

# **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO–ECONÓMICA PARA LA PRODUCCIÓN INTENSIVA DE SEMILLA MONOSEXO DE TILAPIA ROJA EN LA ESTANQUERIA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MARÍTIMA Y CIENCIAS DEL MAR.**

Alejandro Mauricio González Peñaherrera<sup>1</sup>, Jerry Landívar Zambrano<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ingeniero en acuicultura 2003

<sup>2</sup>Director de Tópico. Licenciado en acuicultura, ESPOL 1989. Master en Ciencias Ambientales, Universidad de Québec en Montreal. Canadá, 1996.

## **RESUMEN**

El presente Tópico de grado consiste en determinar; técnica y económicamente la factibilidad de producir intensivamente semilla monosexo de Tilapia Roja, utilizando la infraestructura disponible de la Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar.

En este trabajo se ha realizado, un análisis descriptivo de las tendencias del crecimiento del mercado de Tilapia Roja ecuatoriana a nivel nacional e internacional.

Un estudio técnico en el cual se propusieron dos planes de producción de alevines reversados de Tilapia, un plan intensivo y otro semi–intensivo; además se diseñó un plan de manejo técnico basado en la tecnología de producción de semilla monosexo de Tilapia, mediante la Reversión Química del Sexo<sup>1</sup>, que se adaptará a los dos planes propuestos y a las condiciones de infraestructura existentes en la Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar.

Finalmente, se procedió a evaluar y comparar económica y financieramente los dos planes de producción, para determinar, cual era el más factible. Basándose en indicadores financieros; tales como: tasa interna de retorno, valor actual neto, costo beneficio, entre otros

## **INTRODUCCIÓN**

En los últimos años, **la Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar de la Espol**; preocupada por el desarrollo académico de sus estudiantes. Ha realizado un gran esfuerzo económico, al haber construido cerca del área de los laboratorios, una infraestructura conformada; por cuatro estanques de concreto; con sus respectivas cajas de pesca y facilidades para el llenado y drenaje de los mismos. Además de dos pequeñas estaciones techadas, provistas de lozas de concreto individuales y de

sistemas eléctricos independientes, las cuales permiten operar una unidad para bombeo de agua y otra para suministrar aire a todo el sistema.

Así mismo, en la parte posterior de los laboratorios, la Facultad tiene hace algunos años, un galpón techado con cerramiento metálico; en el cual se encuentran ubicadas dos estructuras paralelas, con cinco tanques de fibra cada una. Actualmente a este lugar no se le da una utilización específica, a diferencia de años anteriores; en los que se alquilaban los tanques para la cría de peces ornamentales.

En la actualidad, únicamente dos de los estanques construidos, están siendo utilizados, para prácticas y aprendizaje; en las materias de piscicultura y producción, los dos estanques restantes se encuentran subutilizados, sin darles un uso apropiado.

Si bien, se cree que el uso parcial que se le da a estas instalaciones; es académicamente excelente y provechoso. Se podría explotar al máximo toda la infraestructura disponible; con un enfoque comercial y económicamente rentable.

Por que dadas las condiciones actuales; el mantener estas instalaciones sin utilización alguna, representa un alto costo de oportunidad que debe pagar la Facultad de Marítima. Es por eso que se ha creído conveniente, realizar un estudio de factibilidad técnico y económico para producir intensivamente alevines reversados de Tilapia, en el que se demuestre que se puede manejar esta infraestructura de manera eficiente, al producir y comercializar alevines revertidos.

## **CONTENIDO**

### **ESTUDIO DE MERCADO**

#### **Análisis de la Demanda Interna y Externa de Tilapia.**

#### **Situación Actual, Proyecciones y Tendencias de la Demanda de Alevines**

En este capítulo, se realizó un análisis descriptivo del crecimiento de la demanda de Tilapia Roja tanto a nivel local, como internacional.

En el mercado local, cada vez es mayor la aceptación de Tilapia entre los consumidores. Cuando se iniciaron las actividades de producción y comercialización de Tilapia, todos los esfuerzos se enfocaron hacia el mercado externo, puesto que a nivel local, este no era un producto conocido y demandado en grandes cantidades. Actualmente, la situación ha cambiado radicalmente, las ventas han aumentado en forma significativa. Hoy existen muchas empresas que no solamente exportan este producto; si no también lo comercializan a nivel nacional<sup>2</sup>.

A continuación se muestra una tabla, que presenta el crecimiento de ventas de este producto, de una de las empresas productoras y comercializadoras de Tilapia.

**Tabla 1. Ventas Totales de Filetes de Tilapia.**

| Producto         | Ene          | Feb         | Mar          | Abr          | Tot          |
|------------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| Filete 2-3 onz   | 8038         | 5142        | 7200         | 8120         | 28500        |
| Filete 3-5 onz   | 3152         | 1371        | 2500         | 3450         | 10473        |
| Filete apanado   | 332          | 34          | 450          | 520          | 1336         |
| Entero 450-550 g | 254          | 270         | 300          | 338          | 1162         |
| <b>Total</b>     | <b>11776</b> | <b>6817</b> | <b>10450</b> | <b>12428</b> | <b>41471</b> |

Fuente: Industria Pesquera Santa Priscila.

En lo que respecta al mercado externo de Tilapia, las exportaciones se han incrementado apreciablemente en los últimos años. En un principio, el principal y único mercado fue exclusivamente Estados Unidos, en la actualidad se están creando nuevos nichos de mercado; incluso países asiáticos que producen cantidades significativas, demandan cada vez mayores toneladas de este producto. La Unión Europea, también ha incrementado su cupo de importaciones de Tilapia, y es en este mercado, en donde se encuentran los mejores precios<sup>3</sup>. En la siguiente Tabla, se pueden apreciar a los principales compradores de Tilapia ecuatoriana en el exterior.

**Tabla 2. Mercado Externo de Tilapia. Años 2000–2001**

| Países Compradores      | 2000          |                 |                | 2001          |                 |                |
|-------------------------|---------------|-----------------|----------------|---------------|-----------------|----------------|
|                         | Ton.          | \$ Total        | Precio/Ton     | Ton.          | \$ Total        | Precio/Ton     |
| Estados Unidos          | 8,104         | \$29,237        | \$3,608        | 10,047        | \$36,991        | \$3,682        |
| Unión Europea           | 328           | \$1,118         | \$3,409        | 868           | \$2,750         | \$3,168        |
| Medio Oriente           | 8             | \$35            | \$4,502        | 96            | \$197           | \$2,054        |
| China                   | 0             | \$0             | \$3,600        | 0             | \$0             | \$3,000        |
| Japón                   | 5             | \$10            | \$2,006        | 1             | \$3             | \$3,307        |
| México y Canadá         | 314           | \$543           | \$1,729        | 468           | \$1,460         | \$3,118        |
| América del Sur         | 4,643         | \$2,438         | \$525          | 7,979         | \$6,232         | \$781          |
| Centro América y Caribe | 45            | \$152           | \$3,351        | 61            | \$183           | \$3,026        |
| Oceanía                 |               |                 |                |               |                 |                |
| Africa                  |               |                 |                |               |                 |                |
| Asia                    |               |                 |                |               |                 |                |
| Otros Países            |               |                 |                | 16            | \$64            | \$4,080        |
| <b>TOTAL</b>            | <b>13,447</b> | <b>\$33,534</b> | <b>\$2,494</b> | <b>19,535</b> | <b>\$47,881</b> | <b>\$2,451</b> |

Fuente: Banco Central del Ecuador

Este breve análisis descriptivo del Mercado de Tilapia, se realizó para averiguar, que tan factible era que aumente la demanda de tilapia como producto final, y por ende la posterior demanda de alevines reversados. Es preciso aclarar que los alevines son la materia prima para producir Tilapias, de esta forma se pudo constatar, que así, como se esta incrementado la demanda de Tilapia, también tenderá ha aumentar la demanda de alevines por parte de los productores locales. De esta forma se cree que es factible, comercializar los alevines una vez que han sido producidos.

## ESTUDIO TÉCNICO

En este capítulo se presentan los dos planes de producción de alevines, un plan denominado plan “A” (modelo intensivo) y otro llamado plan “B” (modelo semi-intensivo). Además se diseño el plan de manejo técnico que mejor se adaptará a las condiciones de infraestructura existentes en la Facultad de Ingeniería Marítima.

Se proponen realizar tres fases de producción, una primera fase de engorde hembras y machos juveniles de Tilapia, hasta que alcancen la mínima talla para reproducción<sup>4</sup>. Esta fase, se propone realizar cada tres años, para renovar la base de reproductores<sup>5</sup>, utilizando los estanques de concreto antes mencionados.

La aplicación adecuada de los métodos de un programa de cría puede llevar a resultados útiles y deseados en economía y ecología; al mismo tiempo que se mantiene la viabilidad genética de la población<sup>6</sup>.

Posteriormente, en los mismos estanques, se realizarán las fases de reproducción o desoves de los reproductores, para finalmente realizar las fases de Reversión Química del Sexo de los alevines obtenidos en los desoves<sup>7</sup>. Estas fases de reversión, se efectuarán en los tanques de fibra mencionados en párrafos anteriores.

### Fase de Engorde de Reproductores.

A continuación se presentan algunas tablas que detallan brevemente el plan de manejo del engorde de los futuros reproductores.

**Tabla 3. Plan de Manejo de Engorde de Individuos de Tilapia.**

| PLAN DE MANEJO ENGORDE          | PLAN " A " |        | PLAN " B " |         |
|---------------------------------|------------|--------|------------|---------|
|                                 | Hembras    | Machos | Hembras    | Machos  |
| <b>Características–Estanque</b> |            |        |            |         |
| Tipo–estanque                   | Grande     | Grande | Pequeño    | Pequeño |
| Area–estanque (m <sup>2</sup> ) | 40         | 20     | 40         | 20      |

|                                       |             |             |             |             |
|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| N° Estanque/ individuos               | 2           | 2           | 2           | 2           |
| <b>Características–Engorde</b>        |             |             |             |             |
| Duración–engorde (días)               | 61          | 61          | 61          | 61          |
| Tasa de crecimiento (g/día)           | 2.5         | 2.5         | 2.5         | 2.5         |
| Tasa de mortalidad (%/día)            | 0.42        | 0.42        | 0.42        | 0.42        |
| Tipo–alimentación                     | pelletizado | pelletizado | pelletizado | pelletizado |
| Porcentaje de proteínas               | 45          | 45          | 45          | 45          |
| Tasa de alimentación (% biomasa/día)  | 2           | 2           | 2           | 2           |
| N° Raciones alimento/ día             | 2           | 2           | 2           | 2           |
| Tasa de recambio de agua/ día (%)     | 20          | 20          | 20          | 20          |
| Control de parámetros                 | oxígeno     | oxígeno     | oxígeno     | oxígeno     |
| Diarios                               | Temperatura | Temperatura | Temperatura | Temperatura |
| Frecuencia del control ( # veces/día) | 2           | 2           | 2           | 2           |
| Aireación                             | constante   | constante   | constante   | constante   |

**Tabla 4. Características de Siembra y Cosecha.**

| CARACTERÍSTICAS ENGORDE            | PLAN A  |        | PLAN B  |        |
|------------------------------------|---------|--------|---------|--------|
|                                    | Hembras | Machos | Hembras | Machos |
| Peso inicial (siembra) (g)         | 100     | 100    | 100     | 100    |
| Peso final (cosecha) (g)           | 250     | 250    | 250     | 250    |
| N° estanque/ individuos            | 2       | 2      | 2       | 2      |
| N° Individuos–sembrados/estanque   | 310     | 110    | 230     | 75     |
| N° Total individuos–sembrados      | 620     | 220    | 460     | 150    |
| N° Individuos–proyectados/estanque | 241     | 85     | 179     | 58     |
| N° Total individuos–proyectados    | 482     | 170    | 358     | 116    |

### **Fase de Desove Reproductores**

En las siguientes tablas se presentan, todos los detalles del plan de manejo para los desoves de reproductores. Es preciso aclarar que la cantidad de alevines producidos en cada plan, representa la cantidad de alevines útiles para reversión; puesto que en los cálculos se utilizó el valor promedio de 1,2 alevines útiles que puede producir una hembra por cada gramo de peso<sup>8</sup>.

**Tabla 5. Plan de Manejo de Desoves de Reproductores.**

| PLAN DE MANEJO - DESOVE               | PLAN "A"    |             | PLAN "B"    |             |
|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                                       | Tipo A1     | Tipo A2     | Tipo B1     | Tipo B2     |
| <b>Características-Estanque</b>       |             |             |             |             |
| Area de estanque (m <sup>2</sup> )    | 40          | 20          | 40          | 20          |
| N° Estanque/ reproductores            | 2           | 2           | 2           | 2           |
| <b>Características-Desove</b>         |             |             |             |             |
| Duración de desove (días)             | ( 21 - 22 ) | ( 21 - 22 ) | ( 21 - 22 ) | ( 21 - 22 ) |
| Tipo de alimentación                  | pelletizado | pelletizado | pelletizado | pelletizado |
| Porcentaje de proteínas               | 30          | 30          | 30          | 30          |
| Tasa de alimentación (% biomasa/día)  | 3           | 3           | 3           | 3           |
| N° Raciones de alimento/ día          | 2           | 2           | 2           | 2           |
| Tasa de recambio de agua/ día (%)     | 10          | 10          | 10          | 10          |
| Control de parámetros                 | oxígeno     | oxígeno     | oxígeno     | oxígeno     |
| Diarios                               | Temperatura | Temperatura | Temperatura | Temperatura |
| Frecuencia del control ( # veces/día) | 2           | 2           | 2           | 2           |
| Aireación                             | constante   | constante   | constante   | constante   |

**Tabla 6. Características de Siembra de Reproductores y Cosecha de Alevines.**

| CARACTERÍSTICAS DESOVE          | Plan "A" |        |         |        | Plan "B" |        |         |        |
|---------------------------------|----------|--------|---------|--------|----------|--------|---------|--------|
|                                 | Tipo A1  |        | Tipo A2 |        | Tipo B1  |        | Tipo B2 |        |
| ESTANQUE N°                     | 1        | 2      | 3       | 4      | 1        | 2      | 3       | 4      |
| Area (m <sup>2</sup> ):         | 40.48    | 39.56  | 20.3    | 20.3   | 40.48    | 39.56  | 20.3    | 20.3   |
| N° Reproductores:               | 200      | 200    | 100     | 100    | 140      | 140    | 60      | 60     |
| Porcentaje de Hembras:          | 75%      | 75%    | 75%     | 75%    | 75%      | 75%    | 75%     | 75%    |
| Porcentaje de Machos:           | 25%      | 25%    | 25%     | 25%    | 25%      | 25%    | 25%     | 25%    |
| N° Hembras:                     | 150      | 150    | 75      | 75     | 105      | 105    | 45      | 45     |
| N° Machos:                      | 50       | 50     | 25      | 25     | 35       | 35     | 15      | 15     |
| N° Alevines/gr de reproductora: | 1.2      | 1.2    | 1.2     | 1.2    | 1.2      | 1.2    | 1.2     | 1.2    |
| Peso de reproductor (g):        | 250      | 250    | 250     | 250    | 250      | 250    | 250     | 250    |
| N° Alevines producidos:         | 45,000   | 45,000 | 22,500  | 22,500 | 31,500   | 31,500 | 13,500  | 13,500 |
| Biomasa de reproductores (Kg):  | 50       | 50     | 25      | 25     | 35.0     | 35.0   | 15.0    | 15.0   |
| Densidad de reproductores:      | 5        | 5      | 5       | 5      | 3        | 4      | 3       | 3      |

## Fase de Reversión Química del Sexo de Alevines

En las siguientes tablas se presentan las características principales del plan de manejo para la fase de Reversión Química del Sexo de Alevines.

**Tabla 7. Plan de Manejo de Reversión Química del Sexo.**

| PLAN DE MANEJO REVERSIÓN DE ALEVINES     | PLAN " A "        |                   | PLAN " B "        |                   |                   |
|------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                                          | Tipo A1           | Tipo A2           | Tipo B1           | Tipo B2           | Tipo B3           |
| <b>Duración Total del proceso (días)</b> | ( 28 - 29 )       | ( 28 - 29 )       | ( 28 - 29 )       | ( 28 - 29 )       | ( 28 - 29 )       |
| <b>Características–Tanque</b>            |                   |                   |                   |                   |                   |
| Diámetro (m)                             | 1.8               | 1.8               | 1.8               | 1.8               | 1.8               |
| Profundidad real (m)                     | 1                 | 1                 | 1                 | 1                 | 1                 |
| Profundidad operativa (m)                | 0.8               | 0.8               | 0.8               | 0.8               | 0.8               |
| Area (m <sup>2</sup> ):                  | 2.5               | 2.5               | 2.5               | 2.5               | 2.5               |
| Volumen operativo (m <sup>3</sup> )      | 2                 | 2                 | 2                 | 2                 | 2                 |
| <b>Características–Reversión</b>         |                   |                   |                   |                   |                   |
| Duración de reversión (días)             | ( 28 - 29 )       | ( 28 - 29 )       | ( 28 - 29 )       | ( 28 - 29 )       | ( 28 - 29 )       |
| Tipo de alimentación                     | Preparado Hormona | Preparado Hormona | Preparado-Hormona | Preparado Hormona | Preparado Hormona |
| Porcentaje de proteínas                  | 96                | 96                | 96                | 96                | 96                |
| Tasa de alimentación (% biomasa/día)     | ( 15-20)          | ( 15-20)          | ( 15-20)          | ( 15-20)          | ( 15-20)          |
| N° de raciones alimento/ día             | 2                 | 2                 | 2                 | 2                 | 2                 |
| Tasa de recambio de agua/ día (%)        | 10%               | 20%               | 10%               | 15%               | 20%               |
| Control de parámetros                    | oxígeno           | oxígeno           | oxígeno           | oxígeno           | oxígeno           |
| Diarios                                  | T°C               | T°C               | T°C               | T°C               | T°C               |
| Frecuencia del control ( # veces/día)    | 2                 | 2                 | 2                 | 2                 | 2                 |
| Aireación                                | constante         | constante         | constante         | constante         | constante         |

**Tabla 8. Siembra y Cosecha de Alevines Reversados.**

| CARACTERÍSTICAS REVERSIÓN ALEVINES       | PLAN " A "  |             | PLAN " B "  |             |             |
|------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                                          | Tipo A1     | Tipo A2     | Tipo B1     | Tipo B2     | Tipo B3     |
| <b>Duración total del proceso (días)</b> | ( 28 - 29 ) | ( 28 - 29 ) | ( 28 - 29 ) | ( 28 - 29 ) | ( 28 - 29 ) |
| <b>Características–Tanque</b>            |             |             |             |             |             |
| Diámetro (m)                             | 1.8         | 1.8         | 1.8         | 1.8         | 1.8         |
| Profundidad real (m)                     | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           |
| Profundidad operativa (m)                | 0.8         | 0.8         | 0.8         | 0.8         | 0.8         |
| Area (m <sup>2</sup> ):                  | 2.5         | 2.5         | 2.5         | 2.5         | 2.5         |
| Volumen operativo (m <sup>3</sup> )      | 2           | 2           | 2           | 2           | 2           |
| Producción total (alevines)              | 45,000      | 45,000      | 31,500      | 27,000      | 31,500      |
| Densidad de siembra (alevines)           | 15,000      | 22,500      | 10,500      | 13,500      | 15,750      |
| N° Tanques sembrados                     | 3           | 2           | 3           | 2           | 2           |

## ESTUDIO ECONÓMICO Y FINANCIERO

En este capítulo se presentan los resultados de la evaluación y comparación entre los dos planes de producción.

En la siguiente Tabla se presentan los indicadores financieros que se tomaron como base para decidir, cual de los planes, fue el más conveniente y factible en el presente estudio.

**Tabla 9. Utilidades e Indicadores Financieros**

| MESES        | Utilidades          |                    |
|--------------|---------------------|--------------------|
|              | Plan A              | Plan B             |
| Enero        | \$ -1,134.32        | \$ -1,015.73       |
| Febrero      | \$ -473.45          | \$ -468.53         |
| Marzo        | \$ -591.40          | \$ -590.90         |
| Abril        | \$ -2,571.21        | \$ -2,355.45       |
| Mayo         | \$ 2,572.75         | \$ 1,800.02        |
| Junio        | \$ 1,715.01         | \$ 1,098.99        |
| Julio        | \$ 2,436.56         | \$ 1,604.58        |
| Agosto       | \$ 1,762.20         | \$ 1,150.41        |
| Septiembre   | \$ 1,790.64         | \$ 1,208.01        |
| Octubre      | \$ 2,396.03         | \$ 1,398.00        |
| Noviembre    | \$ 1,820.46         | \$ 1,094.98        |
| Diciembre    | \$ 2,443.72         | \$ 1,741.33        |
| <b>TOTAL</b> | <b>\$ 12,166.99</b> | <b>\$ 6,665.71</b> |

| INDICADORES   | Plan A      | Plan B     |
|---------------|-------------|------------|
| TIR (Semanal) | 5.91%       | 4.16%      |
| TIR (Anual)   | 28.51%      | 19.62%     |
| VAN           | \$11,690.68 | \$6,369.36 |
| B/C           | \$1.33      | \$1.20     |

**% interés anual 4.50%**

**% interés mensual 0.38%**

**% interés semanal 0.09%**

## **CONCLUSIONES**

De los planes de producción propuestos, para la producción intensiva de semilla monosexo de Tilapia, dadas las condiciones de infraestructura, de mercado, del plan de manejo técnico desarrollado y de los indicadores económicos y financieros evaluados. Se llega a la conclusión que si es factible producir intensivamente semilla monosexo de Tilapia, en la infraestructura de la Facultad de Marítima, utilizando el primer plan de producción propuesto (plan intensivo).

## **REFERENCIAS**

### a) Libro

1. MARCILLO E., LANDÍVAR J. 2000. Tecnología de Producción de Alevines Monosexo de Tilapia. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaqui, Ecuador. 20–49 pp.

### b) Referencias de Ventas de una empresa nacional

2. Departamento de Comercialización de la Industria Pesquera Santa Priscila, mayo 2003, Reporte de Ventas de los cuatro primeros meses del 2003.

### c) Referencias de Mercados y Exportaciones de Tilapia

3. Biblioteca del Banco Central del Ecuador, marzo 2003, Estadísticas de exportaciones y mercados externos de Tilapia ecuatoriana. Años 2000–2001–2002 y los tres primeros meses del 2003.

### d) Referencias de Internet

4. ESPEJO GONZÁLEZ CARLOS, 26–30 Marzo 2001. Curso Monterrey, México. W.W.W Zoe Tecno Campo.

### e) Libro

5. CASTILLO, CAMPO LUIS F., 1994. La historia genética e hibridación de la tilapia roja. Castillo Ed. Imp. IDEAL. Colombia. 235 pp

### f) Libro

6. ARREDONDO FIGUEROA JOSÉ L, Victor F. Flores Muñoz, Fabian González Tobar, Héctor Garduño Argueta y Ricardo Campos Verduzco, 1994. Desarrollo científico del banco de genoma de tilapia. Universidad Autónoma Metropolitana–Iztapalapa. División de Ciencias Biológicas y de la Salud Departamento de Hidrobiología. Convenio SEPESCA/ UAM–I. México, D.F. 88 pp.

### g) Manual

7. POPMA THOMAS J. y Bartholomew W.Green, 1990. Manual de Producción Acuícola. Reversión Sexual de Tilapias en Lagunas de Tierra. 7–14 pp.

h) Reporte Técnico

8. POPMA THOMAS J. Dr. 1987. Reporte Final, Proyecto de desarrollo de la piscicultura de Agua dulce. Espol, Guayaquil-Ecuador.