particularmente útil en áreas donde el ambiente, y por supuesto, el cultivo del camarón, pueden ser vulnerable a otras influencias, tales como otras industrias, la agricultura, los cambios climáticos, etc. (6)

#### A. Análisis químico

##### a. *Fosfatos, amonio, nitritos, nitratos y ácido sulfhídrico*

En BAL la mayoría de los análisis químicos de agua se lleva a cabo por medio de espectrofotometría que es una de las técnicas experimentales más utilizadas para la detección específica de moléculas. Se caracteriza por su precisión, sensibilidad y su aplicabilidad a moléculas de distinta naturaleza y estado de agregación. En el cultivo de camarón es necesario monitorear los niveles de ciertos compuestos tóxicos como lo son los fosfatos, nitritos, nitratos, amonio y sulfuro para estar seguros que estos no se encuentran en niveles a los que podrían ser mortales. A continuación se muestra el efecto de cada uno

de ellos sobre el cultivo de camarón y posteriormente se describirá la metodología empleada para la determinación de dichos parámetros.

#### i. Ácido sulfhídrico

Bajo condiciones anaeróbicas, ciertas bacterias heterotróficas pueden utilizar sulfato y otros compuestos oxidados de sulfuro como electrones terminales en su metabolismo y liberar sulfuro. El sulfuro de hidrógeno es producido normalmente por bacterias que se reproducen en un medio anaeróbico y es transferido al agua donde es oxidado a sulfato. No obstante, las concentraciones residuales pueden mezclarse en el agua cuando la liberación de sulfuro es alta. El pH regula la distribución total del sulfuro en todas sus formas ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HS}^-$  y  $\text{S}_2$ ). El sulfuro no ionizado ( $\text{H}_2\text{S}$ ) es tóxico para los organismos acuáticos, las formas ionizadas no aparentan tener toxicidad. La proporción de sulfuro de hidrógeno no ionizado desciende rápidamente al aumentar el pH. Sin embargo el sulfuro de hidrógeno es muy tóxico y no es deseable tener concentraciones que puedan ser detectadas, en el caso de BAL el nivel de sulfuro de hidrogeno debe ser menor a 100  $\mu\text{g/l}$  para ser aceptable. (1)

#### ii. Fosfatos

El agua que entra a los estanques también tiene fósforo en forma de fosfato inorgánico disuelto y en materia orgánica pero las principales fuentes de fósforo son los alimentos y fertilizantes. Así como con el nitrógeno, las plantas absorben formas inorgánicas de fósforo del agua y las bacterias convierten el fósforo orgánico en fósforo inorgánico. Los camarones también liberan entre el 60 y 80% del fósforo que consumen. El fósforo debe de ser aplicado continuamente al estanque para mantener los brotes de fitoplancton. No obstante una sobre fertilización o un exceso de alimento puede generar una excesiva concentración de fósforo en el agua y un exceso de fitoplancton y al sobresaturarse el medio se produce un crash o caída de algas lo cual resulta muy riesgoso pues conlleva a una serie de problemas dentro de los cuales se tiene una caída de oxígeno que puede ser muy difícil recuperar, así mismo

la caída de algas aumentaría los niveles de materia orgánica en descomposición y con este un aumento de compuestos tóxicos.(1)

### iii. Amonio

El amonio se presenta en el agua en dos formas, amonio no ionizado ( $\text{NH}_3$ ) e ion amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), en un equilibrio que depende del pH y la temperatura. Conforme aumenta el pH, el amonio no ionizado crece en comparación con ion amonio. La temperatura del agua también incrementa el amonio no ionizado, pero su efecto es menor que el del pH. La toxicidad del amonio en organismos acuáticos generalmente se relaciona con el amonio no ionizado. La concentración de amonio en los estanques pocas veces llega a ser letal, sin embargo es común que exista un estrés en los camarones a causa de altas concentraciones de amonio, es importante mencionar que la alta concentración de amonio es común en estanques con tasas altas de alimentación y/o exceso en el uso de fertilizantes a base de amonio, en otras palabras las bacterias descomponen el alimento no consumido liberando amonio, por lo que un incremento en el alimento, producirá una mayor concentración de amonio en el agua, lo cual puede llegar a niveles tóxico. Se recomienda que los niveles de amonio total permanezcan por debajo de 1 mg/l. (1)

### iv. Nitrito

Los valores de este compuesto deben permanecer menores a 1mg/l, debido a que en altas concentraciones, el nitrito se combina con la hemocianina en la sangre de los camarones y reduce drásticamente la capacidad de la sangre para transportar oxígeno lo cual se traduce en mortalidad. El rango en el que este compuesto debe mantenerse para no ser perjudicial debe estar entre 0.1-0.3 mg/l. (1)

#### v. Nitrato

A través de un proceso oxidativo el nitrito  $\text{NO}_2$  es convertido a nitrato por medio unas bacterias nitrificantes llamadas Nitrobacter, este compuesto al ser un elemento esencial de los vegetales, es un promotor de plancton en las piscinas y la necesidad de medirlo y mantenerlo en un rango menor a 5mg/l es debido a que altos niveles de este provocarían un sobresaturamiento del medio provocando al igual que el fosforo un crash. Por eso que es necesario mantener una adecuada relación N:P pues dependiendo de esto será el tipo de algas que predominen en el agua. (1)

#### **b. Alcalinidad**

La alcalinidad es la concentración total de bases en el agua, expresada en miligramos por litro de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Las bases en el agua son: hidróxido, amonio, borato, fosfato, silicato, bicarbonato y carbonato. El bicarbonato es la principal forma de alcalinidad. El Carbonato y el hidróxido pueden ser significativos cuando la actividad de las algas es alta y en ciertos tipos de agua o residuos de agua. El agua de mar tiene un valor promedio de 120 mg/L. (1)

La alcalinidad en una piscina de cultivo de *L. vannamei* no debe bajar de 80 mg/l. de  $\text{CaCO}_3$ , en BAL se toman acciones cuando este valor es menor a 100 y mayor a 150 mg/l. lo cual permite un óptimo crecimiento y buena sobrevivencia. Cuando el agua está con nivel bajo de alcalinidad, el pH varía mucho. Estos cambios fuertes de pH pueden causar estrés, bajo crecimiento e incluso mortalidad. (3)

#### **c. pH**

El pH se define como el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno ( $\text{H}^+$ ). El pH indica cuán ácida o básica es el agua y es un parámetro muy importante a ser considerado en la acuicultura, el cual causa muchos fenómenos químicos y biológicos,



especialmente sobre el metabolismo y procesos fisiológicos de peces, camarones y todos los organismos acuáticos. (1)

Se ha reportado que los puntos letales de acidez y alcalinidad son de pH 4 y pH 11, respectivamente. Aguas con valores de pH de 6,5 a 9,0 son las más adecuadas para la producción de organismos acuáticos cultivables. En valores inferiores a 6,5 disminuyen los procesos reproductivos. En BAL los valores deben estar entre 7 y 8.5, arriba y debajo de estos valores se toman acciones para corregir el pH. (10)

La fluctuación diaria del pH en las piscinas resulta de los cambios en la fotosíntesis del fitoplancton y otras plantas acuáticas, es decir si la concentración de dióxido de carbono crece, la de iones de hidrógeno aumenta y el pH disminuye y, al contrario, si disminuye la concentración de dióxido de carbono, la de iones de hidrógeno cae y el pH aumenta. (1)

#### **d. Salinidad**

La salinidad es la concentración total de los iones disueltos. La salinidad depende básicamente de siete iones, cuyo valor promedio de concentración en el agua de mar es: Sodio, 10,500 mg/L; Magnesio, 1,450 mg/L; Calcio, 400 mg/L; Potasio, 370 mg/L; Cloruro, 19,000 mg/L; Sulfato, 2,700 mg/L; Bicarbonato, 142 mg/L. La salinidad promedio del agua de mar es 34.5 partes por mil. En agua salobre, la salinidad varía de acuerdo a la salinidad de la fuente de agua, sin embargo para el caso específico de BAL las variaciones pueden deberse principalmente por el efecto de las lluvias o a la evaporación ya que todo el agua proviene directamente del océano atlántico. (1)

Aunque el *Litopenaeus vannamei* y otras especies pueden ser cultivadas dos exitosamente en estanques costeros con salinidad entre 1 y 40 ppm, se produce mejor con una salinidad superior a 5 ppm y la mayoría de productores la prefieren entre 20 y 25 partes por mil, para el caso particular de BAL los valores permisibles están entre 15-32 partes por mil. (1)

## **B. Análisis físico**

### **a. Turbidez**

Es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión, en otras palabras mide la claridad del agua. La turbidez en las piscinas se mide por medio de un disco Secchi, el cual es un dispositivo pintado con cuadrantes alternos de negro y blanco y tiene 20cm de diámetro el cual se introduce en el agua. La visibilidad de disco Secchi es la profundidad en centímetros a la cual el disco deja de ser visible cuando este es sumergido en el agua de una piscina, usualmente existe una relación inversa entre la visibilidad del disco y la abundancia de plancton. A medida que el plancton aumenta la visibilidad disminuye. Sin embargo, a veces la turbidez es causada por partículas suspendidas de arcilla o detritus y no por la cantidad de fitoplancton. Las mediciones o lecturas de disco Secchi son subjetivas dado que varían en dependencia de la agudeza visual del que ejecuta la medición y de las condiciones del tiempo. (6)

### **b. Temperatura**

La temperatura tiene alto impacto en los procesos químicos y biológicos. Los procesos biológicos como crecimiento y respiración se duplican, en general, por cada 10 °C que aumenta la temperatura. Esto significa que el camarón crece dos veces más rápido y consume el doble de oxígeno a 30 °C que a 20 °C, por lo que el requerimiento de oxígeno disuelto es más crítico en temperaturas cálidas que en las frías. El crecimiento y la respiración de otros organismos que comparten el estanque, así como las reacciones químicas en su agua y suelo, se incrementan también conforme aumenta la temperatura. Por ello los factores ambientales, y en particular las variables de calidad del agua, son más críticos cuando aumenta la temperatura. (1)

### **C. Análisis biológico**

Una buena productividad natural ahorra alimento manufacturado. La concentración y tipo de alga presente en la columna de agua tiene un efecto directo en la calidad del agua. Las algas producen oxígeno durante las horas de luz solar. También ayudan a controlar las concentraciones de amoníaco absorbiéndolo del agua. Sin embargo, la concentración excesiva de algas puede dar por resultado bajas concentraciones de oxígeno disuelto. La proliferación de ciertas especies de algas verde-azules puede ser tóxica para el camarón, o puede producir compuestos olorosos que impartan un sabor desagradable al camarón haciéndolo inaceptable para los consumidores (6)

Por tales motivos es necesario realizar conteos directos a nivel de género y abundancia de fitoplancton y zooplancton en las piscinas camaroneras. Así, el examen microscópico del agua es una herramienta para determinar y cuantificar la presencia de una comunidad fitoplanctónica y zooplactonica deseable o indeseable (1).

#### **a. *Fitoplancton***

El fitoplancton está comprendido por organismos capaces de sintetizar su propio alimento, es decir autótrofos, al igual que la mayoría de plantas, fijan carbono por medio del proceso llamado fotosíntesis, a partir del agua, gas carbónico y energía luminosa. El 95% de la productividad primaria en el mar se debe al fitoplancton. Este constituye la base de la pirámide alimenticia de todo el ecosistema marino y está constituido principalmente por algas unicelulares microscópicas. (7)

Las algas verdes y las diatomeas son más apropiadas para estos estanques que las cianofitas, clorofitas y los dinoflagelados. (1)

### **b. Zooplancton**

El zooplancton, por el contrario, está constituido por organismos heterótrofos que no pudiendo sintetizar su propio alimento, la obtienen del medio exterior por ingestión de partículas vivas o muertas. Esta comunidad está conformada por una extensa variedad de organismos, que incluyen estadios larvales, juveniles y adultos de prácticamente todos los grupos zoológicos acuáticos. (7)

De acuerdo a su tamaño el zooplancton se clasifica de la siguiente manera:

- Microzooplancton: < 0,2 mm
- Mesozooplancton pequeño: 0,2 a 1 mm
- Mesozooplancton grande: Colectado por mallas de 1 mm
- Macrozooplancton: Entre 2 y 10 cm

Las tres primeras categorías pudieran ser de mayor importancia como parte del alimento del camarón. Para postlarvas, el microzooplancton sería el elemento importante. Para juveniles el mesozooplancton sería de mayor utilidad. (7)

Los principales organismos del zooplancton utilizados como alimento por el camarón son: nauplios de copépodos, copépodos adultos, larvas de poliquetos, larvas de insectos chironomidos y rotíferos. (7)

### **D. Materiales y equipo**

- ✓ Espectrofotómetro
- ✓ Botellas plásticas identificadas, con rosca y tapón de 500ml y 1L.
- ✓ Solución de yodo a 200ppm
- ✓ Cronometro
- ✓ Etanol al 90%
- ✓ Beakers de 50ml

- ✓ Papel mayordomo
- ✓ Salinometro refractómetro
- ✓ pipetas
- ✓ pHmetro
- ✓ Tubos de ensayo
- ✓ Contador de mano
- ✓ Hemocitómetro
- ✓ cámara de recuento sedgwick-rafter
- ✓ Piseta con agua destilada
- ✓ Solución buffer o tampón.
- ✓ Beakers

## **E. Metodología**

Todos los análisis de calidad de agua son realizados una vez por semana para cada piscina y los resultados son entregados en un mismo informe a gerente de producción en finca, todas las piscinas son muestreadas y dichas muestras analizadas el mismo día.

### ***a. Análisis químico y físico***

#### vi. Temperatura

- a) La temperatura es determinada en el campo al momento de tomar las muestras mediante un aparato digital que tiene la capacidad de medir el oxígeno disuelto y la temperatura simultáneamente ya que cuenta con termistores de alta precisión que permite realizar las mediciones de manera rápida y sencilla.

- b) El electrodo se introduce en el agua y se mueve de arriba hacia abajo para que la lectura sea representativa de la temperatura promedio de los diferentes estratos.
- c) En la pantalla se observará fácilmente la temperatura del agua en °C.

- **Toma de muestras**

- d) Las muestras de agua son tomadas en las mañanas con botellas plásticas de aproximadamente 500ml con rosca para poderlos cerrar inmediatamente después de la toma de muestras para evitar alterar los resultados, las botellas deben estar previamente identificadas con el número de piscina a muestrear.
- e) Para que el muestreo sea más eficiente se han elaborado unos instrumentos de PVC parecidos a un báculo en el cual sostiene a la botella y permite sumergirla a una profundidad considerable para poder tener una muestra con mayor representatividad al permitir extraer agua de todos los estratos. Es importante resaltar que por normas de bioseguridad el báculo debe ser desinfectado con solución de yodo previo a cada muestreo.
- f) La botella debe ser sumergida boca arriba y lo más rápido posible, procurando tomar agua de la superficie, centro y profundidad de las piscinas. La botella debe ser llenada hasta cubrir el total de la capacidad de la botella y luego de ser tomada cerrarla inmediatamente para evitar que los resultados se vean afectados. Este procedimiento se realiza con todas y cada una de las piscinas.
- g) Todas las muestras son llevadas al laboratorio para su pronto análisis.

- **Análisis en el laboratorio**

h) Las muestras en el laboratorio son colocadas y analizadas conforme al orden en el que se muestreó.

i. pH

i) Colocar en entre 20 y 25 ml de muestra en un beaker y en otro el mismo volumen pero de solución tampón pH 7 y en otro pH 4.

j) El pH es medido a través de un pHmetro y el primer paso es calibrarlo al menos una vez por semana, para lo cual es necesarios programar el pHmetro en modo calibrar.

k) Se coloca el electrodo sobre un beacker y con una piseta con agua destilada se enjuaga el electrodo del pHmetro y se seca con papel mayordomo.

l) El electrodo se sumerge en la solución bufer pH=7 y se espera a que el pHmetro reconozca el valor del pH.

m) El proceso anterior se repite con otra solución tampón pH=4.

n) se enjuaga nuevamente el electrodo con agua destilada y se seca.

o) El electrodo se introduce en la muestra, se agita y se espera a que el pH se estabilice en la pantalla del pHmetro y se procede a tomar lectura del valor.

p) Después la lectura el electrodo se debe enjuagar nuevamente con agua destilada.

q) Mientras el electrodo no está en uso se debe sumergir en la solución tampón.

- **Análisis con espectrofotómetro**

r) Los fosfatos, nitritos, nitratos, amonio y sulfuro, los cuales son determinados por medio de un espectrofotómetro, y se utiliza la metodología y reactivos recomendados por la casa comercial. Las metodologías para la determinación de dichos parámetros se encuentran en los catálogos y manuales de uso del espectrofotómetro y regularmente se encuentran en línea dependiendo del modelo y casa comercial, sin embargo a continuación se muestra una breve descripción de los procedimientos empleados para determinar los niveles de dichos compuestos en el agua de las piscinas para engorde.

i. Fosfatos

s) Programar el espectrofotómetro presionando *PROGRAMS* y seleccionar el tipo de análisis a realizar (hortofosfato) y luego se presiona *START*.

t) En un tubo de ensayo (tubo 1) limpio y seco especial para análisis del espectrofotómetro agregar 10 ml de agua desionizada. A este tubo se le llamará blanco o testigo.

u) Limpiar el exterior del tubo 1 con un pedazo de papel mayordomo y etanol al 90%.

v) Introducir el tubo dentro del espectrofotómetro en el compartimiento destinado para el mismo, luego se cierra y se presiona *ZERO*. Inmediatamente se observara en la pantalla 0.00 mg/L  $\text{PO}_4^{3-}$ .

w) En un segundo tubo (tubo 2) añadir 10ml de la muestra y agregar el sobre de reactivo fabricado por la casa que comercializa el equipo y su nombre es básicamente un código y luego cerrar el tubo y agitarlo durante 10-15 segundos (el reactivo aun no estará disuelto), la reacción sucederá después de 2 a 8 minutos.



- x) Limpiar el exterior del tubo 2 con un pedazo de papel mayordomo y etanol al 90%. Este tubo es la muestra a analizar.
- y) Introducir el tubo dentro del espectrofotómetro en el compartimiento destinado para el mismo, luego se cierra y se presiona *READ* y el resultado lo dará directamente en mg/L  $\text{PO}_4^{3-}$ .

ii. Amonio

- z) Programar el espectrofotómetro presionando *PROGRAMS* y seleccionar el tipo de análisis a realizar (Amonio) y luego se presiona *START*.
- aa) En un tubo de ensayo (tubo 1) limpio y seco especial para análisis del espectrofotómetro agregar 10 ml de agua desionizada. A este tubo se le llamará blanco o testigo.
- bb) En un segundo tubo (tubo 2) añadir 10ml de la muestra.
- cc) A ambos agregar el reactivo 1 para análisis de amonio fabricado por la casa que comercializa el equipo y su nombre es básicamente un código y luego cerrar el tubo y agitarlo hasta que el reactivo se disuelva por completo.
- dd) Con el cronometro contar 3 minutos, tiempo durante el cual se llevará a cabo la reacción.
- ee) Una vez finalizo el tiempo A ambos agregar el reactivo 2 para análisis de amonio fabricado por la casa que comercializa el equipo y su nombre es básicamente un código y luego cerrar el tubo y agitarlo hasta que el polvo se disuelva por completo.

ff) Con el cronometro contar 15 minutos, tiempo durante el cual se llevará a cabo la reacción, si hay presencia de amonio en la muestra habrá un giro de color a verde.

gg) Una vez finalizo el tiempo limpiar el exterior del tubo 1 (blanco) con un pedazo de papel mayordomo y etanol al 90%.

hh) Introducir el tubo dentro del espectrofotómetro en el compartimiento destinado para el mismo, luego se cierra y se presiona *ZERO*. Inmediatamente se observara en la pantalla 0.00 mg/L  $\text{NH}_3\text{-N}$

ii) limpiar el exterior del tubo 2 (muestra) con un pedazo de papel mayordomo y etanol al 90%.

jj) Introducir el tubo dentro del espectrofotómetro en el compartimiento destinado para el mismo, luego se cierra y se presiona *READ* y el resultado lo dará directamente en mg/L  $\text{NH}_3\text{-N}$ .

### iii. Nitritos

kk) Programar el espectrofotómetro presionando *PROGRAMS* y seleccionar el tipo de análisis a realizar (Nitritos) y luego se presiona *START*.

ll) En un tubo de ensayo (tubo 1) limpio y seco especial para análisis del espectrofotómetro agregar 10 ml de agua desionizada. A este tubo se le llamará blanco o testigo.

mm) Limpiar el exterior del tubo 1 con un pedazo de papel mayordomo y etanol al 90%.

nn) Introducir el tubo dentro del espectrofotómetro en el compartimiento destinado para el mismo, luego se cierra y se presiona ZERO. Inmediatamente se observara en la pantalla 0.00 mg/L  $\text{NO}_3^-$ -N.

oo) En un segundo tubo (tubo 2) añadir 10ml de la muestra y agregar el sobre de reactivo fabricado por la casa que comercializa el equipo y su nombre es básicamente un código y luego cerrar el tubo y agitarlo y dejarlo reposar durante 20 minutos, concluido este tiempo se agita nuevamente y se deja reposar por otros 2 minutos. Si hay presencia de nitritos se dará un giro de color a rosado.

pp) Limpiar el exterior del tubo 2 con un pedazo de papel mayordomo y etanol al 90%.

qq) Introducir el tubo dentro del espectrofotómetro en el compartimiento destinado para el mismo, luego se cierra y se presiona READ y el resultado lo dará directamente en mg/L  $\text{NO}_3^-$ -N.

#### iv. Nitratos

rr) Programar el espectrofotómetro presionando *PROGRAMS* y seleccionar el tipo de análisis a realizar (Nitratos) y luego se presiona *START*.

ss) En un tubo de ensayo (tubo 1) limpio y seco especial para análisis del espectrofotómetro agregar 10 ml de agua desionizada. A este tubo se le llamará blanco o testigo.

tt) Limpiar el exterior del tubo 1 con un pedazo de papel mayordomo y etanol al 90%.

uu) Introducir el tubo dentro del espectrofotómetro en el compartimiento destinado para el mismo, luego se cierra y se presiona ZERO. Inmediatamente se observara en la pantalla 0.00 mg/L  $\text{NO}_2^-$ -N.

vv) En un segundo tubo (tubo 2) añadir 10ml de la muestra y agregar el sobre de reactivo fabricado por la casa que comercializa el equipo y su nombre es básicamente un código y luego cerrar el tubo y agitarlo durante 1 minuto y dejarlo reposar durante 5min. Si hay presencia de nitritos se dará un giro de color a amarillo.

ww) Limpiar el exterior del tubo 2 con un pedazo de papel mayordomo y etanol al 90%.

xx) Introducir el tubo dentro del espectrofotómetro en el compartimiento destinado para el mismo, luego se cierra y se presiona *READ* y el resultado lo dará directamente en mg/L  $\text{NO}_2^-$ -N.

#### v. Sulfuro

yy) Programar el espectrofotómetro presionando *PROGRAMS* y seleccionar el tipo de análisis a realizar (*sulfuro*) y luego se presiona *START*.

zz) En un tubo de ensayo (tubo 1) limpio y seco especial para análisis del espectrofotómetro agregar 10 ml de agua desionizada. A este tubo se le llamará blanco o testigo.

aaa) En un segundo tubo (tubo 2) añadir 10ml de la muestra.

bbb) A ambos agregar el reactivo 1 y reactivo 2 para análisis de sulfuro fabricado por la casa que comercializa el equipo y su nombre es básicamente un código y luego cerrar el tubo y agitarlo hasta que el reactivo se disuelva por completo.

ccc) Con el cronometro contar 5 minutos por lo menos en. Si hay presencia de sulfuros habrá un giro de color rosado a azul.

ddd) Limpiar el exterior del tubo 1 con un pedazo de papel mayordomo y etanol al 90%.

eee) Introducir el tubo dentro del espectrofotómetro en el compartimiento destinado para el mismo, luego se cierra y se presiona *ZERO*. Inmediatamente se observara en la pantalla 0.00 H<sub>2</sub>S µg/L y posteriormente sacar el tubo.

fff) Limpiar el exterior del tubo 2 con un pedazo de papel mayordomo y etanol al 90%.

ggg) Introducir el tubo dentro del espectrofotómetro en el compartimiento destinado para el mismo, luego se cierra y se presiona *READ* y el resultado lo dará directamente en µg/L NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N.

Nota: si en las lecturas aparece un mensaje indicando que la concentración esta fuera del rango, es posible que haya una concentración mayor y se deban hacer diluciones o que sea menor al rango mínimo de lectura del espectrofotómetro.

#### vi. Alcalinidad

hhh) En un beaker de 50ml, se colocan 25ml de la muestra.

iii) Agregar 3 gotas de rojo de metilo.

jjj) Titular con ácido sulfúrico al 1.6 N hasta el giro de color de amarillo a rosado.

kkk) El valor obtenido de multiplicar los mililitros gastados por 4 (debido a que se usaron 25ml) será la alcalinidad en mg/L.

#### A. Salinidad

III) La salinidad es medida por medio de un salinometro refractómetro, el cual contiene en uno de sus extremos un    una gota de la muestra.

mmm) Luego se cubre con la placa de paso de luz y se pone a tras luz.

nnn) Al observar a través del ocular se observara la escala que indica el valor de la salinidad en partes por mil.



**b. Análisis biológico**

## i. Fitoplancton (conteo de algas)

**• Toma de muestra**

a) Las muestras son tomas bajo el mis criterios que para el análisis químico, la diferencia radica en la cantidad, pues se debe recoger 1 litro de agua por cada piscina, las botellas son platicas y deben estar limpias y debidamente identificadas con el número de piscina a muestrear.

**• Análisis en el laboratorio**

b) Al llegar al laboratorio, las muestras son agitadas e inmediatamente trasvasadas a unos tubos cónicos, se trasvasa únicamente 50ml.

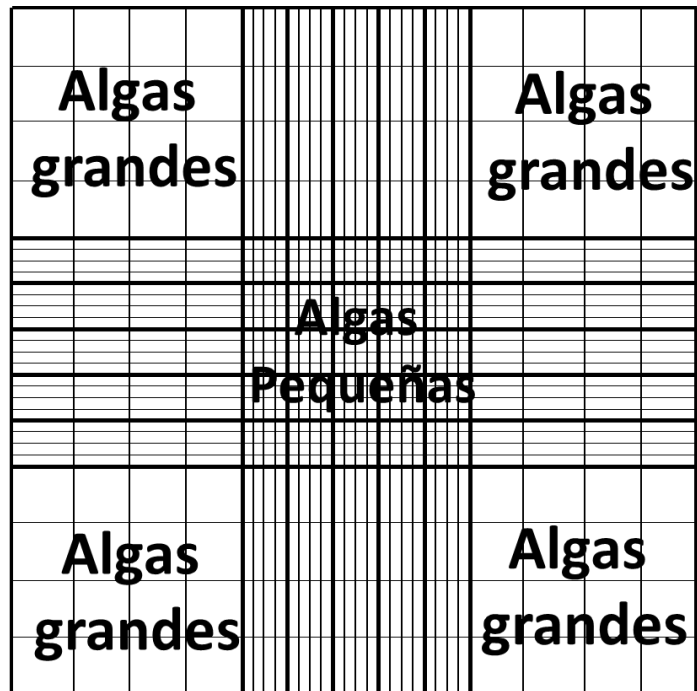
c) Se deja reposar con el fin de que todo el fitoplancton precipite.

d) Al siguiente día, se debe extraer cuidadosamente el 80% del agua superficial procurando dejar únicamente el sedimento. Los 10ml que quedan en el fondo será con lo cual se realizará el conteo de algas.

e) De los 10ml restantes se coloca 1ml en el hematocito y se observa en el microscopio.

f) En el hematocitometro se observaran 16 subcuadros (1,3,7 y 9) y en el área de conteo central habrán 25 subcuadros con 16 cuadros dentro de cada uno de ellos. Los cuadros grandes son para contar algas grandes y los pequeños o los del centro para contar algas pequeñas que se observaran con un aumento mayor que en el anterior. Tal como se muestra en la figura siguiente.

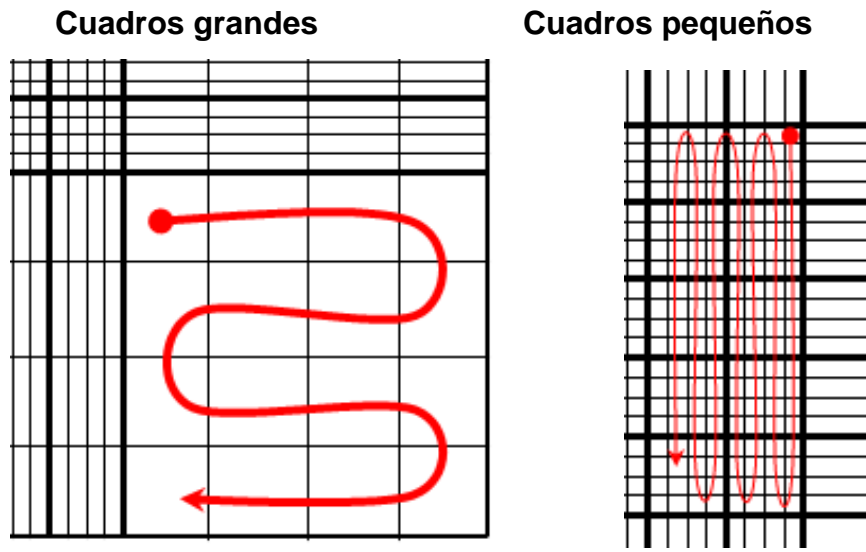




Fuente: adaptado de BAL

**Figura 19: Conteo de algas en el hematocitometro de acuerdo a su tamaño**

- g) Con el contador de mano presionar cada vez que se observe un alga y evitar llevar la cuenta en la mente para no perder la concentración.
- h) Cuando se realiza el conteo se recomienda seguir un orden para evitar confusiones. A continuación una sugerencia.



Fuente: adaptado de BAL

**Figura 20: orden de conteo en hematocitometro**

ii. Algas grandes

- i) Es necesario contar al menos dos cuadros. Si carga algal es baja se procede a contar las cuatro esquinas.
- j) Con base en el catálogo de fotografías con el que cuenta el laboratorio se el conteo se realiza por grupos de familias. BAL reporta a finca únicamente las 4 mayores familias.
  1. Clorófitos
  2. Cianofitas
  3. Diatomeas
  4. Dinoflagelados

k) Al finalizar el conteo se realiza un cálculo sencillo que consiste en dividir el promedio de algas contadas por cada familia dentro del promedio de cuadros analizados (cuadros grandes o esquinas) , a este resultado se le debe multiplicar por 10,000 para que el resultado pueda ser interpretado como algas/ml.

iii. Algas pequeñas

l) En el cuadro del centro hay esta subdividido en 25 cuadros más pequeños, si la carga algal no es alta se deben contar los 25 cuadros pero si la carga es muy alta se pueden contar solo algunos procurando contar en varias áreas del cuadro grande pues podrían haber concentraciones mayores en algunas partes. si se cuenta en 5 cuadros solamente, es necesario multiplicarlo por 5 para cubrir el área del cuadro central.

m) Los criterios de orden, conteo, clasificación y cálculos para determinar el número de algas por familia es exactamente el mismo que para algas grandes.

**Cuadro 36: Formato para informe de control de calidad de agua en piscinas de engorde (fitoplancton y zooplancton)**

<b>Piscina</b>	<b>Clorofitas células/ml</b>	<b>Cianofitas células/ml</b>	<b>Diatomeas células/ml</b>	<b>Dinoflagelados células/ml</b>	<b>Comentarios</b>
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
n					

Fuente: Adaptado de BAL

### **3.4.5 Análisis de salud animal**

Se piensa que las enfermedades son introducidas a través del camarón importado (adultos y PL's), por los pájaros y posiblemente por humanos que viajan de finca en finca. Las condiciones de estrés en el estanque pueden presentarse por problemas crónicos de la calidad del agua, tales como frecuentes niveles bajos de OD, altas concentraciones de amonio no ionizado, altas densidades de camarón, temperaturas extremas durante el transporte o el manejo, o una dieta deficiente. (6)

Por tal razón uno de los aspectos de mayor relevancia en el cultivo de camarón es el relacionado al cuidado de la salud de los camarones, la falta de evaluaciones frecuentes puede facilitar la diseminación de enfermedades entre estanques de la misma finca y de una a otra de la misma zona o región. La pérdida casi total de una población de camarones a causa de una infección, pudiera incluso pasar desapercibida si no se realizan evaluaciones semanales meticulosas del estado de salud de los camarones. (5)

Para monitorear la salud de los animales BAL utiliza dos métodos de examen clínico o diagnóstico el primero, es el de microscopia directa o análisis en fresco y el otro es bacteriología, sin embargo cuando el problema pudiera no ser detectado y/o identificado por estos métodos se procede a preparar y enviar muestras a laboratorios con equipo y tecnología para realizar análisis más profundos por medio de métodos histológicos, moleculares u otros.

#### **A. Análisis en fresco**

Es la técnica que se utiliza para monitorear el estado de salud de los organismos y realizar diagnósticos presuntivos en laboratorio y campo. Está basada en la observación bajo el microscopio de tejidos o partes de camarones afectados, tales como el

hepatopáncreas, branquias, contenido intestinal (heces), músculo esquelético y contenido gástrico. (8)

Para realizar el diagnóstico del estado de salud de una población se requiere de la selección y toma adecuada de la muestra, la cual es elegida de acuerdo al estado de salud de los organismos o a la sospecha de alguna enfermedad. La intensidad del muestreo (número de muestreos en el tiempo hasta la cosecha) dependerá de la necesidad de la información, de la historia de la granja, del origen de los organismos y de la densidad de organismos sembrados en el cultivo. Por lo tanto para una buena selección se tiene que tomar en cuenta lo siguiente: (8)

***a. Muestro aleatorio***

Este muestreo se realiza cuando solamente se quiere determinar el estado de salud o para buscar la prevalencia de patógenos. (8)

***b. Muestreo no aleatorio***

Muestra que contiene solamente organismos enfermos. Este tipo de muestreo se realiza cuando se tiene la sospecha de la presencia en el estanque, de alguna enfermedad o síndrome. (8)

**B. Bacteriología**

La bacteriología es un conjunto de métodos que se utiliza como apoyo en el diagnóstico de enfermedades en camarones, cuando se sospecha que la causa de la enfermedad está relacionada con presencia de bacterias patógenas en el agua de cultivo o dentro del organismo de los animales. Consiste básicamente en la siembra de muestras en diferentes medios de cultivo, para determinar si hay crecimiento o no de bacterias potencialmente patógenas y cuantificar la cantidad y el tipo de las bacterias presentes en la hemolinfa, tejidos o en agua el agua de las piscinas de cultivo. (8)

**C. Materiales y equipo**

- ✓ Atarraya
- ✓ Bolsas plásticas
- ✓ Marcadores permanentes
- ✓ Solución de yodo a 200 ppm
- ✓ Hielera
- ✓ Jeringas
- ✓ Hielo
- ✓ Lápiz
- ✓ Papel
- ✓ Calculadora
- ✓ Algodón
- ✓ Cajas de Petri con cultivo TCBS
- ✓ Etanol al 70%
- ✓ Guantes de latex
- ✓ Microscopio compuesto
- ✓ Porta y cubre objetos
- ✓ Tijeras finas de disección
- ✓ Tabla de disección
- ✓ Formato de control de salud animal
- ✓ Papel mayordomo
- ✓ Azafates
- ✓ Etanol al 95%

## D. Metodología

Los análisis para verificar la salud de los animales se realiza semanalmente.

### a. Muestreo

- a) Los muestreos se realizan con ayuda de una atarraya que su tamaño y características de diseño dependerán principalmente de la edad o tamaño de las postlarvas. A continuación se presenta un cuadro guía de las características de una de acuerdo a los tamaños de las post larvas.

**Cuadro 37: características de diseño de la atarraya según edad del camarón**

Edad camarón	Área de la atarraya	Malla	Altura	Peso	Hilo
2g-5g	1m <sup>2</sup>	0.6mm	1.2m	3.5 lb	0.25 mm
5g o más	1m <sup>2</sup>	1cm	1.2m	3.5-4 lb	0.20-0.25 mm

Elaboración propia

- b) Previo a cada toma de muestra, la atarraya debe desinfectarse introduciéndola en un recipiente el cual contiene alrededor de 4 galones de una solución de yodo a 200 ppm.
- c) Los muestreos se realizan en las piscinas con camarones arriba de 1.0g y se suspende en todas aquellas que estén listas para ser cosechadas.
- i. Muestro aleatorio
- d) Los muestreos se realizan desde el muelle de cada una de las piscina, para ellos se realizan entre 2 y 3 lanzamientos con la atarraya principalmente cerca de la borda de las piscinas donde se concentra la mayor cantidad de animales debido a los métodos



de alimentación en BAL. De las muestras tomadas se extrae al azar una submuestra por piscina de 10 camarones y se colocan dentro de una bolsa plástica debidamente identificada con el número de piscina. Para que la muestra se conserve en buen estado, estas se colocan dentro de una hielera para que sus características no sean alteradas mientras llegan al laboratorio para su análisis. panamá

ii. Muestreo no aleatorio

- e) Para llevar a cabo este muestreo se realizan varios lanzamientos (entre 3 y 5) y en cada uno de ellos se extraen únicamente los camarones flácidos, enanos con decoloración, melanización y necrosis en la cutícula, así como anorexia (falta de apetito), letargia (reducción de la actividad normal), coloración rojiza de los pleópodos y telson o cualquier otra alteración que se observe en los animales. Para determinar el porcentaje de animales afectados o anormales es necesario contar el número de animales capturados en cada uno de los lanzamientos y dividiendo el número de animales con dichas características dentro del total capturado por atarraya se extrae el porcentaje de incidencia de la población. Las muestras tomadas son guardadas y preservadas dentro la misma hielera hasta llegar al laboratorio donde serán analizadas.

**b. Análisis en fresco**

- a) Al llegar las muestras al laboratorio se ordenan en una refrigeradora para su preservación según el número de piscina y se van analizando conforme se colectaron.
- b) Con papel mayordomo y etanol al 95% se desinfecta las herramientas y toda el área de trabajo.

- c) Se desembolsan los 10 animales del muestro aleatorio luego se colocan en un azafate y a cada uno se les mide y pesa para determinar una media.
- d) Luego se realiza un análisis macroscópico de los individuos y se anotan todas aquellas observaciones que sean indicativos de alguna anormalidad como: necrosis de cutícula, deformaciones en el rostro y en el sexto segmento abdominal, cutícula delgada o suave, decoloración, coloración rojiza, cromatóforos expandidos, melanización, ampollas, epicomensales, antenas quebradas, musculo blanco, manchas blancas, pleopodos oscuros etc. también es importante observar la uniformidad o disparidad que pueda existir entre animales d e misma piscina.
- e) El siguiente paso es la extracción de tejidos o porciones de órganos para su observación en el microscopio. Cabe resaltar que el procedimiento siguiente se realiza completo para un camarón y una vez terminado se procede a examinar otro hasta terminar con los 10 camarones de cada muestra, por lo tanto se recomienda desinfectar los instrumentos al finalizar cada paso y en cada individuo analizado.

i. Urópodos

- f) Con tijeras finas se cortan porciones de los urópodos, aproximadamente 3 o 4 milímetros a partir del borde. Estos se colocan en un porta objetos al cual se le agrega una gota de agua y se colca un cubre objetos.
- g) El montaje se observa en un microscopio compuesta a 10X y 40X. El montaje se utiliza para determinar el estado de muda en el que se encuentran los camarones. La clasificación del estado de muda se realiza con base en una escala elaborada por BAL el cual contiene las definiciones de cada estadio y fotografías que permiten realizar comparaciones con los montajes y de esta manera valorar en porcentajes de estadios presentes en la muestra y proyectarlos a la población de cada piscina. La

escala utilizada es la siguiente y a la par de cada clasificación se observa una letra mayúscula con la cual se reporta en el informe semanal:

- A = Post-muda temprana
- B = Post-muda tardía
- C = Intermuda
- D-1 = Pre-muda temprana
- D-2 = Pre-muda tardía
- Ecdisis o Muda

f) Los resultados se anotan en la hoja de reporte.

## ii. Branquias

g) Con las mismas tijeras finas y desinfectadas levanta o se elimina la parte del exoesqueleto que cubre las branquias, luego se extrae una pequeña porción de las branquias y se coloca en un portaobjetos, a este se le coloca una gota de agua y posteriormente se coloca un cubre objetos.

h) Se observa en un microscopio compuesto a 10X y 40X. El objetivo es observar si los filamentos branquiales están melanizados, necrosados, blanquecinos, deformaciones, si los cromatóforos están expandidos, presencia de bacterias filamentosas como: *Leucothrix mucor* y *Flexibacter sp*, protozoarios como: *Zoothamnium sp*, *Epistylis sp*, *Acineta*, *Ascophris*, hongos, bacterias, detritus, restos de microalgas, etc. Para identificar cualquiera de estos organismos el laboratorio también cuenta con un manual que describe cada uno de ellos y muestra fotografías para una mejor identificación.

i) En el informe se escribe en el área de los comentarios el organismo observado y en la sección de las branquias únicamente se escribe el nivel de afección que puede ser:

1. Bajo
2. Moderado
3. Alto
4. Muy alto

iii. Hepatopáncreas

- j) Para realizar un análisis macroscópico del órgano es necesario eliminar el mayor porcentaje posible del exoesqueleto del cefalotórax con las tijeras de punta fina y se observa si el órgano esta norma, si sufre de hipertrofia o atrofia, que no es más que el aumento o disminución del tamaño del órgano respectivamente.
- k) Con las tijeras de punta fina se corta y extrae una porción del hepatopáncreas, la cual se coloca sobre un portaobjetos y luego se coloca un porta objetos y se hace un poco de presión para que el órgano se expanda.
- l) El montaje se observa en el microscopio a 4X con el fin de determinar el contenido de lípidos con base en una escala con fotografías para determinar el nivel o contenido lipídico. Los grados o niveles se muestran a continuación:
- Grado 1-lleno de lípidos o más o menos lleno (Normal)
  - Grado 2-moderadamente lleno (Normal)
  - Grado 3-poco o escaso nivel de lípidos (Anormal)
  - Grado 4-muy pocos o casi nada de lípidos o vacíos (Anormal)

Los niveles anteriores pueden estar acompañados en el informe de algunas letras que significan:

- M = melanización en túbulos

- d = doblé membrana

m) El análisis de este órgano también es necesario para determinar la presencia de gregarinas, bacterias, nódulos hemocíticos, alguna deformación tubular, necrosis de los túbulos o melanización. Para cada uno de los anteriores el laboratorio posee una escala de severidad con sus respectivas fotografías y definiciones para el diagnóstico, si hubiera algún no de los anteriores es necesario incluirlo en el informe.

#### iv. Tracto digestivo

n) Para analizar el tracto digestivo se debe eliminar por completo el cefalotórax, y con una pinza se extrae cuidadosamente el intestino, cuando ya se ha logrado extraer se coloca de manera extendida en un porta objetos, se le agrega una o dos gotas de agua y luego se coloca el cubre objetos y se presiona.

o) Al observar el montaje en el microscopio a 10X y 40X es necesario observar detenidamente a lo largo de todo el tracto intestinal, pues este nos da una idea de que es lo que camarón está comiendo por ejemplo: alimento balanceado, señales de canibalismo, algas o detritos. También permite detectar inflamaciones, signos de algunas enfermedades ocasionadas por bacterias como *Vibrio* o la presencia de algunos parásitos como gregarinas o nematodos y cuerpos de oclusión de algunos virus, todo lo observado se.

p) Los nivel de rastros encontrados se coloca en las casillas correspondientes y de acuerdo a la siguiente escala:

- Bajo
- Moderado
- Alto
- Muy alto

### **c. Bacteriología**

En BAL este análisis se realiza con el fin de determinar únicamente si hay presencia de bacterias (vibrios) en la hemolinfa de los animales de los cuales se sospeche.

- a) después de realizar el muestreo no aleatorio (animales con características), es necesario realizar uno o dos lanzamientos más o tomar de los animales colectados en dicho muestreo para el análisis bacteriológico. Es importante mencionar que todos los instrumentos y materiales estén debidamente esterilizados y el muestreador y/o analista debe colocarse un par de guates de latex esterilizados.
- b) La toma de muestra para análisis bacteriológico se le conoce como “sangrado” y no es más que la extracción de hemolinfa ya sea del seno cardíaco dorsal o del seno hemolinfático ventral. Los animales se procesan pues el análisis se realiza con animales vivos para que el resultado se confiable. Para la extracción de hemolinfa es necesarios desinfectar el área de punción o superficie externa del camarón con algodón impregnado de etanol al 70%.
- c) Una vez seca el área de punción, la extracción de la hemolinfa se realiza mediante una jeringa para insulina de 0.5ml o 1 ml nueva y estéril punzando unos pocos milímetros hasta llegar a la arteria abdominal dorsal.
- d) Al punzar la vena se presiona un poco y comienza a salir la hemolinfa, la cual se siembra inmediatamente en la caja de Petri esterilizada que contienen TCBS agar (tiosulfato citrato bilis sal sacarosa) el cual es un medio de cultivo selectivo principalmente para bacterias marinas de la familia Vibrionaceae. Este procedimiento debe hacerse lo más rápido posible para evitar que la hemolinfa coagule antes de colocarla en el medio cultivo.
- e) Una vez inoculado el medio y en condiciones asépticas se procede a sellar la caja de Petri y se traslada al laboratorio.

- f) En el laboratorio las cajas de Petri son colocadas invertidamente dentro de una incubadora a una temperatura de 30° C y se toman lecturas a las 24 y 48 horas para calcular el porcentaje de colonias amarillas y verdes que se han desarrollado en el medio de cultivo.
- g) En el informe ubícame se coloca en la casilla correspondiente si hay o no presencia de colonias ya sean amarillas o verdes de acuerdo a la siguiente clasificación:
- Precaución (niveles de bacterias están aumentando): cuando están presentes entre el 30% y 50% de los animales muestreados.
  - Alerta (niveles altos de bacteria): cuando están presentes entre el 50% y el 100% de los animales muestreados.

Los resultados de los análisis son presentados en un informe semanal o cuadro resumen al gerente de producción en el formato siguiente:





### **3.4.6 Análisis de control de calidad del alimento**

El control de calidad del alimento es muy importante para asegurar un buen consumo, una baja tasa de conversión alimenticia, camarones sanos y un incremento en los rendimientos de producción, para esto los ingredientes del alimento deben ser de alta calidad y no estar contaminados con pesticidas u otros químicos agrícolas debe contener un buen aglutinante que asegure que el camarón pueda comerlo antes que se desintegre en el fondo del estanque. Un alimento de alta calidad produce menos desechos en las piscinas y permite una mejor asimilación de los nutrientes, de acuerdo con esto es necesario evitar alimentos que contengan gran cantidad de partículas pequeñas y polvo llamados "finos" pues los camarones no pueden comerlas y afectan la calidad del agua. (2,4)

En BAL los análisis que se realizan para el control de calidad del alimento son principalmente físicos, dentro de los cuales están los de apariencia, flotabilidad y estabilidad en el agua.

#### **A. Análisis de apariencia**

El aspecto visual del alimento peletizado es un indicativo útil de su calidad global y a menudo los productores juzgan el alimento por su aspecto visual. Este aspecto es una combinación de atributos entre los que se incluyen el color, olor, tamaño de partículas, fracturas, aglomeración, tamaño del pelet, finos. (4)

##### **a. Color**

El camarón come por quimeoatracción, por lo que el color del alimento es irrelevante para el animal; sin embargo, desde el punto de vista de la manufactura del alimento, el color es un indicativo de la composición de ingredientes y la calidad del proceso. Normalmente la

coloración debe ser uniforme; las variaciones en color indican una molienda y un mezclado inadecuado de los ingredientes, variación en el cocimiento del alimento en la peletizadora, una mala distribución del agua al momento de peletizar o del aceite en el alimento terminado. Un sobrecocimiento puede destruir muchos nutrientes y un subcocimiento puede resultar en una baja estabilidad del alimento en el agua. (4)

### ***b. Olor***

El olor es un parámetro que se utiliza para identificar la presencia de alguna sustancia producida por la descomposición del alimento. De lo contrario el alimento se encuentra en óptimas condiciones y su olor es muy característico debido a sus ingredientes como lo son las harinas marinas. (4)

### ***c. Tamaño de partículas***

Los alimentos para camarón no deben tener partículas grandes de ingredientes. La gran mayoría de los ingredientes empleados para la formulación de alimentos balanceados para camarón son molidos a un tamaño de malla de por lo menos 500 micrometros (malla35). La necesidad de molerlos ingredientes a un tamaño de partícula pequeño es porque mejora la capacidad física del aglutinante durante el proceso de elaboración de los pelets y el camarón puede segregar las partículas grandes de alimento. Por otro lado un tamaño de partículas desiguales en el alimento, es también un indicador de una mala molienda. (4)

El grado de molienda de los ingredientes afecta: la uniformidad del mezclado, la capacidad de compactación en la politización (hidroestabilidad del alimento), la eficiencia del preacondicionamiento (grado de gelatinización) y los rendimientos (digestibilidad, FCR, y tasa de crecimiento) (4)

### ***d. Fracturas***

Un alimento bien procesado carece de fracturas y debe ser de apariencia uniforme en superficie. Las fracturas se generan por defectos durante el proceso de elaboración, tamaño de partícula en los ingredientes inadecuados, enfriamiento rápido de los pelets, etc. estas fracturas pueden permitir que el agua penetre en el pelet y reduzca la estabilidad en el agua. (4)

#### ***e. Aglomeración***

La aglomeración del alimento, o adhesión de pelets entre ellos, indica un insuficiente secado antes de compactar, o que los alimentos se mojaron. El valor nutricional de un alimento mojado se puede deteriorar rápidamente. (4)

#### ***f. Tamaño del pelet***

La medición de la longitud del pelet es una manera simple de monitorear la calidad del alimento durante el proceso de elaboración y/o destrucción durante su manejo. Una gran variación en la longitud del pelet indica un mal proceso de corte del mismo durante el proceso de elaboración. (4)

#### ***g. Finos***

Se define como el porcentaje de partículas menores al tamaño especificado del alimento. La producción de finos se empieza con un mal proceso de elaboración del alimento y continúa a través del proceso de manejo de los alimentos hasta antes de que sea consumido por los camarones. (4)

Un alto porcentaje de finos repercute negativamente en el buen desempeño de los camarones además de aumentar la contaminación del medio, pues este alimento no será ingerido por los camarones. (4)

## **B. Flotabilidad**

Se define como la capacidad que tienen los pellets de mantenerse en la superficie de agua debido a su menor peso específico con respecto al agua. Un balanceado es adecuado con menos del 0,1% de flotabilidad ya que aquellos pellets que flotan no van a ser aprovechados por los camarones e incrementan el nivel de contaminación del sistema de cultivo. (7)

El tipo de fabricación del balanceado, tipo de carbohidratos y aglutinantes, el volumen del pellet así como la salinidad, temperatura y concentración de materia orgánica del agua afectan en forma directa la flotabilidad de los pellets. (7)

## **C. Presencia de insectos**

Los insectos también pueden causar daños considerables a los alimentos almacenados, ya sea a través del consumo directo de los alimentos, su contaminación (con excrementos, telarañas, partes del cuerpo, olores indeseables y bacterias patógenas como la Salmonella), o indirectamente, produciendo calor e incrementando el contenido de humedad de los alimentos y con ello, proporcionando condiciones favorables para el crecimiento de los mohos. (7)

## **D. Presencia de Hongos**

Es importante que el alimento esté libre de hongos ya que el crecimiento de los mohos resulta en la pérdida de lípidos (a través de la destrucción o digestión enzimática), aminoácidos (los más afectados son la lisina y la arginina) y vitaminas. Los hongos favorecen el desarrollo de rancidez cetónica de los lípidos y el oscurecimiento no enzimático. Se afecta adversamente el sabor y la apariencia: el crecimiento de mohos puede causar que se agrupen en forma de grumos o pelotas, que cambie la consistencia, el color y el sabor, y en general ser menos apetecible, además ciertas especies de hongos producen metabolitos tóxicos o micotoxinas.(7)

## **E. Estabilidad en el agua**

La estabilidad en el agua o hidroestabilidad es una medida cuantitativa de la conservación de la integridad física y química del alimento en el agua. Se expresa en términos de porcentaje de retención o de pérdida de materia seca o de nutrientes. También puede definirse de manera subjetiva como el tiempo de durabilidad (integridad) del alimento en el agua. Una buena estabilidad de pelet en el agua se define como la retención de la integridad física del pelet con la mínima disgregación y lixiviación en el agua hasta ser consumido por el animal. La mayoría de los alimentos comerciales contienen aglutinantes que permiten una estabilidad relativa del pelet por 4-6 horas. (4)

### **3.4.7 Materiales y Equipo**

- ✓ Vernier
- ✓ Bolsas plásticas
- ✓ Calador cónico
- ✓ Calculadora
- ✓ Lápiz
- ✓ Formato de control de calidad
- ✓ Balanza
- ✓ Beakers
- ✓ Agua
- ✓ Tamiz
- ✓ Cronometro
- ✓ Malla fina

### 3.4.8 Metodología

#### F. Análisis de apariencia

Estos análisis se realizan por cada furgón de alimento que ingrese a la finca.

- a) Dentro del furgón se examinan que el furgón no tenga insectos, que no esté mojado el piso del furgón, que no hayan sacos rotos, que no hayan malos olores dentro del furgón que indiquen, descomposición se examina la fecha de elaboración, de caducidad, se toma nota del número de lote, el código del alimento, fecha de muestreo, marca del alimento, tipo de alimento y porcentaje de proteína.
- b) Mediante un calador cónico se procede a muestrear el alimento. Para esto se introduce totalmente en la bolsa con la parte acanalada hacia abajo y se retira con un movimiento de rotación hacia arriba para dejar caer el grano, el cual será recibido en una bolsa de plástico. Es necesario tomar varias muestras del alimento de los sacos de abajo, de en medio, de arriba y en diferentes puntos del furgón.
- c) Las muestras tomadas se deben ser unificadas y homogenizadas.
- d) Al llegar al laboratorio los primeros análisis que se realizan son los de apariencia. Es importante observar en la muestra tomada que el color sea uniforme entre pellets y en cada pellet, que no estén “atigrados” que no se observen partículas grandes como pedazos de maíz o cualquier otro grano o material, que los pellets estén secos y libres de hongos, que no haya partículas extrañas o de otros materiales, que no tenga grumos, que no hayan conglomerados de pellets, que los pellets no se vean rajados o fracturados, que no posea olores extraños, que no haya presencia de insectos y cualquier característica extraña o fuera de los común. Todos estos datos deben ser anotados en una matriz que se mostrará al final de esta sección.

- e) Para determinar el tamaño del pellet es necesario tomar alrededor de 10 a 20 pellets y mediante un vernier determinar su longitud, las cuales deben estar dentro de los parámetros establecidos por el fabricante según el tipo de alimento.
- f) El número de pellets por gramo es otro parámetro importante que se debe medir, y consiste simplemente en contabilizar el número de pellets en un gramo de alimento.
- g) Para determinar el porcentaje de flotabilidad se debe colocar 50ml de agua en un beaker en el cual se deben dejar caer 100 pellets. Y el número de pellets que floten corresponde al porcentaje de flotabilidad el cual debe ser 0%.
- h) Para la determinación de finos es necesario pesar una muestra de aproximadamente 450g y tamizar la muestra con una malla número 60. Luego se pesan las partículas que pasaron en el tamiz y por medio de una regla de tres se determina el porcentaje de finos el cual debe ser menor al 1.0%.

#### ***h. Hidroestabilidad***

- a) La hidroestabilidad es medida de dos maneras cuantitativa y cualitativa. La primera consiste en sumergir una cantidad de alimento en agua durante un tiempo definido, para después drenar, secar y calcular el porcentaje de materia seca perdida con respecto al peso seco de la muestra original. De esta manera es necesario colocar en un recipiente una masa conocida de alimento que en BAL es alrededor de 135g. dicho deposito debe contener en el fondo una malla muy fina (parecido a un colador) que permita al alimento entrar en contacto con el agua al ser sumergido dentro de otro recipiente el cual debe tener la misma altura para evitar que el alimento se riegue. Mediante un cronometro es necesario tomar el tiempo desde que se introduce en el agua y a los 30 minutos se debe sacar la muestra, la cual debe secarse con ayuda de una malla fina y sacudiendo el alimento, luego debe pesarse y mediante una regla de tres se determina el porcentaje de retención de agua, luego se introduce nuevamente la muestra en el agua durante 30 minutos más y luego se repite el

procedimiento, de tal manera que se realice una lectura a los 30 minutos, una a los 60 min y otra a los 120 minutos.

**Cuadro 39: valores para determinar la calidad del alimento con respecto a la hidroestabilidad**

<b>Hidroestabilidad</b>	<b>30 min</b>	<b>60min</b>	<b>120 min</b>
Óptimo	25-35%	36-46%	46-55%
Aceptable	36-45%	46-55%	56-65%
Malo	≥51%	≥58%	≥66%

Fuente: Laboratorio BAL

La segunda es una determinación cualitativa y consiste en colocar 50g de alimento en un recipiente con agua y observara las características del pellet a las 2 horas. Llegado este tiempo el pellet deber permanecer integro dentro del agua. Todo lo contrario cuando de grain pellet se trata, el cual debe desintegrarse en un tiempo máximo de 30 minutos pues como ya se ha mencionado es un insumo que se utiliza para la formación de biofloc.





### 3.5 CONCLUSIONES

- Se apoyó al personal de laboratorio de salud animal y control de calidad en el análisis de calidad de semilla en las siembras durante los meses de servicios brindados como parte del EPSA y con base en ello en el presente documento se enlista el equipo, materiales y reactivos para desarrollar dicho análisis.
- Se apoyó al laboratorio de salud animal y control de calidad en el análisis químico, físico y biológico que se realiza semanalmente para determinar la calidad del agua de las piscinas de engorde del durante los meses de servicios brindados como parte del EPSA y con base en ello en el presente documento se enlista el equipo, materiales y reactivos para desarrollar dicho análisis.
- Se apoyó al laboratorio de salud animal y control de calidad en el análisis de salud animal que se realiza semanalmente en la finca para determinar la salud de los animales durante los meses de servicios brindados como parte del EPSA y con base en ello en el presente documento se enlista el equipo, materiales y reactivos para desarrollar dicho análisis.
- Se apoyó al laboratorio de salud animal y control de calidad en el análisis de control de calidad del alimento, el cual se realizó con cada uno de los furgones de alimento que ingresó a la finca, durante los meses de servicios brindados como parte del EPSA y con base en ello en el presente documento se enlista el equipo, materiales y reactivos para desarrollar dicho análisis.

### 3.6 BIBLIOGRAFÍA

1. Boyd, CE. 2004. Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en cultivos de camarón (en línea). Alabama, US, Auburn University, Department of Fisheries and Allied. Consultado 10 nov 2014. Disponible en <http://www.cesasin.com.mx/CentroAmerica/1Calidad%20del%20agua.pdf>
2. Boyd, CE. 2001. Prácticas de manejo para reducir el impacto ambiental del cultivo de camarón (en línea). Alabama, US, Auburn University, Department of Fisheries and Allied. Consultado 30 nov 2014. Disponible en <http://www.cesasin.com.mx/CentroAmerica/10%20Practicas%20de%20manejo.pdf>
3. Ching, CA; Sánchez, D. 2007. La alcalinidad en el agua de cultivo del camarón de mar *Litopenaeus vannamei* (en línea). Boletín Nicovita 7(1). Consultado 25 oct 2014. Disponible en [http://www.nicovita.com/extranet/Boletines/ene\\_mar\\_2007.pdf](http://www.nicovita.com/extranet/Boletines/ene_mar_2007.pdf)
4. Cruz S, E; Ruiz D, P *et al.* 2006. Revisión sobre algunas características físicas y control de calidad de alimentos comerciales para camarón en México (en línea). Nuevo León, México, Universidad Autónoma de Nuevo León, Programa Maricultura. Consultado 3 nov 2014. Disponible en [http://www.uanl.mx/utillerias/nutricion\\_acuicola/VIII/archivos/21CruzSuarez.pdf](http://www.uanl.mx/utillerias/nutricion_acuicola/VIII/archivos/21CruzSuarez.pdf)
5. Cuéllar-Anjel, J; Lara, C; Morales, V; Gracia, A De; García Suárez, O. 2010. Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei* (en línea). OIRSA / OSPESCA. 132 p. Consultado 10 nov 2014. Disponible en [http://www.rr-americas.oie.int/actualizaciones%20enero\\_11/Manual%20de%20Buenas%20Pr%C3%A1cticas%20en%20Camarones%20OIRSA-OSPESCA%20-%202010.pdf](http://www.rr-americas.oie.int/actualizaciones%20enero_11/Manual%20de%20Buenas%20Pr%C3%A1cticas%20en%20Camarones%20OIRSA-OSPESCA%20-%202010.pdf)
6. Haws, MC; Boyd, CE; Green, BW. 2001. Buenas prácticas de manejo en el cultivo de camarón en Honduras (en línea). Honduras, Centro de Recursos Costeros de la Universidad de Rhode Island. Consultado 3 nov 2014. Disponible en [http://anfcal.org/media/Biblioteca\\_Digital/Acuicultura/JM-Acuicultura\\_Honduras.pdf](http://anfcal.org/media/Biblioteca_Digital/Acuicultura/JM-Acuicultura_Honduras.pdf)

7. Molina P, C; Villarreal C, H. 2008. Estrategias de alimentación en la etapa de engorda del camarón. México, CIBNOR / CYTED / PRONACA. 130 p. Consultado 20 nov 2014. Disponible en [http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2590/CYTED\\_Camaron.pdf](http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2590/CYTED_Camaron.pdf)
8. Morales, V; Cuéllar-Anjel, J (eds.). 2014. Guía técnica – patología e inmunología de camarones penaeidos. Panamá, OIRSA. 380 p.
9. Rojas, AA; Haws, MC; Cabanillas, JA (eds.). 2005. Buenas prácticas de manejo para el cultivo de camarón (en línea). US, The David and Lucile Packard Foundation / United States Agency for International Development. (Cooperative Agreement no. PCE-A-00-95-0030-0). Consultado 20 nov 2014. Disponible en [http://www.crc.uri.edu/download/PKD\\_good\\_mgt\\_field\\_manual.pdf](http://www.crc.uri.edu/download/PKD_good_mgt_field_manual.pdf)
10. Talavera, V *et al.* 1998. Influencia del pH sobre los organismos acuáticos (en línea). Boletín Nicovita 3(2). Consultado 28 oct 2014. Disponible en [http://www.nicovita.com/extranet/Boletines/jul\\_98\\_03.pdf](http://www.nicovita.com/extranet/Boletines/jul_98_03.pdf)