

## EVALUACIÓN FINANCIERA Y AMBIENTAL DE UNA PISCICULTURA DE PARGO RAYADO *Lutjanus synagris* EN EL CARIBE COLOMBIANO

### FINANCIAL AND ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF A LANE SNAPPER *Lutjanus synagris* PISCICULTURE IN THE COLOMBIAN CARIBBEAN

Diana Carolina Guerra Forero y Juan Diego Gaitán-Espitia

#### RESUMEN

Con el fin de evaluar y determinar la factibilidad y viabilidad económica y ambiental de la producción y comercialización de pargo rayado (*Lutjanus synagris*) en el Caribe colombiano, se efectuaron análisis financieros de la relación costo-beneficio, Utilidad Neta, Valor Periódico Uniforme Equivalente (VPUE) y Tasa Interna de Retorno (TIR), incorporando variables asociadas al cultivo en jaulas flotantes o estanques en tierra, dietas y mecanismos de comercialización. De acuerdo con los criterios de evaluación financiera, el proyecto generaría una riqueza adicional de 39,5%. La relación costo-beneficio demostró que se recuperaría el capital utilizado, obteniendo un adicional del 65% por unidad monetaria invertida. El periodo de recuperación de la inversión sería de 7 años y la TIR sería superior a la tasa de descuento del proyecto, la cual es de 18,95%, indicando, al igual que los demás criterios de evaluación, que el presente proyecto es favorable cuando se manejan financiaciones y un aumento del 5% sobre el precio por unidad establecido para peces ahumados en presentación comercial de 250 g con un modelo de cultivo asociado a jaulas flotantes. La matriz de Leopold permitió identificar que los principales impactos ambientales asociados al proyecto están involucrados en la etapa de construcción de las instalaciones y tanques de tierra.

**PALABRAS CLAVE:** Acuicultura, bioeconomía, pargo rayado, rentabilidad.

#### ABSTRACT

With the aim of evaluate and determine the economic and environmental factibility and the viability of the production and comercialization of the lane snapper (*Lutjanus synagris*), a Cost-Benefit, Net Utility, Equivalent Uniform Periodic Value, and Internal Return Rate (IRR) financial analysis were made involving variables associated to the culture in floating cages or land ponds, diets and mechanisms of marketing. According to the financial evaluation criteria, the project would generate an additional wealth of 39.5%. Cost-Benefit ratio showed that investment would be recovered, obtaining an additional 65% for each monetary unit invested. The payback period of investment is 7 years and the IIR would exceed the discount rate of the project, which is 18.95%, indicating, as well as the others assessment criteria, that this project is favorable when dealing with financing and a 5% increase on the price per unit in smoked fish of 250 g in the model associated with floating cages culture. The Leopold matrix allowed to identify that the main environmental impacts associated with the project are involved in the construction phase of the facilities and the land ponds.

**KEY WORDS:** Aquaculture, bioeconomics, lane snapper, rentability.

#### Dirección de los autores:

Instituto de Ecología y Evolución, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia - Chile.

Email: [juan.gaitan@postgrado.uach.cl](mailto:juan.gaitan@postgrado.uach.cl) (J.D.G-E). Centro de Investigaciones en Zoología y Ecología Marina (CIZEM). Santa Marta - Colombia (D.C.G.F., J.D.G-E).



## INTRODUCCIÓN

El pargo rayado (*Lutjanus synagris* Linnaeus, 1758) es una de las especies de mayor abundancia y significado comercial en el área del Caribe continental colombiano (Barros-Jiménez et al., 1996; Manjarrés et al., 1996). Debido a su sabor y nivel nutricional se ha convertido en un producto con alta demanda, no solo en las zonas costeras sino también en el interior del país e incluso en otros países (Gómez, 2002). Las poblaciones de esta especie han sido afectadas por el deterioro y contaminación de las zonas de reclutamiento y cría asociadas con áreas costeras y en particular a pastos marinos (Claro y Lindeman, 2004). Igualmente, la disminución de los niveles poblacionales y por ende de las capturas pesqueras de pargo rayado, son atribuidas a una fuerte presión pesquera durante los últimos años comprometiendo su renovación natural (Arévalo, 1996; Gómez, 2002) y al incremento de la temperatura del agua, como resultado del calentamiento global que podría afectar la reproducción de este pez debido a sus cualidades estenotermas (26-27°C) para el desove y fecundación (García-Cagide et al., 2001; Claro y Lindeman, 2004).

La carne de los pargos, en general, es muy apetecida y demandada a nivel mundial, siendo objeto de prácticas de cría en varios países de Asia y América tropical con miras a conocer su potencial para piscicultura marina (Tucker y Jory, 1991; Muhlia et al., 1996; Phelps et al., 1996). En Colombia, la talla comercial para esta especie fluctúa entre 25 y 34 cm, con un peso entre 250 y 500 g, presentando precios superiores a otros productos pesqueros como la tilapia roja (*Oreochromis* sp.) (Gómez et al., 2001; Gómez-Canchong et al., 2004). En el 2006 Colombia reportó un superávit para la relación importación-exportación de productos pesqueros de US \$47 millones, mientras que en el 2007 fue de US \$28 millones, disminuyendo un 41%. Los pargos representan el 1% dentro de esta relación económica, destacándose *Lutjanus guttatus* el cual es obtenido en la pesquería del Pacífico y se comercializa eviscerado, entero o fileteado en el mercado nacional a precios de mayoristas con un promedio de US \$ 6/kg (INCODER y CCI, 2007; FAO, 2008; CCI, 2008). Por todo lo anterior, el desarrollo de la acuicultura de recursos marinos,

como el pargo rayado se convierte en una alternativa para la obtención de estos animales sin seguir realizando presión sobre los stocks silvestres. Además, permitiría una producción continua y no estar sujetos a los regímenes estacionales que siguen estos animales para su reproducción (Gaitán-Espitia et al., 2009). El presente trabajo tiene como objetivo evaluar financieramente a nivel de perfil, la factibilidad de la producción y comercialización de pargo rayado (*L. synagris*) como mecanismo de implementación de la piscicultura marina en el Caribe colombiano.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La bahía de Cispatá se encuentra ubicada en el área estuarina del antiguo delta del río Sinú, en el extremo suroeste del Golfo de Morrosquillo, entre 9°20' y 9°25' N y 75° 47' y 75° 55' W (CVS, 2003). Tiene una superficie aproximada de 130 km<sup>2</sup> con 90 km<sup>2</sup> de espejo de agua, abarcando las jurisdicciones municipales de San Antero, San Bernardo del Viento y Lorica, departamento de Córdoba (Figura 1). La temperatura promedio del aire es de 27°C aproximadamente y los vientos del suroeste y los del noreste predominan alternativamente, con velocidad media mensual de 1,4 m s<sup>-1</sup> (Aguilera, 1986). Exhibe mareas semidiurnas que no superan los 60 cm, por lo que hay una constante incidencia por parte del río Sinú, fluctuando la salinidad desde 0 hasta 34 UPS. La temperatura promedio del agua es de 29°C, con profundidades entre los 2 y 12 m (INVEMAR, 2004a). Es una zona influida por corrientes marinas y desbordes de aguas del río que conforman las llanuras litoral y délticas actuales que han dado origen a marismas, manglares, ciénagas y diques a lo largo del antiguo cauce del río y de caños como Salado, Sicará, Grande, el Soldado y Remediapobres (CVS, 2003; INVEMAR, 2004b).

### Etapas técnicas

En esta fase se investigó acerca de todo lo relacionado con el montaje de una finca de cultivo de peces marinos, además de los procesos correspondientes a la producción (selección de

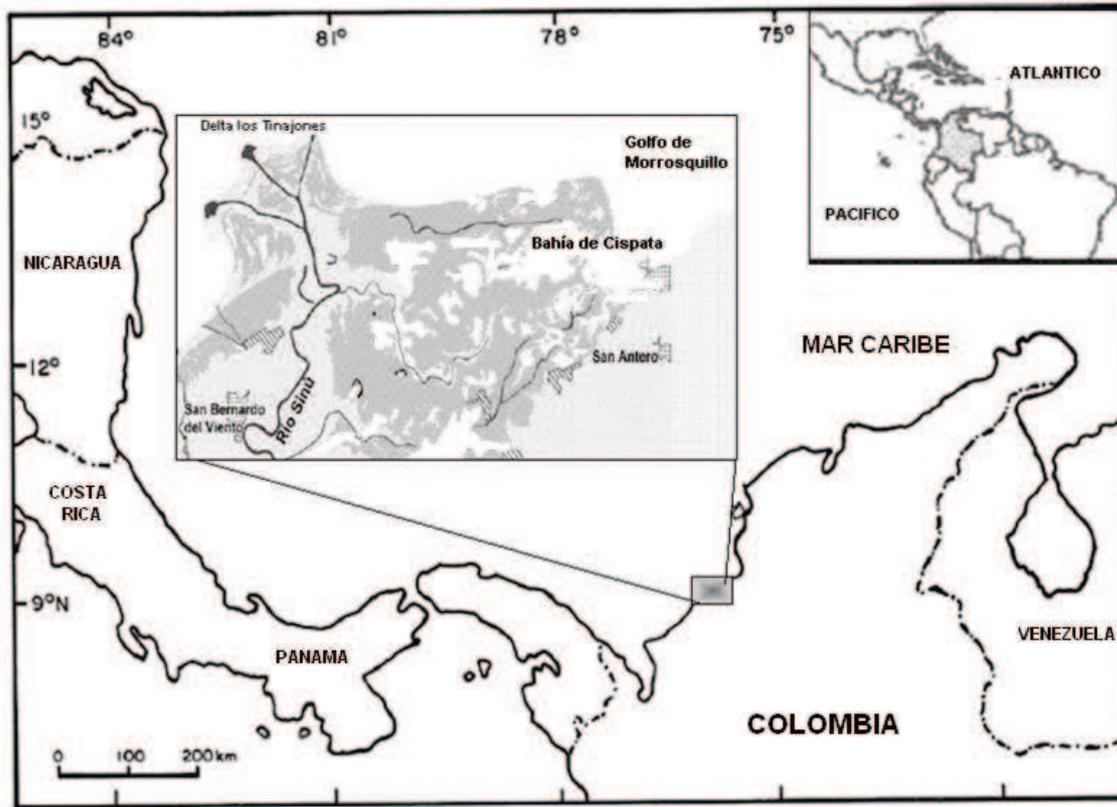


Figura 1. Área de estudio para la implementación de instalaciones, piscinas y jaulas de cultivo de pargo rayado (*Lutjanus synagris*).

padrotes, estimulación hormonal, reproducción, eclosión, alevinaje, levante, engorde y comercialización del producto), para finalmente definir los parámetros de cálculo. Las variables técnicas consideradas para el estudio fueron:

- Tipo de modelo de cultivo: estanques en tierra “raceways” o jaulas flotantes.
- Presentación para comercialización: pescado eviscerado, filete, ahumado y postas.
- Obtención de alevines: captura de padrotes silvestres o criopreservación de gametos.
- Mecanismos de financiación de la inversión: leasing, créditos o pago de contado.

Finalmente se analizó información concerniente a equipos, maquinaria, personal y gastos en la implementación y operación de la finca de producción del pargo, con lo cual se examinó, por fases de operación los gastos requeridos.

### Etapa de análisis financiero

Se realizaron estudios económicos sobre fuentes de ingresos como de egresos y las inversiones necesarias que tendría el proyecto, con lo cual se estableció la viabilidad financiera y se determinó los posibles rendimientos que generaría el proyecto, por medio de criterios de inversión y, así mismo, poder establecer el riesgo que genera la inversión. Se realizó una evaluación del costo total que toma en cuenta un rango más amplio que los métodos de análisis convencionales, incluyendo costos y ahorros probabilísticos (o de contingencia), agrupándolos en cuatro categorías según Carrasco (2000):

#### Costos directos:

- Desembolso de capital: edificios, equipos, conexiones con las empresas de servicios públicos, instalación de equipos e ingeniería de proyectos.

- Gastos / ingresos por operación y mantenimiento: mano de obra, disposición de desechos y empresas de servicios públicos (energía, agua, drenaje, valor material).

#### Costos indirectos u ocultos:

Son aquellos que suelen asignarse a los gastos generales en vez de asignarse directamente, o bien se omiten por completo del análisis de financiamiento del proyecto.

- Costos debido al cumplimiento de los reglamentos: permisos, informes, monitoreo y declaraciones.
- Seguros: manejo de los desechos *in situ*, manejo del equipo de control de operación de la contaminación *in situ* e ingresos por la venta de créditos de contaminación.

#### Costos por responsabilidad legal:

- Sanciones y multas, lesiones personales, daño de propiedad y daño a los recursos naturales.

#### Beneficios intangibles:

- Mayores ingresos gracias a una mejor calidad del producto e imagen de la compañía; menores costos en el mantenimiento de la salud de los empleados y mayor productividad gracias a una mejor relación con éstos.

Finalmente se desarrollaron análisis de balance de inversiones, depreciación de activos proyectados a 10 años, estados de costos y gastos, presupuesto, capital de trabajo, estados de ganancias y pérdidas, flujos de efectivo con y sin financiación, sensibilización y costos de oportunidades. Igualmente se desarrollaron pruebas de Análisis de Varianza no paramétrico (prueba de medias de Kruskal-Wallis), para comparaciones entre las proyecciones de utilidades generadas, al variar la fuente alimenticia (concentrado para peces, proteína proveniente de helicicultura y lombricultura o uso de vísceras de peces procesados) y para comparar entre modelos de presentación comercial del pescado (entero, ahumado, filete y posta), en caso de hallar diferencias significativas, se utilizó una prueba de Tukey para comparación a posteriori de contrastes múltiples ( $\alpha = 0,05$ ).

## Etapa de análisis de impacto medioambiental

El propósito de esta etapa fue determinar qué impactos ambientales se efectuarían en las etapas de construcción y ejecución del proyecto, para lo cual se implementó una matriz de Leopold, que se trata de una relación causa-efecto que añade a su papel en la identificación de impactos la posibilidad de mostrar la estimación de su valor (Leopold, 1971). Dicha estimación es aplicada sobre factores ambientales (elementos pertenecientes a la geosfera, hidrosfera, atmósfera, biosfera y antroposfera) susceptibles de ser modificados por acciones antrópicas (García, 2000). Adicionalmente, se desarrolló un índice de importancia y magnitud de la actividad en cada fase del proyecto.

## RESULTADOS

De acuerdo con el análisis de inversiones de activos tangibles e intangibles, la proyección de inversión operacional correspondería a US \$ 239.400, para el modelo de cultivo en jaulas flotantes, y de US \$ 373.700 para el modelo de cultivo en “raceways” o piscinas en tierra. La depreciación de activos varió un 8% promedio anual con relación a la inversión inicial durante los 10 años de proyección. Los costos directos para la implementación de una estación piscícola de pargo rayado (alimento y mano de obra), al igual los costos indirectos (impuestos, depreciación, publicidad y otros) presentarían una tendencia creciente, con un valor significativamente alto del coeficiente de determinación para el modelo lineal ( $R^2 = 0,98$  y  $0,92$  respectivamente,  $P < 0,05$ ). Sin embargo, los costos indirectos revelarían un crecimiento menos acentuado que los directos, con una particular variación hacia la mitad del periodo de proyección (Figura 2).

El análisis de los tres sistemas de cultivo (extensivo, semi-intensivo e intensivo), para los modelos de cultivo en jaulas y en estanques “raceways”, revela que las mayores utilidades se presentarían cuando se mezclan los sistemas intensivos con las jaulas flotantes y las menores utilidades se encontrarían en los sistemas semi-intensivos desarrollados tanto en estanques como en jaulas flotantes (Tabla 1). No se encontraron

diferencias significativas ( $H = 0,047$ ;  $P > 0,05$ ) en las proyecciones de utilidades variando la fuente de alimentación suministrada a los peces (concentrado para peces, proteína proveniente de helicultura, proteína proveniente de lombricultura o uso de vísceras de peces procesados), pero si existen diferencias significativas ( $H = 6,35$ ;  $P < 0,05$ ), entre los modelos de presentación comercial del pescado, revelando mediante la prueba *a posteriori* de Tukey que los peces ahumados generarían mayor rentabilidad ( $P < 0,01$ ).

De acuerdo con los criterios de evaluación financiera se puede observar que el valor presente neto (VPN), a la tasa de descuento

de costo de capital, revela que el proyecto dependiendo del mecanismo de financiación y del aumento o disminución del 5% sobre el valor unitario del producto, estaría generando una riqueza adicional a excepción de la simulación sin financiación y con descuento del 5% sobre el precio unitario del pescado (Tabla 2). Igualmente, se encontró que la relación costo - beneficio es inferior a uno, indicando que no se alcanzaría a recuperar cada unidad monetaria invertida. Los mejores escenarios financieros se encuentran en las simulaciones que consideran financiación, donde la relación beneficio-costos sería superior a uno y el periodo de recuperación de la inversión sería de 7 años (Tabla 2), mientras que la Tasa

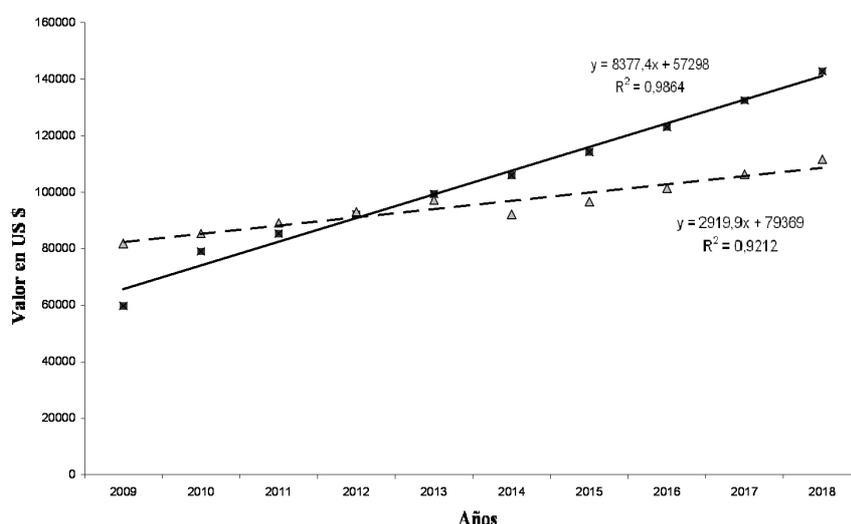


Figura 2. Comportamiento en el tiempo de proyección de los costos directos (■—) e indirectos (▲--) y modelos lineales de la regresión.

Tabla 1. Comparación financiera entre modelos y sistemas de cultivo para la presentación ahumada del pargo rayado (*Lutjanus synagris*) a lo largo de 10 años de proyección.

| Modelo                 | Sistema        | Ingreso US\$* | Costo Total US\$** | Utilidad Neta US\$ |
|------------------------|----------------|---------------|--------------------|--------------------|
| <b>Jaulas Flotante</b> | Extensivo      | 142.312       | 103.715            | 38.597             |
|                        | Semi-intensivo | 144.243       | 126.783            | 17.460             |
|                        | Intensivo      | 204.078       | 129.100            | <b>74.978</b>      |
| <b>Estanques</b>       | Extensivo      | 129.735       | 107.481            | 22.254             |
|                        | Semi-intensivo | 143.211       | 142.713            | 498                |
|                        | Intensivo      | 183.633       | 145.087            | 38.546             |

\* Deduciendo costos de procesamiento, empaque y conservación.

\*\* Costos fijos + Costos variables



Interna de Retorno (TIR) sería superior a la tasa de descuento del proyecto, que para el presente estudio fue establecida en 18,96% con base en las fuentes financiadoras (INCUAGRO, FINAGRO, bancos, inversionistas). En relación con el análisis de la TIR vs. la tasa promedio de interés

que se puede recibir de los bancos (costo de oportunidad), se encontró que a medida que el proyecto va creciendo el costo de oportunidad se va acercando más a la TIR y los demás criterios de evaluación van bajando, haciendo que el proyecto pierda rentabilidad (Tabla 3).

Tabla 2. Criterios de evaluación financiera para el modelo de cultivo intensivo de pargo rayado (*Lutjanus synagris*) en jaulas flotante y comercialización ahumado bajo diferentes fuentes de financiación y variando  $\pm$  5% el precio unitario del producto (valores expresados en US \$). VPN: Valor Presente Neto; TIR: Tasa Interna de Retorno; PRI: Periodo de Recuperación de la Inversión; VPUE: Valor Periódico Uniforme Equivalente.

| Criterios de evaluación | Con financiación | Sin Financiación | Con Financiación +5% | Con Financiación -5% | Sin Financiación +5% | Sin Financiación -5% |
|-------------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| VPN Ingresos            | 285.456,66       | 360.228,90       | 334.234,44           | 236.678,88           | 409.006,69           | 311.451,13           |
| VPN Inversión           | 172.629,32       | 332.629,32       | 172.629,32           | 172.629,32           | 332.629,32           | 332.629,32           |
| VPN                     | 112.827,34       | 27.599,59        | 161.605,12           | 64.049,56            | 76.377,36            | -21.178,19           |
| Costo/Beneficio         | 1,65             | 1,08             | 1,93                 | 1,37                 | 1,23                 | 0,94                 |
| TIR                     | 0,29             | 0,20             | 0,33                 | 0,25                 | 0,23                 | 0,18                 |
| PRI                     | 7 Años           | 9 Años           | 7 Años               | 7 Años               | 9 Años               | No recupera          |
| VPUE                    | 25.960,22        | 6.350,33         | 37.183,40            | 14.737,04            | 17.573,52            | -4.872,85            |

Tabla 3. Costos de oportunidades vs. TIR (Tasa Interna de Retorno; valores presentados en US\$). VPN: Valor Presente Neto; B/C: Relación beneficio/costo.

| Costo de oportunidad % | VPN Ingresos | VPN Egresos | VPN        | B/C  | TIR % |
|------------------------|--------------|-------------|------------|------|-------|
| 0                      | 1'052.455,82 | 172.629,32  | 879.826,50 | 6,10 | 29,18 |
| 3                      | 825.975,14   | 172.629,32  | 653.345,82 | 4,78 | 29,18 |
| 6                      | 657.341,76   | 172.629,32  | 484.712,44 | 3,81 | 29,18 |
| 9                      | 530.325,82   | 172.629,32  | 357.696,50 | 3,07 | 29,18 |
| 12                     | 433.579,91   | 172.629,32  | 260.950,59 | 2,51 | 29,18 |
| 15                     | 359.082,95   | 172.629,32  | 186.453,63 | 2,08 | 29,18 |
| 18                     | 301.105,50   | 172.629,32  | 128.476,17 | 1,74 | 29,18 |
| 21                     | 255.513,86   | 172.629,32  | 82.884,54  | 1,48 | 29,18 |
| 24                     | 219.296,92   | 172.629,32  | 46.667,60  | 1,27 | 29,18 |
| 27                     | 190.240,93   | 172.629,32  | 17.611,61  | 1,10 | 29,18 |
| 30                     | 166.703,83   | 172.629,32  | -5.925,49  | 0,97 | 29,18 |
| 33                     | 147.457,15   | 172.629,32  | -25.172,17 | 0,85 | 29,18 |
| 36                     | 131.574,16   | 172.629,32  | -41.055,16 | 0,76 | 29,18 |
| 39                     | 118.350,12   | 172.629,32  | -54.279,21 | 0,69 | 29,18 |
| 42                     | 107.244,90   | 172.629,32  | -65.384,42 | 0,62 | 29,18 |
| 45                     | 97.841,43    | 172.629,32  | -74.787,89 | 0,57 | 29,18 |
| 48                     | 89.815,21    | 172.629,32  | -82.814,11 | 0,52 | 29,18 |
| 51                     | 82.912,00    | 172.629,32  | -89.717,32 | 0,48 | 29,18 |
| 54                     | 76.931,19    | 172.629,32  | -95.698,13 | 0,45 | 29,18 |

Finalmente, el análisis de impacto ambiental que generaría la implementación del proyecto en el área geográfica de interés, reveló que los disturbios de mayor importancia y magnitud están asociados a las etapas de construcción, de instalaciones en tierra y adecuaciones de

las jaulas flotantes (Tabla 4). Adicionalmente, la matriz de Leopold permitió identificar que la modificación y transformación del suelo son las actividades que generarían impacto negativo en la mayoría de los componentes ambientales susceptibles (Tabla 5).

Tabla 4. Índice de magnitud e importancia de impacto ambiental de las actividades realizadas durante las fases de construcción, implementación y funcionamiento del cultivo de pargo rayado (*Lutjanus synagris*)

| Actividad                            | Subactividad                   | Factores ambientales | Magnitud | Importancia |
|--------------------------------------|--------------------------------|----------------------|----------|-------------|
| <b>Remoción de la capa vegetal</b>   | Puesto de Bomba                |                      | -1       | 2           |
|                                      | Piscina padrotes               |                      | -1       | 2           |
|                                      | Reservorio                     |                      | -2       | 3           |
|                                      | Laboratorios y administrativos |                      | -2       | 3           |
|                                      | Almacén y vivienda             |                      | -2       | 2           |
|                                      | Carretera                      |                      | -1       | 2           |
|                                      | Piscina oxidación              |                      | -2       | 3           |
|                                      |                                |                      | -1       | 2           |
| <b>Movimiento de tierra</b>          | Puesto de bomba                |                      | -1       | 1           |
|                                      | Piscina padrotes               |                      | -1       | 4           |
|                                      | Reservorio                     |                      | -2       | 5           |
|                                      | Laboratorio y administración   |                      | -1       | 2           |
|                                      | Planta procesamiento           |                      | -1       | 2           |
|                                      | Almacén y vivienda             |                      | -1       | 2           |
|                                      | Carretera                      |                      | -1       | 2           |
|                                      | Tuberías                       |                      | -1       | 2           |
|                                      | Piscina oxidación              |                      | -1       | 3           |
| <b>Instalación de tuberías</b>       | Estanques                      |                      | -1       | 2           |
|                                      | Aguas negras                   |                      | -1       | 2           |
|                                      | Agua potable Laboratorio       |                      | -1       | 2           |
|                                      |                                |                      | -1       | 2           |
| <b>Construcción de instalaciones</b> | Laboratorio y administración   |                      | -5       | 6           |
|                                      | Puesto de bomba.               |                      | -2       | 5           |
|                                      | Planta procesamiento           |                      | -4       | 6           |
|                                      | Almacén y vivienda             |                      | -4       | 6           |
|                                      | Carreteras                     |                      | -6       | 7           |
| <b>Construcción en agua</b>          | Muelle flotante                |                      | -6       | 7           |
|                                      | Colocación de jaulas           |                      | -6       | 7           |
| <b>Criopreservación</b>              | Captura inicial padrotes       |                      | -1       | 1           |
|                                      | Criopreservación               |                      | -1       | 1           |
| <b>Reproducción</b>                  | Captura de hembras             |                      | -1       | 1           |
|                                      | Proceso reproductivo           |                      | -1       | 1           |
| <b>Larvicultura</b>                  | Alimentación                   |                      | -1       | 1           |
|                                      | Recambios de agua              |                      | -1       | 1           |
| <b>Levante y engorde</b>             | Alimentación                   |                      | -1       | 1           |
|                                      | Mantenimiento                  |                      | -1       | 1           |
| <b>Cosecha</b>                       | Recolección.                   |                      | +1       | 2           |
| <b>Procesamiento</b>                 | Muerte y viscerado             |                      | -2       | 5           |
|                                      | Lavado                         |                      | -1       | 3           |
|                                      | Congelación                    |                      | -1       | 1           |
|                                      | Empaquetamiento                |                      | -1       | 3           |

Valores entre 1 – 10, siendo 1 muy baja y 10 extrema (Lawrence, 2003).

\*\* Factor poco relevante debido a que la captura no es muy extensa.

Tabla 5. Matriz de Leopold para la evaluación del impacto ambiental generado por las diversas actividades asociadas a la construcción e implementación del proyecto.

|                          |                         | Negativo<br>Positivo               | ACCIONES DEL PROYECTO     |                    |              |                      |                      |                      |                   |                              |                         |                       |                    |                 |                          |               |                          |                    |          |                           |          |              |          |                     |                                 |                                       |                           |                      |                              |                       |
|--------------------------|-------------------------|------------------------------------|---------------------------|--------------------|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|------------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------|--------------------------|---------------|--------------------------|--------------------|----------|---------------------------|----------|--------------|----------|---------------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------|
|                          |                         |                                    | modificación              |                    |              |                      |                      | transformación suelo |                   |                              |                         |                       | procesos           |                 | renovación               |               | cambios de tráfico       |                    |          | tratamiento desechos      |          |              | químicos |                     |                                 |                                       |                           |                      |                              |                       |
|                          |                         |                                    | alteración cubierta suelo | alteración drenaje | canalización | ruidos y vibraciones | carreteras y puentes | caminos y senderos   | barreras y cercos | muelles y terminales marinos | excavaciones y rellenos | tuneles y estructuras | generación energía | tala de árboles | almacenamiento productos | reforestación | aplicación fertilizantes | reciclado desechos | camiones | tráfico en ríos y canales | senderos | comunicación | ductos   | disposición basuras | descargas de afluentes líquidos | lagunas de estabilización y oxidación | emisiones fijas y móviles | lubrificantes usados | estabilización química suelo | aplicación pesticidas |
| FACTORES AMBIENTALES     | agua                    | superficial                        |                           |                    |              |                      |                      |                      |                   |                              |                         |                       |                    |                 |                          |               |                          |                    |          |                           |          |              |          |                     |                                 |                                       |                           |                      |                              |                       |
|                          | agua                    | calidad                            |                           |                    |              |                      |                      |                      |                   |                              |                         |                       |                    |                 |                          |               |                          |                    |          |                           |          |              |          |                     |                                 |                                       |                           |                      |                              |                       |
|                          | atmosfera               | calidad (gases, partículas)        |                           |                    |              |                      |                      |                      |                   |                              |                         |                       |                    |                 |                          |               |                          |                    |          |                           |          |              |          |                     |                                 |                                       |                           |                      |                              |                       |
|                          | procesos                | erosión                            |                           |                    |              |                      |                      |                      |                   |                              |                         |                       |                    |                 |                          |               |                          |                    |          |                           |          |              |          |                     |                                 |                                       |                           |                      |                              |                       |
|                          |                         | sedimentación y precipitación      |                           |                    |              |                      |                      |                      |                   |                              |                         |                       |                    |                 |                          |               |                          |                    |          |                           |          |              |          |                     |                                 |                                       |                           |                      |                              |                       |
|                          | flora                   | árboles                            |                           |                    |              |                      |                      |                      |                   |                              |                         |                       |                    |                 |                          |               |                          |                    |          |                           |          |              |          |                     |                                 |                                       |                           |                      |                              |                       |
|                          |                         | microflora                         |                           |                    |              |                      |                      |                      |                   |                              |                         |                       |                    |                 |                          |               |                          |                    |          |                           |          |              |          |                     |                                 |                                       |                           |                      |                              |                       |
|                          |                         | plantas acuáticas                  |                           |                    |              |                      |                      |                      |                   |                              |                         |                       |                    |                 |                          |               |                          |                    |          |                           |          |              |          |                     |                                 |                                       |                           |                      |                              |                       |
|                          |                         | especies amenazadas                |                           |                    |              |                      |                      |                      |                   |                              |                         |                       |                    |                 |                          |               |                          |                    |          |                           |          |              |          |                     |                                 |                                       |                           |                      |                              |                       |
|                          |                         | barreras                           |                           |                    |              |                      |                      |                      |                   |                              |                         |                       |                    |                 |                          |               |                          |                    |          |                           |          |              |          |                     |                                 |                                       |                           |                      |                              |                       |
|                          | fauna                   | corredores                         |                           |                    |              |                      |                      |                      |                   |                              |                         |                       |                    |                 |                          |               |                          |                    |          |                           |          |              |          |                     |                                 |                                       |                           |                      |                              |                       |
|                          |                         | aves                               |                           |                    |              |                      |                      |                      |                   |                              |                         |                       |                    |                 |                          |               |                          |                    |          |                           |          |              |          |                     |                                 |                                       |                           |                      |                              |                       |
|                          |                         | animales terrestres (reptiles)     |                           |                    |              |                      |                      |                      |                   |                              |                         |                       |                    |                 |                          |               |                          |                    |          |                           |          |              |          |                     |                                 |                                       |                           |                      |                              |                       |
|                          |                         | pecados y mariscos                 |                           |                    |              |                      |                      |                      |                   |                              |                         |                       |                    |                 |                          |               |                          |                    |          |                           |          |              |          |                     |                                 |                                       |                           |                      |                              |                       |
|                          |                         | organismos bentónicos              |                           |                    |              |                      |                      |                      |                   |                              |                         |                       |                    |                 |                          |               |                          |                    |          |                           |          |              |          |                     |                                 |                                       |                           |                      |                              |                       |
|                          | uso del suelo           | barreras                           |                           |                    |              |                      |                      |                      |                   |                              |                         |                       |                    |                 |                          |               |                          |                    |          |                           |          |              |          |                     |                                 |                                       |                           |                      |                              |                       |
|                          |                         | corredores                         |                           |                    |              |                      |                      |                      |                   |                              |                         |                       |                    |                 |                          |               |                          |                    |          |                           |          |              |          |                     |                                 |                                       |                           |                      |                              |                       |
|                          |                         | vida silvestre y espacios abiertos |                           |                    |              |                      |                      |                      |                   |                              |                         |                       |                    |                 |                          |               |                          |                    |          |                           |          |              |          |                     |                                 |                                       |                           |                      |                              |                       |
|                          |                         | forestal                           |                           |                    |              |                      |                      |                      |                   |                              |                         |                       |                    |                 |                          |               |                          |                    |          |                           |          |              |          |                     |                                 |                                       |                           |                      |                              |                       |
|                          |                         | residencial                        |                           |                    |              |                      |                      |                      |                   |                              |                         |                       |                    |                 |                          |               |                          |                    |          |                           |          |              |          |                     |                                 |                                       |                           |                      |                              |                       |
| estatus cultural         | comercial               |                                    |                           |                    |              |                      |                      |                      |                   |                              |                         |                       |                    |                 |                          |               |                          |                    |          |                           |          |              |          |                     |                                 |                                       |                           |                      |                              |                       |
|                          | industrial              |                                    |                           |                    |              |                      |                      |                      |                   |                              |                         |                       |                    |                 |                          |               |                          |                    |          |                           |          |              |          |                     |                                 |                                       |                           |                      |                              |                       |
|                          | modos de vida           |                                    |                           |                    |              |                      |                      |                      |                   |                              |                         |                       |                    |                 |                          |               |                          |                    |          |                           |          |              |          |                     |                                 |                                       |                           |                      |                              |                       |
| estructuras artificiales | salud y seguridad       |                                    |                           |                    |              |                      |                      |                      |                   |                              |                         |                       |                    |                 |                          |               |                          |                    |          |                           |          |              |          |                     |                                 |                                       |                           |                      |                              |                       |
|                          | empleo                  |                                    |                           |                    |              |                      |                      |                      |                   |                              |                         |                       |                    |                 |                          |               |                          |                    |          |                           |          |              |          |                     |                                 |                                       |                           |                      |                              |                       |
|                          | estructuras             |                                    |                           |                    |              |                      |                      |                      |                   |                              |                         |                       |                    |                 |                          |               |                          |                    |          |                           |          |              |          |                     |                                 |                                       |                           |                      |                              |                       |
|                          | redes de transporte     |                                    |                           |                    |              |                      |                      |                      |                   |                              |                         |                       |                    |                 |                          |               |                          |                    |          |                           |          |              |          |                     |                                 |                                       |                           |                      |                              |                       |
|                          | servicios públicos      |                                    |                           |                    |              |                      |                      |                      |                   |                              |                         |                       |                    |                 |                          |               |                          |                    |          |                           |          |              |          |                     |                                 |                                       |                           |                      |                              |                       |
|                          | eliminación de desechos |                                    |                           |                    |              |                      |                      |                      |                   |                              |                         |                       |                    |                 |                          |               |                          |                    |          |                           |          |              |          |                     |                                 |                                       |                           |                      |                              |                       |

## DISCUSIÓN

El planeamiento del cultivo piloto de pargo rayado (*Lutjanus synagris*) en el Caribe colombiano implica el análisis de los costos e ingresos, de tal manera que mediante el diagnóstico del costo de oportunidad y la proyección de las utilidades que hacen viable la inversión se permita que la implementación de este cultivo sea una actividad productiva y competitiva en el contexto económico nacional. Se pudo evidenciar en términos económicos, que la implementación de modelos de cultivos en jaulas flotantes es un mecanismo novedoso, pertinente y rentable para la especie de interés por su naturaleza marina, debido a que se conduce a la reducción de los costos de infraestructura en tierra y maquinaria, además que facilitan el control de ciertas variables ambientales asociadas a la biología y ecología de los peces como son la temperatura, el fotoperiodo, los nutrientes en el agua, la circulación del agua, etc. (García-

Cagide et al., 2001). A la vez, poder trasladarse a diferentes zonas o profundidades del cuerpo de agua, tendrán efecto sobre la reproducción y sobrevivencia de los peces que para el presente estudio son factores de importancia económica. Adicionalmente, se evidencia que la integración del modelo de jaulas flotantes con el sistema intensivo de cultivo generaría mayores utilidades (Tabla 1).

Debido al menor tiempo que permanecen los peces en encierro para alcanzar las tallas comerciales y aunque estos requieran mayor cuidado y control, la biomasa que puede obtenerse es mayor por unidad de tiempo que en los demás sistemas de cultivo y por ende las ganancias son mayores. No obstante, existen experiencias con especies marinas, como el salmón *Oncorhynchus kistuch*, en donde la utilización de jaulas flotantes, con sistemas intensivos de cría, es menos rentable que el uso de estanques costeros, debido a que estos últimos permiten un mejor tratamiento



de patologías y una dosificación de alimento, reduciendo costos directos e indirectos de la producción; aunque se enfrentan a un fuerte factor limitante como es la disponibilidad de oxígeno disuelto (Medina et al., 1993). El sistema semi-intensivo presentaría valores muy bajos en utilidades (Tabla 1), principalmente asociado al costo del alimento concentrado y el uso de insumos. Igualmente, en este caso la inversión en activos fijos sería muy similar a la realizada para el sistema de cultivo intensivo, pero con una utilidad neta mucho menor, por lo cual al tener menor balance de producción, se disminuiría el presupuesto de ventas y se generarían valores unitarios mayores para el producto, que no compiten con los demás sistemas de cultivo.

En general, todas las formas de presentación comercial del pescado son rentables, pero se generan diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) en la proyección mediante la venta de pargo ahumado por efecto del valor agregado. Se proyectan mejores resultados cuando se manejan financiaciones y un aumento del 5 % sobre el precio por unidad, ya que se recuperaría la inversión y se obtendría una ganancia adicional de 93 % por unidad monetaria invertida. La situación más desfavorable ocurriría cuando no existe financiación y se reduce el precio del producto en un 5 %, debido a que no se alcanzaría a recuperar la inversión en los 10 años del proyecto, lo cual se puede confirmar con la relación costo-beneficio que llegaría solamente a 0,94. El periodo de recuperación de la inversión sería de siete años para los escenarios que consideran financiación (Tabla 2) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) sería superior en el mismo periodo, considerando la tasa de descuento del proyecto (18,95%), lo que indica que con los demás criterios de evaluación, el presente proyecto es favorable bajo los supuestos establecidos en la evaluación financiera. El análisis de costo de oportunidad permite ver una pérdida en la rentabilidad del proyecto, debido a que a medida que va creciendo el costo de oportunidad, se acerca a la TIR, por lo cual una estrategia para conseguir mayor rendimiento podría ser consiguiendo un costo de oportunidad menor (Tabla 3).

El desarrollo de análisis de impacto ambiental que ocasionaría la implementación y funcionamiento

del proyecto es de vital importancia por la incidencia directa que tienen en los costos asociados al mismo. Aunque el presente estudio muestra de manera preliminar los posibles disturbios e impactos generados por las diversas actividades involucradas en la construcción de instalaciones, producción y procesamiento de los productos acuícolas (Tabla 4 y 5), no deben subestimarse, debido a que los diferentes y complejos efectos ambientales que el cultivo de peces llega a ocasionar bajo un manejo poco adecuado, puede llegar a repercutir sobre el éxito del cultivo (Medina et al., 1993). Por lo que el uso de jaulas flotantes debe considerar las debilidades que presenta frente al uso de estanque en tierra, debido a que estos últimos permiten el uso de filtros y el tratamiento de efluentes (Seymour y Bergheim, 1991), aunque implican mayores costos asociados con maquinaria y bombeo del agua.

Es prudente indicar que la producción esperada y las estimaciones de costos se fundamentan en las proyecciones y modelos técnicos establecidos en el proyecto piloto y que aún no se han obtenido los resultados experimentales que permitan ajustar la información existente y elaborar los paquetes técnico-económicos pertinentes. No obstante, los resultados del análisis se consideran de gran utilidad para que se realicen las modificaciones requeridas en términos de diseño experimental y se adelante un seguimiento detallado del uso y costo de insumos según lo establecido en el proyecto.

## AGRADECIMIENTOS

El presente estudio hace parte de una serie de investigaciones inter y transdisciplinarias en el marco del proyecto de aprovechamiento social, biológico y económico del pargo rayado *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758), del Centro de Investigaciones en Zoología y Ecología Marina (CIZEM). Se ha involucrando trabajos de grado de estudiantes del Programa de Biología, Antropología, Ingeniería Pesquera y Contaduría de la Universidad del Magdalena. Los autores agradecen a la administradora Carolina Barón y al economista Juan Antonio Cobaleda por la colaboración y asesoría durante la realización del proyecto.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, Q.J. 1986. Clasificación del estuario antiguo cauce del río Sinú. Tesis Oceanografía Física, Escuela Naval "ALMIRANTE PADILLA", Cartagena, 108 p.
- Arévalo, J. 1996. Caracterización trófica y reproductiva de las poblaciones de *Lutjanus analis* y *Lutjanus synagris* en el Parque Nacional Tayrona, Caribe Colombiano. Tesis de Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, 123 p.
- Barros-Jiménez, M., D.J. Correa y M.L. Manjarrés. 1996. Análisis biológico pesquero del Pargo Rayado *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758) en el área de Santa Marta, Caribe Colombiano. Boletín Científico INPA 4:79-105.
- Carrasco, M. 2000. Análisis económico - ambiental del sistema de tratamiento de los lodos ácidos vía extracción del ácido. Ingeniería UC 7 (2): 64-72.
- Claro, R. y K.C. Lindeman. 2004. Biología y manejo de los pargos (Lutjanidae) en el Atlántico occidental. Instituto de Oceanología, CITMA, La Habana, Cuba, 472 p.
- CCI. Corporación Colombia Internacional. 2008. El comercio internacional de productos acuícolas y pesqueros durante el año 2007. Boletín mensual Sistema de Información de Pesca y Acuicultura 20: 1-3. [http://www.cci.org.co/cci/cci\\_x/datos/BoletinesIncoder/Mensual/BolFeb2008.pdf](http://www.cci.org.co/cci/cci_x/datos/BoletinesIncoder/Mensual/BolFeb2008.pdf)
- CVS. Corporación Autónoma Regional de los Valles de Sinú y San Jorge. 2003. Plan de manejo integral de los manglares de la zona de uso sostenible del sector estuarino de la bahía de Cispatá, Córdoba. 47 p.
- FAO. 2008. Perfiles sobre la pesca y la acuicultura por países "Colombia". Roma: FAO, 218 p. [http://www.fao.org/fishery/countrysector/FI-CP\\_CO/es](http://www.fao.org/fishery/countrysector/FI-CP_CO/es)
- Gaitán-Espítia, J.D., C. Borrero, M. Martínez, L. Ramírez y J.P. Valencia. 2009. Criopreservación de esperma del pargo rayado *Lutjanus synagris* bajo diferentes métodos de congelamiento. En: Memorias XXIX Congreso de Ciencias del Mar, Sociedad Chilena de Ciencias del Mar, 77 p.
- García, J.M. 2000. The Environmental impacts evaluation-matrix: a new didactical proposal for teaching of Earth and Environmental Sciences. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra 8 (3): 233-238.
- García-Cagide, A., R. Claro y B.V. Koshelev. 2001. Reproductive patterns of fishes of the Cuban shelf. pp. 73-114. En: Claro, R., K.C. Lindeman and L.R. Parenti, (Eds.). Ecology of the Marine Fishes of Cuba. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C. USA.
- Gómez, G., R. Guzmán y R. Chacón. 2001. Parámetros reproductivos y poblacionales de *Lutjanus synagris* en el Golfo de Paría, Venezuela. Zootecnia Trop. 19(3): 335-357.
- Gómez, P. 2002. Identificación de stocks de pargo rayado *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758), en el área Norte del Caribe Colombiano. Santa Marta, 2002. Trabajo de Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá. 148 p.
- Gómez-Canchong, P., D.J. Rodríguez, J. Arévalo y L. Manjarrés. 2004. Identificación de stocks de pargo rayado *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758) en el área norte del Caribe Colombiano. pp. 155-179. En: L. Manjarrés (ed.). Pesquerías demersales del área norte del Mar Caribe de Colombia y parámetros biológico-pesqueros y poblacionales del recurso pargo. INPA, COLCIENCIAS, Universidad del Magdalena. Santa Marta, 317 p.
- INCODER (Instituto Colombiano de Desarrollo Rural) y CCI (Corporación Colombia Internacional). 2007. Pesca y Acuicultura Colombia 2006. Corporación Colombia Internacional. Bogotá, Colombia, 138 p.
- INVEMAR. 2004a. Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia: Año 2003. Serie de Publicaciones Periódicas 8: 1-347.
- INVEMAR. 2004b. Plan de seguimiento y monitoreo de la zona deltaica estuarina del río Sinú. Tres primeros años (noviembre de 2000 a diciembre de 2003). Informe de avance para la Empresa Urrá S.A. E.S.P. Santa Marta, 380 p.
- Lawrence, D.P. 2003. Environmental Impact Assessment: Practical Solutions to Recurrent Problems. John Wiley & Sons, Inc., New York, 575 p.
- Leopold, L.B. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. U.S. Geological Survey Circular 645. Washington, 13 p.
- Manjarrés, L., G. Rodríguez, J. Torres, A. Vergara, E. Arteaga, J. Arévalo, R. Galvis, J. Rodríguez y J. Viaña. 1996. Cruce de evaluación de recursos demersales en el Caribe colombiano. INPA-VECEP/INVEMAR/DEMÉR/9502. Informe final, INPA, VECEP, Santa Marta, 30p.
- Medina, A., N. Pardo, O. Vargas, J. Uribe y A. Buschmann. 1993. Un estudio comparativo del cultivo de *Oncorhynchus kisutch* W. en estanques costeros y balsas jaulas en el sur de Chile. Rev. Biol. Mar. Oceanogr. 28: 247-259.
- Muhlía, A., D. Guerrero, J. Rodríguez, J. Arvizu, y F. Gutiérrez. 1996. Growth and survival of the pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* related to density in experimental conditions in tidal ponds in la Paz, Baja California Sur, México. Book abstracts world Aquaculture. The 1996 Annual meeting of the World Aquaculture Society. Bangkok, Thailand, 265 p.
- Phelps, R. K., R. Scott y J. Duffy. 1996. Induced spawning of the red snapper *Lutjanus campechanus*, using three different hormone treatments. Book abstracts world Aquaculture The 1996 Annual meeting of the World Aquaculture Society. Bangkok, Thailand, 305 p.
- Seymour, E.A. y A. Bergheim. 1991. Towards a reduction of pollution from intensive aquaculture with reference to the farming of salmonids in Norway. Aquacult. Eng. 10: 73 - 88.
- Tucker, J.W. y D. E. Jory. 1991. Marine fish culture in the Caribbean region. World Aquacult. 22(1): 10-27.

Fecha de recepción: 25/05/2009  
Fecha de aceptación: 19/02/2010

