

**MANEJO AMBIENTAL EN *SEAFLOWER*:
RESERVA DE BIÓSFERA EN EL
ARCHIPIÉLAGO DE SAN ANDRÉS,
PROVIDENCIA Y SANTA CATALINA**

Andrés Sánchez Jabba

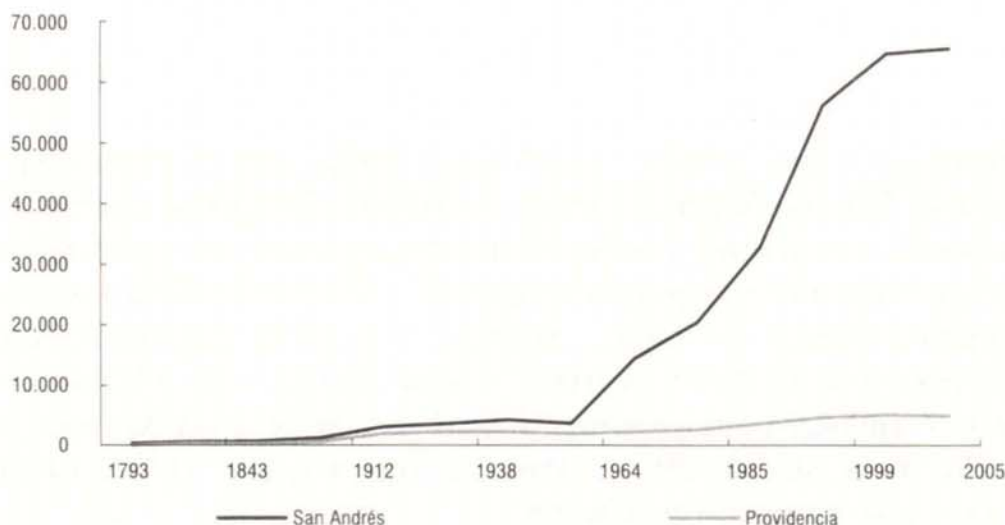
El autor es economista del Centro de Estudios Económicos Regionales del Banco de la República.

Las opiniones expresadas en este capítulo son responsabilidad del autor y no comprometen al Banco de la República ni a su Junta Directiva.

El archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina es un lugar único en Colombia. Sus ecosistemas marinos y costeros albergan su célebre “mar de siete colores”, el cual atrae a miles de turistas cada año. La población nativa, los raizales, cuenta con su propia lengua: el *creole*, (o criollo sanandresano), una variante caribeña del inglés. Además, se trata de una zona compuesta esencialmente por territorio marino, lo que implica una relación entre el hombre y el ambiente completamente distinta a la de otras regiones colombianas. Sin duda, se trata de un territorio especial, que ha sido catalogado como un paraíso en medio del Caribe.

En el caso particular de la isla de San Andrés, la principal del archipiélago, lo anterior no corresponde del todo a su realidad, pues ha experimentado un considerable deterioro ambiental. La calidad de sus playas ha disminuido como resultado de la contaminación y la erosión, y una proporción significativa de los arrecifes coralinos ha muerto. Por otro lado, la continentalización de la isla (Meisel, 2005) ha marginado a los raizales, quienes actualmente son una minoría en su propia tierra. Adicionalmente, la población ha aumentado exponencialmente, hasta el punto de que es catalogada como una de las islas más densamente pobladas del Caribe (Gráfico 1). Sumado a esto, el crecimiento demográfico no ha sido combinado con un modelo de desarrollo sostenible. Esta situación es agudizada por el hecho de que la mayoría de los continentales provienen de estratos socioeconómicos relativamente bajos, factor que desfavorece el desarrollo sostenible. Además, recientemente la isla ha enfrentado problemas de seguridad, pues la incidencia del homicidio aumentó de manera considerable. Finalmente, y no menos importante, la isla se configuró como un destino turístico masivo, lo que ha desbordado la capacidad de carga del ecosistema.

En contraste, Providencia permanece como un paraíso en medio del Caribe, con un enorme potencial para convertirse en un modelo de desarrollo sostenible, ya que el grado de intervención ha sido mínimo. En cierta forma, la Providencia actual se asemeja al San Andrés de la primera mitad del siglo xx antes de que fuera declarada como puerto libre y, por tanto, fuera abruptamente intervenida. En Providencia la población se mantiene estable y el volumen de turistas es significativamente bajo. Igualmente, el deterioro de los ecosistemas de la isla es mínimo y los raizales siguen representando la

GRÁFICO 1. POBLACIÓN DE SAN ANDRÉS Y PROVIDENCIA

Fuentes: Meisel (2005) y DANE.

mayoría de la población. Es decir, se ha respetado la capacidad de carga de lo que es un territorio insular y el desarrollo que este históricamente ha tenido.

Los problemas de San Andrés van más allá de la competencia de las autoridades locales actuales y se explican a partir de falta de planificación y sostenibilidad en el desarrollo de este territorio insular. Era de esperarse que la construcción del aeropuerto Gustavo Rojas Pinilla y la declaratoria de puerto libre en la década de los cincuenta favorecieran considerablemente el influjo de turistas, comerciantes e inmigrantes continentales colombianos, tal como lo muestra Meisel (2005). Sin embargo, al mismo tiempo era obvio que este incremento significaría un aumento sin precedentes en la generación de residuos, en la explotación marina y en otro tipo de problemas que aún persisten. No obstante, el crecimiento demográfico (Gráfico 1) no fue a la par con una modernización del manejo ambiental. Todo lo contrario: este permaneció inalterado, casi inexistente hasta entrada la década de los noventa. Los residuos líquidos eran vertidos directamente al mar (Díaz *et al.*, 1995); los sólidos, en botaderos; las pesquerías fueron sobreexplotadas y la cobertura coralina en los arrecifes disminuyó considerablemente. Todo lo anterior muestra una falta de sostenibilidad en el manejo de San Andrés, y hay que tener en cuenta que en una isla los impactos ambientales tienden a agudizarse.

Sin embargo, hubo hechos que contribuyeron a mitigar la situación, sobre todo en las últimas décadas. La Ley 99 de 1993 significó la creación de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés,

Providencia y Santa Catalina (Coralina) un par de años más tarde. Posteriormente, la zona recibió reconocimientos que incrementaron el compromiso con la conservación y el desarrollo sostenible de esta área estratégica. En 2000, por ejemplo, fue declarada como Reserva de Biósfera por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco, por su sigla en inglés). Luego, en 2005, una proporción significativa del archipiélago fue declarada como Área Marina Protegida, lo cual representó un compromiso visible por parte del país, pues se trató de un espacio geográfico claramente delimitado, reconocido y dedicado, mediante disposiciones legales, a garantizar la conservación. Esto representó un punto de inflexión, ya que con las responsabilidades asociadas con estas designaciones, y contando con la operatividad de una entidad dedicada con exclusividad al manejo ambiental, junto con el apoyo del gobierno nacional, algunos indicadores biológicos mostraron un proceso de recuperación.

La administración eficiente de los ecosistemas marinos y costeros del archipiélago representa un objetivo fundamental no solo para los habitantes isleños, sino para el país. Esto se debe a que la importancia de este territorio marino se refleja en la provisión de servicios ambientales que también benefician a usuarios externos, como los turistas y, que en el ámbito local, son cruciales para el desarrollo humano. Por ejemplo, el turismo de la isla, el pilar de la economía local, se basa en la calidad de sus playas. Por otro lado, su biodiversidad marina permite capturar especies que son de amplio apetito entre la población.

Teniendo en cuenta lo anterior, resulta contradictoria la situación ambiental de San Andrés, ya que es evidente el deterioro de algunos de los ecosistemas marinos y costeros, los cuales constituyen el principal activo de la isla. En ese orden de ideas, este estudio busca: i) presentar una descripción detallada de algunos de los principales impactos ambientales en el archipiélago, con énfasis en la isla de San Andrés; ii) caracterizar los servicios ambientales provistos por los ecosistemas, y iii) analizar y recomendar mecanismos económicos que permitan asegurar la sostenibilidad financiera de sistemas de manejo que promuevan una administración ambiental eficiente.

1. SEAFLOWER: EL ARCHIPIÉLAGO DE SAN ANDRÉS, PROVIDENCIA Y SANTA CATALINA

El archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina hace parte del territorio colombiano como una de las 33 unidades administrativas de carácter departamental. Este ente territorial se encuentra ubicado en el suroccidente del mar Caribe, a unos 750 kilómetros al noroccidente de la costa

Caribe colombiana. Tiene una superficie aproximada de 300.000 km² y está compuesto por tres islas habitadas: San Andrés, Providencia y Santa Catalina, además de varios islotes, cayos y bancos (Mapa 3, p. 255). San Andrés es la capital departamental y la isla de mayor extensión (27 km²), cuya población alcanzó las 69.463 personas en 2012¹, convirtiéndola en una de las aéreas más densamente pobladas del Caribe; por su lado, Providencia cuenta con 5.078 habitantes.

El archipiélago posee ecosistemas marinos y costeros completos y representativos de la región tropical, como lo son los arrecifes coralinos, manglares, humedales, lagunas arrecifales, pastos marinos, playas, mar abierto y bosque seco tropical (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT, 2004). De acuerdo con Díaz *et al.* (2000), el 76,5% de las aéreas coralinas del Caribe colombiano se encuentra allí. Específicamente, se han identificado 57 especies de coral, de las cuales el 90% se encuentra en la lista roja de especies amenazadas, según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Estos son algunos de los arrecifes coralinos de mar abierto más extensos y productivos del Caribe, los cuales incluyen dos barreras de arrecifales localizadas alrededor de las islas de San Andrés y Providencia, el arrecife de la segunda isla tiene 22 kilómetros de largo y se constituye como uno de los más extensos del mundo.

Se trata de una zona con una importante biodiversidad y endemismo marino (Garzón-Ferreira y Acero, 2002; Roberts *et al.*, 2002). Se han identificado 407 especies de peces, cuando en el Caribe se estima que hay entre 500 y 600, de las cuales dos son endémicas. El 13% de estas especies se encuentra en amenaza y, de hecho, algunas se encuentran en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (Cites, por su sigla en inglés) debido a la sobreexplotación marina que se ha presentado en las pesquerías del archipiélago. Por otro lado, los cayos del norte y las áreas pantanosas de los manglares son principalmente hábitat de aves: se han registrado 157 especies, de las cuales el 55% se encuentra en situación de amenaza, incluyendo dos especies endémicas en peligro de extinción: el víreo de San Andrés (*Vireo caribeaus*) y el sinsonte de manglar (*Mimus magnirostris*). Se trata de un área secundaria de aves endémicas la cual fue clasificada como una *important bird area* en 2004 por parte de BirdLife International, lo que demuestra su importancia ecológica.

¹ Según las proyecciones de población del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).

Debido a su importancia ecológica, el archipiélago fue declarado Reserva de Biósfera en el año 2000 bajo el nombre de *Seaflower* (Mavdt, 2004; Burke y Maidens, 2005; Santos-Martínez, *et al.*, 2009) en honor a la embarcación que trajo a los primeros colonos ingleses a este territorio. Dicho programa fue concebido para integrar la conservación de la biodiversidad, el desarrollo económico y social y el mantenimiento de los valores culturales tradicionales. Su declaración no fue una casualidad, ya que se tuvo que cumplir unos requisitos puntuales y satisfacer un mínimo de condiciones, entre las cuales se encuentran las siguientes:

- Alta biodiversidad
- Posibilidades de ensayo y demostración de desarrollo sostenible con participación comunitaria
- Suficiente importancia para la conservación
- Capacidad administrativa para realizar un plan de zonificación y manejo

Dicha designación convirtió a *Seaflower* en la reserva de biósfera más extensa del mundo y significó una revolución en el manejo ambiental del archipiélago, ya que se debían emprender acciones puntuales que dignificaran el estatus asociado con este reconocimiento internacional. Por ejemplo, tal como se enuncia en los criterios, era necesario realizar un plan de zonificación y de manejo de la reserva, entre otros aspectos que sin duda favorecerían una administración más eficiente.

1.1 ÁREA MARINA PROTEGIDA

El reconocimiento internacional por parte de la Unesco representó un paso fundamental hacia el manejo sostenible del archipiélago; sin embargo, dicha distinción no tuvo repercusiones internas, ya que el país no adoptó las disposiciones legales que aseguraran el cumplimiento de los objetivos ambientales asociados con esta designación, pues se trató de un reconocimiento estrictamente externo. Precisamente, uno de los problemas fue que, a pesar de ser declarada como reserva de la biósfera, en el país *Seaflower* no fue reconocida como un área estratégica para la conservación y el desarrollo sostenible. Como resultado de lo anterior los problemas ambientales persistieron. Para dar solución a esto se estableció el área marina protegida (AMP) *Seaflower* en 2005 por parte del gobierno nacional, hecho que fue decisivo para la protección de los ecosistemas marinos del Archipiélago.

Un AMP es un espacio geográfico claramente delimitado, dedicado a la protección, conservación y restauración de los ecosistemas marinos estratégicos

y sus recursos naturales. Su objetivo consiste en preservar la biodiversidad, alcanzar el uso sostenible y asegurar beneficios equitativos para la comunidad, objetivos que son consistentes con aquellos asociados con su designación como reserva de la biósfera. Precisamente, en el caso de Seaflower el establecimiento del AMP se puede ver como un complemento a dicha designación, ya que la primera se conjuga con disposiciones legales que ejercen cumplimiento sobre los objetivos ambientales.

El AMP Seaflower se encuentra dividida en tres secciones administrativas: sur, centro y norte, y cubre un área total de 65.018 km². La zona sur incluye a San Andrés, cayo Bolívar (Courtown) y cayo Albuquerque, con una extensión que asciende a 14.800 km²; la zona centro incluye a Providencia y Santa Catalina, cubriendo un área de 12.700 km²; la zona norte, los cayos Serrana, Roncador y Quitasueño, con un área de 37.500 km², constituyéndose como la de mayor extensión y representando el 57,7% del área total del AMP. Como se puede observar en el Mapa 8 (p. 260), a pesar de representar el 22% del área de Seaflower, el AMP se constituye como su núcleo, puesto que incluye, además de las islas habitadas, a los bancos y cayos que hacen parte del archipiélago, a excepción de los cayos lejanos del norte (Serranilla, Bajo Nuevo y Bajo Alicia). Dentro de esta se encuentra, un parque nacional natural (McBean Lagoon) y dos parques naturales regionales (Johnny Cay y Old Point), lo que demuestra la importancia del Seaflower desde el punto de vista ambiental².

Para la configuración del AMP, proceso liderado por Coralina, se realizó un proceso de concertación con todos los actores involucrados (pescadores, población nativa, entidades gubernamentales y civiles, operadores de buceo y turismo, entre otros). Este cuenta con un esquema de zonificación basado en múltiples usos³, el cual reduce los conflictos entre los distintos usuarios del AMP, pues reconoce que hay diversos intereses. No obstante, al mismo tiempo garantiza la conservación de zonas estratégicas y sus recursos naturales, ya que hay zonas donde está prohibido el ingreso y otras donde no se pueden extraer recursos naturales. Los usos específicos del AMP y su proporción dentro del área total son los siguientes:

- **No entre:** el uso se encuentra restringido a la investigación y monitoreo (0,2%).
- **No tome:** se permite únicamente actividades no extractivas (3,4%).

² McBean Lagoon es el primer parque nacional dedicado a los manglares.

³ Para consultar tanto la zonificación como el plan de manejo del AMP Seaflower, consúltese www.coralina.gov.co/intranet/index.php?option=com_docman&Itemid=88889127&lang=es

- **Pesca artesanal:** pesca artesanal con métodos y usuarios tradicionales (3,1%).
- **Uso especial:** para usos específicos en los cuales hay un alto potencial de conflicto (0,1%).
- **Uso general:** restricciones mínimas aplican para proteger la calidad del agua y preservar el AMP (93,2%).

2. PESQUERÍAS

La pesca ha sido practicada por la población nativa de Seaflower desde hace siglos. Aparte de constituir una de sus principales tradiciones, representa un medio de subsistencia que permite garantizar la seguridad alimentaria de la población, constituyéndose como una de las actividades sobre las cuales se ha sustentado la vida en el archipiélago.

Aunque el aporte de esta actividad al ingreso departamental no refleja su importancia (en 2010 la pesca representó el 2,1% del PIB departamental), en realidad Seaflower contiene algunas de las pesquerías más importantes de Colombia, razón por la cual se desarrolla una importante explotación comercial de especies marinas. El archipiélago aporta el 95% de la producción nacional asociada con el caracol Pala y el 85% de la producción de langosta espinosa, siendo esta última una de las especies marinas con mayor valor comercial en el Gran Caribe.

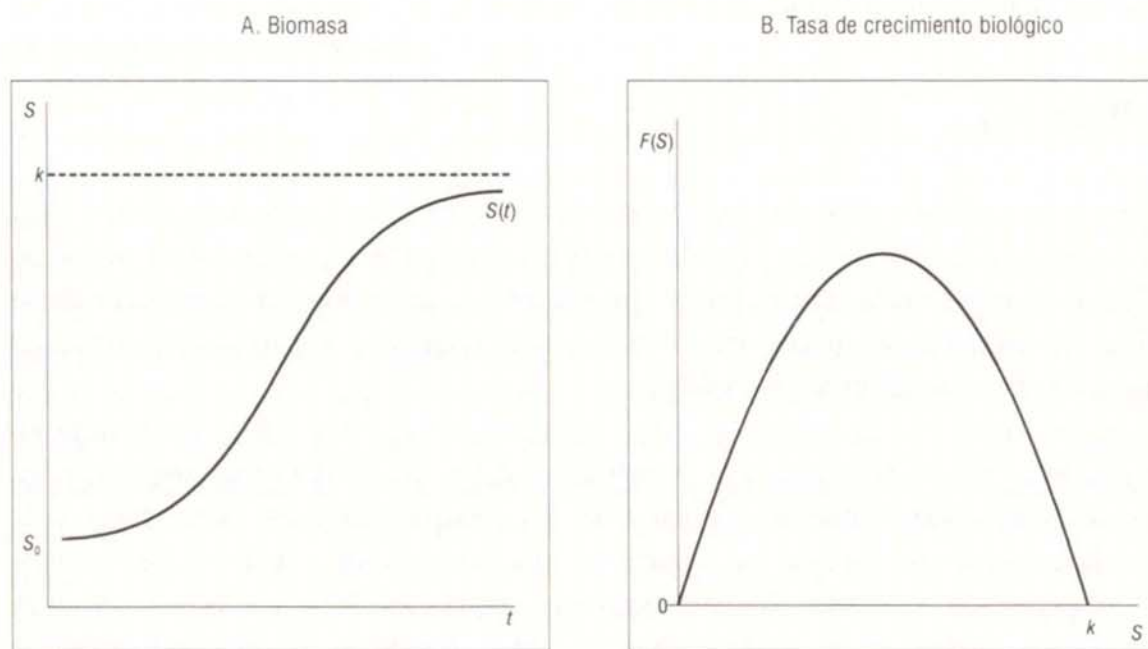
Por ende, basándonos en la importancia de estas pesquerías, vale la pena analizar su manejo. En la administración de este tipo de recursos naturales, cuando los niveles de captura no respetan la tasa de crecimiento biológico, el inventario tiende a reducirse significativamente, llevando la biomasa hacia niveles críticos y, de esa forma, poniendo en riesgo su subsistencia.

2.1. MODELO BIOECONÓMICO DE MANEJO DE PESQUERÍAS

En el manejo de los recursos naturales renovables resulta crucial tener en cuenta que existe una biomasa y que esta tiene determinada tasa de crecimiento. Cuando no existe intervención humana y la población es pequeña, la tasa de expansión biológica es al alza, pues hay mucho espacio y alimento. Sin embargo, a medida que esta se incrementa hay mayor competencia entre los organismos; por tanto, aunque la población siga aumentando, su tasa empieza a decrecer. Esto se mantiene hasta que se alcance la capacidad de carga del ecosistema. Esta dinámica se presenta en la Gráfico 2: t se refiere al tiempo, S al inventario (o la biomasa); k es la capacidad de carga; S_0 es la masa crítica o

el nivel mínimo poblacional requerido para que la biomasa empiece a crecer; $S(t)$ es la biomasa en el momento t ; $F(S)$ es la tasa de crecimiento biológico.

GRÁFICO 2. BIOMASA Y TASA DE CRECIMIENTO BIOLÓGICO DE UNA PESQUERÍA



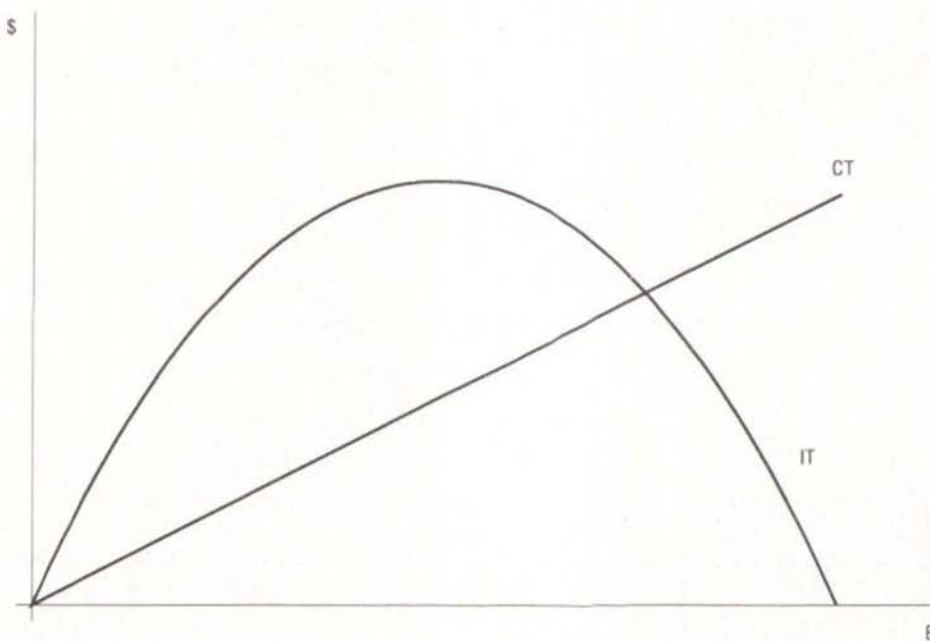
Fuente: Maldonado (2008).

En los modelos bioeconómicos de manejo de pesquerías la tasa de crecimiento biológico es esencial para determinar el nivel de captura. Si este excede dicha tasa, la biomasa empieza a decrecer hasta el punto en que esta puede llegar a ser reducida más allá de su masa crítica: S_0 , caso en el cual el recurso se extingue y se tendría un manejo ineficiente desde el punto de vista biológico. Por otro lado, si el nivel de captura es significativamente inferior a la tasa de crecimiento biológico, se estaría incurriendo en un alto costo de oportunidad, ya que se podría extraer una mayor cantidad del recurso sin poner en riesgo su subsistencia, caso en el cual se tendría un manejo ineficiente de la pesquería desde el punto de vista económico. Como se puede apreciar, la clave subyace en la tasa de crecimiento biológico. Así las cosas, el objetivo consiste en determinar el nivel óptimo de captura, tanto biológica como económicamente, es decir, el nivel que maximice el beneficio económico sin poner en riesgo la subsistencia del recurso natural renovable. En ese sentido, cada uno de los valores de la tasa de expansión biológica (Gráfico 2, panel B) corresponde a un nivel factible de captura.

A su vez, los niveles de captura se encuentran determinados por el esfuerzo pesquero, el cual se puede interpretar como los factores provistos por el hombre para realizar la faena, tales como las embarcaciones, redes, combustible, anzuelos, carnada, insumos y el trabajo de los pescadores (Maldonado, 2008). Existe una relación positiva entre el esfuerzo y la captura; por tanto, cabe esperar que dicho esfuerzo sea uno de los determinantes del beneficio económico, pues entre mayor sea el esfuerzo, mayor debería ser la captura y, por ende, los ingresos derivados de la pesca.

De esa manera, se puede decir que existe una estrecha relación entre el esfuerzo pesquero, el beneficio económico y la tasa de crecimiento biológico. Concretamente, el rango de dicha tasa representa los ingresos totales factibles, dado un nivel de esfuerzo pesquero y una tecnología existente; o, en otras palabras, para cada nivel de esfuerzo pesquero existe un ingreso asociado, el cual se encuentra determinado por la tasa de crecimiento biológico. Si incorporamos los costos relacionados con el esfuerzo pesquero, tales como el pago por combustibles, tripulación y otros, los cuales se asume que tienen rendimientos constantes, el resultado es un modelo bioeconómico de manejo de pesquerías (Gráfico 3).

GRÁFICO 3. MODELO BIOECONÓMICO DEL MANEJO DE UNA PESQUERÍA



Nota: * CT = costos totales, \$: beneficio económico, E = esfuerzo, IT: ingresos totales.
Fuente: Maldonado (2008).

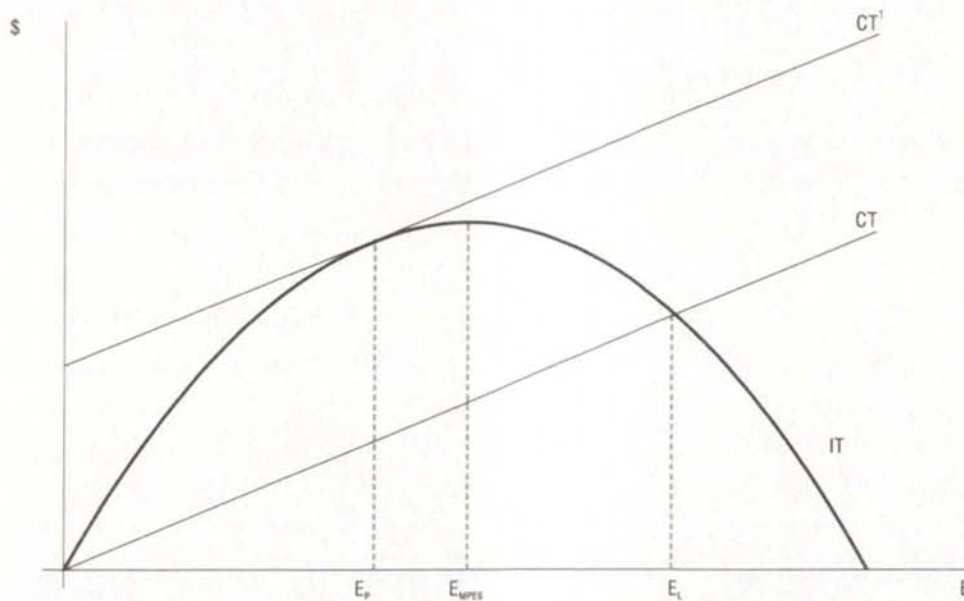
Los derechos de propiedad sobre la pesquería se pueden asignar de dos formas: libre acceso y acceso privado. En el primero la pesquería se caracteriza por ser administrada como si fuera un recurso de uso común, lo que implica que no hay exclusión, pero sí hay rivalidad en su uso. El problema con este tipo de esquema subyace en que generalmente los recursos de uso común terminan siendo sobreexplotados, lo que se conoce como la *tragedia de los comunes* (Hardin, 1968). El segundo tipo de asignación es equivalente al manejo de la pesquería por parte de un único pescador, quien la administra como si fuera un bien privado. Aunque es más eficiente, este segundo tipo de asignación no es factible, ya que no resulta justo excluir a los demás pescadores para asignar los derechos de propiedad a uno solo.

Cuando una pesquería funciona bajo un esquema de libre acceso, el nivel de esfuerzo pesquero asciende hasta que se agotan los beneficios. Básicamente, la existencia de rentas positivas atrae a nuevos pescadores, los cuales incrementan el esfuerzo total, ya que en este esquema no hay exclusión; la entrada de pescadores se mantiene hasta que los ingresos totales son equivalentes a los costos totales, con lo cual se obtiene un nivel de esfuerzo E_L , tal como se muestra en la Gráfico 4. Este nivel de esfuerzo es considerablemente superior al económicamente eficiente, E_p , que se obtendría si se asignara el manejo de la pesquería a un único pescador, quien maximizaría el valor de la captura igualando los costos y los ingresos marginales. Lógicamente, el nivel de esfuerzo asociado con el régimen de libre acceso ejerce una mayor presión sobre el recurso. El nivel de esfuerzo E_{MRS} corresponde al máximo rendimiento sostenible, donde se extrae lo máximo que se puede sin amenazar la subsistencia del recurso⁴.

El manejo de la pesquería en un esquema de libre acceso resulta ineficiente, ya que el nivel de esfuerzo es mayor en comparación con el manejo privado. Así, el equilibrio de libre acceso se caracteriza por sus altos niveles de esfuerzo, pero con una captura por cada unidad de esfuerzo comparativamente baja, al igual que los beneficios. Más allá de lo anterior, existen incentivos para extraer una cantidad considerable del recurso, ya que no hay

⁴ Durante décadas se consideró que fijar el nivel de captura en E_{MRS} representaba el manejo óptimo de la pesquería, ya que en este se captura lo máximo que se puede sin amenazar la subsistencia del recurso. Sin embargo, desde el punto de vista económico, este no necesariamente es eficiente, puesto que es posible que otros niveles de captura, como EP , representen un mayor beneficio económico, al tiempo que se garantiza la sostenibilidad del recurso. Es decir, si se implementa E_{MRS} como una regla para administrar la pesquería, no sería eficiente, ya que no se tendrían en cuenta aspectos económicos, tales como los costos y los ingresos derivados de la actividad pesquera. Otro problema con el máximo rendimiento sostenible consiste en que la tasa de crecimiento biológico es sumamente difícil de estimar. En ese sentido, la captura asociada con E_{MRS} podría llevar a la extinción del recurso si la tasa de crecimiento biológico observada es menor a la estimada.

GRÁFICO 4. MANEJO DE UNA PESQUERÍA BAJO ESQUEMAS DE LIBRE ACCESO Y DE ACCESO PRIVADO



Fuente: Maldonado (2008).

exclusión. Este factor ocasiona la sobreexplotación, precisamente porque cada pescador trata de sustraer la mayor cantidad posible del recurso ante la posibilidad de que los demás lo agoten. Cuando todos los pescadores actúan de esta manera, la biomasa es llevada hacia niveles críticos como resultado de la sobrepesca.

Para evitar la sobrepesca se pueden emplear regulaciones basadas en comando y control. Por ejemplo, la autoridad ambiental puede fijar una cuota anual global de captura para la pesquería; sin embargo, este tipo de regulación tiene un problema esencial: se sigue presentando la *tragedia de los comunes*. Básicamente, la cuota se agota rápido, pues los pescadores compiten con tenacidad entre sí para incrementar su proporción de la captura total. Ello genera inestabilidad en el mercado, ya que el precio disminuye de manera temporal como resultado del exceso de oferta, lo que reduce los ingresos de los pescadores.

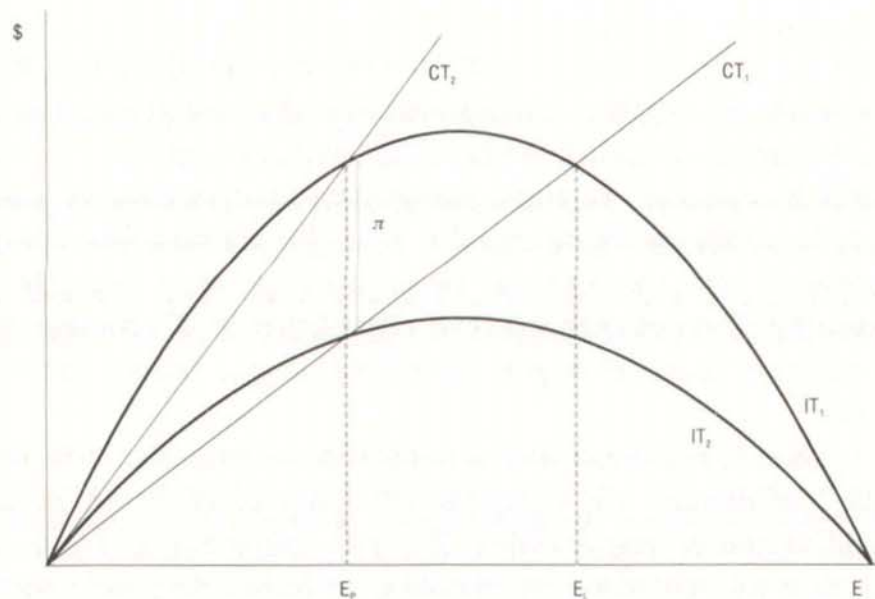
También se pueden utilizar instrumentos económicos con el objetivo de superar estos problemas. Un esquema eficiente consiste en la asignación de cuotas individuales transferibles. En este esquema la cuota global de captura es distribuida entre los pescadores, en forma de cuotas individuales, las cuales pueden ser vendidas o compradas, como en un mercado. De esta manera, se garantiza el cumplimiento de la cuota y, por tanto, de los objetivos ambientales sin que se presente una situación de sobrepesca, ya que

se asignan derechos de propiedad representados en las cuotas. El problema con este enfoque subyace en los criterios empleados para distribuir las cuotas individuales entre los pescadores, ya que se produce una disyuntiva entre equidad y eficiencia.

De igual manera, se pueden implementar medidas basadas en la regulación del esfuerzo pesquero. Para tal efecto se coloca un impuesto sobre cada unidad de esfuerzo (limitación del peso y la longitud de los buques, así como de la potencia de los motores y sobre el número de buques por cada pesquería), lo cual equivale a un aumento en el costo por unidad de esfuerzo. Esto hace que el nivel de esfuerzo se reduzca, tal como se puede ver en la Gráfico 5, donde la nueva curva de costos, CT_2 , implica que el nuevo nivel de esfuerzo sea E_p . Esta representa una buena opción, ya que permite el recaudo de ingresos fiscales que luego pueden ser utilizados para el manejo ambiental, pues al gobierno le corresponde IT . Igualmente, se pueden estipular gravámenes sobre la captura, lo que equivale a disminuir los ingresos totales por cada unidad de esfuerzo. Esta situación se presenta en la Gráfico 5, donde la nueva curva de ingresos totales es IT_2 , y cuyo nivel de esfuerzo asociado también es E_p .

El uso de cualquiera de los impuestos logra, además de recaudos fiscales, disminuir el esfuerzo pesquero en comparación con el régimen de libre

GRÁFICO 5. REGULACIÓN DEL ESFUERZO PESQUERO Y DE LA CAPTURA DE UNA PESQUERÍA



Nota: gravámen sobre la captura (π).

Fuente: Maldonado (2008).

acceso. Ello baja la presión sobre el recurso marino y ayuda a evitar su sobreexplotación. Sin embargo, en las pesquerías comerciales el uso de impuestos no es muy común, puesto que se requiere de un extenso conocimiento de las funciones de costos e ingresos totales, lo cual resulta difícil y costoso. Adicionalmente, implica un extenso cabildeo político.

2.2 MANEJO DE LAS PESQUERÍAS EN SEAFLOWER

En Seaflower la captura de especies marinas es realizada por pescadores artesanales e industriales, siendo el mayor volumen atribuible a los segundos. Por ejemplo, según Aguilera (2010), entre 2004 y 2008 la pesca industrial aportó el 67,2% de la pesca blanca obtenida en el archipiélago. Este tipo se practica con fines estrictamente comerciales y satisface principalmente la demanda proveniente de los mercados internacionales. Además, dada su amplia capacidad de operación, se pueden extraer grandes cantidades del recurso, razón por la cual existen pocos incentivos para conservarlo, pues entre mayor sea la captura, mayor es el beneficio económico. Por su parte, la pesca artesanal se caracteriza por garantizar la seguridad alimentaria de la población y, en ese orden de ideas, por comercializar a una escala pequeña y satisfacer la demanda de los mercados locales. Es por esta razón que la pesca industrial solo puede ser realizada en la sección norte de la AMP, mientras que la pesca artesanal puede ser practicada en todas las zonas.

La pesca está dirigida principalmente a la captura de especies marinas con un alto valor comercial en el Gran Caribe, tales como la langosta espinosa y el caracol pala (Stoner *et al.*, 1992; Theile, 2001), siendo la langosta la de mayor valor. Precisamente, debido a este factor, estas pesquerías han sido intensamente explotadas en Seaflower. Por ejemplo, la producción del archipiélago ha alcanzado a representar el 85% y el 95%, de la producción nacional asociada con estas especies, respectivamente (Prada *et al.*, 2009). En el caso del caracol, esta especie es ampliamente explotada por tres razones: i) su carne, la cual es una de las principales fuentes de alimento del archipiélago, tanto para nativos, como visitantes; ii) su concha, la cual sirve como pieza decorativa y como recuerdo turístico, y iii) su perla, la cual es utilizada en la joyería y es uno de los subproductos con mayor valor en este mercado internacional (Brownell y Stevely, 1981).

El problema con el manejo de las pesquerías en Seaflower consiste en la falta de eficiencia, factor que llevó a la sobrepesca de las principales especies marinas del archipiélago. Concretamente, faltó mayor control y vigilancia por parte de las autoridades competentes, pues no existían mayores restricciones sobre la captura; tampoco se ejercía mayor regulación sobre el esfuerzo

pesquero. En pocas palabras, se caracterizó por funcionar como un esquema de libre acceso, lo que llevó a la sobreexplotación de estas especies marinas, o a una *tragedia de los comunes*, lo que puso en peligro su subsistencia.

Debido a su importancia comercial, estas dos especies marinas también han sido las más estudiadas del archipiélago. En efecto, las evaluaciones, mostraron que las densidades poblacionales de estas especies marinas disminuyeron significativamente entre la década de los ochenta y principios de la década anterior. Por ejemplo, entre 1989 y 2003 la biomasa asociada con el caracol se redujo en 93% y 81% en los cayos Roncador y Serrana, respectivamente (Prada *et al.*, 2009). Este hecho indica que los niveles de captura estaban excediendo por un amplio margen la tasa de crecimiento biológico del recurso. En el caso de la langosta, las evaluaciones del inventario mostraron que el recurso se encontraba cercano a los límites de sobrepesca (Prada *et al.*, 2004). Sin embargo, en la actualidad los indicadores biológicos muestran que el recurso se encuentra en un estado de recuperación, pues el manejo de las pesquerías ha adquirido una mayor eficiencia.

2.2.1 CARACOL PALA (*STROMBUS GIGAS*)

La sobrepesca en Seaflower se evidencia al analizar la evolución de la biomasa asociada con especies marinas, como el *caracol pala*. Por ejemplo, según Prada *et al.* (2009), desde la década de los ochenta la población de caracol en Seaflower declinó exponencialmente hasta 2003, año en el cual fue vedada su captura debido a la sobreexplotación del recurso, pues la biomasa alcanzó niveles críticos. Dicha restricción permaneció vigente hasta 2007, y como resultado de este cierre el recurso comenzó a recuperarse en el área norte del AMP, pues el esfuerzo pesquero disminuyó de manera considerable. No obstante, la pesca artesanal persistió en las secciones sur y centro, factor que impidió una mayor recuperación (Cuadro 1).

Aunque la pesquería estuvo cerrada por varios años, los análisis de los datos independientes de la pesquería mostraron que el recurso aún no ha tenido una recuperación significativa. Dichos estudios indican que las densidades poblacionales no alcanzaron el nivel crítico definido para esta especie, y que dichas densidades no son lo suficientemente altas como para soportar la pesca comercial⁵. Por tanto, atendiendo las recomendaciones derivadas de

⁵ En efecto, estos recomendaron mantener el cierre de la pesquería en el área sur del AMP (Forbes *et al.*, 2011) y en la zona externa (Serranilla, y los bajos Nuevo y Alicia), recomendación que fue resaltada recientemente por Forbes *et al.* (2012). En cuanto a la zona norte del AMP, Castro *et al.* (2011) recomiendan mantener el cierre de la pesquería en Quitasueño y Roncador; en Serrana se

CUADRO 1. DENSIDAD POBLACIONAL DEL CARACOL PALA (*STROMBUS GIGAS*) EN EL AMP SEAFLOWER (INDIVIDUOS POR HECTÁREA)

AÑO	RONCADOR	SERRANA	QUITASUEÑO	BOLÍVAR (COURTOWN)
1989	669	925	n. d.	n. d.
1996	223	408	98	158
2003	46	175	12	11
2007	193	235	49	17

n. d.: no disponible.

Fuente: Prada *et al.* (2009).

estos estudios, y teniendo en cuenta el estado crítico del recurso, la comunidad pesquera de Seaflower acordó un nuevo cierre de la pesquería en todo el archipiélago durante 2011.

Esta situación también se evidencia al analizar el comportamiento de los datos dependientes de la pesquería, específicamente de la información asociada con los desembarcos. De acuerdo con Prada *et al.* (2009), en 1988 los desembarcos de caracol alcanzaban las 813 toneladas métricas; en 1993, 465; en 2000, 186; en 2003, 81. Esta tendencia decreciente se explica a partir de la reducción de la biomasa, hecho que refleja la presión a la cual se estaba sometiendo al recurso. Como resultado, hubo una disminución en la captura por unidad de esfuerzo, la cual pasó de 56 a 27 kg/día/buzo entre 1998-2002.

La sobreexplotación del caracol se produjo como consecuencia del inadecuado manejo de la pesquería, la cual funcionó como un esquema de libre acceso y careció de regulación, control y vigilancia. Ello amenazó la subsistencia de este recurso marino, lo cual se hizo evidente por el hecho de que esta especie fue incluida, en 1992, en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (Cites, por su sigla en inglés) y en 1994 en la Lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por su sigla en inglés).

No obstante, la evolución reciente de la pesquería muestra que el recurso se encuentra en un estado de recuperación, como resultado de la posterior adopción de medidas y regulaciones dirigidas a favorecer su protección. Por ejemplo, se limitó el volumen de las capturas. Además, se reguló el esfuerzo pesquero mediante la prohibición del uso de equipos de buceo autónomo. Igualmente, se monitorearon los desembarcos con el objetivo de verificar el cumplimiento de las cuotas y las vedas. En términos generales, se alcanzó

recomendó permitir la pesca, pero con una cuota de extracción que oscila entre 18 y 19 toneladas de caracol semilimpio, lo que equivale a 16 toneladas de caracol limpio.

una mayor eficiencia en el manejo de la pesquería. Sin embargo, ello no implica que el recurso se encuentre en un buen estado; de hecho, aún presenta sobrepesca.

2.2.2 LANGOSTA ESPINOSA (*PANULIRUS ARGUS*)

La situación de la langosta en Seaflower es más favorable que la del caracol. Aunque los datos indican que este recurso estuvo cercano a los límites de sobrepesca (Prada *et al.*, 2004), actualmente su inventario se encuentra en una buena condición y permite soportar la pesca comercial (Sladeck-Nowlis *et al.*, 2012).

Los datos dependientes de la pesquería muestran que las capturas de langosta se incrementaron significativamente durante la década de los noventa, hasta alcanzar un máximo en 2002, para luego disminuir durante la mayor parte de la década anterior (Gráfico 6). Este aumento generó una mayor presión sobre el recurso y, de hecho, las evaluaciones muestran que los índices de abundancia se redujeron de manera proporcional a los aumentos en las capturas. De acuerdo con Sladeck-Nowlis *et al.* (2012), durante este período

GRÁFICO 6. DESEMBARCOS DE LANGOSTA EN SEAFLOWER (1979-2011)



Fuente: Sladek-Nowlis *et al.* (2012).

la biomasa de la langosta se redujo más allá del nivel asociado con el máximo rendimiento sostenible, uno de los factores indicativos de condiciones de sobrepesca.

No obstante, como se puede observar en el Gráfico 6, con la disminución en el esfuerzo pesquero durante la última década hubo una recuperación biológica importante. Diversos factores explican dicha disminución: Castro *et al.* (2009) la atribuyen a la disputa que Colombia y Nicaragua mantienen por algunas zonas de *Seafflower*, factor que disuade a los pescadores por temor a ser interceptados por navíos en ejercicio de su soberanía⁶. Igualmente, otros argumentos son el aumento en el precio del combustible, la recesión económica en los Estados Unidos (principal destino de la producción nacional de langosta) y la revaluación del peso colombiano en los últimos años (período 2003-2011).

En la pesquería de langosta también se adoptaron medidas dirigidas a incrementar la eficiencia en el manejo del recurso. Entre estas se encuentran el control del tamaño de la cola de las capturas (la talla mínima es de 14 centímetros) y la prohibición de la pesca de hembras ovadas. Igualmente, se establecieron medidas que regulan el esfuerzo pesquero, tales como las temporadas de vedas y la eliminación de buceo autónomo. También, hubo una reducción de las cuotas individuales de pesca y un mayor control sobre el ingreso de nuevos usuarios y compañías.

La adopción de estas medidas permitió contrarrestar la tendencia decreciente en los índices de abundancia del recurso y tuvieron un efecto positivo sobre el estado de la pesquería, lo cual, sumado a los factores externos expuestos en Castro *et al.* (2009), explican la recuperación que esta ha tenido en los últimos años. Sin embargo, Sladek-Nowlis *et al.* (2012) señalan que el buen desempeño reciente de la economía colombiana, y de la latinoamericana, podría significar un nuevo incremento de la demanda asociada con este recurso marino. De hecho, los autores argumentan que en 2011 las capturas estuvieron muy cerca de la cuota global asignada, y que existe una alta probabilidad de que las capturas de 2012 la alcancen o la superen.

En términos generales, las condiciones actuales de la pesquería de langosta en *Seafflower* son similares a las que se tenían durante los primeros años de la década anterior, cuando la presión sobre el recurso era significativamente mayor. En ese orden de ideas, es necesario tener cautela con su manejo, ya que la pesquería se encuentra funcionando cerca de los niveles correspondientes al

⁶ Entre 2001 y 2012 existió un conflicto limítrofe entre Colombia y Nicaragua en relación con la soberanía sobre algunas de las islas, cayos y bancos del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, el cual fue dirimido en noviembre de 2012 por la Corte Internacional de Justicia.

máximo rendimiento sostenible, lo cual incrementa el riesgo de que la captura sea mayor a su tasa de crecimiento biológico. En ese sentido, resulta crucial aumentar la precisión de las evaluaciones asociadas con el estado de la biomasa del recurso.

3. CONTAMINACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS DE SAN ANDRÉS

El tema de saneamiento básico representa uno de los principales problemas ambientales de San Andrés. Esto se debe a que se trata de un sistema insular lejano, razón por la cual los ecosistemas son especialmente frágiles y susceptibles a la presencia de vertimientos de aguas residuales y a la acumulación de residuos sólidos.

Durante décadas la inadecuada disposición de las aguas residuales ha provocado contaminación hídrica. En la isla la cobertura del servicio de alcantarillado es significativamente baja, alcanzando el 22,7% en 2011, según información del DANE, mientras que en el país dicha cobertura alcanzó el 72,3%. Ante la falta de redes de alcantarillado la mayoría de los habitantes (64%) se ha visto en la necesidad de hacer la disposición final de las aguas residuales mediante pozos sépticos; el resto, directamente en el mar. Además, vale la pena aclarar que el 28% de las fosas sépticas instaladas no cumple con las especificaciones técnicas básicas para este tipo de sistemas de tratamiento⁷.

Existen dos impactos ambientales negativos asociados con la forma como se hace esta disposición:

- Cuando el nivel freático tiende a ser alto, los pozos sépticos generan lixiviados que se filtran y contaminan los acuíferos, los cuales representan una de las principales fuentes de agua potable en la isla. Esto afecta la salud pública, ya que incrementa la incidencia de enfermedades de origen hídrico.
- El descargue de aguas residuales al mar genera contaminación, debido a la eutrofización.

Las aguas residuales vertidas directamente en el mar aportan nutrientes y material orgánico que es degradado por las bacterias presentes en el ecosistema, lo que se conoce como residencia o autodepuración, factor que solu-

⁷ De acuerdo con información del “Plan de acción de calidad de aguas marinas y costeras de San Andrés, Providencia y Santa Catalina”.

ciona el problema de contaminación. No obstante, cuando el aporte es excesivo, hay una proporción de material orgánico que no alcanza a ser degradado. El ecosistema trata de contener dicho exceso con la formación de algas, organismos que se encargan de absorber el exceso de material orgánico, lo que se conoce como eutrofización.

Estudios que han analizado la calidad del agua en San Andrés establecen que la proliferación de algas se explica a partir del exceso de fósforo y nitrógeno (Gavio *et al.*, 2010). Dicho fenómeno es un indicativo de contaminación hídrica, factor que disminuye la calidad de las playas, lo que podría tener efectos sustanciales sobre el turismo.

Sin embargo, existen otros impactos ambientales asociados con la eutrofización. Por ejemplo, las algas se encargan de compensar el exceso de fósforo en el mar, alimentándose de este elemento. Al tiempo, representan el primer eslabón de la cadena trófica. Esto implica que los peces, los cuales se alimentan de las algas, ahora contienen un alto grado de fósforo, lo que puede llegar a ser perjudicial para la salud humana, ya que los peces constituyen una de las principales fuentes de alimento de la isla.

Aunque es común creer que los contaminantes son rápidamente diluidos y degradados por el ecosistema marino de la isla, estudios han demostrado que la calidad del agua se encuentra comprometida como resultado de la inadecuada disposición de los residuos líquidos. Por ejemplo, Gavio *et al.* (2010) muestran que en el período 2000-2005 las aguas costeras de San Andrés presentaron concentraciones de fósforo y nitrógeno que estuvieron significativamente por encima de los límites establecidos para aguas no contaminadas en el Caribe.

También, existe evidencia acerca del deterioro de los arrecifes coralinos como resultado del exceso de nutrientes. Según Díaz *et al.* (1995), la proliferación de algas y otros organismos bentónicos filtradores desplazan a los corales en la competencia por el sustrato arrecifal, lo que afecta el crecimiento coralino. Por su parte, Garzón-Ferreira y Rodríguez (2000) indican que en San Andrés los arrecifes monitoreados entre 1998 y 2000 mostraron una tendencia decreciente en su cobertura coralina, la cual se redujo de 27% a 22% en este período. Díaz *et al.* (2000) indican que los arrecifes conformados casi exclusivamente por setos de *Acropora Cervicornis*, que hasta hace un par de décadas estuvieron ampliamente representados en la isla, se encuentran muertos y colapsados hasta el punto de que es considerada una especie rara de arrecife en San Andrés. Finalmente, Díaz *et al.* (1995) estimaron que para toda la plataforma insular de San Andrés cerca de la mitad del coral habría muerto durante la primera mitad de la década de los noventa.

Con el objetivo de solucionar este problema ambiental, durante la segunda parte de la década anterior se construyó un emisario submarino⁸ en San Andrés; no obstante, el problema radica en que se encuentra ubicado a una distancia relativamente corta de la isla, pues su extensión es menor a los 500 metros, cuando lo recomendado son entre 2.300 y 3.600 metros para alcanzar una adecuada tasa de degradación (Ludwig, 1988). Y como consecuencia del flujo de las corrientes marinas donde se encuentra ubicada la isla, las aguas residuales tienden a revertir su curso y se devuelven antes de que sean completamente asimiladas y degradadas por el ecosistema. En concreto, se devuelven hacia el sector norte de la isla, la zona de mayor densidad poblacional y donde se encuentran ubicadas las principales playas. Como resultado, se siguen presentando procesos de eutrofización y deterioro de los ecosistemas marinos y costeros (Mancera *et al.*, por publicar).

En ese orden de ideas, aunque el emisario submarino representa un avance con respecto a la forma en que se hacía la disposición final de las aguas residuales, debido a su corta longitud no representa una solución definitiva ni eficiente. Esto se agrava por el hecho de que las aguas residuales son vertidas al mar sin tratamiento (Gavio *et al.*, 2010).

4. SERVICIOS AMBIENTALES EN SEAFLOWER

Como producto de su funcionamiento, los ecosistemas marinos y costeros de Seaflower prestan servicios ambientales que mejoran la calidad de vida de la población del archipiélago, así como la de los visitantes (De Groot *et al.*, 2002; Wunder, 2005). Con el objetivo de tipificar los bienes y servicios ambientales, De Groot *et al.* (2000) los agrupan en cuatro funciones o categorías primarias: regulación, hábitat, provisión y recreación⁹. Empleando dicha tipificación, en el Cuadro 2 se presentan las siguientes funciones, bienes y servicios ambientales identificados en Seaflower.

Los servicios de regulación se refieren al control de la contaminación y del cambio climático. Esto se debe a que el ecosistema tiene la capacidad para asimilar, diluir, filtrar y degradar el exceso de nutrientes y material orgánico que se deriva de la descarga al mar de desechos líquidos y sólidos. Ello mitiga la contaminación hídrica y ayuda a reducir la incidencia de enfermedades

⁸ Conducto mediante el cual se bombea el agua residual para conducirla a cierta distancia de la costa.

⁹ En De Groot *et al.* (2002) los servicios de *recreación* son catalogados como servicios de *información*. No obstante, para mejorar la conceptualización de los servicios en el marco de este trabajo, procederemos a llamarlos de aquella manera.

CUADRO 2. FUNCIONES, BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES EN EL ARCHIPIÉLAGO DE SAN ANDRÉS, PROVIDENCIA Y SANTA CATALINA

CATEGORÍA	FUNCIÓN	PROCESOS ECOSISTÉMICOS	SERVICIOS AMBIENTALES
Regulación	Mantenimiento de procesos ecológicos esenciales y sistemas de soporte de vida		
	Tratamiento de residuos	Funciones de la vegetación, fauna y flora en la eliminación o degradación de nutrientes y compuestos	Disminución de la contaminación
	Control climático	Retención y almacenamiento de carbono	Mitigación del cambio climático
Hábitat	Provisión de hábitat para animales y plantas salvajes		
	Servicios de refugio	Hábitat para plantas silvestres y animales salvajes	Fuente de biodiversidad
	Servicios de criadero	Espacio para la reproducción	Manutención de especies capturadas con fines comerciales Subsistencia en agricultura y acuicultura de pequeña escala
Provisión	Provisión de recursos naturales		
	Alimentos	Transformación de la energía solar en plantas y animales comestibles	Captura de especies marinas para consumo humano
	Agua	Filtración, retención y almacenamiento de agua fresca (ejemplo: en acuíferos)	Provisión de agua apta para consumo (ejemplo: potable, irrigación y uso industrial)
Recreación	Proporcionar oportunidades para el desarrollo cognitivo		
	Paisaje	Paisajes para uso recreacional	Ecoturismo y deportes al aire libre
	Arte y cultura	Elementos naturales con valor cultural y artístico	Uso de la naturaleza como inspiración en libros, películas, pinturas, folclor, símbolos nacionales, arquitectura y publicidad
	Historia y religión	Elementos naturales con valor espiritual e histórico	Uso de la naturaleza con propósitos históricos o espirituales
	Ciencia y educación	Uso de la naturaleza para propósitos científicos y educativos	Uso de los sistemas naturales para excursiones de los colegios e investigaciones científicas.

Fuente: De Groot (2002); elaboración del autor.

sanitarias. Igualmente, algunos hábitats, como los manglares, tienen una alta capacidad para absorber carbono. Ello contribuye a mitigar los efectos asociados con el cambio climático, una de las principales amenazas para un territorio insular como lo es Seaflower, disminuyendo la incidencia de la erosión que acaba con las playas.

Por otro lado, los servicios de hábitat se refieren al valor de Seaflower como una fuente importante de biodiversidad, ya que se trata de un sitio que

concentra una gran variedad de especies marinas, algunas de ellas endémicas o amenazadas. Con respecto a los servicios de provisión vale la pena mencionar que los ecosistemas marinos han sido la principal fuente de alimento en el archipiélago durante siglos, lo que ha permitido garantizar la seguridad alimentaria de la población. Además, estos proveen agua potable mediante la desalinización del agua marina. Finalmente, pero no menos importante, vale la pena destacar la importancia de los servicios de recreación, pues el archipiélago cuenta con algunas de las playas y arrecifes coralinos más extensos y en mejor estado de conservación en el Caribe. Igualmente, se debe resaltar su contribución al conocimiento científico, ya que en este sitio se han realizado estudios que han permitido conocer mejor el funcionamiento de los hábitats y especies marinas que habitan el archipiélago.

4.1 IMPORTANCIA DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES

En la actualidad, la cantidad de viajeros que arriba anualmente a la isla es equivalente a seis veces su población¹⁰, lo cual representa una proporción significativamente alta. Un estudio de Castaño *et al.* (2011) reveló que el 76% de los visitantes consideró las playas como un factor decisivo para su viaje a San Andrés, aspecto que demuestra la importancia de estos servicios ambientales para el ingreso departamental. Por tanto, su provisión es crucial para Seaflower, ya que sustentan la base económica de San Andrés: el turismo. Dicha actividad representa la principal fuente de ingresos de la isla, pues genera encadenamientos con otras ramas de actividad económica, como el comercio, hoteles, bares y restaurantes y transporte aéreo, lo que se refleja en la composición económica de la isla. Por ejemplo, en 2010 el comercio aportó el 18% del PIB departamental; los hoteles, bares y restaurantes, el 22%; y el transporte aéreo de pasajeros, el 9%. Sin embargo, la proporción de los ingresos departamentales atribuibles al funcionamiento de estos ecosistemas va más allá, pues también deben ser incluidos los ingresos derivados de la Tarjeta de Turismo¹¹. En 2010 los recaudos asociados con este requisito representaron el 7,7% del PIB departamental. De esta manera, se puede afirmar que aproximadamente el 57% del PIB departamental depende del funcionamiento de los ecosistemas marinos y costeros del archipiélago, lo que constituye un porcentaje significativamente alto.

¹⁰ En 2010, 429.811 pasajeros llegaron a la isla de San Andrés, cuya población fue de 68.283, según el DANE.

¹¹ Es una tarifa que los turistas que viajan a Seaflower deben pagar para poder ingresar al archipiélago.

No obstante, la importancia de estos ecosistemas no ha sido asimilada por la población local o por los turistas, ya que la provisión de los servicios ambientales se encuentra en riesgo como resultado de su deterioro. Por ejemplo, la eutrofización derivada del descargue de aguas residuales al mar y la erosión disminuyen la calidad de las playas, lo que pone en riesgo la prestación del servicio de recreación; la sobrepesca, el de provisión de alimento.

En ese sentido, a menos que se asegure la provisión de dichos servicios a largo plazo, los ingresos departamentales podrían disminuir de manera sustancial. Por ejemplo, en el estudio de Castaño *et al.* (2011) se planteó un escenario hipotético a los turistas en el cual las playas se reducen a la mitad como consecuencia de la erosión. Los resultados indicaron que el 60% de los turistas no regresaría a la isla si esto llegase a suceder. De los que regresarían, el 68% no estaría dispuesto a pagar el mismo valor por su visita. Específicamente, estarían dispuestos a pagar, en promedio, el 56% del valor que pagaron durante su última visita. Con base en este escenario contingente, y teniendo en cuenta la importancia del turismo, las pérdidas asociadas con el deterioro de los ecosistemas marinos y costeros podrían llegar a representar hasta el 41% del PIB departamental¹².

5. SOSTENIBILIDAD FINANCIERA DEL AMP

Seaflower ha avanzado hacia la protección, conservación y restauración de los ecosistemas marinos y costeros y, por tanto, de los servicios ambientales, mediante el establecimiento del AMP, factor que ha aumentado la eficiencia en el manejo ambiental. Esto se debe a que la creación del AMP representó un compromiso visible por parte del país, ya que se trató de un espacio geográfico claramente delimitado, reconocido y dedicado, mediante disposiciones legales, a garantizar la conservación de la naturaleza y sus servicios ecosistémicos (Dudley, 2008). Ello fue crucial, pues aunque la Unesco declaró al archipiélago como reserva de biósfera, en el país, dicha designación no tuvo el reconocimiento apropiado.

Aunque el AMP significó una mejora en el manejo ambiental de Seaflower, esta se encuentra lejos de poder ser catalogada como eficiente, lo cual puede ser explicado a partir de diversos factores. Van't Hof y Conolly (2002) sostienen que el manejo inefectivo de diversas AMP en el mundo se debe, más que a la falta de compromiso por parte de la autoridad ambiental, a la inadecuada

¹² El cálculo se hace con base en el PIB departamental de 2010 y los ingresos asociados con la tarjeta de turismo correspondiente a 2011.

financiación por parte del país. Específicamente, la insuficiencia de recursos impide a la autoridad ambiental ejecutar sus funciones dentro del AMP, lo que se traduce en ineficacia. De esta forma, no se cumplen plenamente los objetivos ambientales para los cuales el AMP fue establecido.

En ese orden de ideas, resulta crucial que en Colombia se adquiera conciencia acerca de la naturaleza de los costos asociados con la operatividad de un AMP, ya que se trata de un territorio marino. Por tanto, los costos operativos se incrementan de manera significativa con respecto a las áreas protegidas terrestres. En el caso de Seaflower, esto se evidencia si se tiene en cuenta que esta es una de las AMP más extensas del mundo. Por ende, es importante que Coralina, en calidad de autoridad ambiental en Seaflower, reciba la financiación adecuada para administrar el AMP.

En la actualidad, los recursos asignados para el funcionamiento del AMP Seaflower provienen de la formulación de proyectos presentados ante asociaciones internacionales, como el Global Environmental Facility (GEF). No obstante, la financiación del AMP está garantizada hasta 2014, año en el cual culminan los proyectos auspiciados por el GEF. Este factor obliga a Coralina a buscar fuentes alternativas. De esa manera, resulta fundamental adoptar mecanismos que aseguren la sostenibilidad financiera del AMP, más allá de dicho año, ya que sin esta los ecosistemas podrían seguir deteriorándose.

Cuando la provisión de los servicios ambientales se ve amenazada como resultado del deterioro de los ecosistemas, estos se vuelven susceptibles a su cobro (Wunder, 2005). En ese sentido, el pago por servicios ambientales (PSA) representa una buena alternativa para alcanzar la sostenibilidad financiera del AMP. La idea detrás de un PSA subyace en que el uso de los servicios ambientales puede proporcionar rendimientos económicos a los poseedores de tierras donde estos se desarrollan, en este caso a Coralina en calidad de autoridad ambiental. El objetivo de este esquema consiste en que los beneficiarios de los servicios ambientales pacten transacciones directas, contractuales y condicionales con los poseedores, en cambio de que los últimos adopten prácticas que aseguren el manejo eficiente de los ecosistemas (Wunder, 2005).

En Seaflower se pueden identificar tres tipos de compradores de servicios ambientales: i) los turistas, quienes se benefician de los servicios de recreación; ii) los hoteles, aerolíneas, agencias de viaje, de buceo y de deportes náuticos, cooperativas de transporte, y los locales comerciales, que se benefician directamente del turismo (e. g.: perfumerías), y iii) los pescadores industriales.

Los primeros, con sus costos de viaje, muestran su disponibilidad a pagar por estos servicios; los segundos obtienen un beneficio económico directo

derivado de los gastos de los turistas; finalmente, los terceros extraen un recurso natural para su beneficio privado.

Con respecto a los primeros, vale la pena precisar que la adquisición de la tarjeta de turismo equivale a un PSA, pues el turista realiza una transferencia monetaria para poder disfrutar de los ecosistemas de *Seaflower*, y de acuerdo con lo establecido en el artículo 20 de la Ley 47 de 1993, la cual dicta las normas para la organización del departamento, los recaudos asociados con la tarjeta se deben destinar específicamente al mejoramiento, mantenimiento, adecuación y modernización de la infraestructura pública turística del departamento y la preservación de los recursos naturales.

Sin embargo, los segundos no están pagando por la provisión de los servicios ambientales que sustentan sus ingresos. Esto resulta contradictorio, ya que estos podrían disminuir sustancialmente si los ecosistemas marinos y costeros continúan deteriorándose. Incluso, dicha disminución sería mucho mayor a las pérdidas proyectadas para el PIB departamental como resultado del deterioro de las playas, ya que sus ingresos dependen exclusivamente del turismo.

Por su parte, los pescadores industriales se benefician del funcionamiento del ecosistema mediante los servicios de hábitat, ya que en estos se encuentran las especies marinas que son comercializadas. Estos extraen grandes volúmenes de captura sin ser conscientes de los efectos adversos que ello impone sobre el funcionamiento del ecosistema, ya que cada especie cumple una importante función dentro del mismo, y la sobrepesca afecta este equilibrio biológico.

En todo caso, la idea central del PSA radica en que todos los actores que se benefician del funcionamiento de los ecosistemas de *Seaflower* contribuyan a la financiación del AMP, pues se trata de un esquema creado para asegurar la sostenibilidad ambiental y, por ende, la provisión de los servicios ambientales.

Tal como lo proponen Van't Hof y Conolly (2002), es probable que hasta el momento dicho objetivo no haya sido conseguido, más que por falta de compromiso por parte de Coralina, por la insuficiencia de recursos necesarios para ejecutar los planes de manejo y de acción dirigidos a alcanzar una administración eficiente del AMP¹³.

Con base en lo anterior, para el caso concreto del AMP *Seaflower* se propone implementar las siguientes acciones, con el objetivo de asegurar la sostenibilidad financiera del AMP:

¹³ Para consultar los planes de manejo y de acción asociados con el AMP *Seaflower*, consúltese www.coralina.gov.co/intranet/index.php?option=com_docman&Itemid=88889127&lang=es

- Incrementar el monto de la tarifa asociada con la tarjeta de turismo. El aumento en el recaudo debe ser trasladado a Coralina para la administración del AMP, ya que actualmente el recaudo derivado de la tarjeta es apropiado por la gobernación departamental. Vale la pena aclarar que se propone incrementar el valor de la tarifa debido a que es poco probable que la gobernación renuncie a una proporción significativa de sus ingresos. Al mismo tiempo, hay que tener en cuenta que esta opción solamente es viable si la demanda por los servicios ambientales de Seaflower tiende a ser inelástica.
- Los hoteles, aerolíneas, agencias de viaje, de buceo y de deportes náuticos, cooperativas de transporte, locales comerciales y los demás usuarios locales que se benefician directamente del turismo deben contribuir al PSA; los pescadores industriales, por beneficiarse económicamente de los servicios de hábitat, también lo deben hacer.

Teniendo en cuenta lo anterior, es imperativo que se realice un análisis de la elasticidad de la demanda de los turistas por los servicios ambientales de Seaflower, de tal manera que se determine correctamente el incremento en la tarifa asociada con la tarjeta. Por ejemplo, de acuerdo con Castaño *et al.* (2011), además del pago correspondiente a la tarjeta de turismo, los turistas estarían dispuestos a realizar un único pago de hasta \$19.825 de 2011 por la protección y conservación de los ecosistemas del archipiélago. Igualmente, resulta importante conocer la valoración de los servicios ambientales por parte de los usuarios que se benefician directamente de su provisión, de forma que se establezca el valor de su aporte al PSA. Precisamente, este último representa el mayor reto, pues no existe una valoración de los servicios ambientales, factor que dificulta el establecimiento de las relaciones contractuales y las transferencias monetarias¹⁴.

La viabilidad asociada con el establecimiento del PSA subyace en la forma como la autoridad ambiental maneje los recursos. Esto representa un aspecto crucial, ya que, como lo advierte Wunder (2005), el éxito de un PSA radica en la condicionalidad, es decir, en que los compradores paguen y los vendedores cumplan. Por consiguiente, Coralina debe garantizar el manejo eficiente de los recursos derivados del PSA, ya que una vez sobrepuestos los problemas

¹⁴ Debido a esta dificultad, resulta necesario emplear métodos de valoración que aproximen dicho monto. Para tal efecto existen dos tipos de enfoques, los cuales son explicados en detalle en Perman *et al.* (2003), a saber: las metodologías de preferencias declaradas y las de preferencias reveladas. Las primeras indagan directamente por la valoración que cada usuario estima sobre los bienes y servicios ambientales, preguntando por la disponibilidad a pagar por su provisión.

relacionados con el financiamiento del AMP, no habría razón para no alcanzar los objetivos ambientales. Si esto no sucede, dicha entidad carecerá de credibilidad y, por tanto, los compradores no tendrían incentivos para hacer los pagos, ya que habría un incumplimiento de una de las partes involucradas. Por ejemplo, los pescadores industriales perderán sus incentivos al hacer contribuciones al PSA si la pesca ilegal no disminuye, pues estarían incurriendo en costos que no asegurarán la sostenibilidad de sus ingresos.

Adicionalmente, con el recaudo asociado con el PSA, Coralina puede generar alternativas económicas para los poseedores de tierras locales donde se realizan actividades que generan impactos ambientales negativos; como por ejemplo, las amenazas ambientales identificadas por esta entidad, que consisten en las quemadas con fines agrícolas y la deforestación y erosión causadas por el pastoreo de ganado. Un PSA podría revertir esa situación si a los dueños de las tierras donde se emprenden estas actividades se les paga con el compromiso de que realicen procesos de reconversión de tierras y desarrollen actividades económicas que no generen impactos ambientales. Para esto la clave subyace en que el monto de la transferencia monetaria, o el beneficio de la conservación, sea mayor al costo de oportunidad asociado con renunciar a sus actividades productivas privadas.

6. CONCLUSIONES

Seafflower ha alcanzado todos los reconocimientos requeridos para ser catalogada como una zona estratégica para el desarrollo sostenible: es una reserva de biósfera, que además fue declarada como área marina protegida (AMP). Evidentemente, se trata de una zona importante desde el punto de vista ambiental. Sin embargo, la importancia asociada con dicho reconocimiento implica que el país debe asumir grandes responsabilidades en su manejo.

Seafflower es la reserva de biósfera con mayor extensión del mundo, y el 99% de su territorio es marino, factor que implica que su manejo representa¹⁵ todo un reto, no solo para la autoridad ambiental del archipiélago, sino para el país. Tiene la principal AMP de la nación, la cual cuenta con un Parque

¹⁵ Esto se hace mediante el planteamiento de mercados y escenarios hipotéticos. Entre este tipo de metodologías el método de valoración contingente es el más empleado. En el segundo tipo de metodología, la de preferencias reveladas, se analiza el comportamiento de los usuarios en mercados convencionales observables, cuyos bienes y servicios se relacionan con los bienes y servicios ambientales. Esto se hace con el objetivo de inferir el valor de los últimos con base en las decisiones tomadas por los usuarios. Entre este tipo de metodologías, el método de los costos de viaje es el más empleado.

Nacional Natural (Old Providence McBean Lagoon) y dos parques regionales (Johnny Cay y Old Point). Además, su condición insular hace que los ecosistemas sean especialmente frágiles y, en ese orden, que los problemas ambientales tiendan a agudizarse, pues se trata de un espacio confinado y remoto. Ello significa un manejo particular puesto que Coralina, a diferencia de las demás corporaciones autónomas regionales de Colombia, tiene jurisdicción sobre un amplio territorio marino. No obstante, estas características generan una configuración de costos distinta a las demás áreas protegidas de Colombia, pues estos tienden a incrementarse de manera exponencial. En ese orden de ideas, la asignación de recursos para el manejo ambiental en Seaflower debe incorporar estas especificidades. Sin embargo, en la actualidad el AMP, además de no tener asegurada su sostenibilidad financiera más allá de 2014, no cuenta con los recursos suficientes para ejecutar sus planes de acción y de manejo, lo cual representa una amenaza para la sostenibilidad de los ecosistemas marinos y costeros.

Para garantizar dicha sostenibilidad, en este estudio se recomienda establecer mecanismos económicos, tales como un esquema de pagos por servicios ambientales (PSA), que permitan recaudar los recursos requeridos para manejar el AMP con mayor eficacia. Para ello es fundamental el compromiso de todos los usuarios, tanto locales como externos, que se benefician de la provisión de los servicios ambientales. Esto incluye a los turistas, quienes disfrutan de los servicios de recreación; los pescadores industriales, quienes se benefician de los de hábitat, y los hoteles, aerolíneas, agencias de viaje, de buceo y de deportes náuticos, cooperativas de transporte y demás usuarios, que se benefician del turismo. Con respecto a este último grupo, es importante que consideren el PSA como una inversión que asegura el flujo de ingresos a largo plazo, ya que si los ecosistemas de Seaflower llegan a deteriorarse, ellos estarían entre los principales perjudicados.

Si las autoridades no ejercen un mayor control y vigilancia, los pescadores industriales no tendrían incentivos para realizar contribuciones al PSA, ya que dichos pagos no se traducirían en una disminución de la pesca ilegal.

De la misma manera, para garantizar el funcionamiento del PSA es fundamental que la autoridad ambiental tenga credibilidad entre los usuarios. Esto último revela un problema sustancial, que precisamente se relaciona con el compromiso de todos los actores involucrados y con la financiación adecuada del AMP. Por ejemplo, la autoridad ambiental no cuenta con los recursos suficientes para realizar patrullajes en un área marítima tan inmensa como Seaflower. Esto se debe a que el costo del patrullaje en la zona norte del AMP es significativamente alto, factor que limita las posibilidades de ejercer un control efectivo. Entonces, existe una situación que no representa un óptimo

paretiano, ya que los pescadores industriales serían reacios a contribuir al PSA debido a la falta de eficacia, pero al mismo tiempo la autoridad ambiental no cuenta con los recursos para hacer un control eficaz. Por tanto, la condicionalidad del PSA será uno de los aspectos centrales para mejorar el manejo ambiental en Seaflower.

Finalmente, con base en todo lo analizado en este estudio, se puede concluir que el manejo de Seaflower ha mejorado desde que se estableció el AMP, sin que ello implique que se ha alcanzado la eficiencia, pues sucede todo lo contrario: aún persisten los principales problemas ambientales, como la sobrepesca y la contaminación. Y a pesar de la existencia de leyes que reconocen las particularidades asociadas con un territorio insular como Seaflower, desde el punto de vista ambiental se requieren mayores esfuerzos y compromisos. El problema fundamental subyace en que el desarrollo del archipiélago careció de planificación y sostenibilidad, factor que desencadenó los problemas ambientales. Por un lado, el desarrollo turístico de San Andrés no respetó la capacidad de carga del ecosistema, pues se configuró como un destino turístico masivo. Igualmente, la continentalización de la isla la convirtió, en menos de medio siglo, en una de las más densamente pobladas del Caribe. Por tanto, se debe buscar un modelo de desarrollo que, en lugar de privatizar los beneficios y socializar las pérdidas, promueva el bienestar de la población sin amenazar la subsistencia, a largo plazo, del principal activo del archipiélago: sus ecosistemas marinos y costeros.

Es importante aprender de las lecciones derivadas del manejo ambiental en Seaflower. Esta, como la primera AMP del país, constituye un marco de referencia para la administración de las demás AMP, sobre todo en medio del proceso de establecimiento del Subsistema Nacional de Áreas Marinas Protegidas en Colombia. Sin embargo, las lecciones también se deben tener en cuenta para el desarrollo de Providencia, cuyo bajo grado de intervención la mantiene con ecosistemas saludables, pero que al mismo tiempo es susceptible de sufrir un deterioro ambiental similar al de San Andrés en caso de que su desarrollo carezca de planificación y sostenibilidad.

REFERENCIAS

- Aguilera, M. (2010). "Geografía económica del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina", *Revista del Banco de la República*, vol. LXXXIII, núm. 995.

- Brownell, W.; Stevely, J. (1981). "The Biology, Fisheries and Management of the Queen Conch *Strombus Gigas*", *Maritime Fisheries Services*, vol.43, núm. 7 pp. 1-12.
- Burke, L.; Maidens, J. (2005). *Arrecifes en peligro en el Caribe*, Washington, D. C.: World Resources Institute.
- Castaño, J.; Lau, W.; Newball, R. (2011). "Servicios ambientales en la Reserva de Biósfera Seaflower: base para el bienestar insular y sostenibilidad a largo plazo del Área Marina Protegida. *La Timonera*, núm.16, pp.39-41.
- Castro, E.; Rojas, A.; Prada, M.; Forbes, T.; Lasso, J.; Manrique, M. (2011). *Estado actual de las poblaciones del caracol *Strombus gigas* en el sector norte del Área Marina Protegida Seaflower*, Colombia.
- Castro, E.; Prada, M.; Álvarez, L. (2009). Efectos de la recesión económica y otros factores políticos sobre la pesquería industrial de langosta espinosa en Colombia, *Proceedings of the 62 Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, núm. 62.
- Cites (2003). Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre; Examen de comercio significativo de especies del Apéndice II.
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Coralina) (2010). *Colombia's Nomination of the Seaflower Marine Protected Area, Archipelago of San Andres, Old Providence and Santa Catalina for Inscription on the World Heritage List*, vol. 1.
- De Groot, R. S.; Van der Perk, J.; Chiesura, A.; Marguliew, S. (2000). Ecological Functions and Socio-economic Values of Critical Natural Capital as a Measure for Ecological Integrity and Environmental Health, en Crabbe, P.; Holland, A.; Ryszkowski, L.; Westra, L. (eds.), *Implementing Ecological Integrity: Restoring Regional and Global Environmental and Human Health*, Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers.
- De Groot, R. S.; Wilson, M.; Boumans, R. (2002). "A Typology for the Classification, Description and Valuation of Ecosystem Functions, Goods and Services. *Ecological Economics*, vol. 41, pp. 393-408.
- Díaz, J. M.; Barrios, L. M.; Cendales, M. H.; Garzón-Ferreira, J.; Geister, J.; López-Victoria, M.; Ospina, G. H.; Parra-Velándia, F.; Pinzón, J.; Vargas-Ángel, B.; Zapata, F. A.; Zea, S. (2000). *Áreas coralinas de Colombia*, Santa Marta: Invemar.
- Díaz-Pulido, G.; Bula-Mayer, G. (1997). "Marine Algae from Oceanic Atolls in the Southwestern Caribbean (Albuquerque Cays, Courtown Cays, Serrana Bank and Roncador Bank), *Atoll Research Bulletin*, núm. 448.

- Díaz, J. M., Garzón-Ferreira, J.; Zea, S. (1995). *Los arrecifes coralinos de la isla de San Andrés, Colombia: su estado actual y perspectivas para su conservación*, Bogotá: Editora Guadalupe.
- Dudley, N. (ed.) (2008). *Guidelines for Applying Protected Area Management Categories*, Gland Switzerland: IUCN.
- FAO (2012). *Estado de las áreas marinas y costeras protegidas en América Latina* (elaborado por Aylem Hernández Ávila), Redparques Cuba; Santiago de Chile, 620 pp.
- Field, B. (2008). *Natural Resource Economics: An Introduction*, Waveland Press: Long Grove, IL.
- Flaaten, O. (2010). *Fisheries Economics and Management* (revised), University of Troms.
- Forbes, T.; Prada, M.; Castro, E. (2012). “Estado actual del caracol *Strombus gigas* en la zona externa al AMP Seaflower”, Colombia.
- Forbes, T.; Calderón, J.; Castro, E. (2011). “El caracol pala (*Strombus Gigas*) en la isla de San Andrés y los cayos del sur: distribución y abundancia”.
- Garzón-Ferreira, J.; Acero, P. (2002). “The Gobiidae Fish from Colombian Caribbean Reefs. IV. The genus *Lythrypnus*”. *Caldasia*, vol 17, núm. 1, pp.95-113.
- Garzón-Ferreira, J.; Rodríguez-Ramírez, A. (2000). “Estado de los arrecifes coralinos en Colombia”, informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (Invemar).
- Gavio, B.; Palmer-Cantillo, S.; Mancera, J. E. (2010). “Historical Analysis (2000-2005) of the Coastal Water Quality in San Andrés Island, Seaflower Biosphere Reserve, Caribbean Colombia”, *Marine Pollution Bulletin*, núm. 60, pp. 1018-1030.
- Hardin, G. (1968). “The Tragedy of the Commons”, *Science*, vol.162, pp.1243-1248.
- Ludwig, R. (1988). *Evaluación del impacto ambiental: ubicación y diseño de emisarios submarinos* (traducido por Salas, H.), Centro de Investigación de Monitoreo y Evaluación y Organización Mundial de la Salud.
- Maldonado, J. H. (2008). *Economía de los recursos naturales: aplicaciones desde la economía computacional en la solución de problemas dinámicos.*, Bogotá: Ediciones Uniandes.
- Mancera, J. E.; Guerra, L.; Ruiz, S.C.; Malo, M. A.; Pérez, S. P. (por publicar). Evaluación del impacto de los vertimientos del emisario submarino de San Andrés isla sobre las comunidades planctónicas a partir de variables físico-químicas.
- Meisel, A. (2005).” La continentalización de la isla de San Andrés, Colombia: panyas, raizales y turismo”, en Aguilera, M. (ed.), *Economías locales en el Caribe colombiano: siete estudios de caso*, Bogotá, Banco de la República.

- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (Mavdt) (2004). *Agenda ambiental de San Andrés Isla, 2004-2020*.
- Perman, R.; Ma, Y.; Common, M.; McGilvray, J. (2003). *Natural Resource and Environmental Economics*, London: Prentice Hall.
- Prada, M.; Castro, E.; Taylor, E., Puentes, V.; Appeldoorn, R.; Daves, N. (2009). *Non Detriment Findings for the Queen Conch (Strombus gigas) in Colombia*, NOAA Fisheries-Blue Dream Ltd. (eds). San Andrés Island, Colombia, 51 pp.
- Prada, M.; Castro, E.; Grandas, Y. (2004). "Is the Industrial Lobster Fishery in the Archipelago of San Andrés, Providencia and Santa Catalina a Resilient Result?", *Proceeding of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, núm. 56.
- Roberts, C. M.; McClean, C. J.; Veron, J. E. N.; Hawkins, J. P.; Allen, G. R.; McAllister, D. E.; Mittermeier, C. G.; Schueler, F.W.; Spalding, M.; Wells, F.; Vynne, C.; Werner, T. B. (2002). "Marine Biodiversity Hotspots and Conservation Priorities for Tropical Reefs", *Science*, vol. 295, núm.5558, pp. 1280-1284.
- Santos-Martínez, A.; Hinojosa, S.; Sierra, O. (2009). "Proceso y avance hacia la sostenibilidad ambiental: La reserva de la biosfera *Seaflower*, en el Caribe colombiano", *Cuadernos del Caribe*, núm. 13, Universidad Nacional de Colombia.
- Sladek-Nowlis, J.; Castro, E.; Prada, M.; Forbes, T.; Bent, H.; Wilson, H. (2012). "Estudio poblacional de la langosta espinosa (*Panulirus Argus*) y recomendaciones técnicas para fijar su cuota anual en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina", Reserva de Biósfera *Seaflower*, Colombia.
- Sladek-Nowlis, J.; Castro, E.; Pomares, C.; Prada, M.; Barreto, C.; Bent, H.; Ballesteros, C.; Guardiola, O. (2008). "Recomendaciones técnicas para el establecimiento de la cuota global de langosta espinosa del 2009 en la Reserva de Biósfera *Seaflower*", reporte técnico, Secretaría de Agricultura y Pesca; Coralina; ICA.
- Stoner, A.; Sandt, V.; Boidron-Metairon, I. (1992). "Seasonality in Reproductive Activity and Larval Abundance of Queen Conch (*S. gigas*)", *Fishery Bulletin*, vol. 90, núm. 1, pp. 161-170.
- Theile, S. (2001). "Queen conch fisheries and their Management in the Caribbean" (technical report to the Cites Secretariat), Traffic.
- Van't Hof, T.; Conolly, E. (2002). "Financial Sustainability Plan for the Marine Protected Area System in the *Seaflower* Biosphere Reserve", Coralina; The Ocean Conservancy.
- Wunder, S. (2005). "Payments for Environmental Services: Some Nuts and Bolts", *occasional paper series*, núm. 42, Center for International Forestry Research.