

# **Adaptación del Camarón Blanco (*Litopenaeus vannamei*) a Agua Salinizada con Sal Rústica en Zamorano.**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura.

Presentado por

**Sergio Fidel Castro Turcios**

300853

300853

300851

MICROCIS:	_____
FECHA:	_____
ENCARGADO:	_____

**Zamorano-Honduras**  
Diciembre, 1999

El autor concede a Zamorano permiso  
para reproducir y distribuir copia de este  
Trabajo para fines educativos. Para otras personas  
Físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.



---

Sergio Castro

**Zamorano-Honduras**  
Diciembre, 1999

## DEDICATORIA

A mi Dios que a pesar de no ser perfecto siempre está a mi lado

A mí mismo por ser el que realizó el mayor esfuerzo

A mi tierna Michelle que es la razón de mi existir

A mi esposa Ericka por estar a mi lado

A mis padres que siempre me han apoyado

A mis hermanos Tulio, Kárleton (Q.D.D.G), Lorena, Gabriela, Verónica y Carlos

A mi Alma Mater

A mi patria Honduras

## AGRADECIMIENTOS

Este esfuerzo se lo brindo con todo el amor que tengo en el corazón a mi esposa Ericka y a mi hija del alma Michelle por el sacrificio que han hecho al estar separados de mí durante este año, las amo.

A mi mamá Lorena y a Rubén por todo el esfuerzo hecho para que saliera adelante, y creer siempre en mí.

A mi papá por haberme ayudado durante mí carrera y mi vida.

A mi hermanito Kárleton que Dios lo tenga en su gloria este triunfo va por los dos.

A mis hermanos Tulio, Lorena, Gabriela y mi sobrina Nicole, que Dios los acompañe siempre.

A mis abuelas Lola y Lidia.

A mis tías Marta y Mirtha.

A todas las personas que hicieron posible este trabajo.

A mis amigos y colegas de la clase 96 Elbyn, Rubén, Rony, Ignacio, Héctor, David, Alejandro, Rolando, Ek Uk, Amilcar, Olenka, Francisca, Ariel, Felipe, Ramón, Fleig, Chusy, Jorge y Juan Pablo.

A mis compañeros de cuarto año de acuicultura Susana, Ricardo, Ramos, Paul, Napoleón, Lenin, Cristian y Carlos.

## **AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES**

A mis padres por apoyarme en todo lo económico.

## RESUMEN

Castro, Sergio 1999. Adaptación de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) a agua salinizada con sal rústica en Zamorano. Proyecto especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras.

El cultivo de camarón blanco se ha convertido en un rubro importante en la agricultura y la economía de los países latinoamericanos. En Centroamérica esta especie es cultivada en terrenos de las costas del Pacífico. Donde hay una salinidad variable según la época del año. *Litopenaeus vannamei* es eurihalino y puede resistir los cambios de salinidad. El estudio contribuye al establecimiento de un sistema de cultivo del camarón de mar en el interior de Honduras. El objetivo fue evaluar la adaptación de *Litopenaeus vannamei* a agua salinizada con sal rústica y estudiar el costo de preparar agua salada en Zamorano. El trabajo se dividió en una fase de laboratorio que duró 96 horas y una fase semi-comercial que duró 60 días. En la fase de laboratorio se utilizaron botellas con capacidad de tres litros y se colocaron cuatro camarones por botella con un peso promedio de 0.90 gramos. La combinación de 25% agua de mar y 75% de agua dulce y sal rústica resultó en 100% de supervivencia a una concentración total de 15,000 ppm de sal. En la segunda fase se utilizaron tanques de fibra de vidrio con capacidad de 300 litros donde se colocaron 20 camarones por tanque con un peso promedio inicial de 1.84 gramos. En esta fase se utilizó un recambio de agua del 40% por semana. Los camarones fueron cultivados en agua de mar diluida y en agua salinizada con 75% de sal rústica y 25% agua de mar. en ambas aguas la salinidad fue de 15,000 ppm y la sobrevivencia de los camarones fue de 100% en los 60 días. La sal rústica es una opción factible y de costo razonable para el cultivo de *Litopenaeus vannamei* en agua salinizada artificialmente. Preparar agua salada con sal rústica cuesta US\$3.00/1000litros bajo las condiciones en Zamorano.

**Palabras claves:** Sal rústica, Eurihalino, Semi-comercial.

## NOTA DE PRENSA

### CULTIVOS DE CAMARON MARINO (*Litopenaeus vannamei*) EN EL INTERIOR DE HONDURAS

En Honduras la explotación de camarón marino se inició hace unos 15 años. Estableciéndose en la zona sur del país en los alrededores del Golfo de Fonseca, éste es uno de los rubros más importantes del país. La actividad genera aproximadamente 25,000 empleos y produce US\$100 millones/anales en exportaciones.

El *Litopenaeus vannamei* es una especie eurihalina. Se adapta con facilidad a un amplio rango de salinidades que van desde 2,000 a 40,000 ppm.

El propósito de este trabajo fue observar si el camarón se adapta y sobrevive en un medio preparado con sal rústica. Se probaron diferentes combinaciones de agua de mar y sal rústica para determinar cual era mejor en un sistema semi-comercial de producción.

El ensayo se dividió en dos fases: Una fase de laboratorio, donde se mantuvieron en un ambiente controlado y una segunda fase a nivel semi-comercial. En ambas se midieron parámetros fisico-químicos como el oxígeno disuelto, pH, amoníaco y salinidad.

Los resultados del estudio demuestran que *Litopenaeus vannamei* se adapta con facilidad a agua salinizada con sal rústica. Hubo 100% de sobrevivencia en camarones cultivados en agua con 75% sal rústica y 15,000 ppm de salinidad durante 60 días.

La sal rústica es una opción factible y de costo razonable para el cultivo de *Litopenaeus vannamei* en agua salinizada artificialmente.

## CONTENIDO

	Portadilla .....	i
	Autoría .....	ii
	Páginas de firmas .....	iii
	Dedicatoria .....	iv
	Agradecimientos .....	v
	Agradecimientos a patrocinadores .....	vi
	Resumen .....	vii
	Nota de prensa .....	viii
	Contenido .....	ix
	Indice de cuadros .....	xi
	Indice de figuras .....	xii
1.	<b>INTRODUCCION</b> .....	1
1.1.	Objetivo General .....	2
1.2.	Objetivo Específico .....	2
2.	<b>MATERIALES Y METODOS</b> .....	3
2.1.	Ubicación .....	3
2.2.	Fases del ensayo .....	3
2.2.1.	Fase de laboratorio .....	3
2.2.1.1.	Sistema de cultivo .....	3
2.2.1.2.	Fuentes de agua salada .....	4
2.2.1.3.	Animales .....	4
2.2.1.4.	Análisis de supervivencia .....	5
2.2.2.	Fase semi-comercial .....	5
2.2.2.1.	Sistema de cultivo .....	5
2.2.2.2.	Tratamientos .....	5
2.2.2.3.	Calidad del agua .....	6
2.2.2.4.	Animales .....	6
2.3.	Análisis estadístico .....	6
3.	<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b> .....	7
3.1.	Fase de laboratorio .....	7
3.2.	Fase semi-comercial .....	9
4.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	12
5.	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	13

6. **BIBLIOGRAFIA** ..... 14

## INDICE DE CUADROS

### Cuadro

1. Tratamientos utilizando diferentes proporciones de agua de mar y agua dulce más salrústica para una salinidad de 15,000 ppm .....	3
2. Relación agua de mar, agua dulce y sal rústica utilizadas en la fase semi-comercial durante 60 días de cultivo en Zamorano .....	5
3. Número de exosqueletos mudados y sobrevivencia de juveniles de <i>Litopenaeus vannamei</i> en las diferentes combinaciones durante 96 horas de exposición al agua de mar y aguadulce + sal rústica en una concentración de 15,000ppm. ....	8
4. Concentraciones iniciales y finales de TAN (Total de nitrógeno como amoníaco y amoníaco ionizado) en las diferentes combinaciones de agua de mar, agua dulce + sal rústica utilizadas. ....	8
5. Valores máximo, mínimo y promedio de cinco parámetros de la calidad del agua empleada en probar diferentes fuentes de sal. ....	9
6. Porcentaje de sobrevivencia, número de mudas y ganancia de peso promedio en 60 días de ensayo de adaptación de <i>Litopenaeus vannamei</i> en agua utilizando agua de mar y sal rústica. ....	10
7. Análisis comparativo para preparar 1000m <sup>3</sup> de agua salada ( 36,000 ppm de salinidad) en Zamorano con tres fuentes diferentes de sal. ....	11

## INDICE DE FIGURAS

### Figura

1. Sobrevivencia de *Litopenaeus vannamei* en agua salinizada con 100% de sal rústica a una salinidad de 15,000 ppm. .... 7

## 1.INTRODUCCION

En los últimos 20 años la Acuicultura ha tenido un importante crecimiento económico de 9.6% por año en comparación con un 3.1% de crecimiento de la producción de otras especies terrestres y 1.6% de crecimiento de la pesca en el mar (Tacón, 1997). El crecimiento del cultivo de camarón marino en el mundo ha sido de 1987 a 1996 de un 100% aproximadamente (FAO, 1998).

En América Latina, el cultivo de camarón es la segunda especie en importancia, seguida de la producción de salmón. En 1996 la industria del camarón contribuyó con más del 24% de la acuicultura de la región. En las Américas, Ecuador es el mayor productor del camarón cultivado (67%) seguido por México y Honduras (FAO, 1998).

En Honduras el cultivo comercial de camarón se inicio en 1983, estableciéndose en la zona sur del país alrededor del Golfo de Fonseca. Según Argeñal (1997) hay un área de 12,000ha de espejo de agua en cultivo. La actividad genera alrededor de 25,000 empleos directos (Meyer, 1994). Honduras produce 8,000,000 de kg cola de camarón por año lo que significa US\$ 100 millones en divisas para el país (ANDAH, 1994). Las especies de camarón más utilizadas en la industria local son el *Litopenaeus vannamei* y el *Litopenaeus stylirostris*.

El *Litopenaeus vannamei* es un excelente candidato para la acuicultura. Es una especie resistente y exhibe una buena sobrevivencia, tolera altas densidades de siembra y requiere una dieta relativamente baja en proteína (HBOI REPORT, 1995).

Para el establecimiento de una producción de camarón hay que estar pendientes de controlar varios parámetros físico-químicos del agua como son la salinidad, temperatura, pH, amonio, nitritos, oxígeno disuelto y dureza. El *Litopenaeus vannamei* es una especie eurohalina. Se ha probado con éxito su cultivo en aguas con reducida salinidad. Son animales que se encuentran en forma natural en los esteros y ellos tienen una gran capacidad de adaptarse a diferentes medios. Se desarrolla bien en un rango amplio de salinidades que van desde 2,000 a 40,000 ppm (Wyban y Sweeney, 1991).

El proyecto de Acuicultura de Zamorano está ubicado en el interior de Honduras, aproximadamente a unos 150 km. de la costa Pacífica del país. Zamorano está a una altitud de 800 msnm, con una temperatura promedio anual de 24 °C. Existe un interés de establecer y mantener un sistema de producción de *Litopenaeus vannamei* en Zamorano con el objetivo principal de complementar la enseñanza y facilitar actividades de investigación en especies de mar.

Para establecer el cultivo de *Litopenaeus vannamei* en Zamorano se presentan tres opciones para preparar la agua salada requerida: 1. Traer agua de mar, 2. prepara agua utilizando sal sintética importada, y 3. preparar agua utilizando sal rústica producida localmente.

Cada una de las opciones anteriores presenta sus ventajas y desventajas. En Zamorano el ciclo del cultivo de *Litopenaeus vannamei* sería de aproximadamente 16 semanas. Los camarones son cultivados realizando recambios de 40% de agua a la semana en pilas con una capacidad de aproximadamente 50,000 litros. Durante el ciclo se necesita 370,000 litros de agua.

El transporte de agua de mar representaría un alto costo. Actualmente se transporta 4,500 litros en cada viaje al sur y cada litro de agua de mar con 35,000 ppm de salinidad puesto en Zamorano tiene un costo aproximadamente de US\$0.032.

Se puede adquirir una sal sintética formulada para sustituir las sales de agua de mar. Es un producto importado y tiene un alto costo. Cada kilogramo de sal sintética ajusta para preparar 29 litros de agua a 35,000 ppm y tiene un costo de US\$1.00 incluyendo el envío. Cada litro de agua preparada con la sal importada tiene un costo de US\$ 0.042.

En el sur del país hay muchos productores de sal rústica, obtenida por un proceso de evaporación de agua de mar en estanques de poca profundidad. Durante el proceso de deshidratación, las sales en el agua llegan a su punto de precipitación. Luego esta sal precipitada es removida del líquido (licor) para su posterior cocción y empaque. Esta sal no contiene todos los iones presentes en el agua de mar, ya que algunos iones quedan en el licor. El valor de esta sal es de US\$ 0.08/kg. Con un kilogramo de sal se prepara 30 litros de agua a una salinidad de 35,000 ppm y el costo de cada litro de agua es de US\$0.0027.

El presente ensayo presentó los siguientes objetivos:

- 1.1. Evaluar la sobrevivencia y adaptabilidad de *Litopenaeus vannamei* en agua salada preparada con agua de mar y sal rústica en condiciones de Zamorano.
- 1.2. Comparar la sobrevivencia de *Litopenaeus vannamei* en agua salinizada a una concentración de 15,000 ppm preparada con agua de mar, sal rústica y combinaciones de ambas bajo condiciones de laboratorio y condiciones semi-comercial.
- 1.3. Comparar los costos en preparar 1000 litros de agua salada en Zamorano.

## 2. MATERIALES Y METODOS

### 2.1. UBICACION

El ensayo se realizó en la sección de acuicultura de Zamorano a 800 msnm. La temperatura promedio anual es de 24<sup>0</sup>C y la precipitación promedio anual de 1,200mm.

### 2.2. FASES DEL ENSAYO

El ensayo fue dividido en dos fases: La primera bajo condiciones de laboratorio donde la mayoría de las variables fueron controladas. La segunda en un sistema de explotación semi-comercial en un ambiente semi-controlado.

#### 2.2.1. Fase de Laboratorio

**2.2.1.1 Sistema de Cultivo.** El ensayo se realizó en recipientes de vidrio con una capacidad de tres litros cada uno. El agua contenía 15,000 ppm de sal preparada con diferentes combinaciones de agua de mar, agua dulce y sal rústica (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos utilizando diferentes proporciones de agua de mar y agua dulce más sal rústica para una salinidad de 15,000 ppm.

Tratamientos	Agua de Mar, %	Sal Común		Salinidad del agua (ppm)
		+	Agua dulce,%	
T1	100		0	15,000
T2	75		25	15,000
T3	50		50	15,000
T4	25		75	15,000
T5	0		100	15,000

Cada tratamiento tuvo ocho repeticiones. En cada recipiente se colocó una difusora conectada a una red de distribución de aire comprimido ( $1.62 \text{ kg/cm}^2$ ) de un soplador de 2.5. HP. El ensayo de laboratorio se evaluó durante 96 horas. Se colocaron cuatro camarones en cada recipiente con agua salada de las diferentes fuentes (Cuadro 1).

**2.2.1.2. Fuentes de Agua Salada.** Se trajo agua de un estero en el puerto de San Lorenzo, Departamento de Valle, en el sur de Honduras. La distancia entre San Lorenzo y Zamorano es de aproximadamente 150 Km. El agua tenía una salinidad de 35,000 ppm, la cual fue diluida con agua dulce del Lago de Monte Redondo.

Toda el agua preparada para estas pruebas fue tratada con cloro a 150 ppm para su desinfección durante un período de dos horas. Seguidamente se aplicó tiosulfato de sodio a una concentración de 35 ppm para eliminar cualquier residuo de cloro que hubiese quedado.

Se realizaron monitoreos de la temperatura y de la concentración de oxígeno disuelto en el agua dos veces al día (6:00 a.m. y 16:00 p.m.) con un medidor polarigráfico (YSI, modelo 55). El monitoreo de amoníaco se realizó antes del recambio de agua a las 48 horas y al final del ensayo a las 96 horas utilizando el método de Nesler. La salinidad del agua se determinó con un hidrómetro en ocho veces a lo largo de las 96 horas que duró la prueba.

**2.2.1.3 Animales.** Se emplearon 160 ejemplares juveniles de *Litopenaeus vannamei* en el ensayo de laboratorio. Los camarones fueron obtenidos en la empresa ICASUR, en el Municipio de San Lorenzo, Valle.

Los camarones fueron transportados a Zamorano en bolsas de polietileno, dentro de tambos de plástico a una temperatura de  $21^{\circ}\text{C}$ , utilizando para esto hielo. Se infló cada bolsa con oxígeno puro.

Al llegar a Zamorano los camarones fueron aclimatados a las condiciones físico-químicas locales (salinidad, temperatura, alcalinidad y oxígeno disuelto). Fueron colocados en tanques de fibra de vidrio durante cinco días. Durante este periodo se redujo la salinidad del agua de 35,000 a 15,000 ppm, bajándose 1,000 ppm cada hora para no causar estrés en los animales (Aceituno, 1999).

Los camarones fueron distribuidos al azar a las botellas. Se tomó a cada camarón su peso inicial y final. La alimentación se realizó cada 12 horas brindándose al camarón el 2% de su peso con una dieta de 40% PC, que es la cantidad de alimento requerida para su mantenimiento y crecimiento.

Al final del ensayo se determinó la concentración de amoníaco total en el agua.

**2.2.1.4 Análisis de Supervivencia.** En esta etapa se contarón los camarones vivos y muertos cada 12 horas para determinar la sobrevivencia. Se realizó una correlación entre presencia de exosqueletos y la sobrevivencia de los camarones en cada tratamiento. El diseño fue completamente al azar.

## 2.2.2. Fase Semi-Comercial

**2.2.2.1. Sistema de Cultivo.** Una vez que se determinó la combinación mejor de agua de mar y sal rústica, se procedió a montar un ensayo con una duración de 60 días a nivel semi-comercial. Durante este periodo se mantuvo un nivel de recambio semanal de agua de 40%. Se utilizaron ocho tanques de fibra de vidrio con una capacidad de 300 litros cada uno. En cada tanque se colocaron 6.8 kg de concha de mar, con el objetivo de agregar dureza y mantener una buena claridad en el agua. Se colocaron pedazos de tubo de PVC de una pulgada en los tanques para que los camarones los utilizaran como refugio al momento de la muda y evitar el canibalismo. En cada tanque se colocó una difusora de aire.

**2.2.2.2. Tratamientos.** Se comparó en el segundo experimento el tratamiento que en el ensayo de laboratorio resultó en la mejor sobrevivencia y que permite utilizar la mayor concentración de sal rústica y agua de mar diluida a 15,000ppm de sal (Cuadro2).

Cuadro 2. Relación agua de mar, agua dulce y sal rústica utilizadas en la fase semi-comercial durante 60 días de cultivo en Zamorano.

Tratamientos	Fuente de Sal		
	Agua de mar	Sal rústica	Salinidad
	%	%	Ppm
T1 (testigo)	100	0	15,000
T2	25	75	15,000

**2.2.2.3. Calidad del Agua.** El agua salada fue transportada a Zamorano en junio de los esteros en el sur de Honduras. El agua tenía una salinidad de 35,000ppm.

El agua dulce se obtuvo del Lago de Monte Redondo de Zamorano. Tanto el agua dulce como el agua del estero fueron tratadas con cloro a una concentración de 150 ppm para eliminar cualquier organismo que pudiera dañar la calidad del agua y así causar daño al camarón. Se utilizó tiosulfato de sodio en una concentración de 75ppm para eliminar los residuos de cloro que hubiesen quedado.

Se realizaron monitoreos de la temperatura y del oxígeno disuelto en el agua una vez al día (16:00 pm) con un medidor polarigráfico (YSI, modelo 55). Los monitoreos de amoníaco total se realizaron al inicio del ensayo, a los treinta días y al final del ensayo utilizando el método de Nessler. Se midió el pH del agua una vez a la semana con un potenciómetro (HACH, Modelo 23), la salinidad del agua una vez a la semana con un hidrómetro.

**2.2.2.4. Animales.** Se emplearon 80 camarones en cada tratamiento, o sea 160 en total que fueron obtenidos en una camaronera comercial en el Municipio de Cedeño, Choluteca. Se sembraron 20 por cada tanque. La densidad de siembra fue de 1camarón/7litros de agua. En cada tanque se colocó una difusora de aire con el propósito de mantener una concentración adecuada de oxígeno disuelto en el agua.

El alimento utilizado fue un peletizado comercial con 20% de PC que se dio una vez al día a las (6:30 a.m.) en los primeros treinta días del ensayo se ofreció el alimento a razón del 3% de la biomasa estimada de los camarones. En los últimos treinta días se les proporcionó a razón del 5% de su biomasa.

Al iniciar y al terminar el ensayo cada camarón fue pesado individualmente con una balanza de precisión. Se hizo un conteo de los exosqueletos mudados dentro de cada unidad experimental durante los 60 días que duró el ensayo.

### **2.3. ANALISIS ESTADISTICO**

Se realizó una prueba "t" para comparar los pesos finales promedios alcanzados y se hizo una correlación del número de mudas y la sobrevivencia de los camarones en los dos tratamientos.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1. FASE DE LABORATORIO

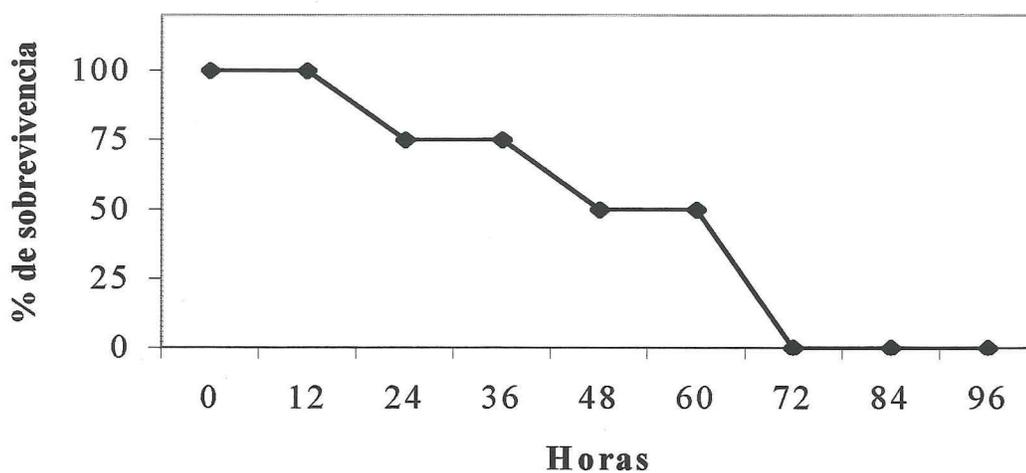


Figura 1. Sobrevivencia de *Litopenaeus vannamei* en agua salinizada con 100% de sal rústica a una salinidad de 15,000 ppm.

El agua salada preparada con 100% de sal rústica resultó en una mortalidad masiva de los camarones a partir de las 24 horas de exposición que fue total a las 72 horas (Figura 1). Los demás tratamientos presentaron un 100% de sobrevivencia durante las 96 horas del ensayo.

Los resultados muestran que es necesario incluir un mínimo de 25% agua de mar para alcanzar 100% de sobrevivencia de los camarones juveniles.

Cuadro 3. Número de exosqueletos mudados y sobrevivencia de juveniles de *Litopenaeus vannamei* en las diferentes combinaciones durante 96 horas de exposición al agua de mar y agua dulce + sal rústica en una concentración de 15,000 ppm.

Fuentes de Sal	Número de exosqueletos	% Sobrevivencia (96hrs)
Agua de mar 100% y agua dulce+Sal rústica 0%	7 (32) <sup>n</sup>	100
Agua de mar 75% y agua dulce+Sal rústica 25%	6 (32)	100
Agua de mar 50% y agua dulce+Sal rústica 50%	5 (32)	100
Agua de mar 25% y agua dulce+Sal rústica 75%	6 (32)	100
Agua de mar 0% y agua dulce+Sal rústica 100%	2 (32)	0

n= número total de animales sembrados

Cuadro 4. Concentraciones iniciales y finales de TAN (Total de nitrógeno como amoníaco y amoníaco ionizado) en las diferentes combinaciones de agua de mar, agua dulce + sal rústica utilizadas.

Tratamientos	TAN inicial (48 horas) (mg/l)	TAN final (96 horas) (mg/l)
Agua de mar 100% y agua dulce + sal rústica 0%	0.35	2.75
Agua de mar 75% y agua dulce + sal rústica 25%	0.38	2.75
Agua de mar 50% y agua dulce + sal rústica 50%	0.40	2.50
Agua de mar 25% y agua dulce + sal rústica 75%	0.37	2.50
Agua de mar 0% y agua dulce + sal rústica 100%	0.37	2.60

En los tratamientos donde hubo un 100% de sobrevivencia se observó un mayor número de mudas. En el tratamiento con 100 % de sal rústica se contaron dos exosqueletos mudados. La presencia o no de exosqueletos en el cultivo de camarón indica el grado de estrés en que se encuentran (Aceituno, 1999). En esta prueba hubo una alta correlación de  $r = 0.61$  ( $P < 0.01$ ) entre la sobrevivencia y el número de mudas.

El valor TAN indica la concentración de amoníaco ionizado ( $\text{NH}_4^+$ ) y amoníaco no ionizado ( $\text{NH}_3$ ) en el agua. El  $\text{NH}_3$  es muy perjudicial y tóxico para el camarón. No hubo diferencia entre tratamientos en las concentraciones de amoníaco total (TAN) iniciales y finales en el agua de los tratamientos durante las 96 horas que duró el ensayo. Los camarones del género *Litopenaeus* resisten concentraciones entre 0.808 y 4.20 mg/l de amoníaco total en el agua (Chen et al. 1986).

### 3.2. FASE SEMI-COMERCIAL

En la prueba con condiciones semi-comerciales, el máximo valor de TAN fue de 3.20 mg/l (Cuadro 5). Esta es una concentración alta para una producción óptima de camarón. Las concentraciones de amoníaco reportadas en este ensayo probablemente no afectaron los resultados de el estudio porque hubo 100% de sobrevivencia de los camarones.

Los demás parámetros de la calidad del agua estaban dentro del rango de valores aceptables para *Litopenaeus vannamei* (Wyban y Sweeney, 1991). Se observó una fluctuación de la salinidad del agua de 16,000 a 14,000 ppm debido principalmente a una alta tasa evaporación. *L. vannamei* es una especie eurihalina y crece bien en agua con una salinidades entre 2,000 y 40,000 ppm (Wyban y Sweeney, 1991) y entre 16,000 y 32,000 ppm. Según Parado-Esteva (1995).

Cuadro 5. Valores máximo, mínimo y promedio de cinco parámetros de la calidad del agua empleada en probar diferentes fuentes de sal.

Valores	Temperatura (°C)	Oxígeno (mg/l)	Salinidad (ppm)	TAN (mg/l)
Valor máximo	26.5	4.90	16,000	3.20
Valor mínimo	23.0	3.00	14,100	0.52
Promedio (n) <sup>1</sup>	25.0 (16)	4.01 (64)	15,175 (16)	1.69 (32)
DE	1.09	0.53	580.20	0.84
CV	0.04	0.13	0.04	0.49

n= número total de observaciones

Las combinaciones de agua de mar, agua dulce y sal rústica resultaron en 100% de supervivencia durante los 60 días que duró el ensayo. Esto concuerda con los resultados obtenidos en la primera fase, en la cual con la misma combinación de sales se obtuvo un 100% de supervivencia. Esto demuestra que se puede utilizar sal rústica en un 75% como fuente de sal para la producción de *Litopenaeus vannamei* en Zamorano.

Hubo un mayor número de mudas en el tratamiento con 100% agua de mar (Cuadro 6), aunque esta diferencia no fue significativa con el número de mudas cuando se utilizó sal rústica.

Cuadro 6. Porcentaje de sobrevivencia, número de mudas y ganancia de peso promedio en 60 días de ensayo de adaptación de *Litopenaeus vannamei* en agua utilizando agua de mar y sal rústica.

Variables	Fuentes de Sal	
	100% Agua de mar	75% Sal rústica + 25% Agua de mar
Sobrevivencia, %	100	100
Número de exosqueletos	85	77
Peso promedio inicial (g)	1.3	1.84
Peso promedio final (g)	3.61	3.81
Ganancia peso promedio g/pez/60días	2.31	1.97
Desviación estandar	0.8	0.7
Coefficiente de variación	0.23	0.18

No hubo diferencia significativa entre la ganancia de peso de los camarones cultivados en agua de mar y en agua dulce con sal rústica (Cuadro 6). La ganancia de peso en esta prueba fue inferior a la reportada por Teichert-Coddington y Rodríguez (1995) de 1.2 gramos/semana. El crecimiento lento de los camarones fue debido, probablemente, al nivel bajo de proteína cruda en la dieta artificial. En cultivos intensivos de *L. vannamei* se recomienda emplear dietas con un mínimo de 30% de proteína cruda.

En el Cuadro 7 se puede observar que la sal sintética es un producto costoso para usar como un sustituto del agua de mar. En cuanto, los costos la sal rústica es la mejor opción para establecer un sistema de producción de *Litopenaeus vannamei* en Zamorano y la sal sintética la más costosa.

Cuadro 7. Análisis comparativo para preparar 1m<sup>3</sup> de agua salada (35,000 ppm de salinidad) en Zamorano con tres fuentes diferentes de sal.

Concepto	Agua mar 100%		Sal rústica 75% Agua mar 100%		Sal sintética		
	Cantidad		US\$	Cantidad	US\$	Cantidad	US\$
Sal rústica				14.41kg	1.15		
Sal sintética					0	34.5kg	40.00
Agua de mar	1000	Lt	32.00	250lt	8.00		
Transporte (fletes)	0.11	viajes	0.86	0.036 viajes	0.00	0.2 viajes	2.00
Otros gastos					05		
Total			32.86		9.15		42.00

- Cada flete cuesta US\$ 48.61
- Otros gastos se refiere a viáticos y alquiler de bomba.
- En cada viaje se obtienen 9,100 l de agua salada a 15,000 ppm.
- Cada kilogramo de sal rústica nos sirve para preparar 70 l de agua a 15,000 ppm.
- Cada kilogramo de sal sintética nos sirve para preparar 1,330 l de agua a 15,000 ppm.
- El tipo de cambio utilizado fue de 14.4 Lps/US\$.

#### 4. CONCLUSIONES

1. La sal rústica es un sustituto adecuado de la sal de mar en la preparación de agua salinizada para cultivos experimentales de *Litopenaeus vannamei*.
2. La sustitución de sal rústica por la sal de mar empieza a provocar muertes de los camarones cuando supera el 75%.
3. Hubo una mortalidad total de los camarones expuestos a agua salada preparada con 100% de sal rústica durante 96 horas.
4. Desde el punto de vista económico la mejor opción para Zamorano es usar sal rústica con agua de mar en una proporción de 75% y 25% para el cultivo experimental de *Litopenaeus vannamei*.

## 5. RECOMENDACIONES

1. Continuar este estudio utilizando combinaciones de sal rústica entre 75% a 100% para así encontrar el punto en el que el camarón se puede producir sin afectar su crecimiento y sobrevivencia.
2. Realizar ensayos de mayor duración y con mejores condiciones de cultivo (alimento).
3. Incluir el licor supernatante que se forma durante el proceso de producción de sal rústica en las sustituciones de la sal de mar en pruebas con *Litopenaeus vannamei*.
4. Probar cultivar esta especie a salinidades todavía menores (5,000 ppm).

## 6. BIBLIOGRAFIA

- NATIONAL ASSOCIATION OF HONDURAN AQUACULTURISTS, 1994 (ANDAH). Edificio los Jarros, Tegucigalpa, Honduras.
- ARGEÑAL O.G. 1997. Efecto agudo de endosulfan (THIODAN) y lindano (LINDAFOR) sobre el camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras. Zamorano. p. 1.
- CHEN, J. C., T. C. Chin and C. K. Lee. 1986. Effects of ammonia and nitrite on larval development of the shrimp (*Penaeus monodon*). Pages 657-662 in J. L. Maclean, L.B. Dizon and L. V. Hosillos. Editors. The First Asian Fisheries Forum. The Asian Fisheries Society, Manila, Philippines.
- FAO. 1998. Aquaculture Production Statistics 1987-1996. FAO Fisheries Circular. No. 815, Rev.10,FAO, Rome, Italy.197p.
- HBOI. 1999. New opportunity: Shrimp farming in freshwater recirculating systems. Fish Farming News (March/April):15-16.
- MEYER, D. 1994. Marine Shrimp Culture Development in Southern Honduras. International Workshop on Fish Ponds in Wetlands Maintenance and/or Creation, Polish Academy of Sciences, Acta Hydrobiologica 20-22 September 1994, Ustron, Poland.
- PARADO-ESTEPA F.D., Llobrera J.A., Villaluz A. and R. Salde, 1993. Survival and metamorphosis of *Penaeus monodon* larvae at different salinity levels. Israeli J. Aquacult.- Bamidgeh, 45(1):3-7.
- SPOTTE, S. (editor). 1979. Fish and invertebrate culture: water management in closed systems. 2<sup>nd</sup> edition. John Wiley & Sons, New York, USA.
- TACON A. G. J. 1997. Global Trends in Aquaculture and Aquafeed Production 1984-1995. International Aquafeed Directory and Buyers Guide 1999:5-38.
- WYBAN, J. and SWEENEY, J. 1991. Intensive Shrimp Production Technology. The Oceanic Institute, Honolulu, Hawaii and Argent Chemical Laboratories, Redmond, Washington. 158pp.

TEICHERT-CODDINGTON, R.; RODRIGUEZ, R. 1995. Semi-Intensive Commercial Grow-Out of *Penaeus vannamei* Fed Diets Containing Differing Levels of Crude Protein During Wet and Dry Seasons in Honduras. *Journal of the World Aquaculture Society*. 26: 72-79.

WYBAN, J. and SWEENEY, J. 1991. *Intensive Shrimp Production Technology*. The Oceanic Institute, Honolulu, Hawaii and Argent Chemical Laboratories, Redmond, Washington. 158pp.

300851

300853