



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador | **SEDE  
MANABÍ**

**Campus Bahía de Caráquez**

**Carrera de Biología Marina**

Calidad y supervivencia de postlarvas de *Penaeus vannamei*  
aclimatadas para despacho a granjas de baja salinidad

**PLAN DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Gema Yulissa Loor Falcones

**Autor**

Gabriel Modesto Durán Cobo, *M. Sc.*

**Tutor**

**Abril 2021**

Bahía de Caráquez, Ecuador

## **CERTIFICADO DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del trabajo de integración curricular, certifico haber revisado el presente manuscrito de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí, cumpliendo la Normativa del Trabajo de Integración Curricular; en consecuencia, es apto para su presentación y sustentación.

Por lo tanto, autorizo a la Br. Gema Yulissa Loor Falcones, continuar con el trámite oportuno.

---

*M. Sc. Gabriel Modesto Durán Cobo*

**TUTOR**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

El jurado examinador aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí:

---

*M. Sc. Juan Carlos Murillo*

**Primer lector**

---

*M. Sc. Evelyn Arias Cedeño*

**Segundo lector**

---

*M. Sc. Francisco Pozo Miranda*

**Tercer lector**



## **DECLARACIÓN DE AUTOR**

Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a distribuir este manuscrito de investigación en medios físicos y electrónicos con el fin de promover la divulgación de mis resultados a la comunidad científica y a la sociedad en general. Adicionalmente autorizo el uso de los contenidos de esta investigación como bibliografía para fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, citando como fuente de información al autor de este trabajo.

---

Br. Gema Yulissa Loor Falcones

**AUTOR**



## AGRADECIMIENTOS

En primera instancia agradezco a mis formadores, personas que son de gran sabiduría quienes se han esforzado por guiarme y llegar al punto de mi triunfo académico. Sencillo no ha sido el proceso, pero gracias a las ganas de transmitirme sus conocimientos y dedicación que los ha regidos, gracias totales a mi tutor y asesor Biól. *M. Sc.* Gabriel Modesto Durán Cobo por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico.

Mi agradecimiento también va dirigido al Técnico Antonio López del laboratorio Duzalarv; y al Gerente Propietario del laboratorio “Marpetsa S.A” el Sr. Alessandro Petrili, por haber aceptado que realice mi Tesis en su prestigiosa empresa.

Para finalizar, a mi Madre que con su amor y trabajo me educó en toda mi formación profesional. A mis hermanos queridos que de una u otra forma han estado presente a lo largo de mi camino hasta alcanzar mi meta.

## Resumen

Esta investigación explicativa evaluó los efectos de la aclimatación sobre la supervivencia, índice de actividad y contenido intestinal del camarón marino *Penaeus vannamei*, pues su producción en Ecuador se extiende a tierras alejadas del mar, cuyas piscinas son abastecidas con aguas de baja o nula salinidad, requiriendo previa aclimatación de las postlarvas. Consecuentemente, este estudio se ejecutó en las salas de larvicultura Marptesa y Duzlarv, cantón Sucre, desde octubre a diciembre de 2020, realizando 10 rutinas y monitoreando parámetros fisicoquímicos, salinidad y temperatura cada hora mediante un sensor y un espectrofotómetro. Se graficaron variaciones de salinidad y temperatura vs horas de rutinas de aclimatación. Mediante la prueba de *Pearson*, se estableció la correlación entre supervivencia y variaciones de variables fisicoquímicas; mediante las pruebas *t* de *Student* pareada y *T* de *Wilcoxon*, se evaluaron las diferencias asumiendo un valor de significancia  $\alpha=0,05$ . Los resultados revelan que la rutina dos alcanza el mayor porcentaje de índice de actividad de nado (0,96%), mientras que la rutina uno presenta el menor porcentaje (0,05%). Los resultados también muestran que las variaciones de las variables fisicoquímicas no influyen en la supervivencia y calidad de las postlarvas. La prueba *t* de *Student* demuestra que los valores de pH y oxígeno disuelto son estadísticamente significativos  $\alpha=0,05$ . El análisis de *Pearson* indica una correlación entre variables ambientales y biológicas mayor al 69%. Se comprueba que las postlarvas en las aclimataciones responden correctamente a la actividad natatoria, exceptuando la rutina uno.

*Palabras clave:* aclimatación, supervivencia, salinidad, *P. vannamei*, postlarvas

## Abstract

This explanatory research study evaluated effects of acclimation on the survival, daily activity pattern, and intestine content of marine shrimp *Penaeus vannamei*, since their production extends to areas far from the sea in Ecuador, whose farming pools are filled with low salinity or without salinity water, being required prior acclimatization of postlarvae. Accordingly, this research study was carried out in *Marptesa* and *Duzlarv* larviculture lab rooms, *Sucre* Canton, from October through December 2020, by implementing 10 routines and monitoring physicochemical parameters, salinity, and temperature every hour by means of a sensor and a spectrophotometer. There were created graphs plotting salinity and temperature variations vs acclimating routine hours. The correlation between survival and variations in physicochemical variables was established by using Pearson's correlation coefficient test; differences were evaluated by using the Student's t test for paired samples and the Wilcoxon test with an assumed significance value  $\alpha=0,05$ . The findings show that routine two has the highest swimming activity index percentage (0.96%), while routine one has the lowest percentage (0.05). The findings also reveal that the variations of the physicochemical variables do not have influence on the survival and quality of postlarvae. The Student's t test confirms that pH and dissolved oxygen values are statistically significant  $\alpha=0,05$ . Pearson's analysis indicates a correlation between environmental and biological variables greater than 69%. It is proved that postlarvae in acclimatization respond to swimming activity patterns correctly, with the exception of those in routine one.

**Keywords:** acclimation, survival, salinity, *P. vannamei*, postlarvae

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>CERTIFICADO DEL TUTOR</b> .....	1
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL</b> .....	2
<b>DECLARACIÓN DE AUTOR</b> .....	3
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	4
<b>RESUMEN</b> .....	5
<b>ABSTRAC</b> .....	6
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	8
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	9
<b>INTRODUCCION</b> .....	10
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	13
<b>Proceso de aclimatación</b> .....	17
<b>Supervivencia de las postlarvas</b> .....	18
<b>Parámetros fisicoquímicos del agua</b> .....	14
<b>Indicadores de calidad de las postlarvas</b> .....	14
<b>Registro y análisis de la información</b> .....	15
<b>RESULTADOS</b> .....	17
<b>Proceso de aclimatación</b> .....	17
<b>Supervivencia</b> .....	18
<b>Parámetros fisicoquímicos</b> .....	19
<b>Indicadores de calidad de las postlarvas</b> .....	21
<b>Asociación de parámetros de calidad de larvas y fisicoquímicos del agua</b> .....	21
<b>DISCUSIÓN</b> .....	26
<b>CONCLUSIONES</b> .....	32
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	33
<b>ANEXOS</b> .....	37

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Registros de duración, variaciones de salinidad y temperatura, y supervivencia presentada por las postlarvas al final de las rutinas de aclimatación .....	<b>18</b>
<b>Tabla 2.</b> Valores de oxígeno disuelto, pH y Amonio total determinados al inicio y al final de cada una de las rutinas de aclimatación.....	<b>19</b>
<b>Tabla 3.</b> Concentraciones de Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Ca <sup>+2</sup> y Mg <sup>+2</sup> determinadas en el agua de los tanques al inicio y al final de cada rutina de aclimatación .....	<b>19</b>
<b>Tabla 4</b> Análisis de normalidad de las variaciones de las variables fisicoquímicas de los tanques.....	<b>20</b>
<b>Tabla 5</b> Resultados de la prueba <i>T</i> de <i>Student</i> pareada aplicada a las variaciones presentadas por el oxígeno disuelto, el pH, el amonio total, y los iones Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> y Mg <sup>+2</sup> .....	<b>20</b>
<b>Tabla 6</b> Resultados de la prueba <i>T</i> de Wilcoxon aplicada a las variaciones presentadas por las concentraciones iónicas de los iones Ca <sup>+2</sup> durante las rutinas de aclimatación.....	<b>21</b>
<b>Tabla 7.</b> Índice de actividad y porcentaje de postlarvas de <i>Penaeus vannamei</i> con intestino lleno. ....	<b>21</b>
<b>Tabla 8</b> Análisis de correlación de <i>Pearson</i> aplicado al porcentaje de supervivencia de las postlarvas, y las variaciones de los parámetros fisicoquímicos del agua ..	<b>22</b>
<b>Tabla 9</b> Análisis de los valores y vectores de la matriz de correlación .....	<b>23</b>
<b>Tabla 10</b> Vectores propios de los componentes principales.....	<b>23</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Método de estado de actividad de nado en contra corriente para determinar si las postlarvas se encontraban activas o lentas.....	<b>17</b>
<b>Figura 2.</b> Comportamiento de la Salinidad (g/L) a lo largo del tiempo (horas) durante las rutinas de aclimatación llevadas en larvicultura comercial de <i>Penaeus vannamei</i> .....	<b>17</b>
<b>Figura 3.</b> Comportamiento de la Temperatura (°C) a lo largo del tiempo (horas) durante las rutinas de aclimatación llevadas en larvicultura comercial de <i>Penaeus vannamei</i> .....	<b>18</b>
<b>Figura 4.</b> Proyección de los componentes principales del proceso de aclimatación de postlarvas de <i>L. vannamei</i> .....	<b>24</b>

## INTRODUCCION

La producción acuícola en el Ecuador, basada en el cultivo de camarón blanco constituye en la actualidad la segunda fuente de divisas no petroleras, con un incremento en la extensión de las áreas de engorda que pese a estar limitado en zonas estuarinas y costeras (FAO, 2004), se expande a lugares alejados del mar empleando fuentes de agua subterráneas, de ríos, lagunas o pantanos de baja salinidad, contrastando con Davis *et al.* (2002) acerca de la imposibilidad de realizar cultivos en ciertas regiones de fuentes naturales de agua que presentan concentraciones salinas bajas, que no suelen ser usadas para el cultivo de camarón, debido a que su salinidad y balance iónico cambia de manera gradual en los distintos sitios.

La actividad acuícola en el Ecuador se ha extendido a zonas alejadas del perfil costero, destacándose por ejemplo una granja en la provincia del Guayas, cuyas piscinas son abastecidas con la misma fuente de agua que se utiliza para el regadío de los frutales (Marcillo, 2006); y en la provincia de Manabí donde zonas agrícolas de los cantones Chone, Tosagua, San Vicente y Pedernales han sido convertidas en piscinas de cultivo (El Diario, 2017). Lo cual lleva a las salas de larvicultura a implementar rutinas de aclimatación de postlarvas para la siembra en las granjas alejadas del perfil costero CORPEI, (2003).

Wyban y Sweeney (1991) mencionan que la supervivencia de las larvas a la siembra guarda relación con la ejecución de procedimientos adecuados de aclimatación; Nunes & Velásquez (2001) determinaron que durante el proceso de aclimatación la salinidad influye en los procesos metabólicos y fisiológicos de los individuos. En adición a lo anterior, la aplicación de agua dulce, según su fuente de origen, al agua de cultivo para bajar la salinidad provoca bajas concentraciones iónicas de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  y  $\text{Mg}^{+2}$  pudiendo influir negativamente en la calidad de las postlarvas Boyd *et al.*, (2002).

Diversas investigaciones se destacan en la producción del camarón en sistema de cultivo en donde se menciona que la tasa de actividad biológica en las larvas y postlarvas puede verse alterada e incluso dando lugar a mortalidades en la población, debido al brusco de la temperatura, oxígeno disuelto y rangos de concentraciones salinas en el agua del tanque de cultivo Arzola *et al.*, (2013).

En el Ecuador las salas de larvicultura de camarón despachan postlarvas para siembra en camaroneras ubicadas en ambiente manglar – estuarino o de tierra adentro. En el primer caso, durante la temporada lluviosa la influencia de aguas continentales (dulces o de baja salinidad) afectan la hidrología del estanque acuícola bajando drásticamente la salinidad; en el segundo caso, la lejanía al mar convierte a las aguas subterráneas (baja salinidad o dulce), ríos y humedales en fuente de abastecimiento para las operaciones de cultivo y engorde de los camarones.

En los laboratorios dedicados a la producción de postlarvas de camarón blanco, han implementado programas de aclimatación de larvas a baja salinidad, siguiendo procedimientos documentados o determinados por el responsable del manejo de la larvicultura, generalmente, adicionando agua dulce procedente de pozos de baja salinidad o de la red pública al agua de confinamiento de los animales, hasta reducir su salinidad a la concentración solicitada por el cliente. La calidad del agua dulce empleada constituye un conjunto de factores determinantes, teniendo en cuenta los residuos de cloro, los sólidos en suspensión e iones metálicos que inducirían estrés a los animales por desbalance iónico, afectando la calidad de las larvas y la supervivencia al proceso de aclimatación.

Lo anterior se fundamenta en los estudios llevados a cabo por Arzola *et al.*, (2013) que concluye que la salinidad en relación con otras variables hidrológicas, influyen en la supervivencia, crecimiento y calidad de las postlarvas de camarones peneídos.

Adicionalmente, Ceballos *et al.*, (2008) menciona que el estado de la salud en las postlarvas que serán sembradas en las granjas es importante, debido a que es la garantía de calidad, concluyendo con Mar Graw *et al* (2002) y Balbi *et al.* (2005) que se debe de asegurar la aclimatación de postlarvas en ambientes de altas y bajas concentraciones salinas, con el fin de obtener un exitoso despacho de postlarvas, alcanzando bajas tasas de mortalidad.

Antes de ser trasladadas las postlarvas de *P. vannamei* a las granjas, es necesario que sean sometidas a diferentes pruebas de calidad. Teniendo en cuenta que una de estas pruebas es la de estrés, en donde un cierto número de ejemplares son sometidos a un cambio brusco de salinidad (30 minutos en agua dulce y luego 30 minutos en agua salada, para finalmente contar las vivas y obtener porcentajes de supervivencia), logrando asegurar su calidad y supervivencia, Calderón (1996).

Sin embargo, los indicadores de calidad de las postlarvas pueden ser alterados a lo largo del proceso de aclimatación. Uno de los problemas que suelen presentarse es la pérdida de población debido a la mortalidad, asociada a la composición iónica del agua (Martínez *et al.*, 2009). El proceso de aclimatación en la larvicultura del camarón blanco se ve afectado por factores fisicoquímicos en el agua como el oxígeno disuelto, temperatura y la salinidad, desempeñando un papel importante a lo largo del cultivo y durante el proceso de aclimatar a los organismos (Granvil, 2010; Arzola *et al.*, 2013).

Por tal motivo, el objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de la aclimatación sobre los indicadores de calidad de postlarvas de camarón blanco *P. vannamei*: contenido intestinal, actividad y supervivencia; aclimatadas siguiendo los procedimientos de los laboratorios de larvicultura Marpetsa S. A. y Duzlarv S. A. (Leonidas Plaza, Sucre – Manabí), para el despacho a granjas camaroneras de baja salinidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Proceso de aclimatación

El proceso de aclimatación se llevó a cabo en las instalaciones de las salas de larvicultura de Marpetsa S. A. y Duzalarv S.A, de acuerdo con los procedimientos de rutina establecidos en cada empresa, cuya ejecución es llevada a cabo por el personal de producción de cada larvicultura.

En ambas salas, los procedimientos se inician con la reducción del 50% del volumen operativo de los tanques seleccionados para despachar a granjas de baja salinidad. Posteriormente en Marpetsa utilizando una bomba eléctrica Pedrollo de 60 lt/min de caudal se bombeaba agua dulce durante un tiempo de 16 a 17 minutos aumentando 1000 litros el volumen del tanque. Los siguientes 43 a 44 minutos el tanque permanecía en reposo con abundante aireación, a fin de romper la estratificación halina y homogeneizar la columna de agua del tanque. De esta forma, teniendo en cuenta el volumen del tanque a aclimatar, se repetía el procedimiento de bombeo y reposo hasta alcanzar la salinidad solicitada por el camaronero.

En las salas de larvicultura de Duzalarv, se aplicaba el mismo procedimiento, reduciendo el tiempo de llenado con agua dulce a 10 minutos de bombeo por hora, debido al caudal de la bomba que era de 100 lt/min.

En ambas salas, el agua empleada era proveniente de la red pública municipal de agua potable EMMAPEP. Esta agua presentaba una salinidad de 0 g/L y para su uso, los residuos de cloro eran eliminados aplicando 1ppm vitamina C, evitando estrés en las postlarvas debido a los residuos de esta sustancia.

La aclimatación se aplicaba a larvas de estadio PL12, cultivadas con agua del estuario del Río Chone que presentaba salinidades entre 28,0 y 30,2 g/L; y en los tanques la temperatura oscilaba entre 25 y 31 °C; mientras la del agua dulce estaba entre 22 y 25°C.

### **Supervivencia de las postlarvas**

El éxito del proceso de aclimatación está en obtener el más alto porcentaje de supervivencia de las postlarvas que fueron sometidas. Este parámetro se determinó a través de conteos volumétricos de la población al inicio y final del proceso, calculando el cociente entre la población final y la inicial, multiplicado por cien, de acuerdo con la fórmula:

$$Supervivencia = \frac{\text{poblacion al final del proceso}}{\text{poblacion al inicio del proceso}} \times 100$$

### **Parámetros fisicoquímicos del agua**

Utilizando una sonda multiparámetros de YSI Pro-2030 se determinó cada hora desde el inicio hasta el final del proceso en los tanques que eran aclimatados: la salinidad en g/L, y la temperatura del agua en grados Celsius; y al inicio y final del mismo, el oxígeno disuelto en mg/L y el pH. Además, empleando el espectrofotómetro YSI 9300 las concentraciones de amonio total TAN y los iones Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup> y Mg<sup>+2</sup> se las tomaron antes y después de cada rutina.

### **Indicadores de calidad de las postlarvas**

Fueron evaluados al inicio y al final los indicadores de calidad de larva:

- Contenido intestinal, se determinó observando al microscopio muestras de larvas asignando los valores numéricos 0 (totalmente vacío), 1 (25% de llenura), 2 (50% de llenura), 3 (75% de llenura) y 4 (llenado total 100%).
- Actividad de contra nado en corriente, utilizando un recipiente circular de fondo plano de 25, 5 centímetros de diámetro, y 8, 5 centímetros de columna de agua del mismo tanque aclimatado. En este fueron colocadas 100 postlarvas, se generó una corriente circular de 3,0 L/min, y observó si los animales se resistían a la corriente o eran arrastrados por la misma. Se consideraron dos categorías, postlarvas ágiles si expresaban resistencia a la corriente y postlarvas lentas, si no expresaban resistencia (**Figura 1**), dando a cada una los valores respectivos de 1 y 0 para facilitar su análisis estadístico.



**Figura 1.** Método de estado de actividad de nado en contra corriente para determinar si las postlarvas se encontraban activas o lentas

### **Registro y análisis de la información**

Todos los datos obtenidos fueron registrados en Excel. A partir de esta información se graficaron las variaciones de la temperatura y de la salinidad a lo largo de

cada una de las rutinas. Se determinaron valores de duración de la rutina (horas), reducción de salinidad (g/L) y de la temperatura (°C) en cada una.

Las diferencias en las concentraciones final e inicial de los parámetros fisicoquímicos del agua de los tanques de aclimatación fueron sometidos a la prueba de normalidad de Ryan-Joiner, que determina la correlación entre las observaciones y las puntuaciones normales mediante el cálculo del valor R-J empírico y su comparación con el valor crítico correspondiente a un nivel de significación dado. Posteriormente se aplicaron la prueba T de *Student* pareada y la prueba no paramétrica T de *Wilcoxon*, a fin de comprobar si las diferencias eran o no estadísticamente significativas.

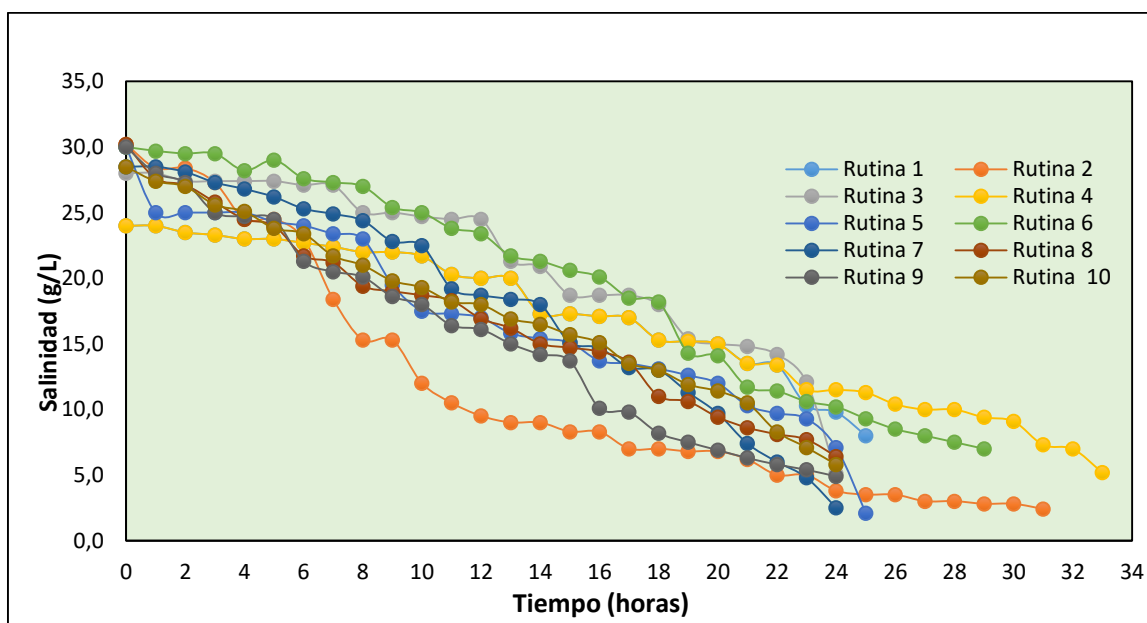
Se evaluó si existía asociación entre la supervivencia, contenido intestinal y actividad de nado en contracorriente al final de las rutinas y la duración de cada una, y las variaciones de parámetros fisicoquímicos a través de la prueba de correlación de *Pearson*. En todas las pruebas se asumió el nivel de significación  $\alpha=0,05$ . El manejo estadístico de los datos fue realizado por el programa Minitab-19.

A fin de entender mejor la relación entre las variables biológicas de las rutinas de aclimatación y del tiempo de duración del proceso y las variaciones fisicoquímicas del agua se realizó un análisis de componentes principales (ACP).

## RESULTADOS

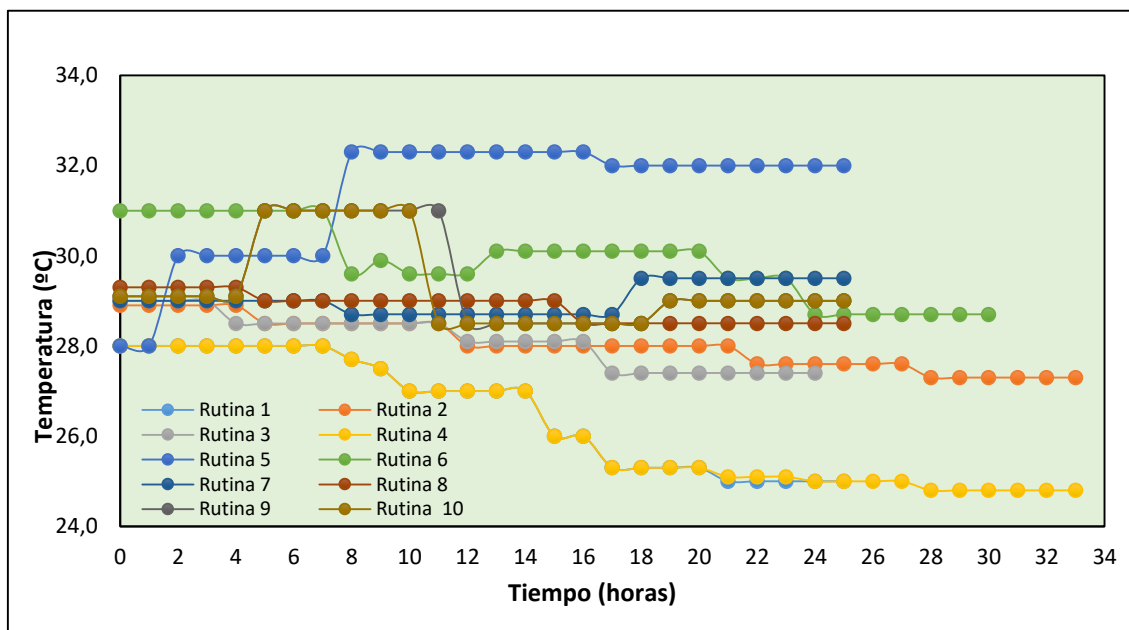
### Proceso de aclimatación

En la figura 2 es presentada la curva de descenso de salinidad durante las 10 rutinas de aclimatación que fueron evaluadas. Las postlarvas aclimatadas durante la rutina 2 fueron expuestas a un descenso drástico de la salinidad de 2,75 g/L-hora entre la hora 6ta y la 10ma, a diferencia de las otras rutinas, cuyo promedio entre las mismas horas fue de 0,74 g/L-hora.



**Figura 2.** Salinidad (g/L) versus tiempo (horas) durante las 10 rutinas de aclimatación llevadas a cabo en los laboratorios de larvicultura comercial de *Penaeus vannamei*. La mayoría de los datos de la rutina 4 aparecen superpuestos sobre los de la rutina 1 por presentar valores que coinciden.

En la figura 3 se observan los valores que presentó la temperatura (°C) durante las rutinas de aclimatación. Se destaca el comportamiento de esta variable en las rutinas 9 y 10 que presentaron las diferencias más bajas (0,1 °C) y las rutinas 1 (3,0 °C), 4(3,2 °C) y 5(-4,0 °C) con las variaciones más altas.



**Figura 3.** Temperatura (°C) versus tiempo (horas) durante las rutinas de aclimatación en larvicultura comercial de *Penaeus vannamei*. La mayoría de los datos de la rutina 4 están superpuestos sobre los de la rutina 1 por ser coincidentes.

### Supervivencia

Los porcentajes de supervivencia de postlarvas durante los procesos de aclimatación oscilaron entre 83,3 y 99,9%, observándose el mayor porcentaje en la rutina 5 (99,9%), en la cual la salinidad fue reducida de 30 a 2,1 g/L, mientras la temperatura incrementó de 28,0 a 32,0 °C (**Tabla 1**).

**Tabla 1.**

Registros de duración, variaciones de salinidad y temperatura, y supervivencia presentada por las postlarvas al final de las rutinas de aclimatación.

Rutinas	Duración (horas)	Descenso de salinidad (g/L)	Descenso de la temperatura (°C/)	Supervivencia %
Rutina 1	25	16,0	3,0	83,3
Rutina 2	37	27,8	1,6	98,7
Rutina 3	24	22,9	1,6	99,7
Rutina 4	33	18,8	3,2	97,9
Rutina 5	25	27,9	-4,0	99,9
Rutina 6	29	23,0	2,3	99,7
Rutina 7	24	26,0	-0,5	99,1
Rutina 8	24	23,8	0,8	92,7
Rutina 9	24	25,1	0,1	98,8
Rutina 10	24	22,7	0,1	98,2
<b>Promedio</b>	26,9	23,4	0,82	96,85
<b>Desviación</b>	3,66	3,75	2,104	3,440

*Los valores negativos indican que la temperatura final fue más alta que la inicial.*

### Parámetros fisicoquímicos

La tabla 2 contiene los registros de oxígeno disuelto, pH y amonio total al inicio y final de las rutinas. Se destacan el incremento promedio de 0,92 mg/L del oxígeno disuelto y de 1,00 del pH, y el decremento promedio de 0,03 mg/L del amonio total.

**Tabla 2.**

Valores de oxígeno disuelto, pH y Amonio total determinados al inicio y al final de cada una de las rutinas de aclimatación.

Rutinas	Oxígeno disuelto (mg/L)			pH			Amonio total (mg/L)		
	Inicio	Final	Diferencia	Inicio	Final	Diferencia	Inicio	Final	Diferencia
Rutina 1	6,40	7,60	1,20	5,70	8,40	2,70	0,33	0,30	-0,03
Rutina 2	6,30	7,50	1,20	6,80	7,60	0,80	0,31	0,28	-0,03
Rutina 3	6,30	7,10	0,80	7,00	7,80	0,80	0,25	0,23	-0,02
Rutina 4	6,30	6,50	0,20	6,80	7,60	0,80	0,27	0,31	0,04
Rutina 5	7,00	7,50	0,50	6,40	6,90	0,50	1,30	1,50	0,20
Rutina 6	7,60	8,10	0,50	5,80	7,20	1,40	0,45	1,10	0,65
Rutina 7	6,20	7,40	1,20	7,50	7,00	-0,50	1,30	0,57	-0,73
Rutina 8	6,20	7,90	1,70	6,10	8,30	2,20	1,80	1,40	-0,40
Rutina 9	6,50	7,30	0,80	7,00	7,80	0,80	0,41	1,25	0,84
Rutina 10	7,00	8,10	1,10	6,90	7,40	0,50	0,67	0,46	-0,21
<b>Promedio</b>	6,58	7,50	0,92	6,60	7,60	1,00	0,71	0,74	0,03
<b>Desviación</b>	0,372	0,340	0,360	0,480	0,380	0,660	0,455	0,458	0,321

La concentración del Na<sup>+</sup>, presentó un incremento promedio de 0,69 mg/L, a diferencia del K<sup>+</sup>, el Ca<sup>+2</sup>, y el Mg<sup>+</sup> cuyas concentraciones decrecieron (**tabla 3**).

**Tabla 3.**

Concentraciones de Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup> y Mg<sup>+2</sup> determinadas en el agua de los tanques al inicio y al final de cada rutina de aclimatación.

Rutinas	Na <sup>+</sup> (mg/L)			K <sup>+</sup> (mg/L)			Ca <sup>+2</sup> (mg/L)			Mg <sup>+2</sup> (mg/L)		
	Inicio	Final	Difer	Inicio	Final	Difer	Inicio	Final	Difer	Inicio	Final	Difer
Rutina 1	11,00	15,30	4,30	35,00	37,00	2,00	40,00	40,00	0,00	5,00	4,80	-0,20
Rutina 2	10,50	12,40	1,90	40,00	38,60	-1,40	40,00	42,00	2,00	4,80	4,30	-0,50
Rutina 3	10,00	10,50	0,50	38,00	38,00	0,00	38,00	39,20	1,20	5,30	5,00	-0,30
Rutina 4	12,00	12,40	0,40	40,00	38,20	-1,80	37,00	37,60	0,60	5,10	4,60	-0,50
Rutina 5	8,30	8,80	0,50	55,10	61,00	5,90	48,00	44,20	-3,80	1,20	1,10	-0,10
Rutina 6	9,50	10,00	0,50	42,00	37,30	-4,70	40,00	41,50	1,50	3,50	2,00	-1,50
Rutina 7	13,10	15,00	1,90	55,40	50,70	-4,70	48,00	40,00	-8,00	2,80	2,30	-0,50
Rutina 8	11,20	8,40	-2,80	45,10	40,70	-4,40	43,00	40,00	-3,00	3,20	1,60	-1,60
Rutina 9	10,50	11,40	0,90	42,00	37,70	-4,30	4,10	3,70	-0,40	37,80	39,00	1,20
Rutina 10	11,50	10,30	-1,20	57,00	51,20	-5,80	42,00	42,50	0,50	5,10	4,70	-0,40
<b>Promedio</b>	10,76	11,45	0,69	44,96	43,04	-1,92	38,01	37,07	-0,94	7,38	6,94	-0,44
<b>Desviación</b>	1,000	1,860	1,248	6,552	6,756	2,860	6,986	6,674	2,396	6,084	6,412	0,480

Difer.- Diferencia.

Se determinó a través de la prueba de Ryan-Joiner que, con excepción de las diferencias presentadas por los valores final e inicial de las concentraciones del calcio, los demás parámetros fisicoquímicos presentaban una distribución normal (**tabla 4**).

**Tabla 4.**

Análisis de normalidad de las variaciones de las variables fisicoquímicas de los tanques. Los casos de  $R-J_{Empírico} > R-J_{Crítico}$  indican distribución normal.

Rutinas	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH	Amonio total (mg/L)	Na <sup>+</sup> (mg/L)	K <sup>+</sup> (mg/L)	Ca <sup>+2</sup> (mg/L)	Mg <sup>+2</sup> (mg/L)
Rutina 1	1,20	2,70	-0,03	4,30	2,00	0,00	-0,20
Rutina 2	1,20	0,80	-0,03	1,90	-1,40	2,00	-0,50
Rutina 3	0,80	0,80	-0,02	0,50	0,00	1,20	-0,30
Rutina 4	0,20	0,80	0,04	0,40	-1,80	0,60	-0,50
Rutina 5	0,50	0,50	0,20	0,50	5,90	-3,80	-0,10
Rutina 6	0,50	1,40	0,65	0,50	-4,70	1,50	-1,50
Rutina 7	1,20	-0,50	-0,73	1,90	-4,70	-8,00	-0,50
Rutina 8	1,70	2,20	-0,40	-2,80	-4,40	-3,00	-1,60
Rutina 9	0,80	0,80	0,84	0,90	-4,30	-0,40	1,20
Rutina 10	1,10	0,50	-0,21	-1,20	-5,80	0,50	-0,40
<b>R-J Empírico</b>	0,9752	0,9434	0,9710	0,9543	0,9376	0,9102	0,9207
<b>R-J Crítico</b>	0,9180	0,9180	0,9180	0,9180	0,9180	0,9180	0,9180
<b>p-value</b>	0.111	0.077	0.106	0.089	0.071	0,041	0.053

Mediante la prueba T de *Student* (**tabla 5**) se determinó que solo las diferencias de niveles inicial y final del oxígeno disuelto y pH fueron estadísticamente significativas.

**Tabla 5.**

Resultados de la prueba T de *Student* pareada aplicada a las variaciones presentadas por el oxígeno disuelto, el pH, el amonio total, y los iones Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> y Mg<sup>+2</sup>.

Variables	Diferencia de medias	Desviación estándar	Error estándar de la media	IC de 95% para la diferencia_μ	Valor T	Valor p
Oxígeno disuelto (mg/l)	-0,920	0,444	0,140	(-1,238; -0,602)	-6,55	0,000
pH	-1,000	0,907	0,287	(-1,649; -0,351)	-3,49	0,007
Amonio total (mg/l)	-0,031	0,459	0,145	(-0,360; 0,298)	-0,21	0,836
Na <sup>+</sup> (mg/l)	-0,690	1,884	0,596	(-2,038; 0,658)	-1,16	0,277
K <sup>+</sup> (mg/l)	1,92	3,69	1,17	(-0,72; 4,56)	1,64	0,135
Mg <sup>+2</sup> (mg/l)	0,440	0,772	0,244	(-0,112; 0,992)	1,80	0,105

De igual modo, se determinó mediante prueba T de *Wilcoxon* (**tabla 6**) que las diferencias en las concentraciones del ion Ca<sup>+2</sup> no fueron estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ).

**Tabla 6.**

Resultados de la prueba T de *Wilcoxon* aplicada a las variaciones presentadas por las concentraciones iónicas de los iones  $Ca^{+2}$  durante las rutinas de aclimatación.

Muestras	N	Mediana	Número de prueba	Estadístico de Wilcoxon	Valor p
$Ca^{+2}$ inicial (mg/l)	10	40	9	25,00	0,813
$Ca^{+2}$ final (mg/l)	10	40			

### Indicadores de calidad de las Postlarvas

El índice de actividad presentó el valor más bajo en las postlarvas de la rutina 1, observándose que la mayoría de los individuos carecían de vigor para mantenerse nadando en contracorriente y no ser arrastradas al centro del remolino provocada por esta (tabla 7). Mientras que el más alto se alcanzó en la rutina 2. Los valores más bajos de animales llenos se observaron durante las rutinas 5 y 7 y el más alto en la rutina 6.

**Tabla 7.**

Índice de actividad y porcentaje de postlarvas de *Penaeus vannamei* con intestino lleno.

Rutinas	Índice de activos	Porcentaje de llenura
Rutina 1	0,05	85,0%
Rutina 2	0,96	85,0%
Rutina 3	0,93	74,0%
Rutina 4	0,92	70,0%
Rutina 5	0,95	68,0%
Rutina 6	0,85	100,0%
Rutina 7	0,90	68,0%
Rutina 8	0,70	83,0%
Rutina 9	0,85	78,0%
Rutina 10	0,95	75,0%
<b>Promedio</b>	0,81	78,6%
<b>Desviación</b>	0,172	7,72%

### Asociación de parámetros de calidad de larvas y fisicoquímicos del agua

La tabla 8 presenta los coeficientes de correlación de *Pearson* determinados entre las variables biológicas Supervivencia al proceso de aclimatación, Índice de postlarvas activas y Porcentaje de animales con intestino lleno y las variaciones de las variables fisicoquímicas registradas en cada una de las rutinas.

**Tabla 8.**

Análisis de correlación múltiple de *Pearson* aplicado al porcentaje de supervivencia de las postlarvas, y las variaciones de los parámetros fisicoquímicos del agua.

	Dur	Sal	Temp	Superv	Act	Llen	Oxig	pH	TAN	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>
Salinidad	0,070											
Temperatura	0,414	-0,712										
Supervivencia	0,180	0,693	-0,399									
Índice de activos	0,229	0,696	-0,391	0,966								
Llenos	0,262	-0,173	0,502	-0,251	-0,322							
Oxígeno	-0,274	0,102	-0,000	-0,462	-0,344	0,143						
pH	-0,032	-0,597	0,488	-0,806	-0,783	0,605	0,298					
Amonio Total	0,130	0,005	0,058	0,200	0,051	0,422	-0,575	0,177				
Na <sup>+</sup>	0,199	-0,273	0,232	-0,372	-0,515	0,063	-0,134	0,059	0,099			
K <sup>+</sup>	0,037	-0,012	-0,327	-0,206	-0,249	-0,271	-0,292	0,157	0,093	0,408		
Ca <sup>+2</sup>	0,481	-0,337	0,594	-0,037	-0,043	0,519	-0,281	0,393	0,548	0,042	-0,017	
Mg <sup>+2</sup>	-0,188	0,087	-0,265	0,087	0,009	-0,446	-0,237	-0,292	0,390	0,395	0,224	0,02

1

Duración (**Dur**), Salinidad (**Sal**), Temperatura (**Temp**) Índice de activos (**Act**), Llenos (**Llen**), Oxígeno disuelto (**Oxig**), Amonio total (**TAN**).

De esta tabla se destaca que:

1. La supervivencia presentó asociaciones directas del 18% con la duración del proceso de aclimatación, del 69,3% con el descenso de la salinidad, del 20,0% con las variaciones de la concentración del amonio total, e inversa con el 39,9% con las variaciones de temperatura, del 46,2% con las variaciones de las concentraciones de oxígeno disuelto, del 80,6% con las variaciones del pH, del 37,2% con las variaciones de la concentración del Na<sup>+</sup> y 20,6% con las del K<sup>+</sup>.
2. El índice de animales activos estaba directamente asociado en un 22,9% con la duración del proceso, del 69,6% con el descenso de la salinidad y asociaciones inversas del 39,1% con las variaciones de la temperatura, 78,3%, del 34,4% con las variaciones de la concentración de oxígeno disuelto, 78,3% con las variaciones del pH, del 51,5% con las variaciones de la concentración del Na<sup>+</sup> y 24,9% con las del K<sup>+</sup>.
3. El porcentaje de animales llenos presentó asociación directa del 26,2% con la duración del proceso, del 50,2% con las variaciones de temperatura, del 14,3%

con las variaciones de la concentración de oxígeno disuelto, del 60,5% con las variaciones del pH, del 42,2% con las variaciones del amonio total, del 5,9% con las concentraciones de  $\text{Ca}^{+2}$ , e inversas del 27,1% con las variaciones de la concentración del  $\text{K}^{+}$  y del 44,6% de las variaciones de la concentración del  $\text{Mg}^{+2}$ .

4. Las demás interacciones determinadas a través del análisis de correlación fueron inferiores al 10,0%

A través del ACP se determinaron dos componentes (**tabla 9**) que explicarían el 29 y 23% de los resultados observados que caracterizaron a cada rutina e indicarían las variables que más tuvieron influencia en los resultados de estas.

**Tabla 9.**

Análisis de los valores y vectores de la matriz de correlación.

Autovalores	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10
Valor propio	2,8927	2,2588	1,5018	1,1267	0,943	0,7206	0,3426	0,162	0,0518	0,0000
Proporción	28,9%	22,6%	15,0%	11,3%	9,4%	7,2%	3,4%	1,6%	0,5%	0,0%
Acumulada	28,9%	51,5%	66,5%	77,8%	87,2%	94,4%	97,9%	99,5%	100,0%	100,0%

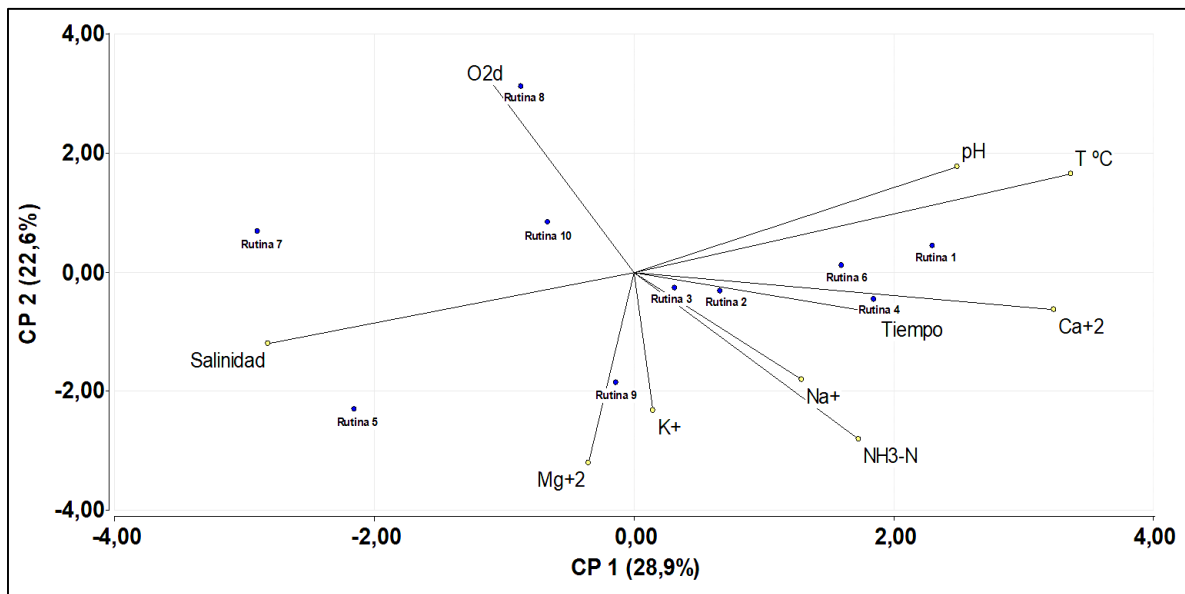
A partir de los resultados de la tabla 10 se obtuvo el cuadro de valores de los vectores propios o componentes principales con las variables e intensidad de influencia sobre éstos (**tabla 10**).

**Tabla 10.**

Vectores propios de los componentes principales.

Vectores	Tiempo	Salinidad	T °C	O <sub>2</sub> d	pH	NH <sub>4</sub> -N	Na <sub>+</sub>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>
PC1	0,2768	-0,4177	0,4989	-0,1641	0,3695	0,257	0,1915	0,0214	0,4803	-0,0521
PC2	-0,101	-0,1775	0,2448	0,4792	0,2619	-0,4171	-0,2679	-0,3447	-0,0945	-0,4761

Con los resultados de la tabla 10 se elaboró el gráfico de proyección de los componentes (**figura 4**) que presenta los vectores correspondientes a cada variable y la distribución de los resultados de las rutinas en torno de ellos.



**Figura 4.** Proyección de los componentes principales del proceso de aclimatación de postlarvas de *P. vannamei*.

El gráfico de proyección de los componentes principales indica que las variaciones de temperatura (T °C) y el oxígeno disuelto (O<sub>2</sub>d) actuaron como vectores que influyeron de manera independiente en los resultados de supervivencia, actividad y contenido intestinal de las postlarvas aclimatadas, al igual que las variaciones de salinidad que son diametralmente opuesta a las variaciones de la temperatura y el pH, de igual modo, las variaciones del amonio total (NH<sub>3</sub>-N) y la concentración de Na<sup>+</sup> son opuestas a las del O<sub>2</sub>d. En el gráfico también se indica combinación de efectos de las variaciones del pH y de la temperatura, del Ca<sup>+2</sup> y la duración de la aclimatación (Tiempo) y del K<sup>+</sup> y del Mg<sup>+2</sup>.

En el plano del gráfico se observan puntos azules distribuidos en torno de los vectores indicando según la cercanía que tienen con estos y el origen la mayor o menor incidencia en los resultados observados en cada una de las rutinas de aclimatación. De esta manera se indica:



1. Las variaciones de temperatura y pH tuvieron mayor incidencia en los resultados de Supervivencia, actividad y contenido intestinal de las postlarvas aclimatas en la rutina 1.
2. Las variaciones de la temperatura y del  $\text{Ca}^{+2}$  en los resultados de la rutina 6.
3. Las variaciones del  $\text{Ca}^{+2}$  y la duración del proceso con los resultados de la rutina 4.
4. Las variaciones del  $\text{Mg}^{+2}$  y  $\text{K}^{+}$  con los resultados de la rutina 9.
5. Las variaciones de la salinidad con los resultados de las rutinas 5 y 7.
6. Las variaciones del oxígeno disuelto con los resultados de la rutina 8.
7. Los resultados de las rutinas 2, 3 y 10 tuvieron baja incidencia de las variaciones de las variables fisicoquímicas al encontrarse cerca del origen de los vectores.

## DISCUSIÓN

Los procedimientos de aclimatación llevados a cabo en Duzlarv y Marpetsa se basan en la reducción gradual de la salinidad del tanque de postlarvas mediante la aplicación de agua dulce o de baja salinidad. Este método ha sido estudiado por David *et al.*, (2004) estableciendo que su aplicación garantiza la viabilidad de las postlarvas al final del proceso, siendo aptas para su traslado y siembra en las granjas de camarón.

Las rutinas de aclimatación evaluadas duraron entre 24 y 33 horas, siendo reducida la salinidad entre 16,0 y 27,9 g/L, dependiendo de la salinidad a la que era requerida por los granjeros para sembrar en las piscinas camaroneras, mientras, la temperatura del agua al inicio de la aclimatación oscilaba entre 28,0 y 31,0 °C y al final del proceso entre 25,0 y 32,0 °C, con variaciones que oscilaron entre -4,0 y 3,0 °C, debido a los cambios normales de la temperatura del agua que tiende a ser fría por la noche y cálida durante el día, especialmente si éste es soleado. Estas variaciones resultaron en porcentajes de supervivencia de las postlarvas que oscilaron entre 83.8 y 99.9%., en nueve de los diez casos estudiados por encima del 92%.

De acuerdo con Arzola *et al.*, (2013), en su estudio sobre la supervivencia de PL12 sometidas a diferentes salinidades y temperaturas, la supervivencia presenta una relación significativa ( $p < 0.05$ ) con la salinidad, la temperatura y la interacción de ambas, de modo que someter postlarvas a cambios leves, pero prolongados en el tiempo, de estas variables tiene un impacto no significativo sobre la supervivencia, hecho que es documentado respectivamente por Palacios & Racotta (2007) y Racotta *et al.*, (2004) y corroborado en este estudio en el cual las variaciones a las que fueron sometidas las postlarvas se acompañaron de porcentajes de supervivencia mayores al 80%, teniendo estos duración promedio de  $26,9 \pm 3,66$  horas y presentando la supervivencia y el índice de postlarvas

activas asociación al descenso de la salinidad respectivamente en un 69,3% y 69,6%, y entre ellas en un 96,6%.

Los porcentajes de supervivencia presentados por las postlarvas en las 10 rutinas de aclimatación son categorizados como “buenos” por el personal responsable de esta actividad, tanto en Duzlarv como en Marpetsa, debido a las expectativas de facturación de larvas a las granjas de cría de camarón, y la presencia de atributos como la actividad de nado y llenado intestinal que son aspectos considerados por los granjeros. Estas consideraciones a los resultados finales de la aclimatación por parte de las personas de Duzlarv y Marpetsa coinciden con Gelabert *et al*, (2008) y McGraw *et al*, (2002), quienes consideran que la supervivencia a pruebas de concentraciones salinas que se ubica por encima de 60% es indicativo de buena calidad de postlarvas, como pudo observarse en este estudio, las postlarvas presentaron en con excepción de la rutina 1, índices de actividad de nado en contracorriente que oscilaban entre 0,70 y 0,96, mientras el porcentaje de animales con intestino lleno oscilaba entre el 68 y 100%.

En el caso de la rutina 1 que presentó valores más bajos de porcentaje de supervivencia e índice de postlarvas activas se descarta el probable efecto de la duración del proceso, de las variaciones de la salinidad y la temperatura, del oxígeno disuelto y las concentraciones de amonio total,  $K^+$ ,  $Ca^{+2}$  y  $Mg^{+2}$ , las cuales fueron semejantes a las de las otras rutinas que presentaban mayores valores de supervivencia y de índice de actividad. Llama la atención que en esta rutina los animales experimentaron las variaciones más altas del pH y del  $Na^+$ , sospechando que estas variaciones hayan ejercido un impacto sobre las postlarvas resultando los valores de supervivencia e índice de actividad observados, algo que podría ganar fuerza al examinar los resultados del análisis de correlación de *Pearson* que muestra una asociación inversa del 78,3% con el índice de

activos. Adicionalmente el análisis de componentes principales indica que los resultados de la rutina 1 estaban mejor relacionados con las variaciones del pH que las variaciones de  $\text{Na}^+$ .

En un estudio similar realizado por García *et al.*, (2020) fueron comparados tres sistemas de aclimatación observándose que las variaciones del pH estuvieron por encima del rango óptimo para el cultivo de los camarones en el tratamiento de aclimatación por suministro de agua dulce a intervalos de tiempo (suministro y reposo), en el cual se observó la más baja supervivencia. Este tratamiento probado por ellos constituye el procedimiento de aclimatación desarrollado en las larviculturas Marpetsa y Duzlarv que fueron evaluadas en el presente estudio. De modo que sus observaciones coincidieron con los valores de supervivencia y pH registrados al final de la rutina de aclimatación 1.

Debe ser entendido que el pH es una medida indirecta de la concentración de iones  $\text{H}^+$  presentes en el agua con importante efecto sobre la fisiología de los animales de la acuicultura, cuyo rango óptimo en las especies marinas ha sido documentado por Boyd *et al.*, (2011) y oscila entre 7,5 y 8,5. Al inicio de la rutina 1 el agua presentaba valores de pH inferiores a los del rango óptimo. También se observó este tipo de valores al inicio de otras rutinas que presentaron resultados mayores de índice de actividad, quedando las dudas acerca de:

1. Si las postlarvas aclimatadas durante la rutina 1 eran aptas para someterlas al proceso de aclimatación, decisión que dependía estrictamente del comprador que solicita le sean aclimatadas las postlarvas de ese tanque, siendo oportuno haber evaluado el estado general y sanitario de los animales previo al inicio de las rutinas de aclimatación, teniendo en cuenta que parte del éxito de la aclimatación se atribuye a parámetros de calidad de larva como el estadio de

postlarva, el desarrollo branquial y el desarrollo del hepatopáncreas, determinados durante la selección de las mismas (Balbi *et al.*, 2005).

2. Si los resultados pudieron estar afectados por el tipo de alimento suministrado, ya que durante esta rutina los animales recibieron dieta seca como única fuente de nutrientes, mientras en las rutinas posteriores se introdujo alimento vivo como nauplios de *Artemia*, cuyo uso en el cultivo de larvas de camarón ha sido estudiado concluyendo su importancia en el crecimiento, desarrollo, supervivencia y respuesta al estrés osmótico que experimentan las postlarvas durante los procesos de aclimatación (Gelabert, 2008).

La aclaración de las dudas anteriores a raíz de los resultados que se obtuvieron en la rutina 1 sugieren estudios a partir de experimentos de aclimatación que contemplen como factores el tipo de alimentación y el estado general y sanitario de las postlarvas previo al sometimiento de los tratamientos a probar.

Los resultados del porcentaje de animales con intestino lleno oscilaron entre el 68% y el 100%, siendo el valor más alto en la rutina 6 y el más bajo en las rutinas 5 y 7, con un promedio de 78,6%. Si bien estos valores son aceptados como normales por el personal responsable de los procesos de aclimatación, pues se considera que los animales han atravesado un proceso de estrés que afecte su apetito, siendo sometidos a un periodo de reposo de al menos 24 horas previas al embarque y despacho a camaroneras, estos valores mostraron correlación negativa con las variaciones del  $K^+$  y el  $Mg^{+2}$  que en general fueron inferiores al final del proceso de aclimatación. Está documentado que las bajas concentraciones de estos iones están asociadas negativamente al crecimiento y desarrollo de los camarones en estadios larvarios y de cultivo en granjas sugiriéndose suplementarlos a fin de evitar estrés y daños a la salud de los animales (Boyd, 2018).

Las diferencias presentadas en los niveles oxígeno disuelto y pH del agua de los tanques de larvas al inicio y al final de las rutinas de aclimatación fueron estadísticamente significativas al nivel de significación  $\alpha = 0,05$ . No obstante, los mismos oscilaron dentro de los rangos normales de variación para el cultivo de esta especie (Boyd *et al.*, 2011; Sonenholzner, 2014 y Valdez *et al.*, 2015).

Los niveles de amonio total y de los cationes  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  y  $\text{Mg}^{+2}$ , cuyas variaciones no fueron estadísticamente significativas, sin tener un efecto aparente sobre la supervivencia, Esta conclusión es además sustentada en las discusiones de Cabrera *et al.* (2000) quienes mencionan que la composición iónica del agua con la que son tratados los animales influye en el rendimiento de las postlarvas existiendo mayor relación con la proporción de  $\text{Na}/\text{K}$  y  $\text{Ca}/\text{K}$  que con  $\text{Mg}/\text{Ca}$ . Por lo que la supervivencia de las postlarvas fue alta en las variantes que se le añadió potasio para complementar el déficit, a diferencia de los resultados de este estudio donde se obtuvo que las concentraciones de iones como  $\text{Na}$ ,  $\text{K}$ ,  $\text{Ca}$  y  $\text{Mg}$  en el agua utilizada durante el proceso de aclimatación, no afectó en la calidad y supervivencia de postlarvas de camarón blanco. En el caso de este estudio, como complemento a lo determinado, se adiciona el hecho de observar que el índice de postlarvas activas presentaba una asociación inversa del 51,5% con el  $\text{Na}^+$ , mientras el porcentaje de organismos llenos estaba asociado al pH en un 60,5% en un 50,2% a la temperatura y un 51,9% al  $\text{Ca}^{+2}$ .

En adición a lo escrito en el párrafo anterior, Spotte (1979) y McGraw & Scarpa (2002) recalcan que el agua que sea utiliza en el proceso de aclimatación y posterior cultivo de postlarvas, debe de cumplir con los rangos óptimos y necesarios de los iones, concordando con lo señalado por (Boyd *et al.*, 2002), destacando que los aniones bicarbonato, sulfatos y cloruros; y los cationes calcio, magnesio, potasio y sodio como



importantes para la fisiología celular de las postlarvas en aclimatación, explicando desde el punto de vista de los cationes los resultados de este estudio, en el cual pese a no determinar las variaciones de los aniones, se observó que las variaciones de los cationes no fueron estadísticamente significativas.

## CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio demostraron que los procedimientos de aclimatación basados en la reducción gradual de la salinidad de los tanques de cultivo por la adición de agua dulce permiten a los larvicultores de *P. vannamei* obtener postlarvas con altos porcentajes de supervivencia, asociadas de manera directa a atributos de actividad de nado y contenido intestinal.

Durante el tiempo al que son expuestas las postlarvas al proceso de aclimatación por reducción de salinidad, los niveles del oxígeno disuelto, pH, amonio total y cationes  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Mg}^{+2}$  pueden presentar variaciones que deben ser monitoreadas con el fin de asegurar que permanezcan en los rangos óptimos para la fisiología celular de los crustáceos, de modo que aunque éstas sean estadísticamente significativas, no incidan negativamente en la supervivencia ni en los atributos de actividad de nado y contenido intestinal.

Se pudo comprobar que, por medio del método observacional, las postlarvas en las aclimataciones mostraron un desplazamiento por todo el recipiente, respondiendo de forma correcta al nado activo, con excepción de la rutina 1 que fue el menor índice de activos obtuvo.

Para un manejo adecuado de las postlarvas de camarón blanco, manipuladas durante el proceso de aclimatación es pertinente que sean contraladas las condiciones a las que son expuestas a través del monitoreo de variables fisicoquímicas; y suplementaciones requeridas de minerales como fuente de iones y de nauplios de *Artemia*.

## BIBLIOGRAFIA

1. Arzola, J., Piña, P., Nieves, M & Medina, M. (2013). Supervivencia de postlarvas de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* a diferentes salinidades y temperaturas. *Rev. MVZ Córdoba 18(Supl):3618-3625 pp.* Sinaloa, México.
2. Balbi, F., Rosas, J., Velásquez, A., Cabrera, T & Maneiro, C. (2005). Aclimatación de postlarvas de diferentes edades y criaderos del camarón marino *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) a baja salinidad. *Revista de Biología Marina y Oceanografía 40(2): 109-115pp.* Nueva Esparta, Venezuela.
3. Boyd, C., Thunjai, T & Boonyaratpalin, M. (2002). Dissolved salts in water for inland low-salinity shrimp culture. *Global Aquaculture Advocate 5 (3): 40 – 45pp.*
4. Cabrera, M., Cabellos, Y & López, G. (2000). Ensayo para el cultivo del camarón marino *Litopenaeus vannamei* a baja salinidad en la estación de Mariel. Mariel, Cuba.
5. Boyd, C., Tucker, S & Viriyatum, R. (2011). Interpretation of pH, Acidity, and Alkalinity in Aquaculture and Fisheries. *North American Journal of Aquaculture. 73: 403-408 pp.*
6. Boyd, C. (2018). Revisando el desequilibrio iónico en el camarón de baja salinidad. *Global Aquaculture Alliance.*
7. Calderón, J. (1996). El estado actual de la Acuicultura en Ecuador y perfiles de nutrición y alimentación. *Centra Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas. 6 pp.* Guayaquil, Ecuador.
8. Ceballos, J., López., G, Lamela., L., Cupulmagaña, F & Vega, F. (2008). Traslado de postlarvas de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) a diferentes tiempos,



- salinidades y densidades y su efecto en la supervivencia y algunos marcadores bioquímicos. *Revista de biología marina y oceanografía*, 43, 681 – 686pp.
9. Contreras, J. (1995). Cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en sistema semiintensivo. 14pp.
  10. CORPEI. Exportaciones y Economía. (2003). *Vol 1 N°4*. Ecuador.
  11. Davis, D., Saoud, I., McGraw, W & Rouse, D. (2002). Considerations for *Litopenaeus vannamei* reared in inland low salinity waters. *Avances en nutrición acuícola*. 73-94 pp. Cancún, México.
  12. Davis, D., Samocha, T & Boyd, C. (2004). Acclimating Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* to inland low-salinity waters. *Southern Regional Aquaculture Center*.
  13. Díaz, F., Farfán, C & Sierra, E. (2001). Effects of temperature and salinity fluctuation on the ammonium excretion and osmoregulation of juveniles of *Penaeus vannamei*, Boone. *Marine Freshwater Behavior and Physiology* 34: 93-104.
  14. Durán, G. (2002). Evaluación de la producción y uso del rotífero *Brachionus plicatilis* en la larvicultura de *Litopenaeus vannamei*. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar. Guayaquil, Ecuador.
  15. El Diario. (2017). Prefieren criar en agua dulce. La producción de camarón de mar en agua dulce se está dando en varios sectores de la Provincia de Manabí. El Diario Ec.
  16. FAO. (2004). Ecuador Profile. Resumen informativo sobre la pesca por países. Ecuador.



17. García, J., Hernández, J & Meza, A. (2020). Determinación de sobrevivencia de Postlarvas *Litopenaeus vannamei* mediante la comparativa de los métodos aclimatación: Por flujo continuo mínimo con intervalos de tiempo y Flujo continuo mínimo. Las peñitas, León-Nicaragua. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. 45pp. León, Nicaragua.
18. Gong, J., Jiang, D., Lightner, D., Collins, C & BroCk, D. (2004). A dietary modification approach to improve the osmoregulatory capacity of *Litopenaeus vannamei* cultured in the Arizona desert. *Aquaculture Nutrition 10*: 227-236pp.
19. Marcillo, F. (2006). Cultivo De Camarón Marino Tierra Adentro, Con Agua De Pozo, Sin Adicción De Sales Al Agua. Camaronera Reilan S.A. Guayaquil, Ecuador. 6 pp.
20. Martínez, L & Torres, M. (1995). Producción de semilla de camarones Peneidos en laboratorio. *Fundamentos de Acuicultura marina 225pp*. Santa fe de Bogotá, Colombia.
21. McGraw, W., Davis, D., Teichert, D & Rouse, D. (2002). Acclimation of *Litopenaeus vannamei* postlarvae to low salinity: Influence of age, salinity endpoint, and rate of salinity reduction. *Journal of World Aquaculture Society 33(1)*: 78–84pp.
22. Nunes, A & Velásquez, C. (2001). Low-salinity, inland shrimp culture in Brazil and Ecuador: economic, disease issues move farms away from coasts. *The Advocate 4 (3)*: 62–64pp.
23. Palacios, E & Racotta I. (2007). Salinity stress test and its relation to future performance and different physiological responses in shrimp postlarvae. *Aquacult; 233:123-135*.

24. Ponce, J., Martínez, C & Ross, L. The effects of salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile White shrimp, *Penaeus vannamei*. *Aquacult.*157:107-114pp.
25. Racotta, I., Palacios, E., Hernández, R., Bonilla, A., Pérez, C y Ramírez, J. (2004). Criteria for assessing larval and postlarval quality of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquacult.* 233:181-195pp.
26. Roy, L., Davis, D & Whitis, G. (2009). Variabilidad de estanque a estanque en el camarón poslarvario *Litopenaeus vannamei*, supervivencia y crecimiento en aguas continentales de baja salinidad del oeste de Alabama. *Investigación en acuicultura*, 40 (16), 1823-1829. Samocha, TM, H. Guajardo,
27. Salinas, E. (2014). Influencia de la salinidad en la larvicultura de *Litopenaeus vannamei* “camarón blanco”, en la empresa BIOGEMAR S.A., La Península-Ecuador. Universidad Nacional de Trujillo. Facultad de Ciencias Biológicas. 45 pp. Trujillo, Perú.
28. Sonenholzner, S. (2014). Oxígeno disuelto y su importancia en acuicultura: sistemas de aireación para mejorar la productividad de los sistemas acuícolas. IV Congreso internacional de Acuicultura – ESPE. Quito, Ecuador.
29. Spotte, S. (1979). Fish and invertebrate culture. *John Wiley & Sons, U.S.A.* 179pp.
30. Valdez, P., Gonzales, J., Soto, M y Jasso, M. (2015). Efecto combinado de temperatura y salinidad en el consumo de oxígeno en postlarvas de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. *Bol. Inst. Pesca, Sao Paulo*, 41(1):89-101pp.
31. Zhu, C., Dong, L & Wang, F. (2006). The interaction of salinity and Na/K ratio in seawater on growth, nutrient retention and food conversion of juvenile *Litopenaeus vannamei*. *Journal of Shellfish Research* 25: 107-112pp.

ANEXOS

ANEXO 1. Toma de parámetros fisicoquímicos a través del YSI Pro-2030.



ANEXO 2. Observación de postlarvas utilizando el microscopio en cada una de las rutinas de aclimatación.



**ANEXO 3.** Estado del contenido estomacal en estadio larval PL12.



**ANEXO 4.** Preparación de las muestras de agua para obtener los valores de las concentraciones de los iones (Na, K, Ca y Mg).

