

# **Estudio de la factibilidad técnica y económica del cultivo de huayaipe (*Seriola rivoliana*) en piscinas con y sin geomembranas**

Nahum Espinoza<sup>1</sup>, Eduardo Escala<sup>1</sup>, Enrique Blacio<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Escuela Superior Politécnica del Litoral, Km. 30.5 Vía Perimetral, contiguo a la ciudadela Santa Cecilia, Casilla Postal 09-01-5863, Guayaquil, Guayas, Ecuador

<sup>2</sup>CENAIM-ESPOL, San Pedro, Guayas, Ecuador

nahumespinoza@hotmail.com, eduardoescalapino@hotmail.com, eblacio@espol.edu.ec

## **Resumen**

*El sector camaronero del Ecuador en los últimos años ha tenido problemas con la aparición de enfermedades y la baja de los precios de venta en el mercado internacional. Una alternativa para el sector acuícola es la diversificación de los cultivos, convirtiendo al pez marino nativo conocido como huayaipe (*Seriola rivoliana*) en una clara y factible posibilidad de producción y comercialización. El objetivo de la investigación fue probar la factibilidad técnica y económica del cultivo de huayaipe en piscinas excavadas en tierra y provistas y desprovistas de recubrimiento de geomembranas, adaptadas dichas piscinas para el cultivo intensivo de camarón. Se controló los parámetros físicos-químicos (temperatura, oxígeno disuelto, pH, amonio e intensidad de luz), crecimiento, supervivencia y se hizo control microbiológico, buscando alguna diferencia entre ellos. Se demostró la adaptabilidad del huayaipe en piscinas con mejor resultado en las provistas con geomembrana y la factibilidad económica en el mercado internacional.*

**Palabras claves:** geomembranas, huayaipe, cultivo, *Seriola*, peces marinos

## **Abstract**

*Ecuador's shrimp aquaculture sector has faced several problems in recent years, mostly due to the appearance of diseases and low sale prices in international markets. An alternative for this sector is diversification of culture products, making the native marine fish huayaipe (*Seriola rivoliana*) a valid and clear possibility for production and trade. The goal of this research was to evaluate the technical and economic feasibility of growing huayaipe in earthen ponds with bottoms covered and uncovered with plastic liners, ponds that were originally meant for intensive shrimp culture. Physical and chemical parameters were monitored (temperature, dissolved oxygen, pH, ammonia and light intensity), as well as growth, survival and microbiological control, searching for noticeable differences between them. Adaptability of huayaipe to ponds was tested, having best results with liner-covered ponds, and also economic feasibility in international markets was proved.*

**Key Words:** plastic liners, huayaipe, culture, *Seriola*, marine fish



## 1. Descripción de la especie

### 1.1. Biología de la especie

El huayaibe (*Seriola rivoliana*) es un pez marino, teleósteo carnívoro, de gran fuerza y nado veloz, que tiende a ser migratorio debido a la búsqueda de alimento y para reproducción de la especie. Son peces no muy longevos.

La forma de reproducción de estos peces es por fertilización externa, debido a que son ovíparos. Las hembras de la especie Los huevos de los peces del género *Seriola* son pelágicos, tienen forma esférica y sin coloración.

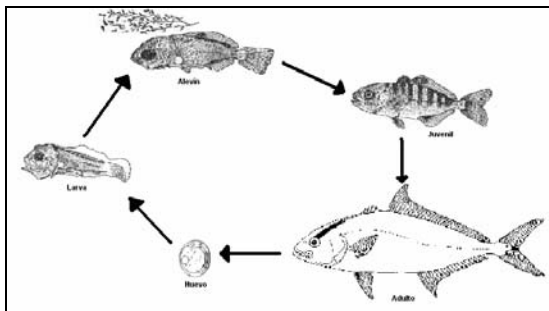


Figura 1.- Ciclo de vida del huayaibe, *Seriola rivoliana*

El huayaibe *Seriola rivoliana* se caracteriza por tener el cuerpo alargado, levemente comprimido y moderadamente alto. La coloración del pez es bastante variable, posee dorso marrón o aceitunado a verde azulado; flancos y vientre más claros; en adultos, una franja oscura vertical en la nuca y una franja lateral oscura, que se extiende hacia atrás y hacia arriba a partir del ojo.

### 1.2. Taxonomía de la especie

En el Ecuador existen varias especies del género *Seriola*, denominadas comúnmente como huayaibe, así tenemos al *Seriola mazatlana*, *Seriola lalandi*, *Seriola rivoliana* y el *Seriola peruana* (Blacio y Alvarez, 2002). Pertenecen al orden de los perciformes, a la familia de los carangidae.

### 1.3. Distribución y hábitos alimenticios

Es un pez pelágico, demersal y epibentónico marino (Smith-Vaniz, W.F., 1995), que se encuentra en aguas abiertas, cerca de la superficie. Se lo encuentra comúnmente en aguas con temperaturas entre 18 y 24 °C, a profundidades cercanas a 50 m; sin embargo pueden ser encontrados en profundidades superiores a 300 m (FishBase, 2004).

La especie *Seriola rivoliana* se encuentra distribuida a lo largo de las zonas subtropicales de los Océanos Índico, Atlántico oeste y Pacífico oeste. En el

continente americano se distribuye desde Baja California hasta el norte de Perú. En Ecuador lo podemos localizar a lo largo de la zona litoral y en la zona insular (Chirichigno y Martín, 2001).

Los peces del género *Seriola* son oportunistas, con una dieta que varía en función de su tamaño. En el medio natural se alimentan principalmente de moluscos, crustáceos, equinodermos y peces pequeños. Cuando tienen una talla de 4 cm su alimentación consiste principalmente de copépodos *Calanus*. A medida que crecen comienzan alimentarse de pequeñas anchovetas y otros peces pequeños. Una vez que han alcanzado los 15 cm, éstos comienzan a alimentarse de sardinas, macarelas, calamares, entre otros.

### 1.4. Parámetros de cultivo

Los peces del género *Seriola* viven en aguas cálidas, su rango óptimo de temperatura es de 18 – 29 °C, a temperaturas debajo de los 15 °C su crecimiento disminuye y a temperaturas inferiores a 9 °C o superior a 31 °C estos peces mueren. También soportan salinidades altas (33 ppt) y no resisten concentraciones menores de 16 ppt.

El consumo de oxígeno, especialmente en el yellowtail, es de 500 ml de oxígeno por kg de peso corporal en una hora bajo condiciones normales. El agua marina contiene más de 5 – 6 ml/l de oxígeno disuelto. El nivel óptimo de oxígeno en estos peces debe ser mayor a 4 ml/l.

## 2. Antecedentes de cultivo del género *Seriola*

### 2.1. Antecedentes de cultivo del género *Seriola* a nivel mundial

Dentro del género *Seriola* existen 47 especies (FAO, 2002), de las cuales las más producidas y pescadas a nivel mundial son: *Seriola quinqueradiata*, *Seriola dumerili* y *Seriola lalandi*. Estos peces son capturados alrededor del mundo, debido a la gran demanda del mercado.

Los cultivos acuícolas de yellowtail en el Japón dependen casi en su totalidad de la captura de semilla, “mojako”, del medio natural. El cultivo de amberjack (*S. dumerili*) presenta dificultades debido a que no desova en cautiverio. En países como Japón y en Asia en general la larvicultura del yellowtail se ha desarrollado pero todavía obteniendo bajas supervivencias como para abastecer a los productores.

Los sistemas de cultivo usados en Japón para el yellowtail son: embancamientos, encierros con malla y

jaulas flotantes, de los cuales este último es el más usado. Para los cultivos de yellowtail las densidades promedio de siembra bajo condiciones normales son de 20 kg/m<sup>3</sup> (Ikenoue y Kafuku, 1992).

## 2.2. Antecedentes de cultivo de *Seriola Rivoliana* en el Ecuador

Dentro de los diferentes puntos que hacen que este pez sea una posibilidad real de diversificación tenemos: que el pescado es uno de los principales constituyentes de la dieta diaria y es una alternativa de proteína de alta calidad; indudablemente otro factor importante son los altos precios que se pagan por este pez en los mercados internacionales (6 – 12 dólares por kg., dependiendo de la época); importante también son los altos rangos de crecimiento y supervivencia que presentan estos peces en precría y engorde que se realizan en jaulas.

En el año 1996, en el Ecuador se realizaron desoves naturales de huayaibe en salas de maduración en tres diferentes laboratorios (Cinco S.A., CRIDEC C.A. y Granjas Marinas El Rosario). En esta experiencia reportada por Benetti y colaboradores (Benetti *et al.*, 1995), los huayaibes fueron cultivados en jaulas flotantes puestas en los canales de entrada de agua de una granja camaronera, donde se colocaron un total de 19 jaulas. La densidad de siembra en las pequeñas fue de 25 peces/m<sup>3</sup>. Los peces crecieron hasta la talla comercial de 2 - 3 libras en 6 meses y hasta 4 - 5 libras en 10 meses. La mortalidad fue muy baja antes de los 6 meses y no hubo mortalidad debido a enfermedades. Luego de los 6 meses, los peces se volvieron demasiado grandes para las jaulas. Con esta condición, sumado a los descensos periódicos en la concentración de oxígeno disuelto en el medio (2 mg/l), se presentó una mortalidad alta entre los 6 y 12 meses. La supervivencia final fue de 15% y la tasa de conversión alimenticia fue casi de 5.0 (Benetti y Wilson, 1998).

Desde el 2002, el CENAIM ha venido realizando investigaciones sobre el cultivo de huayaibe. En un primer experimento de engorde en tanques exteriores de 10 toneladas métricas realizado en el CENAIM en el año 2003, se obtuvieron los siguientes datos: “El peso promedio fue de 1072.08 gramos con una longitud promedio de 441.15 mm, obteniendo una tasa de crecimiento de 7.09 gramos de incremento de peso corporal por día que ha sido la mayor tasa registrada. Según la ecuación de la regresión Edad-Peso (Fig. 2), donde fueron muestreados todos los animales, los huayaibes llegaron al kilogramo de peso promedio en 254 días de vida, de los cuales los últimos 194 (6 meses y medio) han estado en tanques de engorde.”

## 3. Materiales y métodos

### 3.1. Descripción del área de cultivo

**3.1.1. Localización del área de cultivo.** El experimento se realizó en la Estación Experimental CENAIM-ESPOL (Fig. 2), que se encuentra en el km 32 vía Santa Elena-Manglaralto, provincia del Guayas. Las piscinas utilizadas fueron la 20, 21, 28 y 33 en el sector A, cada una está ubicada en diferentes bloques (bloques de 6 piscinas).



Figura 2.- Plano de la Estación Experimental CENAIM-ESPOL (Quevedo, 2005).

**3.1.2. Forma y dimensiones de las piscinas.** Se utilizaron cuatro piscinas, dos de las cuales están cubiertas por geomembranas y las otras dos sin geomembrana. Con forma rectangular, son de 20 x 25 metros, con una pendiente de fondo de 0.8%, altura promedio de 1 m y un volumen aproximado de 376 m<sup>3</sup>. La figura 3 representa una piscina provista con geomembrana.

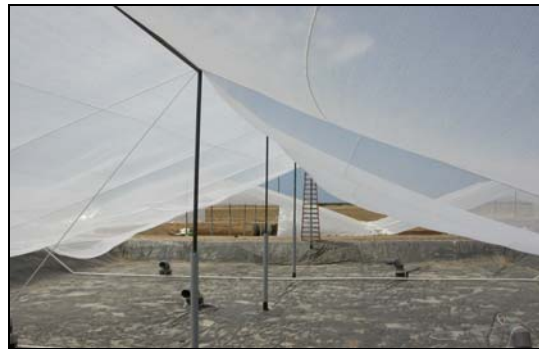


Figura 3.- Piscinas provistas con geomembranas cubiertas con sombra

**3.1.3. Descripción del sistema de aireación.** Las cuatro piscinas tienen diferentes sistemas de aireación, las dos piscinas con geomembrana tienen sistema de airlift, las dos piscinas de tierra con sistema de difusores de 10 y 20 puntos (discos difusores y membranas difusoras, respectivamente); además todas están provistas del sistema de aireación AireO<sub>2</sub> (uno por piscina, usado como sistema de aireación alternativo).

**3.1.4. Descripción del sistema de bombeo.** El agua se obtiene directamente del estuario de Palmar con una salinidad de entre 36 a 40 ppt (en invierno 34 ppt). Nuestro sistema consta de dos estaciones de bombeo. La bomba principal (bomba con motor Caterpillar de 120 Hp y 9000 gpm de capacidad) alimenta al canal de aducción. La capacidad del reservorio de la estación es entre 20,000 y 25,000 m<sup>3</sup> de agua y con una extensión de una 1 Ha y 3 m de profundidad. Por medio de una bomba (caudal de 1 m<sup>3</sup> / min) el agua es distribuida a las diferentes piscinas.

## 3.2. Descripción del cultivo

**3.2.1. Transporte y transferencia de peces.** Los peces fueron transportados desde el CENAIM en San Pedro hasta la Estación Experimental CENAIM-ESPOL en Palmar, en una camioneta mediante un tanque de una tonelada. Mortalidad de transferencia del 1%.

**3.2.2. Metodología de alimentación.** Para la alimentación de los peces en las piscinas se utilizó alimento balanceado artificial peletizado (estrusado) que se usa para la alimentación de trucha (40% proteínas y 15% lípidos). Se emplearon tres tamaños de pellets (3/32, 1/8, 5/32). El pellet más usado durante el experimento fue el 5/32. Para este cultivo se suministraron 3 dosis diarias de alimento. La alimentación se realizó *ad libitum*. Los horarios de alimentación fueron a las 08h00, 12h00 y 16h00.

**3.2.3. Muestreo de crecimiento y supervivencia.** Los muestreos de crecimiento se realizaron cada dos semanas, se capturaba un total de 20 animales mínimo por piscina mediante arrastre con un chinchorro. Para llevar el control de supervivencia se contabilizaron los peces muertos que se observaban flotando en las piscinas

**3.2.4. Monitoreo de parámetros físico-químicos.** Los parámetros físico-químicos tomados en consideración fueron: oxígeno, temperatura, turbidez, salinidad, pH y amonio.

Cada día a las 08H00, 12H00, 16H00, 20H00, 00H00 y 04H00 se midió la temperatura del agua y concentración de oxígeno disuelto (medidor de campo YSI® 550).

La turbidez (disco Secchi) y la salinidad (refractómetro ATAGO® S-100) también fueron medidas diariamente a las 12H00.

Semanalmente se medía el pH y se tomaba una muestra de agua cerca de la compuerta en botellas plásticas y eran llevadas al CENAIM para sus respectivos análisis de amonio total.

**3.2.5. Muestreo de fitoplancton y zooplancton.** Las tomas de muestras de fitoplancton se realizaron semanalmente, obteniendo las muestras en botellas plásticas cerca de la compuerta para luego ser llevadas al laboratorio de fitoplancton en el CENAIM, para ser analizadas mediante el método de la cámara de Neubauer.

Quincenalmente se realizaba la toma de muestras de zooplancton, para lo cual se utilizó una red de plancton estándar de 300 µm. El arrastre se lo hizo formando una figura 8 dentro de la piscina (recorrido de 100 m aproximadamente). Las muestras eran colocadas en envases plásticos y llevadas al CENAIM para su respectivo análisis y conteo, mediante el método de Bogoroff.

Realizamos también al final de la corrida análisis microbiológicos de los peces cosechados. Tomamos un pez por piscina, para así determinar la presencia de algún tipo de patógeno. Se realizaron pruebas de frotis de la mucosidad de piel, ojos y branquias, e igualmente pruebas de macerados de riñón, hígado y corazón, para seguidamente hacer las pruebas bioquímicas para determinar tipos de bacterias presentes, utilizando el protocolo de análisis bioquímica del departamento de microbiología del CENAIM. Se obtuvo como resultado la presencia mayoritaria de *Pseudomonas* spp., *Vibrio* spp. y *Renibacterium* spp.

## 4. Aspecto económico

### 4.1. Costo de construcción de piscinas

El costo de movimiento de tierra para la construcción de las 49 piscinas (0.05 ha cada una) del sector A fue de \$ 47,680 en total, por lo tanto el estimado para construir una piscina de 0.05 ha es de \$ 973.06.

Los costos de infraestructura tanto para una piscina con y sin geomembrana, en los cuales también incluimos los costos para las estructuras de entrada y salida de agua en dichas piscinas son los siguientes: \$ 3,038.23 y \$ 1,493.27; respectivamente.

Los costos de los sistemas de aireación con sus respectivos materiales y mano de obra son: \$ 10,154.00 para dos piscinas provistas con el sistema de airlift, \$ 2,458.00 para una piscina provista con el sistema de 10 puntos, \$ 2,565.00 para un sistema de 20 puntos y \$ 812.56 para el sistema de aire O<sub>2</sub>.

La implementación que se realizó fue la colocación de la malla blanca de polietileno (TRADEPLAST) con la finalidad de dar sombra a las piscinas. El costo total es de \$ 592.55 para una piscina de 0.5 ha.

4.1.1. **Costos de adecuación de piscinas.** La finalidad de este proyecto es adecuar y aprovechar la infraestructura existente de camaroneras inactivas para el cultivo de huayaipe en la fase de engorde hasta llegar a un peso mayor de un kilo (peso comercial). Para esto, un punto importante es la selección del sitio, que deben ser camaroneras que tomen el agua directamente del mar debido a las características del huayaipe.

Explicaremos los costos de construcción para una piscina de 0.10 ha., con dimensiones de 50 x 20 m (largo y ancho respectivamente). Dentro de los costos que vamos a analizar no se tomarán en cuenta los de la estación de bombeo, infraestructura (vivienda, bodegas, instalaciones eléctricas), debido a que la camaronera seleccionada para el cultivo constará de la infraestructura mencionada. El costo de la implementación de sombra que cubrirá solo el 50% de la superficie de la piscina es de \$ 485.32, costo del sistema de aireación de paleta es de \$ 2,200.50; costo de infraestructura de piscina con geomembrana es de \$ 4,754.74. El costo del muro divisorio para una superficie de 1 ha y dividirla en 10 piscinas de 0.10 ha es de \$ 958.50

## 4.2. Costos de producción

Dentro de este punto vamos a analizar los principales costos de producción del experimento entre los cuales tenemos alimentación y consumo de energía. La tabla 1 nos muestra el consumo de balanceado y su respectivo costo.

**Tabla 1.- Costos de alimentación de las cuatro piscinas, durante los cuatro meses de cultivo (julio 2005, en dólares americanos).**

PISCINAS	Alimento suministrado	Precio Unitario*	Total
20	59.73	\$ 0.88 / kg	52.56
21	59.33	\$ 0.88 / kg	52.21
28	50.93	\$ 0.88 / kg	44.82
33	81.52	\$ 0.88 / kg	71.65
<b>TOTAL</b>	<b>251.51</b>		<b>221.24</b>

\*Cada saco equivale a 25 kg y tiene un valor de \$ 22.00

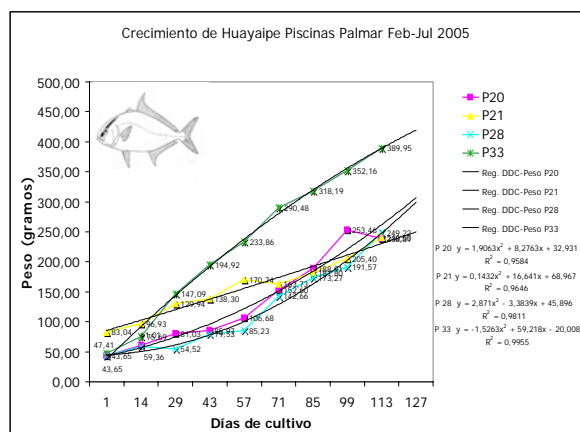
El costo del consumo de energía durante el cultivo tanto por generador y comercial es de \$ 539.71 en las cuatro piscinas. El costo de los equipos necesarios para la toma de parámetro, muestreo y alimentación es de \$ 1,395.78

Los costos del personal de trabajo están estimados para el manejo de 10 piscinas de 0,10 ha cada una. Para esto se necesitarán dos operarios y un técnico, los cuales ganarán \$ 150 mensuales por operario y \$ 250 mensuales en el caso del técnico.

## 5. Resultados

### 5.1. Análisis de datos de crecimiento

En la figura 4 se muestra un gráfico de curvas de crecimiento, en el que se reporta que la piscina #33 tuvo los mayores promedios de crecimiento ( $R^2 = 0.9955$ ); esta diferencia en el crecimiento se pudo haber dado por razón de que a esta piscina se le hizo un tratamiento antes de la siembra mientras que las otras piscinas no tuvieron dicho tratamiento.



**Figura 25.- Curvas de crecimiento con regresión lineal de cada piscina con los pesos promedios de muestreo (Fuente: Blacio, 2003).**

En el análisis estadístico realizado (ANOVA) se encontró diferencias significativas en el crecimiento desde el primer muestreo hasta la cosecha entre las cuatro piscinas ( $p < 0.05$ ). La mayor diferencia se observó a partir del tercer muestreo, en el que el crecimiento de la piscina 33 aumentó significativamente en relación con las otras piscinas y mantuvo este comportamiento hasta la cosecha. La piscina 21 mantuvo un crecimiento sostenido, el mismo que declinó en el quinto muestreo, llegando a un peso promedio de cosecha prácticamente igual al de las piscinas 20 y 28. Entre las piscinas 20 y 28 se observó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en el muestreo 7, pero ambas terminaron aproximadamente con el mismo peso promedio de cosecha.

En la tabla 2 presentamos los resultado finales en los principales parámetros dando como mejor piscina a la #33.

**Tabla 2.- Resultados finales de los parámetros de peso, supervivencia, crecimiento diario, FCA y biomasa.**

PISCINAS	Nº DE ANIMALES	PESO PROMEDIO		SUPERV. (%)	CRECIMIENTO DIARIO (gramos/días)	FCA	BIOMASA FINAL (kg.)
		INICIAL	FINAL (gramos)				
20	200	47.41	238.81	29.50	1.7	4.24	14.09
21	181	43.65	240.50	6.00	1.4	20.56	2.89
28	199	43.65	249.22	27.14	1.8	1.78	13.46
33	123	43.65	389.25	59.35	3.1	2.86	28.47

## 5.2. Análisis de la condición física de los animales

Uno de los aspectos importantes de este proyecto fue observar la condición física de los animales, para así analizar el comportamiento y adaptación de los peces en las piscinas.

Las observaciones presentadas fueron: mortalidad (de 2 a 7 peces por piscina) debido al estrés de la transferencia y siembra, detección de llagas en la piel producidas por la incidencia directa de los rayos solares, y laceraciones producidas por las incrustaciones de las tuberías de aireación.

En los muestreos que se realizaron quincenalmente, se observó un pequeño número de peces con exoftalmía (ojos desorbitados), como también la presencia de un ectoparásito (*Neobenedenia* spp. según una identificación preliminar por el doctor Ian Whittington de la Universidad del Sur de Australia), que probablemente fue la causa de un alto porcentaje de mortalidad en la piscina 21. Estos peces infectados por la *Neobenedenia* perdían el brillo de su piel y se volvían opacos y ásperos; además perdían apetito, tenían nado errático y lenta recuperación luego del manipuleo de los muestreos.

## 5.3. Comparación de costos de construcción y producción

Comparamos los costos de construcción y producción para piscinas con geomembranas, debido a que fue en las que se obtuvieron mejores producciones.

Entre los costos de construcción de una piscina de 0.05 ha provista con geomembrana, se deben considerar los siguientes: \$ 3,038.23 que corresponde a los costos de compuerta, sistema de entrada de agua, liner y su instalación; \$ 592.55 el costo de implementación de sombra y \$ 973.06 el costo de movimiento de tierra.

Dentro de los costos de sistema de aireación tenemos cuatro tipos de sistemas: \$ 3,321.11 para el sistema de airlift; \$ 695.11 para el sistema de difusores de disco de 10 puntos; \$ 802.61 para el sistema de difusores de membrana de 20 puntos y \$ 812.46 para el sistema de aire O<sub>2</sub> (para sacar estos costos se divide el costo del blower usado para cada sistema para seis debido a que cada piscina se encuentra en bloques de seis piscinas).

Con la suma de los costos parciales mencionados anteriormente, el costo total de construcción es de \$ 7,924.95 para el sistema de airlift, \$ 5,298.95 para el

sistema de 10 puntos, \$ 5,406.45 para el sistema de 20 puntos y \$ 5,416.30 para el sistema de aire O<sub>2</sub>.

Los costos de producción se determinarán en base a los datos de la piscina 33, (piscina de 0.05 ha) la cual tuvo la mayor supervivencia y producción en un periodo que equivale a 4 meses de cultivo. Dicha piscina tuvo una densidad de siembra de 0.25 animales / m<sup>2</sup>, supervivencia de 59.35%, biomasa final de 28.47 kg, FCA de 2.86 y peso promedio final de 389.25 g; con un consumo de 81.42 kg de balanceado con un costo de \$ 71.65. El costo de consumo de energía de la piscina según las tablas 19, 20 y 21 es de \$ 194.44. Por lo tanto el costo total de producción de esta piscina es \$ 225.59.

En sueldos se gastará \$ 550.00 mensual lo que equivale a \$ 2,200.00 por la corrida. Dando un total de \$ 2,425.59.

Haciendo un pronóstico de nuestros resultados y aplicándolos a un proyecto piloto, con una densidad de siembra de 4 animales / m<sup>2</sup> (densidad de siembra en tilapia, Ikenoue y Kafuku 1992) en una piscina de 0.10 ha, y supervivencia de 60%, peso promedio final de 389.25 g y FCA de 2.86; tenemos 2400 animales cosechados con una biomasa final de 934.2 kg y usaremos 2671.81 kg de balanceado (con un costo de \$ 2,351.19), todo esto en cuatro meses de cultivo.

Dentro de los resultados obtenidos en las investigaciones mencionadas, está claro que el cultivo del huayaipe debería estar enfocado para el mercado internacional, donde los precios de venta son más elevados que en el mercado local (\$ 2.20 / kg, y de \$ 6.00 a \$ 12.00 en el mercado internacional).

## 6. Discusión

Con relación a los resultados obtenidos, de las cuatro piscinas la que tuvo el mayor crecimiento y supervivencia fue la piscina 33, debido a un efecto residual de un tratamiento previo de sulfato de cobre y formol (dosificación de 20 ppm para ambos), lo cual provocó una baja concentración de fitoplancton, poca presencia de incrustaciones (cirripedios, *Balanus* spp.) y ausencia de bacterias luminiscentes en la piscina.

Uno de los problemas principales en los cultivos de peces del género *Seriola* es la presencia de ectoparásitos del género *Neobenedenia* en las cuatro piscinas, pero la piscina 21 fue la más afectada, presentando como efecto principal una alta tasa de mortalidad. *Neobenedenia* es un parásito que produce heridas abiertas en la piel de los peces, ocasionando posteriormente una infección bacteriana.

Para esta investigación los parámetros de oxígeno y temperatura fueron monitoreados cada cuatro horas (00H00, 04H00, 08H00, 12H00, 16H00, 20H00), los cuales no tuvieron variaciones determinantes entre las piscinas, por lo cual ninguno de estos parámetros marcaron alguna diferencia en los resultados.

Una de las características de este grupo de peces es que normalmente habitan en aguas profundas o tienen migraciones diarias entre zonas de superficie y zonas de media agua, donde no hay mayor incidencia de los rayos solares. Basados en esta característica la sombra de HDPE de color blanco que según datos del fabricante, proporcionaría una filtración de los rayos solares equivalente al 50%, no fue real. Debido a esto se pudo observar que los animales buscaban sombra ocultándose en los sistemas de aireación (airlift, discos difusores, tuberías y plataformas de los Aire O<sub>2</sub>). Como consecuencia de este comportamiento los peces sufrieron laceraciones y cortaduras por las incrustaciones presentes en los sistemas de aireación.

Para esta investigación se pudo contar con tres tipos diferentes de sistemas de aireación, que en la Estación Experimental fueron implementados para el cultivo de camarón, y en donde cada uno de estos sistemas abastecía a un módulo de seis piscinas. De las cuatro piscinas utilizadas para la investigación, dos trabajaban con el sistema de airlift, y dos con el sistema de difusores de 10 y 20 puntos cada una. El sistema de difusores no tuvo la eficiencia esperada, debido a que no funcionó a su 100% de su capacidad. El sistema de airlift fue el más eficiente entre aquellos usados.

## 7. Conclusiones y Recomendaciones

### 7.1. Conclusiones

Es técnicamente factible realizar cultivo de huayaipe en piscinas bajo las condiciones adecuadas para la especie.

Hubo diferencias muy marcadas en el crecimiento entre las distintas piscinas debido a la diferencia de calidad de agua de las mismas y al manejo que se le dio a la piscina 33, razón por la cual esta tuvo un mayor crecimiento y supervivencia.

El huayaipe presentó poca tolerancia a la turbidez elevada, especialmente la debida a sedimento o materia en suspensión. Este factor estresa a los animales, reduciéndoles el apetito y por ende el crecimiento y la supervivencia.

El tratamiento de sulfato de cobre realizado en la piscina 33, debido a su residualidad por adherencia en la porosidad del liner, probablemente inhibió el

crecimiento de bacterias luminiscentes en dicha piscina ayudando a obtener mejor crecimiento y supervivencia en esta piscina. Los iones de cobre eléctricamente cargados (Cu<sup>2+</sup>), se adhieren a las paredes celulares cargadas negativamente de los microorganismos, lo cual interrumpe la permeabilidad de la pared celular en la toma de nutrientes y la división.

Los sistemas de aireación y la sombra utilizados en el experimento no fueron los adecuados en el cultivo de esta especie.

Los parámetros de oxígeno disuelto, temperatura, amonio no influyeron con el crecimiento y supervivencia de ninguna de las piscinas.

Las infestaciones por parásitos tuvieron una mayor incidencia en piscinas de tierra en comparación a las piscinas recubiertas por geomembranas, por presentar las primeras un medio más adecuado para estos patógenos.

Los géneros de bacterias presentes en el agua y en los animales fueron *Vibrio* spp., *Pseudomonas*, *Renibacterium* spp., y probablemente causaron patogenicidad en los animales.

### 7.2. Recomendaciones

Se recomienda usar como sombra un polímero plástico de color negro, que disminuye la incidencia del efecto de los rayos solares sobre los peces (mayor al 50% de sombra).

Se recomienda la utilización de sistema de aireación de paletas, debido a que es un sistema en el cual no crecen incrustaciones como en los usados en el experimento y que no remueven el fondo como el aireador de turbina.

Recomendamos realizar el cultivo en zonas en donde se pueda bombear directo del mar, o en su defecto trabajar con un mayor recambio de agua para disminuir la turbidez del agua.

Utilizar piscinas pequeñas rectangulares máximo de 1 ha., para tener un mejor control y manejo de las mismas.

Se recomienda la investigación sobre los requerimientos nutricionales para esta especie, para así elaborar un alimento balanceado adecuado.

Elaborar tablas de alimentación para el cultivo del huayaipe, para optimizar el rendimiento alimenticio.

Se recomienda enfocar el producto final al mercado internacional, por los altos precios.



## 8. Bibliografía

- [1] Begey's Manual of Determinative Bacteriology. Ninth Edition
- [2] Benetti D., D., Garriques, D., Wilson, E. E., 1998. Maturation, spawning and larval rearing techniques of Pacific yellowtail, *Seriola mazatlana*. *Suisanzoshoku* 46(3): 391-394.
- [3] Benetti, D., 1997. Spawning and larval husbandry of flounder (*Paralichthys woolmani*) and Pacific yellowtail (*Seriola mazatlana*), new candidate species for aquaculture. *Aquaculture* 155: 307-318.
- [4] Benetti, D., Acosta, C., Ayala, J. C., 1995. Cage and pond aquaculture of marine finish in Ecuador. *World Aquaculture* 26(4): 7-13.
- [5] Benetti, D. D., Acosta, C., Venizelos A., 1994. Finish aquaculture development in Ecuador. *World Aquaculture* 25(2): 18-25.
- [6] Benetti, D. D., Wilson, E. E., 1996, Estado actual y perspectiva del cultivo de peces marinos en el Ecuador. *Acuicultura en Latinoamérica*. IX Congreso Latinoamericano de Acuicultura. 2º Simposio Avances y Perspectivas de la Acuicultura. Págs. 5 – 14.
- [7] Blacio, E., 2005. Cultivo de huayaipe (*Seriola rivoliana*) en piscinas de tierra y piscinas cubiertas con geomembrana. CENAIM Informa. Boletín Informativo N° 123.
- [8] Blacio, E., 2004. Outdoor tank culture of Almaco Jakcs in Ecuador. *Global Aquaculture Advocate*. Volume 7, Issue 7: 38-39.
- [9] Blacio, E., Darquea, J., Rodríguez, S., 2003. Experimental culture of ecuadorean huayaipe. *Global Aquaculture Advocate*. Volume 6, Issue 1: 71-72.
- [10] Blacio, E., Alvarez, R., 2002. Propuesta de selección de especies de peces y moluscos para diversificación de la Acuicultura Marina. Fundación CENAIM-ESPOL. 62 pp.
- [11] Blacio, E., 2002. Avances en el manejo de huayaipe, *Seriola mazatlana*. CENAIM Informa. Boletín Informativo N° 71.
- [12] Blacio, E., 2005. Cultivo de huayaipe (*Seriola rivoliana*) en piscinas de tierra y piscinas cubiertas con geomembrana. CENAIM Informa. Boletín Informativo N° 123.
- [13] Blacio, E., Darquea, J., Rodríguez, S., 2003. Experimental culture of ecuadorean huayaipe. *Global Aquaculture Advocate*. Volume 6, Issue 1: 71-72.
- [14] Blacio, E., Alvarez, R., 2002. Propuesta de selección de especies de peces y moluscos para diversificación de la Acuicultura Marina. Fundación CENAIM-ESPOL. 62 pp.
- [15] Cuvier, G., Valenciennes, A., 1833. Histoire naturelle des poissons. Tome neuvième. Suite du livre neuvième. Des Scombéroides. *Hist. Nat. Poiss.* i-xxix + 3 pp. + 1-512.
- [16] Darquea, J., 2002. Efecto del alimento vivo enriquecido en el desarrollo larvario de huayaipe (*Seriola rivoliana*). Tesis Profesional (En Prensa). Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales, Escuela de Biología. Guayaquil, Ecuador, 200 pp.
- [17] FAO., 1998. El estudio Mundial de la Pesca y la Acuicultura. Departamento de Pesca de la FAO. Roma. 112 pp.
- [18] FAO., 2000a. FAO yearbook. Fisheries Statistics: aquaculture production 2000. *FAO Fisheries Series N° 61*. Rome, Italy, FAO.
- [19] FAO., 2000b. FAO yearbook. Fisheries Statistics: capture production 2000. *FAO Fisheries Series N° 60*. Rome, Italy, FAO.
- [20] Ikenoue, H., Kafuku, T., 1992. Yellowtail (*Seriola quinqueradiata*). In H. Ikenoue and T. Kafuku, eds. *Modern methods of aquaculture in Japan*. Developments in Aquaculture and Fisheries Science. Vol. 24. Elsevier. 131-143.
- [21] Korringa, P., 1976. Farming the yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) in Japan. *Farming Marine Fishes and Shrimps*. En *Aquaculture and Fisheries Science*. Vol. 4. Elsevier. 151-173.
- [22] Quevedo, M. E., 2005. Rediseño y análisis de costo para la estación experimental del "Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas, Palmar, Provincia del Guayas. Tesis para optar al grado de Ingeniería en Acuicultura, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil-Ecuador.
- [23] Sinche, F., Vera, V., 2005; Tesis de grado, Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar; Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil.
- [24] Tachihara, K., Khalil El-Zibdeh, M., Ishimatsu, A., Tagawa, M., 1997. Improved seed production of goldstriped amberjack *Seriola lalandi* under hatchery conditions by injection of triiodothyronine (T<sub>3</sub>) to broodstock fish. *Journal of the World Aquaculture Society*, Vol. 28, N° 1, March 1997: 34-44
- [25] Yoshitaka, S., Tsukamoto, K., 1997. Effects of water temperature and light intensity on aggressive behavior in the juvenile yellowtails. *Fisheries Science* 63 (1). 42 - 45 pp.