ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MARÍTICA CIENCIAS BIOLÓGICAS, OCEANOGRÁFICAS Y RECURSOS NATURALES

"DISEÑO DE UN PROTOCOLO DE CONTROL DE PARAMETROS FISICOS Y QUMICOS DEL AGUA USADA PARA EL TRANSPORTE DE POSTLARVAS DE CAMARÓN BLANCO *PENAEUS VANNAMEI*"

INFORME DE PROYECTO INTEGRADOR

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN ACUICULTURA

Richard Steeven Ordoñez Quezada

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2017

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis amigos por acompañarme y apoyarme en toda esta etapa, la cual nos ha brindado todo tipo de experiencias para fortalecernos personal y profesionalmente. A mi familia por todo que a pesar de los errores, jamás me negó ese apoyo incondicional brindado en toda mi formación. A los profesores que se dieron su tiempo para ser guías y mentores en mi formación académica. Por ultimo quiero agradecer a mi mamá, ese ángel que resguarda mi vida.

DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico a mis padres; Janeth Quezada, Fernando Saenz y Richard Ordoñez, por ser ellos las guías en este sendero de la vida, por darme su tiempo, lo cual equivale a parte de su vida; este el mayor regalo que alguien me pudieron haber dado. Por haber dado todo porque yo llevaría el mejor camino y condiciones de vida. Recalcando una dedicatoria especial a mi madre, la cual es y será el más grande ser humano que conozco, ella quien ha luchado por sacarme adelante, mamá tú eres y serás la mujer a quien más admiro en el mundo.

TRIBUNAL DE EVALUACIÓN

Ph.D.Marcelo Segundo Muñoz Naranjo

PROFESOR EVALUADOR

M. Sc.Fabrizio Ricardo Marcillo Morla

PROFESOR TUTOR

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

Richard Ordoñez Quezada.

RESUMEN

El aumento en la demanda de postlarvas de camarón blanco, ha generado que se incremente el número de laboratorios para la producción de postlarvas, estos laboratorios son creados sin protocolos técnicos y el manejo empírico de los mismos sigue en pie. Uno de los procesos más importantes en el ciclo de producción en los laboratorios, es translado de las postlarvas desde estos laboratorios a las camaroneras, lo cual conlleva un riesgo mayor si no tienen un protocolo destinado específicamente al transporte, por lo que el camaronicultor acepta el riesgo según sea el caso. Por esto el presente trabajo se basó en el diseño de un protocolo para el control de los parámetros físicos y químicos del agua usada para el transporte de las postlarvas, para ello se transportaron 170 millones de postlarvas en un periodo de 3 meses, contando con 30 viajes de transporte de postlarvas a camaronera, donde 70 millones de postlarvas fueron transportadas en un total de 13 viajes sin ningún tipo de regulación en los parámetros físicos y químicos, perro si se realizó un monitoreo de los mismo donde se consideró; pH, temperatura, oxígeno disuelto, amonio, alcalinidad, calcio, potasio y mangensio. Los parámetros: oxigeno, pH, temperatura fueron medidos cada 3 horas durante el transporte, para poder observar su variación, el resto fueron medidos al inicio del transporte y al finalizar. Los otros 100 millones fueron trasladados a camaroneras en un total de 17 viajes, donde en base a experiencias obtenidas de los viajes anteriores, se estableció un rango óptimo para el control de los parámetros ya mencionados. Dando como resultado la determinación de los parámetros físicos y químicos más importantes en el transporte, como es el caso del oxígeno, seguido de la temperatura. Se encontraron diferencias significativas ($p<0.01$), entre los transportes que se hicieron con control, y los anteriores sin control. Los promedios de ambos tratamientos fueron 97.8% +/- 1.4% y 82.1% +/- 6.3% respectivamente ($\alpha=0.05$). Igualmente se encontraron diferencias significativas ($p<0.01$) entre las varianzas de ambos tratamientos. Esto indica que el control de parámetros no sólo aumentaba la supervivencia, sino que también la hacía más homogénea

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS ii
DEDICATORIA iii
TRIBUNAL DE EVALUACIÓN iv
DECLARACIÓN EXPRESA v
RESUMEN vi
ÍNDICE GENERAL 1
INTRODUCCIÓN 6
CAPÍTULO 1 9
1. REVISION DE LITERATURA 9
1.1. Estadios larvarios 9
1.2. Factores que afectan los procesos 11
1.2.1. Temperatura 11
1.2.2. Oxigeno 12
1.2.3. Amonio y pH 12
1.2.4. Iones 13
2. MATERIALES Y METODOS 14
2.1. Identificación de variables en proceso de transporte 14
2.1.1. Selección de variables 14
2.1.2. Metodología para la clasificación de variables 14
2.2. Variables físicos y químicos del agua 14
2.2.1. Toma de muestra y análisis 15
2.2.2. Medición de pH 15
2.2.3. Medición de Oxigeno y Temperatura 16
2.2.4. Medición de Salinidad 16
2.2.5. Medición de amonio 16
2.2.6. Medición de alcalinidad 16
2.2.7. Medición de Calcio 17

2.2.8. Medición de Potasio 17
2.2.9. Medición de Magnesio 17
2.3. Preparación del agua 18
2.4. Control de parámetros 19
2.4.1. Parámetros en camaronera 20
2.4.1. Parámetros en laboratorio 20
2.4.2. Parámetros en el transporte 21
2.5. Análisis de la supervivencia 22
3. RESULTADOS 23
3.1. Estimación de variables criticas durante el transporte 23
3.2. Identificación de variables físicas y químicas 23
3.3. Determinación de supervivencia 25
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 26
Conclusiones 26
Recomendaciones 27
Bibliografía 28
Bibliografía 28
Anexos 30

ABREVIATURAS

ppm	Partes por millón
mg	Miligramo
ppt	Partes por mil
l	Litro
TAN	Total Nitrógeno Amoniacal
OD	Oxígeno disuelto
t	Temperatura
ml	Mililitro
pH	Potencial de Hidrogeno

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1. relevancia porcentual de las variables que afectan al transporte 23
Grafico 2.número de eventos causantes de mortalidades en relación a las variables físicas y químicas del agua usada en el transporte 24
Grafico 4. estimación de la supervivencia con control y sin control 25

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. parámetros a considerar en el transporte 15
Tabla 2. proceso de desinfección de agua usada para el transporte 18
Tabla 3. composición porcentual de los elementos presentados en relación a los compuestos 19
Tabla 4. parámetros recomendados para el transporte de postlarvas de camarón . 24

INTRODUCCIÓN

En la producción de postlarvas de camarón, muchos laboratorios no cuentan con su propia maduración, por lo que tienen que conseguir nauplios de camarón, generalmente se compra en nauplio 5, los cuales son sembrados en los tanques de producción. Estos a los 7 días promedio de producción, ya se encuentran formados en su totalidad en un estadio conocido como postlarvas, los cuales al llegar a una talla comercial son cosechados y enviados a camaronera. La supervivencia de estas postlarvas se estima entre la cantidad de nauplios y la cantidad de postlarvas cosechadas, considerando normal un 50% de la supervivencia (Wyban & Sweeney, 1991). . Sin embargo, en un mismo laboratorio, donde se conlleva la misma preparación del agua y el manejo es igual para cada tanque en el laboratorio (Liao, 1992), se llega a obtener diferentes supervivencias en los tanques, incluso es mucho más notorio entre laboratorio de la misma localidad y época del año (Liao, 1992). Estas mortalidades son en la mayoría de los casos difíciles de detectar. La falta de postlarvas de camarón causa pérdidas muy altas tanto para los laboratorios y a las camaroneras. Resolver esta problemática de forma rápida es muy difícil, pero es esencial poder determinar cuáles son las causas para poder aplicar protocolos preventivos para los casos pertinentes. Por lo tanto es importante crear un protocolo para optimizar la parte final del proceso de producción el larvicultura que es esencial para determinar el éxito de la producción, que es el proceso de transporte (Suárez, García, Newmark, & Bador, 2001). Las variables físico-químicas del agua son en efecto considerables durante los procesos de transporte, recepción, aclimatación y siembra de las post-larvas desde los laboratorios hasta las piscinas camaroneras.

La disponibilidad regular y estable de postlarvas sanas es uno de los factores de los cuales depende el cultivo comercial de camarón. Sin embargo, con frecuencia, los laboratorios de producción de larvas se encuentran lejos de las fincas de cultivo, por lo cual, los organismos deben ser transportados largas distancias en las mejores condiciones y con el menor estrés posible. Lo cual es un problema para muchos productores tanto en larvicultra como en granjas, ya que las postlarvas en la mayoría de los casos sufren mortalidades en el transporte o en la siembra de las

mismas en camaroneras, ya sea por un estrés inducido por el propio transporte o por las variables físico-químicas del agua. El diseño de un sistema de control de estas variables es necesario para reducir el estrés en las postlarvas al mínimo. Hay pocos estudios que aborden el traslado de postlarvas con relación a los variables físicos y químicas del agua entre los laboratorios de producción y las granjas localizadas tierra adentro. Los factores físico-químicos, el tiempo de transporte y la densidad larvaria durante el traslado son, entre otros, factores que pueden afectar la supervivencia de las postlarvas. La relación entre estas variables y su efecto sobre la supervivencia de postlarvas de *P. vannamei* durante el traslado serán analizados en el presente estudio.

OBJETIVOS

Objetivo general

Diseñar un protocolo de control de control físicos y químicos del agua para el transporte de postlarvas de camarón blanco *Penaeus vannamei*

Objetivos específicos.

- ✓ Identificar las variables criticas durante el transporte de las postlarvas de camarón blanco
- ✓ Determinar los parámetros físico - químicas del agua óptimas para el transporte de postlarvas de camarón blanco
- ✓ Diagnosticar el porcentaje de supervivencia obtenida en postlarvas transportadas

CAPÍTULO 1

1. REVISION DE LITERATURA

El camarón blanco *Penaeus vannamei* (Boone, 1931), es nativo de la costa del Pacífico oriental desde el Golfo de California, México a Tumbes, al norte de Perú (Pérez-Farfante y Kensley 1997) y es una de las especies importantes de camarones litopeneidos cultivados en todo el mundo (Alcivar-Warren y otros, 2007). Esta condición ha llevado a la introducción y presencia de este camarón en aguas naturales fuera su rango geográfico natural. Su ciclo de vida lo está basado en dos fases con hábitats distintos: marina y estearina (Morales, 1990). Este cuenta con cinco estadios de nauplio, tres estadios de zoea y tres de mysis, estos presentan un estilo de vida pelágico (Kitani, 1986).

1.1. Estadios larvarios

Este cuenta con cinco estadios de nauplio, tres estadios de zoea y tres de mysis, estos presentan un estilo de vida pelágico (Kitani, 1986). Posteriormente, se convierte en una postlarva y adopta un estilo de vida bentónico (Figura 1)

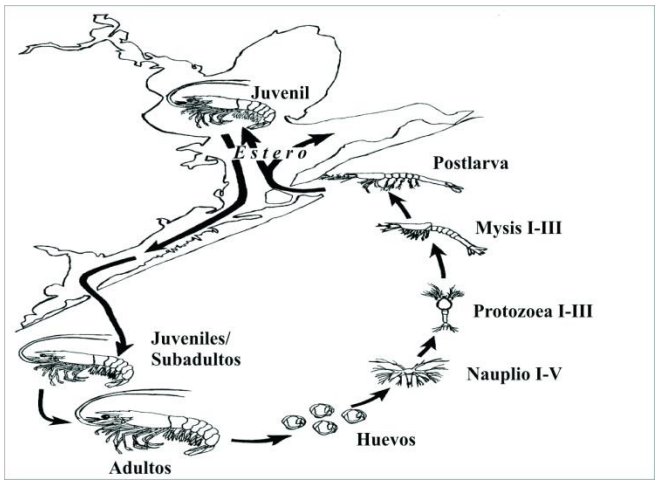


FIGURA 1, CICLO DE VIDA DEL CAMARÓN.
FUENTE: FAO

1.1.1. Nauplio

En esta etapa, la larva se ve como una pequeña araña y no necesita buscar comida de fuentes externas porque sobrevive en su yema de huevo. El nauplio se siente fuertemente atraído por la luz. Después de mudar, la larva se vuelve más grande. El nauplio atraviesa 5 etapas de desarrollo. La duración de cada etapa depende de la temperatura del agua (Morales, 1990) A 27 -29 ˚C, el proceso necesita alrededor de 50 horas. A 21-22 grados el proceso necesita aproximadamente 110 horas. Después de mudar por sexta vez, la larva entra en la etapa de Zoea.

1.1.2. Zoea

Este estadio se divide en 3 períodos. Aunque el tiempo necesario depende de la temperatura del agua y del tipo y cantidad de alimento utilizado, el proceso generalmente dura 4 días.

Se caracteriza por que el cuerpo se vuelve más grande y más alargado que en la etapa de nauplio; la cabeza y el tórax, sin embargo, permanecen sin cambios. A partir del primer estadio de zoea, este comienza a absorber el alimento del agua (Arellano, 1990), que generalmente son microalgas.

1.1.3. Mysis

Después de mudar tres veces, los Zoea entran en la etapa de Mysis durante los cuales comienzan a parecerse más a un camarón adulto y nadan de forma característica con la cabeza y la cola apuntando hacia abajo en ángulo recto y ocasionalmente realizando una acción de salto retrógrado repentina (Edemar, Beltrame, & Seiffert, 1996). Esto se conoce como el estado de inversión, las larvas se suspenden boca abajo en la región media superior del agua del estanque. Esto es, por lo tanto, también llamado la "fase de

suspensión invertida". Durante esta etapa, las larvas se adaptan más fácilmente que las primeras dos etapas a los cambios externos en el ambiente, como la temperatura del agua y la salinidad.

1.1.4. Postlarva

Al terminar los estadios de mysis, llega a su estadio de postlarvas. El cual se asemeja a un camarón en miniatura, su nado es hacia adelante por la presencia completa de sus periodos, los cuales los usan para agarrarse y arrastrase (Edemar, Beltrame, & Seiffert, 1996). La longitud del caparazón de las postlarvas de L. vannamei oscila entre 0,88 y 3,00 mm (Kitani, 1986).

1.2. Factores que afectan los procesos

Según (Kumlu, 2000, los factores abióticos más importantes que influyen en la supervivencia de estos organismos acuáticos son la temperatura y la salinidad, debido a que la variación de dichos parámetros actúa como estresores afectando en la postlarva la capacidad de tolerar cambios ambientales (Wheaton, 1997), de allí la gran importancia de controlar los parámetros fisicoquímicos dentro del proceso de transporte para disminuir el nivel de estrés de la postlarva y disminuir el porcentaje de mortalidad, dentro de los cuales no solo influye la salinidad y temperatura, (Kinne 1997) indica que también el, amonio, pH, oxígeno disuelto, alcalinidad, iones son factores que influyen mucho en el transporte de la postlarva.

1.2.1. Temperatura

Franco (1990) establece que para realizar un transporte adecuado las temperaturas no deben ser menores a 22°C, esto provoca la reducción de la actividad, el consumo de oxígeno y la producción de metabolitos tóxicos. Yoong Basurto y Reinoso Naranjo 1982 explica que para camarones tropicales como P.stylirostris, P.vannamei la temperatura del agua dentro del transporte de postlarva debe estar entre 20 y 32°C, siendo lo óptimo entre 22 y 30°C.

1.2.2. Oxigeno

Dentro del transporte de postlarva el oxígeno es un factor importante, según (Villareal, 1994) postlarva no puede ser transportada en un medio con menos de 2mg O2 por litro. (Horna, 1994) Menciona que el exceso de oxígeno, mayor a 12 mg por litro es perjudicial para el transporte de postlarva ocasionando una sobresaturación durante el transporte lo cual genera una punta de estrés. También es bien sabido que el consumo de oxígeno puede ser afectado por las variaciones en los factores ambientales tales como salinidad, dieta, nivel de actividad, temperatura y peso corporal (Mantel y Farmer, 1983, Brett, 1987)

1.2.3. Amonio y pH

Alcaraz et al., (1996) menciona que durante el proceso de transporte y siembra en camaronera la concentración de amonio aumenta debido a la carga bacteriana, exceso de materia orgánica, falta de renovación de agua debido a los largos periodos de transporte afectando así a la supervivencia de la postlarva. Dentro del pH según la FAO las concentración del ion Hidrogeno optima se encuentra entre 7 y 8.5. Debido a esto, una elevación o disminución pronunciada de los valores de pH puede producir efectos letales para el equilibrio ecológico del estanque. Se recomienda que la medición de este parámetro debiera ser diaria, en un control de medición cada 6 o 12 horas. Frías (2000) concluyo que el amonio, al igual que el pH deben ser monitoreados continuamente y que para postlarvas no deben ser mayor a 2 mg/l.

1.2.4. Iones

El agua es el factor más importante en el cultivo de especies acuícolas, este influye en los procesos metabólicos (Spotte, 1979); las concentraciones de iones de Na, k, Ca, Mg bajas, afectan la supervivencia del camarón blanco (McGraw, 2002) Estos iones en conjunto son considerados los principales iones en el agua de mar. La salinidad promedio en el agua de mar es de 34‰, variando en invierno y un probable aumento en el verano, debido a evaporación del agua es mayor en esta época. Dando una mayor concentración de iones en el agua. McNevin et al. (2004) observó un aumento producción de camarones en aguas de baja salinidad de Alabama (2-4 ppt) elevando los niveles de K y Mg, usando muriato de potasio y sulfato de potasio y magnesio, respectivamente. Además, varios estudios han demostrado un beneficio tener niveles apropiados o proporciones de K + y Mg, así como otros minerales durante la aclimatación postlarval a baja salinidad (McGraw et al., 2002; McGraw y Scarpa, 2003; Saoud et al., 2003; Davis et al., 2005). Tanto K, como Mg son iones esenciales para el crecimiento normal, supervivencia y función osmorreguladora de los crustáceos (Mantel y Farmer, 1983; Pequeux, 1995). La falta de niveles adecuados de K + acuoso podría ser potencialmente perjudicial en términos de la capacidad para efectivamente osmorregular, porque la actividad enzimática puede estar directamente relacionado con la concentración de K (Bursey y Lane, 1971). El magnesio también juega un papel en la normalidad metabolismo de lípidos, proteínas y carbohidratos que sirven como un cofactor en una gran cantidad de enzimáticos y metabólicos reacciones (Davis y Lawrence, 1997)

CAPITULO 2

2. MATERIALES Y METODOS

Se realizó el transporte 170 millones de postlarvas de camarón blanco *Litopenaues Vannamei,* divididos en un total de 30 viajes del laboratorio de producción a camaroneras*,* en un periodo de 3 meses*.* Dentro de esos 30 viajes, 13 fueron realizados sin control de ningún tipo de parámetros físicos y químicos del agua, para los 17 restantes se diseñó un protocolo para el control de parámetros.

2.1. Identificación de variables en proceso de transporte

El transporte de postlarvas de camarón blanco, en todo el proceso desde la preparación del agua, cuenta con puntos que afectan la supervivencia al llegar la postlarva a camaronera. Para la identificación de estas variables, se realizó el traslado de 70 millones de postlarvas de camarón, repartidos en un total de 15 viajes, sin ningún tipo de control de parámetros físicos y químicos.

2.1.1. Selección de variables

Las variables fueron seleccionadas en base al número de eventos causantes de mortalidades en el transporte de las postlarvas de camarón. Se identificó cada evento causante de cualquier mortalidad.

2.1.2. Metodología para la clasificación de variables

Una vez identificado el causante de la mortalidad se procedió a clasificar los eventos causantes de mortalidades, buscando similitud y así poder asignar estos eventos a una variable general, que pueda englobar las mortalidades dadas para casos en común.

2.2. Variables físicos y químicos del agua

Para el diseño del sistema de control, se consideraron los parámetros; (OD) oxigeno disuelto, (pH) potencial de hidrogeno, amonio (NH4), temperatura, alcalinidad, salinidad y los iones (Calcio, Postasio y Magnesio).

Parámetros	Unidad de medida
pH	1 - 14.
Oxigeno	mg/l
Temperatura	ºC
Salinidad	ppt
Alcalinidad	ppm
Amonio	mg/l
Calcio	mg/l
Potasio	mg/l
Magnesio	mg/l

TABLA 1. PARÁMETROS A CONSIDERAR EN EL TRANSPORTE

2.2.1. Toma de muestra y análisis

Se tomaron muestras de 500ml de agua, del tanque donde se transportaran las postlarvas de camarón blanco, antes de estas ser puestas y otra muestra luego de ser retiradas para sembrarse en camaronera. Se dejara reposar el agua por un perdió de 15 a 20 minutos de ser necesario para sedimentar la materia orgánica que transportara las postlarvas de camarón, posteriormente se filtrara el agua por una malla de 200um, para evitar la presencia de solidos suspendidos los cuales pueden afectar la medición. Se realizaran las respectivas mediciones de la concentración de amonio (TAN), e iones como: calcio (Ca), el potasio (K) y el magnesio (Mg), del agua utilizada en el transporte de las postlarvas de camarón blanco. Se utilizara un fotómetro (Anexo 1) YSI Ecosense 9500 (YSI, Inc., Yellow Springs, OH, USA) con una longitud de onda de 520 a 640 nm. La temperatura, pH, oxígeno disuelto fueron medidos con equipos específicos para cada parámetro.

2.2.2. Medición de pH

Para la determinación de la medida del pH, se usó un peachimetro Waterproof HANNA HI98129 (Anexo 2). El cual mide pH, con una precisión de ±0.01. Para medir el pH se introduce la sonda del peachimetro en la

muestra a analizar, luego se espera a la estabilización del valor y se toma la lectura.

2.2.3. Medición de Oxigeno y Temperatura

Para obtener la medición del oxígeno y temperatura, se usó oxigenometro YSI YSI EcoSense DO200 (Anexo 3), el cual mide temperatura y oxígeno disuelto, con una precisión de ±0.1 y ±0.2 respectivamente. Para obtener ambos valores, se introduce la sonda del oxigenometro, se espera hasta que se estabilicen de los valores y se toma la lectura.

2.2.4. Medición de Salinidad

Para determinación de la salinidad, se usó un refractómetro VEE GEE STX-3, el cual mide el índice de refracción de un material, en este caso el agua. Por medio de este índice nos arroja valores de salinidad en ppt (Anexo 4).

2.2.5. Medición de amonio

Se toma agua de la muestra previamente preparada, llenando el tubo de ensayo con la muestra hasta la marca de 10ml, posteriormente añadimos 1 dosis de sal de litio por cada 10 ppm de salinidad presente en el agua, luego añadimos la pastilla de Amonio No 1 y No 2, en el orden indicado triturando y mezclando antes de añadir la siguiente. Se deja reposar la muestra por 10 minutos para permitir el desarrollo del color, realizamos la medición en el fotómetro para ello seleccionamos el test #4 en el mismo. Procedemos a hacer la lectura del blanco, el cual serán 10 ml de agua desionizada y por ultimo realizamos la lectura del TAN como mg/l de NH4.

2.2.6. Medición de alcalinidad

Se toma agua de la muestra previamente preparada, llenando el tubo de ensayo con la muestra hasta la marca de 10ml, posteriormente añadimos una pastilla de Alkapht triturando y mezclándola para lograr disolverla. Se

deja reposar la muestra por 1 minutos para permitir el desarrollo del color, realizamos la medición en el fotómetro para ello seleccionamos el test #2 en el mismo. Procedemos a hacer la lectura del blanco, el cual serán 10 ml de agua de la misma muestra usada para la medición y se toma la lectura en CaCO3

2.2.7. Medición de Calcio

Se toma agua de la muestra previamente preparada, llenando el tubo de ensayo con la muestra hasta la marca de 10ml, posteriormente añadimos la pastilla de Calcicol No 1 y No 2, en el orden indicado triturando y mezclando antes de añadir la siguiente. Se deja reposar la muestra por dos minutos para permitir el desarrollo del color, realizamos la medición en el fotómetro para ello seleccionamos el test #60 en el mismo. Procedemos a hacer la lectura del blanco, el cual serán 10 ml de agua desionizada y por ultimo realizamos la lectura del Calcio como mg/l de Ca.

2.2.8. Medición de Potasio

Se toma agua de la muestra previamente preparada, llenando el tubo de ensayo con la muestra hasta la marca de 10ml, posteriormente añadimos la pastilla de Potasio, triturándola y mezclándola para lograr disolverla. Realizamos la medición en el fotómetro para ello seleccionamos el test #30 en el mismo. Procedemos a hacer la lectura del blanco, el cual serán 10 ml de agua desionizada y por ultimo realizamos la lectura del Calcio como mg/l de K.

2.2.9. Medición de Magnesio

Se toma agua de la muestra previamente preparada, llenando el tubo de ensayo con la muestra hasta la marca de 10ml, posteriormente añadimos la pastilla de Magnecol, triturándola y mezclándola para lograr disolverla Se deja reposar la muestra por dos minutos para permitir el desarrollo del color,

realizamos la medición en el fotómetro para ello seleccionamos el test #21 en el mismo. Procedemos a hacer la lectura del blanco, el cual serán 10 ml de agua desionizada y por ultimo realizamos la lectura del Calcio como mg/l de Mg.

2.3. Preparación del agua

El agua usada para el transporte fue preparada 24 horas antes del despacho. Donde se procedió a un proceso de coloración con 20 ppm de Hipoclorito de sodio (FAO, 2004). El proceso de cloración se realizara en los reservorios o cualquier tranque de almacenamiento, sometida a aireación o recirculación para mejorar el proceso y permitir la eliminación de la mayoría del cloro por evaporación, por un periodo de 8-12 horas.

Posteriormente se procederá al proceso de decloración, para ello tendremos en cuenta 2 métodos; con el uso de Thiosulfato o Vitamina C. primeramente procederemos a medir la cantidad de cloro presente en el agua luego del periodo correspondiente a la cloracion. En el caso del Thiosulfato procederemos a usar una relación de 1:1 (FAO, 2004), en otras palabras 1 ml/gr de Thiosulfato por cada 1 ml/gr de cloro presente en el agua. La Vitamina C es más recomendable su uso en una relación de 2:1, 1 ml/gr de Vitamina C por cada 2 ml/gr de cloro usados en el agua. Para ambos casos se deja actuar por 1 hora, comprobando el cloro que ya no esté presente, de ser necesario hacer las correcciones necesarias en caso de aun encontrar cloro en el agua para ambos tratamientos.

#	Actividad	Compuesto	Cantidad	Tiempo
1	Cloración	Hipoclorito de sodio	20 ppm	8 -10 horas
2	Decloración	Thiosulfato	Medida	1 hora
		Vitamina C	Medida	1 hora

TABLA 2. PROCESO DE DESINFECCIÓN DE AGUA USADA PARA EL TRANSPORTE

Una vez desinfectada el agua, se procedió a medir los iones presentes en el agua como: Potasio (K), Magnesio (Mg), Calcio (Ca) y la alcalinidad para hacer los

correctivos necesarios. Se ha sugerido que la relación adecuada de estos iones en el agua de mar de Mg:Ca (3:1) y de K:Ca de (1:1) (Chávez, 2011), o también conocida como relación continua de 1:3:1 de Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Potasio (K). En el caso de que los valores obtenidos en las mediciones de estos iones, no cumplen las relaciones esperadas de 1:3:1, se procederán a regular los mismos con los componentes para establecer un relación adecuada de iones; en el caso del Calcio, puede mejorar su disposición con el uso de Carbonato de Calcio, ya que al adicionarlo al agua hay un aporte de Calcio a la misma; para el Magnesio (Boyd, 2017) recomienda el uso Cloruro de Magnesio para corregir la deficiencia del mismo, en el caso de Potasio se usó Muriato de Potasio para regular los niveles del mismo y para corrección de calcio se usó Carbonato de calcio. Para la alcalinidad, se esperan valores no menores a 80 ppm, valores menores a este podrían afectar la supervivencia (Limsuwan, 2005), en el caso que sean menores hacer los correctivos necesarios con Carbonato de Calcio.

Compuesto	Relación	Contenido	Cantidad (gr)
Cloruro de Magnesio	1 gr MgCL2 contiene 50% Mg	Mg	0,5
Muriato de potasio	1 gr KCl contiene 12 % K	K	0,12
Carbonato de Calcio	1 gr de CaCO3 contiene 35% de Ca	Ca	0,35

TABLA 3. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LOS ELEMENTOS PRESENTADOS EN RELACIÓN A LOS COMPUESTOS

2.4. Control de parámetros

Las variables de parámetros físico-químicas previamente reguladas deben ser consideradas en relación a las que se encuentra en los tranques de producción de larvicultura y camaronera, para evitar los desfases y así disminuir la carga de estrés al cual se someterá el animal.

2.4.1. Parámetros en camaronera

En camaronera se midió las variables de; salinidad, temperatura, pH, alcalinidad, esto un día antes del despacho. Para el caso de temperatura, esta fue medida por 5 días a la hora programada a recibir la larva para obtener un promedio de la temperatura en la piscina a sembrar, de esta manera poder enviar la larva a una temperatura en un rango a la par con la piscina a recibir la postlarva.

2.4.1. Parámetros en laboratorio

Una vez lista el agua, llegado el momento de la cosecha, se llenas las tinas donde se situaran las postlarvas del tanque de producción, estas serán llenadas con el agua que fue preparada con las condiciones lo más parecidas al agua que estaba en producción. Algo muy importante a considerar antes del llenado de las tinas, es la temperatura ºC del agua en el tanque de producción, para ello previamente se ha ido bajando la temperatura del tanque abriendo los plásticos de invernadero y llegar a una temperatura de máximo 28ºC, con este dato procedemos a llenar las tinas a una temperatura entre 25-27ºC máximo, todo esto para evitar el menor estrés, este punto considerado critico por el estrés que puede llegar a tener la postlarvas si no bajamos la temperatura gradualmente. Se baja el nivel de los tanques de producción donde se encuentra las postlarvas de camarón blanco a un 30% de su capacidad para facilitar la cosecha con challos de arrastre. Se transporta la larva de las tinas para su despacho considerando que la diferencia de temperatura entre el tranque de producción a las tinas de cosecha no sea mayor de 2ºC. Al momento del despacho de las postlarvas, una vez regulado lo previamente mencionado, la temperatura ideal en base a nuestra experiencia en laboratorio para no más de 10 horas de transporte, con la que se debe llenar las tinas de transporte será de 26ºC, la cual perderá 1ºC hasta que llegue el momento del transporte. Igualmente se recomienda que la diferencia de temperatura entre las tinas de cosecha a las tinas de transporte no sea mayor de 2ºC. Una vez lista las postlarvas en las tinas de transporte, se procede a regular el oxígeno disuelto OD que no

sea mayor de 12 ppm, ni menor de 4 ppm. En este punto ya están listas las postlarvas en las tinas para ser transportadas.

2.4.2. Parámetros en el transporte

Siguiendo la tabla de control de parámetros (Anexo 5), se medirán los parámetros cada 3 horas de: oxígeno disuelto, temperatura y pH en el transporte para verificar la variación de los mismos y tomar los correctivos necesarios en casa de darse el caso. Así mismo se verificara la activad de las postlarvas y signos indicativos de estrés, la alimentación se hará solo en caso de ser necesario y las cantidades que eviten el deterioro de la calidad de agua.

Una vez llegada la larva a camaronera, se volverán a medir parámetros como: pH, temperatura, oxígeno disuelto y amonio. En caso de ser alto los valores de temperatura, se hará un proceso de aclimatación gradual para evitar estrés en las postlarvas. Para el amonio y pH, la camaronera reportara valores fuera del rango para ser corregidos, pero en base a experiencias que hemos tenido estos valores son altos con sobredosis de alimentación en el transporte. Para lo cual se recomienda alimentar lo necesario cada 3 horas de transporte. Si los valores de estos llegan a dar altos en el agua de transporte de las postlarvas de camarón, se usaría para la preparación del agua bacterias nitrificantes y una fuente de carbono como melaza, dada la concentración de TAN (32 g de melaza / 1 g de TAN en el estanque), más dosis basadas en el doble para explicar el 'no medido' nitrógeno presente disponible (64 g de melaza / g TAN) según recomienda (Dan & Catriona, 2006). Esto se añadirá en el transporte a mitad del viaje correspondiente para así reducir la cantidad de amonio en el agua. Todos los parámetros serán medidos tanto al inicio como al final del transporte en camaronera, para así poder verificar la estabilidad de los mismos, de esta manera en caso de tener una variable fuera del rango, se tomaran las medidas correctivas durante proceso de transporte.

2.5. Análisis de la supervivencia

Se compararon las supervivencias mediante una prueba t, para determinar si existían diferencias significativas entre los transportes que se hicieron con control, y los anteriores sin control. Previo a la prueba, los valores fueron transformados mediante raíz y arco seno, para eliminar la dependencia entre media y varianza existente en proporciones y para ecualizar las varianzas. Se compararon las varianzas mediante una prueba de Levene.

CAPITULO 3

3. RESULTADOS

3.1. Estimación de variables criticas durante el transporte

Después de analizar todo el proceso que engloba el transporte de postlarvas, mediante la detección de mortalidades, realizando un monitoreo y seguimiento del proceso, pero sin aplicar ningún tipo de control de en las variables, se pudo determinar 6 variables críticas en el proceso de transporte de postarvas, siendo los parámetros físicos y químicos los más influyentes en el transporte (Grafico 1)

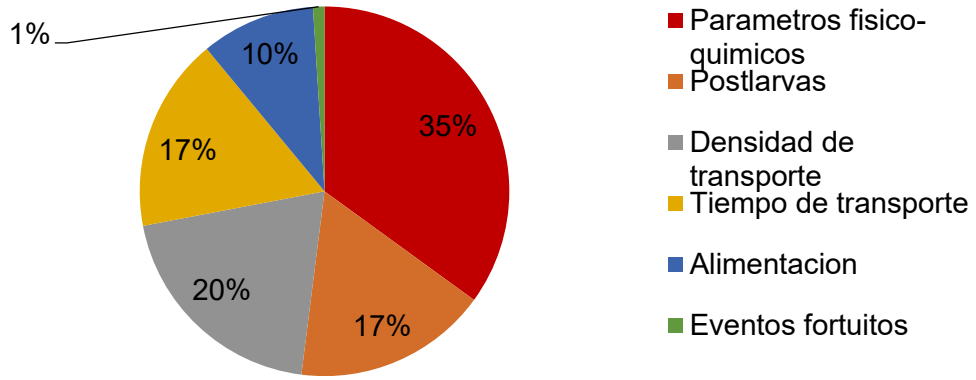


GRAFICO 1. RELEVANCIA PORCENTUAL DE LAS VARIABLES QUE AFECTAN AL TRANSPORTE

3.2. Identificación de variables físicas y químicas

Se identificó mortalidades de postlarvas, en relación a las variables físicas y químicas, las cuales fueron monitoreadas en el transporte, pero no se llevó a cabo ningún tipo de regulación, los datos presentados en el (Grafico 2), podemos observar el número de eventos en los que se presentó mortalidades para cada parámetro.

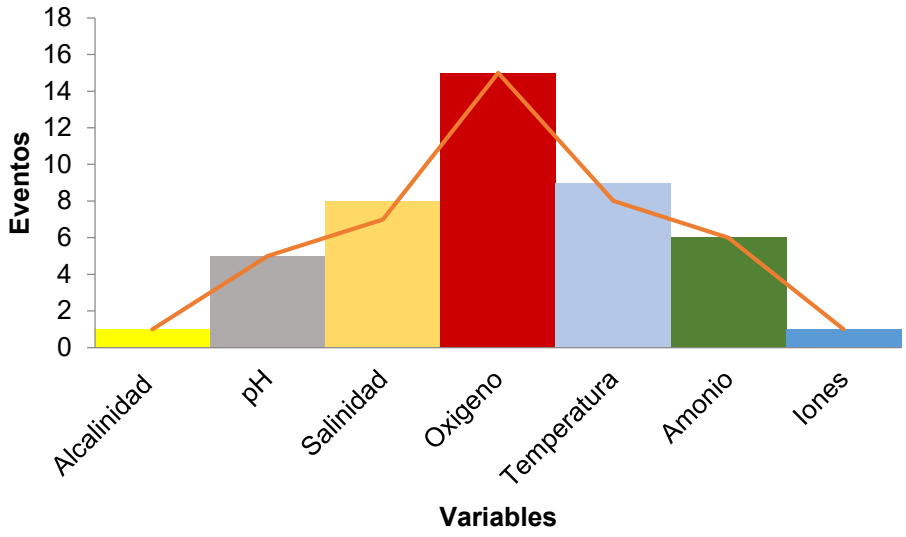


GRAFICO 2.NÚMERO DE EVENTOS CAUSANTES DE MORTALIDADES EN RELACIÓN A LAS VARIABLES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL AGUA USADA EN EL TRANSPORTE

En base a experiencias obtenidas, la medición y seguimiento de los parámetros sin realizar ninguna regulación de los mismos en el transporte. Identificamos un rango de parámetros óptimos para el transporte de postlarvas de camarón blanco, como se sugiere en la (Tabla 4)

Parámetros	Rango	Unidad
pH	7 - 8	
Oxigeno	4 - 12	mg/l
Temperatura	23-27	ºC
Alcalinidad	>80	mg/l
Amonio	0,1 -2	mg/l

TABLA 4. PARÁMETROS RECOMENDADOS PARA EL TRANSPORTE DE POSTLARVAS DE CAMARÓN

Para el caso del pH, los valores en el agua usada para el transporte de postlarva deberán ser menores a 8 y mínimo 7, esto para evitar la relación toxicidad con el amonio el cual al momento de partida no debe ser mayor a 0,1 y no mayor de2 mg/l al llegar a camaronera. El oxígeno se espera valores mínimos de 4 mg/l y no

mayores a 12 mg/l, fuera de este rango se observaron mortalidades en postlarvas al llegar a camaronera. La temperatura está relacionada con el tiempo de transporte, para transporte hasta 24 horas no se observaron mortalidades con temperaturas de 23 a 25ºC, mientras que temperaturas mayores a 29ºC fueron catalogadas como responsables de mortalidades. Para la alcalinidad valores menores a 70 mg/l se reportó presencia de mortalidad, por lo que se estimó un valor optimo >80 mg/l.

Los iones como; calcio, potasio y magnesio. Solo se reportó con caso de mortalidad en relación a calcio menor a 50mg/l, el cual también fue asociado con una baja alcalinidad. No se consideró factible realizar las regulaciones de los mismos para el transporte, ya que no se observó un cambio significativo de la supervivencia en relacion con el balance de los mismos en el transporte.

3.3. Determinación de supervivencia

Se encontraron diferencias significativas ($p<0.01$), entre los transportes que se hicieron con control, y los anteriores sin control. Los promedios de ambos tratamientos fueron 97.8% +/- 1.4% y 82.1% +/- 6.3% respectivamente ($\alpha=0.05$). Igualmente se encontraron diferencias significativas ($p<0.01$) entre las varianzas de ambos tratamientos. Esto indica que el control de parámetros no sólo aumentaba la supervivencia, sino que también la hacía más homogénea (Grafico 3)

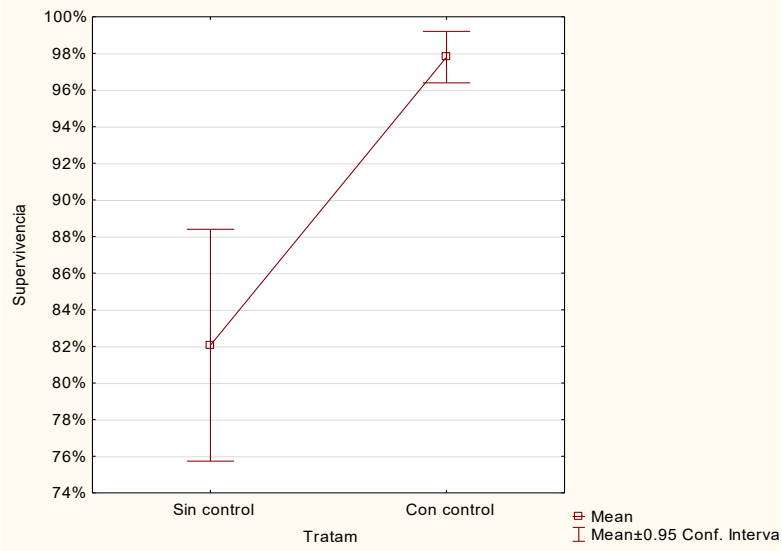


GRAFICO 3. ESTIMACIÓN DE LA SUPERVIVENCIA CON CONTROL Y SIN CONTROL

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se determinó que las variables críticas en el transporte son; los parámetros físicos y químicos del agua, alimentación, tiempo de transporte, densidad de transporte, postlarvas y eventos fortuitos. Todas estas variables fueron causantes de mortalidades en el proceso de transporte. Siendo los parámetros físicos y químicos los más relevantes en la línea de transporte
- Se identificaron los parámetros físicos y químicos óptimos para el transporte presentados en la (Tabla 4) de resultados, los cuales deben estar en esos rangos, ya que valores fuera de los mismos pueden ser causantes de mortalidades en el transporte de las postlarvas.
- El diseño de un protocolo adaptado al manejo especifico de cada laboratorio, tomando en cuenta el control de los parámetros físicos y químicos del agua para optimizar el sistema de transporte mejora significativamente la supervivencia hasta un 15%.
- El 50% de la batalla en larvicultura se gana con el manejo, el otro 50% depende del despacho transporte y recepción (Milla, 1989). Por ende el control de los puntos críticos en el transporte es esencial

Recomendaciones

1. El oxígeno, es el parámetro más importante a considerar en el transporte, ya que valores menores a 3 mg/l y mayores a 15 mg/l, fueron relacionados con mortalidades en el transporte.
2. En el transporte de postlarvas con una temperatura de 25-27 ºC en un tiempo de hasta 15 horas, no se reportaron mortalidades. Mientas que para el mismo tiempo de transporte con temperaturas de 29-30 ºC se presentaron eventos de mortalidades. Por lo que se recomienda considerar la temperatura en base al tiempo de transporte
3. Se recomienda la adaptación del sistema del control al manejo y los protocolos del laboratorio, realizar las adaptaciones necesarias antes de su aplicación, ya que los parámetros dados fueron obtenidos de experiencias en el lugar de la realización de este proyecto.

Bibliografía

Bibliografía

Alcaraz, G., Chiapa, X., & Venegas, C. (1997). Temperatura tolerance of Penaeus setiferus postlarvae exposed to amonia and nitrite. *Aquatic toxicology 39*, 345-353.

Alcivar-Warren, Acacia & Meehan-Meola, Dawn & Won, Se & Xu, Zhenkang & Delaney, Martha & Zuniga, Gladys. (2007). ShrimpMap: A low-density, microsatellite-based linkage map of the pacific whiteleg shrimp, Litopenaeus vannamei: Identification of sex-linked markers in linkage group 4. Journal of Shellfish Research - J SHELLFISH RES. 26.

Arellano, E. (1990). Guias tecnicas en el cultivo de larvas de camaron. *Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas*, 53-86.

Boone, L. (1931). Anomuran, macruran Crustacea from Panama and Canal Zone. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 137-189.

Dan, W., & Catriona, M. (2006). Using molasses to control inorganic nitrogen and pH in aquaculture ponds. *Department of Primary Industries and Fisheries*, 6-7.

Edemar, R., Beltrame, E., & Seiffert, W. (1996). Depesca e transporte de post-larvas. Cuso intenacion de "Producao de post-larvas de camaro marinho. Florianopolis, Brasil. 153-156.

FAO. (2004). Manejo sanitario y mantenimiento de la bioseguridad de los laboratorios de postlarvas de camaron blanco en America latina. *Documento tecnico de pesca 450*.

Frías-Espericueta, M., Harfush-Meléndez, M., & Páez-Osuna, F. (2000). Effects of ammonia on mortality and feeding of postlarvae shrimp Litopenaeus vannamei. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 65*, 98-103.

Horna, R. (1994). Guia para el transporte y aclimatacion de larvas de camaron. *Editorial series VZ*, 1-60.

Kitani, H. (1986). *Larval development of the White Shrimp Penaeus vannamei Boone reared in the laboratory and the statistical observation of its naupliar stages.*

Recuperado el 13 de 1 de 2018, de https://www.cabi.org/isc/datasheet/71097#A5D02452-258F-40A1-A8BA-E9AA6D956B40

Kumlu, M., Eroldogan, O., & Aktas, M. (200). Effects of temperatura and salinity on larval growth, survival and development of Penaeus smilsulcatus. *Aquaculture 188*, 167-173.

Liao, I. (1992). Penaeid Larviculture: Taiwanese method. *Marine shrimp culture: principles and practices, Elsevier, Amsterdam*.

Limsuwan, C. (2005). Cultivo intensivo de camarón blanco. Boletín Nicovita, . *Boletines Nicovita*, 3.

McGraw, W. S. (2002). Determining ion concentrations for Litopenaeus vannamei culture in freshwater. *Global Aquaculture Advocate*, 5(3):36.

McGraw, J.W., Scarpa, J., 2003. Minimum environmental potassium for survival of pacific white shrimp Litopenaeus vannamei (Boone) in freshwater. J. Shellfish Res. 22, 263–267.

McGraw, J.W., Scarpa, J., 2004. Mortality of freshwater-acclimated Litopenaeus vannamei associated with acclimation rate, habituation period, and ionic challenge. Aquaculture 236, 285–296

Morales, V. (1990). Levantamiento larvario de camaronres peneidos. *Cartilla Pradepesca*, 1.

Spotte, S. (1979). Fish and invertebrate culture. *John Wiley & Sons, U.S.A*, 179.

Suárez, J., García, A., Newmark, F., & Bador, R. (2001). Efecto de las condiciones de transporte, recepcion, aclimatacion y siembra de nauplios de Litopenaeus vanname (Boone, 1931) *Scielo*, 2.

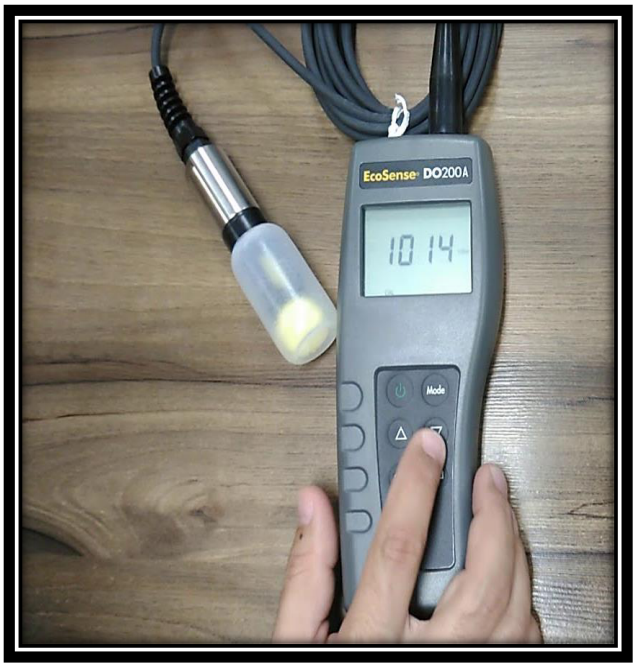
Villareal, H., Hinojosa, P., & Naranjo, J. (1994). Effect of temperature and oxygen consumption of laboratory Penaeus vannamei. *Comp. Biochem Physiol.108A*, 331-336.

Wyban, J., & Sweeney, J. (1991). The Oceanic Institute Shrimp Manual. *The Oceanic institute, Honolulu, Hawaii*, 158.

Anexos

ANEXO 1. FOTÓMETRO YSI 9500 (YSI, INC., YELLOW SPRINGS, OH, USA)

ANEXO 2. OXIGENOMETRO YSI ECOSENSE DO200



ANEXO 3. PEACHIMETRO WATERPROOF HANNA HI98129.

ANEXO 4. REFRACTÓMETRO (VEE GEE STX-3)

ANEXO 5. GUÍA DE CONTROL DE PARÁMETROS EN EL TRANSPORTE

Datos del despacho

Tanque #		Origen		Código	
#/gramo		Cantidad Facturada		Cantidad Bruta	
#Tinas					

Parámetros durante el despacho

Temperatura (°C)	Salinidad (‰)	O.D (ppm)	Actividad

Parámetros durante el transporte

Valvulas	Hacedor	Hidrotuvo	Blanca	Regula	Nula	Prueba
	P	NE	R	R	N	P

Control #1 Hora: .....

Tina #	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Temperatura (°C)															
O.D (ppm)															
pH															
Actividad															
Observaciones															

Control #2 Hora: .....

Tina #	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Temperatura (°C)															
O.D (ppm)															
pH															
Actividad															
Observaciones															

Supervisión

Hora de Salida: ..... Hora de Llegada: .....

Despachador	Observaciones			
	Nombre		Firma	
Controlador	Observaciones			
	Nombre		Firma	
Destinatario	Observaciones			
	Nombre		Firma	

ANEXO 6. PRESENCIA DE MORTALIDAD DE POSTLARVAS CASO 1

ANEXO 7. PRESENCIA DE MORTALIDAD DE POSTLARVAS CASO 2

ANEXO 8. PRESENCIA DE MORTALIDAD DE POSTLARVAS DE CAMARÓN CASO 3

ANEXO 9. PREPARACIÓN DE TINAS CON AGUA PARA EL TRANSPORTE DE POSTLARVAS

ANEXO 10. PRESENCIA DE MORTALIDAD DE POSTLARVAS CASO 4

ANEXO 11. MEDICIÓN DE PARÁMETROS