



Desarrollo y Sociedad

ISSN: 0120-3584

revistadesarrolloysociedad@uniandes.edu.co

Universidad de Los Andes

Colombia

Rebellón, Carlos

Relación entre el stock de un recurso de propiedad común y el crecimiento de la población que lo explota. El caso de la extracción de la piangua en la ensenada de Tumaco, Colombia

Desarrollo y Sociedad, núm. 54, septiembre, 2004, pp. 179-219

Universidad de Los Andes

Bogotá, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169114661005>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## **Relación entre el stock de un recurso de propiedad común y el crecimiento de la población que lo explota. El caso de la extracción de la piangua en la ensenada de Tumaco, Colombia**

Carlos Rebellón\*

### **Resumen**

La explotación de recursos de uso común constituye la única fuente de ingresos de una porción significativa de hogares en países en desarrollo. El objetivo de este documento es mostrar empíricamente que cuando un recurso de uso común escasea, esto ocasiona un crecimiento demográfico tal que dicha escasez se incrementa hasta hacer insostenible la explotación. El trabajo se aplica a la explotación de un molusco en la Ensenada de Tumaco conocido como Piangua (*Anadara Tuberculosa*). Para las estimaciones, se parte de un modelo de equilibrio parcial y otro de equilibrio general. El primer modelo se estima por MCO, mientras el segundo simula la tendencia de la población para un horizonte de 60 años. En ambos modelos se verifica la hipótesis de trabajo. En particular, los hogares pueden pasar de un numero de miembros promedio de 3 a 4, lo cual puede llevar al rápido agotamiento del recurso en menos de 12 años.

*Palabras clave:* recursos de uso común, demografía, subsistencia, piangua.

*Clasificación JEL:* J13, Q20, Q22.

---

\* Asesor Comisión de Regulación de Telecomunicaciones. Tesis de Maestría en Economía y Economía del Medio Ambiente. El autor agradece de manera especial la experiencia de trabajo al lado de Eduardo Uribe como asesor de tesis; los valiosos comentarios y aportes del profesor Juan Camilo Cárdenas; la positiva crítica del profesor Jorge Vallejo; la infinita colaboración de la gente de ASCONAR, Roberto Caicedo y Edgar Portilla; la evaluación anónima del juez, y unas cuantas corridas en STATA de Victoria Soto.

## Abstract

The exploitation of common pool resources is the only source of income that can be reached in many of developing countries households. The main purpose of this paper is to show the empirical evidence that supports the hypothesis where the excessive use of a particular scarce natural resource due to a demographic growth is unsustainable. This hypothesis is applied to the case of Piangua (Anadara Tuberculosa) at the “Ensenada de Tumaco”, Colombia. For this study, two different specifications there were considered: partial equilibrium and general equilibrium. The first model was estimated by OLS methods, whereas the second one simulated population tendencies over 60 years. Finding verified the initial hypothesis with each one of the method used. Finally it was concluded that when the household mean size reaches 4 people, the scarce resource may be depleted in less than 12 years.

*Key words:* Common - Pool Resources, Demography, Survival, Piangua.

*JEL classification:* J13, Q20, Q22.

## Introducción

Muchas comunidades pertenecientes a países en desarrollo dependen exclusivamente de los ingresos que provee la explotación de un recurso natural de uso común<sup>1</sup> (RUC). En algunos casos, el paulatino agotamiento del recurso se retroalimenta con un crecimiento sostenido de la población que lo explota<sup>2</sup>. En otros, el stock del recurso se constituye como un regulador natural del tamaño y desarrollo de la población que lo usa, facilitando así el establecimiento de una economía estable que oscila en torno a la intensidad en la explotación del recurso.

La población que habita en zonas del manglar próximas a la ensenada de Tumaco deriva una parte importante de sus ingresos de la explotación de un RUC. Dicho recurso, es un molusco conocido en Colombia como

---

<sup>1</sup> De acuerdo con Ostrom (1990): “Es un recurso donde es costoso, más no imposible excluir a beneficiarios potenciales de su uso”.

<sup>2</sup> De ahora en adelante, cuando se mencione población se hace referencia a la población humana que explota o se apropia de un recurso, mientras que para referirse a la población del recurso propiamente dicha, se utilizará el término stock.

piangua<sup>3</sup>, y cuya población que lo apropiá, ha venido realizando con éxito acciones colectivas en beneficio del uso racional y sostenible del recurso<sup>4</sup>.

El impacto de la acción colectiva mencionada, se ha visto reflejado en un aumento de los precios en el corto plazo<sup>5</sup> producto de la mayor integración vertical de la actividad entre las concheras<sup>6</sup>. Lo anterior no constituye condición necesaria para que se garantice la sostenibilidad de la economía que gira en torno al recurso, mientras el problema del acceso común siga sin resolverse.

Los asentamientos humanos que han venido creciendo en torno al mangle, un incremento en el número de miembros del hogar que explotan la piangua y el deterioro de las actividades económicas de la zona distintas al concheo como la venta de leña, la pesca artesanal y la agricultura (*ver Anexo 2*), sugieren que el tamaño de la comunidad conchera presenta una tendencia al alza.

De acuerdo con lo anterior, el objetivo del presente trabajo es mostrar empíricamente si en el caso de la explotación de la piangua en la ensenada

<sup>3</sup> La piangua es un molusco bivalvo que habita en estrecha relación con las raíces del mangle *Rhizophora* spp. enterradas en el sedimento hasta profundidades de 10 a 50 cm. Ardila, Navas y Reyes (2002). Su nombre científico es *Anadara Tuberculosa*, conocida como Piangua Hembra en Colombia y como Concha Prieta en Ecuador que es el principal destino del producto.

<sup>4</sup> La acción colectiva se ha realizado en los últimos dos años en el marco del proyecto: Recuperación, conservación y explotación racional de la concha o piangua (*Anadara Tuberculosa* y *Anadara Similis*) en 10 áreas de manglar del municipio de Tumaco (Proyecto Concha). Adicionalmente, en los últimos años se han destacado cuatro iniciativas: El Proyecto Manglares (1998), Plan Internacional (2000), Las acciones de la World Wide Fauna Colombia WWF (desde 1999) y El Proyecto Concha (2003).

<sup>5</sup> Según Álvarez-León y Bravo-Pazmiño (1998), se podía recibir hasta \$ 2.700 pesos por un ciento de conchas en 1998. Recientemente (abril de 2003) en una encuesta realizada en 127 hogares por ASCONAR, el precio promedio que recibe por el ciento de piangua alcanza los \$7.000 pesos. Esto implica un incremento corriente en 5 años del 159%.

<sup>6</sup> Las concheras son las personas que extraen el recurso del mangle, y la actividad que realizan se conoce como concheo. Las concheras son en su mayoría mujeres aunque con una proporción creciente de hombres y niños que se han ido vinculando en los últimos 10 años a la actividad. Gracias a la cooperación entre Concheras Asociadas a través de la Asociación de Concheras de Nariño ASCONAR y a la Asociación de Concheras de Tumaco AMCOT, hoy día el producto se comercia en volúmenes más grandes y con menos intermediarios, de tal manera que se ha incrementado el poder de negociación de estas instituciones.

de Tumaco la escasez del recurso regula el tamaño de la población. Para tal fin, el trabajo se basa en dos modelos teóricos: uno estático y a nivel de la toma de decisiones del hogar en torno a su reproducción y otro dinámico y a nivel de la relación entre la población y el stock del recurso.

La estimación econométrica de los parámetros del primero, permitirá establecer si ante el deterioro constante del recurso, los hogares tienen incentivos para seguir vinculando miembros del hogar a la actividad, lo cual deriva en una trampa de pobreza donde la población crece frente a un stock de recurso cada vez menor.

La simulación del segundo modelo, a partir de valores admisibles de los parámetros de crecimiento de la población y el stock del recurso entre otros, permitirá establecer si la dinámica entre el stock del recurso y la población es tal, que la actividad extractiva lleva a incrementos más que proporcionales en la población. Esto último permite verificar la hipótesis que el recurso no tiene la capacidad necesaria para soportar el crecimiento poblacional de la comunidad que lo explota.

El trabajo está compuesto por seis secciones. La sección I realiza una descripción de la literatura existente. La sección II expone los dos modelos teóricos que se busca aplicar al caso de estudio. La sección III describe la información utilizada, los métodos y cálculos empleados. La sección IV presenta los resultados de las estimaciones y en la sección V se presentan las conclusiones y recomendaciones.

## **I. Recursos de uso común y población**

La teoría que explica el funcionamiento de economías alrededor de la explotación de RUC puede dividirse en dos categorías según los agentes económicos objeto de estudio. Para los modelos de firma, los desarrollos teóricos se centran en las implicaciones que tiene el libre acceso sobre los beneficios de la firma. Este enfoque agrupa los llamados modelos “bioeconómicos” derivados del trabajo de Gordon (1954) y entre los cuales el trabajo de Clark (1994) constituye una síntesis completa.

Análogamente, los modelos de hogares se centran en el nivel de utilidad del hogar, la producción del hogar, la población y el stock de recurso. El

origen de estos modelos se puede establecer a partir del planteamiento del problema demográfico en Hardin (1968) y conocido como “La Tragedia de los Comunes”.

En estos modelos, desde una especificación simple como la realizada en Dutta (1999) hasta los más complejos como los planteados en Nerlove (1991) y Brander y Taylor (1998), se verifica que, *ceteris paribus*, a mayor población, mayor explotación de los recursos, y por ende mayor degradación. Sin embargo, los últimos dos modelos van más allá e indagan si a medida que se va agotando el recurso se continúa con una tendencia demográfica al alza.

Este último hecho ha sido uno de los argumentos principales en el análisis realizado en Dasgupta y Mäler (1991) y Dasgupta (2000) acerca de la relación entre el tamaño de la población, la pobreza y la degradación de los recursos naturales.

Conceptualmente, el argumento de Dasgupta (2000) consiste en que se puede dar una “trampa de pobreza” en aquellas comunidades donde la escasez de recursos obliga a los hogares a obtener mano de obra adicional. Entonces, para los hogares tendría sentido incrementar su tamaño si los beneficios de los hijos adicionales superan los costos de mantener una familia más numerosa.

Otro enfoque utilizado en la literatura es el que se expone en Pezzey (1991) y en Brander y Taylor (1998). Este enfoque parte de una especificación dinámica y de equilibrio general que consiste en establecer una condición de sostenibilidad entre las tasas de crecimiento de la población, del recurso, y otros parámetros relevantes como la tasa de descuento, la productividad del recurso (tecnología) y la respuesta de la fecundidad al tamaño del recurso.

El modelo de Pezzey (1991) es trivial ya que el crecimiento del recurso y el de la población son exógenos, lo que hace que la condición de la sostenibilidad de la economía dependa de la situación en la cual el recurso crece a un ritmo superior al de la población y debe crecer a mayor ritmo cuando la población es impaciente (es decir, cuando la tasa de descuento

de los individuos es alta). El modelo de Brander y Taylor (1998) es más atractivo ya que incorpora una tasa de fecundidad endógena al stock de recurso, una función de crecimiento del recurso no lineal y una actividad económica complementaria a la actividad extractiva. En consecuencia, la relación de sostenibilidad se hace más compleja, ya que depende de más aspectos de la economía y es contingente ya que la fecundidad es endógena.

Lo anterior lleva a que con los trabajos de Dasgupta (2000) y Brander y Taylor (1998) se cuente con dos enfoques complementarios que sirvan de soporte teórico a la verificación empírica de la relación entre el stock de un recurso y el crecimiento de la población que lo explota.

La aplicación de estos dos modelos al caso de la piangua en Colombia, constituye la primera contrastación empírica de dichos modelos en una comunidad local específica.

#### **A. El caso de la explotación de la piangua en Colombia**

El estudio de la explotación de la piangua en Colombia se ha centrado en los aspectos biológicos y técnicos de la actividad. Estos desarrollos se iniciaron en la segunda mitad de la década del 70 donde se destaca el trabajo de Contreras y Cantera (1978). Posteriormente, investigaciones en su mayoría realizadas por la Universidad del Valle: Contreras-Rengifo (1985) y Ardila (1988), complementaron este conocimiento inicial. Con la creación del Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, INPA, en 1990<sup>7</sup> la mayor parte de los trabajos posteriores recayeron sobre esta institución.

A partir de 1990, el INPA por medio de su seccional de Tumaco ha venido realizando trabajos que han permitido conocer la gran parte de los aspectos técnicos y comerciales de la explotación de moluscos en la zona. El trabajo más importante corresponde al realizado por Borda y Portilla (1998). A partir de éste, se sustentó la reglamentación que prohíbe la extracción de piangua hembra por debajo de 50 mm<sup>8</sup>.

---

<sup>7</sup> Ley 13 de 1990. Estatuto general de Pesca.

<sup>8</sup> Resolución no. 0539 de 7 nov. de 2000. “Por el cual se reglamenta la talla mínima de Anadara tuberculosa ( piangua hembra ) en el Pacífico Colombiano”.

Paralelo a la investigación de los aspectos biológicos, se han realizado trabajos con énfasis en las características antropológicas y sociales de las comunidades del Pacífico colombiano que subsisten de productos del mangle. De estos trabajos el más reciente y que resume los aspectos más relevantes en estas áreas corresponde al realizado en el marco del “Proyecto conservación y manejo para el uso múltiple y el desarrollo de los manglares en Colombia” (Proyecto Manglares) que lideró el Ministerio del Medio Ambiente entre los años 1995 y 1998.

Otros trabajos que complementan el conocimiento sobre estas comunidades corresponden a Cárdenas (2000) y Murphy y Cárdenas (2003), cuyo principal objetivo es mostrar que en comunidades de características socioeconómicas similares a la estudiada, es más exitosa la acción colectiva frente a instrumentos implementados por un planificador central externo a la comunidad, en presencia de monitoreo imperfecto.

## II. Marco teórico

Los enfoques teóricos en los que se basa este trabajo, corresponden a Dasgupta (2000) y Brander y Taylor (1998). Por facilidad, ambos autores suponen que el desarrollo institucional de las comunidades analizadas es exógeno y permanece constante. Esto implica, que los modelos están construidos como si los agentes económicos no pudiesen generar acciones que impidan el agotamiento del recurso.

A fin de no relajar el supuesto mencionado *a priori*, es preciso mostrar que pese a las acciones que la comunidad realiza en beneficio del sostenimiento del uso del recurso, se realiza a continuación un breve análisis de las instituciones y la acción colectiva.

### A. Marco institucional

Dado lo anterior, a continuación se realiza un análisis de las reglas de juego que rigen a la comunidad en estudio desde los principios de diseño de las instituciones, planteados por Ostrom (1990).

Las reglas de juego constituyen el cuerpo normativo que la misma comunidad ha diseñado y acepta de manera generalizada. A la actividad conchera que practica la comunidad de la ensenada de Tumaco la rigen cinco reglas:

1. La talla de captura mínima, la cual es legalmente reconocida y el rechazo de piangua por debajo de la talla mínima por parte de las asociaciones.
2. El mayor precio que pagan ASCONAR y AMCOT a sus asociados en virtud de su mayor volumen comerciado.
3. La prohibición de uso temporal de las zonas de recuperación y conservación, la cual es reconocida y definida desde el ordenamiento perseguido en el Proyecto Concha<sup>9</sup>.
4. La no tala del mangle, reconocida por la comunidad y producto del ordenamiento realizado desde el marco del Proyecto Manglares.
5. El respeto en el orden de llegada a áreas del mangle social e históricamente aceptado (los que llegan primero, tienen derecho a conchar).

Ahora bien, las reglas se evaluarán de acuerdo con los criterios propuestos en Ostrom, E. (1990).

### **1. Límites claramente definidos**

Los apropiadores respetan áreas ya ocupadas por otros y protegen sus territorios de incursores extranjeros o ajenos a la comunidad. Sin embargo no existe ningún límite que especifique cuántas personas o quiénes pueden conchar.

### **2. Coherencia entre las reglas de apropiación, provisión y las condiciones locales**

Las normas referidas a las tallas de captura, orden de entrada al mangle y no tala del mangle responden a los lineamientos técnicos definidos por las autoridades pesqueras.

---

<sup>9</sup> Por ejemplo, en una visita realizada a la comunidad en agosto de 2003 pudo constatarse que durante abril y agosto de ese mismo año sólo se presentaron dos incursiones no autorizadas a los encierros de áreas que realiza la misma comunidad.

### **3. Arreglos de elección colectiva**

En todos los proyectos que han liderado entidades gubernamentales y no gubernamentales ha existido una fuerte participación de la comunidad<sup>10</sup>.

### **4. Supervisión**

Hay un compromiso total de la comunidad por vigilar el cumplimiento de las reglas enunciadas anteriormente. Por ejemplo, la población tiene identificados a los agentes externos que afectan el ecosistema como los incursores concheros provenientes de Ecuador.

### **5. Sanciones graduadas**

La sanción social es muy importante en la comunidad conchera. Con trabajo de campo, se pudo constatar que los que recogen recurso de talla inferior al mínimo aceptado no encuentran fácilmente compradores y son discriminados en favor de los que sí lo hacen.

Actualmente ASCONAR y AMCOT reconocen un mayor precio a las concheras que a las que compran su producto. Como estas asociaciones no adquieren concha por debajo de la talla mínima, este es un mecanismo de sanción indirecto en contra de los concheros que se ven obligados a vender la concha pequeña a un precio inferior.

### **6. Mecanismos para la resolución de conflictos**

Las asociaciones se han fortalecido y son reconocidas por su capacidad de resolver conflictos. Un ejemplo de ello constituye la logística de transporte: esta podría ser fuente de conflictos entre los que quieren ir a conchar, pero las decisiones en el orden de viaje al mangle y las asignaciones de zonas de concheo, recuperación y conservación son aceptadas por todos los asociados y consideradas como justas.

---

<sup>10</sup> El Proyecto Concha ha sido liderado y diseñado por la misma comunidad. El Proyecto Manglares tuvo un componente importante de trabajo de campo. El Conversatorio de la Piangua cuenta con la voz y voto de la comunidad conchera.

## 7. Reconocimiento mínimo de derechos de la organización (derecho reconocido)

Tanto ASCONAR como AMCOT cuentan con personería jurídica, registro en Cámara de Comercio y con personal idóneo y respetado en la comunidad. Sus reglamentos son coherentes con las recomendaciones y con el ordenamiento liderado por instituciones oficiales como el INPA, CORPONARIÑO, el Ministerio del Medio Ambiente, la WWF, la Universidad de los Andes, entre otros.

## 8. Entidades anidadas

La comunidad conchera reconoce tres entidades básicas: las gubernamentales y no gubernamentales que han intervenido en calidad de agentes externos, las asociaciones: ASCONAR y AMCOT y las familias de la comunidad. Sin embargo no existe una jerarquía entre instituciones ni al interior de las mismas.

Con base en lo anterior, la acción social presenta dos vacíos fundamentales, los cuales, permiten anticipar la validez de los modelos aplicados en este trabajo pese a sus limitaciones para representar el efecto de la acción social. Estos dos vacíos corresponden a:

- La ausencia de reglas claras que delimiten el acceso al recurso en cuanto al número de apropiadores, más no en cuanto a la cantidad apropiada ya que esta viene delimitada por el ahorro forzoso que deben realizar los hogares cuando un área de concheo es escogida para preservación o conservación.
- Hay una falta de anidación al interior y entre instituciones. Sin embargo, se reconoce que durante los últimos años se ha progresado en este sentido.

## B. Modelo estático

Dasgupta (2000) parte de hogares que buscan maximizar una función de ingreso neto que depende exclusivamente del tamaño del hogar (este corresponde al tamaño efectivo y no al deseado). El modelo es estático, sus variables son continuas y no hay incertidumbre. Por facilidad, se asume que las decisiones de los hogares son simétricas y que factores como la

educación, la experiencia y el ingreso recibido por otras actividades no son determinantes del tamaño del hogar. Además no hay migración, por lo que la economía es un sistema cerrado.

Sea  $N$  el número de hogares de la comunidad,  $n$  el tamaño efectivo de un hogar representativo y  $y(n)$  el ingreso neto del hogar y cuyo valor se busca maximizar, se plantea una función cuadrática de la forma:

$$y(n) = -\alpha + \beta n - \gamma n^2 \quad (1)$$

con  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  constantes positivas.

Se parte de este tipo de función por tres razones: permite obtener una solución sencilla parametrizada del problema; contiene un componente fijo de costo de sostenimiento de un hogar ( $\alpha$ ), y presenta rendimientos decrecientes para el tamaño del hogar. Formas monotónicas se descartan: una función creciente implica que los hogares son cada vez más y más grandes por lo que el recurso escasearía demasiado rápido; una función decreciente implica hogares pequeños y poblaciones muy bajas.

Cuando los ingresos netos de los hogares dependen del tamaño del hogar y de los parámetros  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ , funciones más alejadas del eje horizontal corresponden a una mayor abundancia. En adición, si los parámetros dependen de la cantidad disponible del recurso ( $M$ ), se tiene una función donde el tamaño del hogar es endógeno al recurso<sup>11</sup>.

Entonces, resolviendo de (1):  $y(n) = 0$  se obtienen dos raíces que se asumirán conocidas y reales:

$$n = \frac{-\beta - \sqrt{\beta^2 - 4\alpha\gamma}}{2\gamma} \quad y \quad \bar{n} = \frac{-\beta + \sqrt{\beta^2 - 4\alpha\gamma}}{2\gamma} \quad (2)$$

Donde la raíz menor corresponde al tamaño del hogar a partir del cual éste presenta ingresos netos, es decir, es el costo fijo de mantener un hogar. La

---

<sup>11</sup> Esta cantidad disponible del recurso se entiende empíricamente, como la producción total existente en un determinado período de tiempo, a mayores producciones mayor abundancia y viceversa.

segunda raíz es el tamaño máximo que puede tener un hogar antes de hacerse insostenible, es decir, es la capacidad de carga ambiental asociada al tamaño del hogar.

Ahora diferenciando (1) respecto de  $n$  se obtiene el tamaño del hogar ( $n^*$ ) que maximiza el ingreso neto ( $y(n^*)$ ):

$$n^* = \frac{\beta}{2\gamma} \quad y \quad y^* = -\alpha + \frac{\beta^2}{4\gamma} \quad (3)$$

Asumiendo que la decisión de cada hogar es simétrica, se tiene que el nivel de explotación total ( $M$ ) es igual al tamaño de la comunidad ( $N$ ) multiplicado por el tamaño óptimo individual de cada hogar ( $n^*$ ). Entonces, si los parámetros dependen del tamaño del recurso ( $M$ ), las soluciones presentadas en (3) corresponden a:

$$n^* = \frac{\beta(Nn^*)}{2\gamma(Nn^*)} \quad y \quad y^* = -\alpha(Nn^*) + \frac{[\beta(Nn^*)]^2}{4\gamma(Nn^*)} \quad (4)$$

Por otra parte, se tiene la función con parámetros endógenos frente a la base del recurso:

$$y(n) = -\alpha(M) + \beta(M)n - \gamma(M)n^2 \quad (5)$$

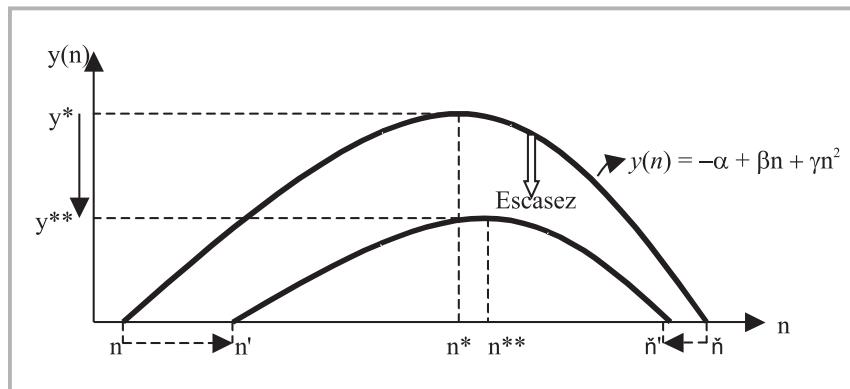
Si cada hogar tiene en cuenta el efecto de su tamaño sobre el recurso, entonces se diferencia (3.1.5) con respecto a  $n$  y se obtiene el tamaño del hogar ( $\check{n}$ ) que maximiza el ingreso neto  $y(\check{n})$ . Donde  $\check{n}$  será solución de:

$$[\beta(Nn) - 2n\gamma(Nn)] - N[\alpha'(Nn) - n\beta'(Nn) + n^2\gamma'(Nn)] = 0 \quad (6)$$

Interesa mostrar si el tamaño óptimo del hogar  $n^*$  es mayor al tamaño socialmente óptimo  $\check{n}$ . Para que (6) sea igual a cero y  $\check{n}$  cumpla la condición necesaria de óptimo, el término de la derecha debe ser negativo para lo cual  $\alpha'$ ,  $\beta'$  y  $\gamma'$  deberán ser todos positivos o  $\alpha'$  y  $\gamma'$  positivos y  $\beta'$  negativo.

Finalmente, con fines ilustrativos, se muestra el caso donde funciones de ingreso más bajas corresponden a tamaños óptimos del hogar mayores, pero con ingresos menores. Esto corresponde al caso en que la escasez del recurso estimula el crecimiento de la población (ver gráfico 1).

Gráfico 1. Impacto de la escasez de un RUC sobre la función de ingreso neto.



Tres observaciones pueden realizarse respecto del modelo planteado, la primera es que ( $n$ ) es el número de personas que afectan los ingresos y costos del hogar, luego los miembros que no aportan producción no son parte de ( $n$ ).

La segunda observación tiene que ver con que el modelo es cerrado. Esto implica que el modelo no considera el efecto migratorio sobre la población total ( $N$ ). En el caso de la piangua este efecto puede ser secundario, más no despreciable, dados los desplazamientos de mano de obra que ha traído la pesca blanca y las incursiones de ecuatorianos en la zona<sup>12</sup>.

La tercera observación es que el modelo no considera fuentes alternativas de ingreso de los hogares. La inclusión de este componente llevaría a una asignación del trabajo dedicado a la extracción del RUC y al recurso alternativo. Un modelo que tiene en cuenta una actividad alternativa se encuen-

<sup>12</sup> En Bravo-Pazmiño (1998) se ilustra cómo el crecimiento poblacional de los 30 últimos años se ha debido al crecimiento del tamaño de las familias que habitan la zona, sin tener en cuenta las presiones migratorias desde Ecuador.

tra en Cárdenas J.C., Stranlind y Willis (2000). Sin embargo, la ausencia de estos componentes no es relevante cuando se cumplen dos supuestos. Primero, asumir que la extracción del RUC es la principal actividad económica de la comunidad y el ingreso derivado de actividades alternativas es despreciable, o simplemente las otras actividades son complementarias a la extracción del RUC, por lo que no alteran la forma de la función ingreso. Segundo, suponer que no se reclutan “manos adicionales” (no se tienen hijos) motivados por la escasez o abundancia de los otros recursos, ya que las otras actividades sí requieren una mayor calificación de la mano de obra, acceso a tecnologías y en algunos casos (como la camaronicultura) no existe libre acceso.

### C. Modelo dinámico

Para conocer si la dinámica población – recurso es explosiva, es decir, que las trayectorias que siguen ambas variables son inestables, se recurre a una simulación del stock del recurso y la población, a partir de valores adecuados de los parámetros de la población conchera que habita en la ensenada de Tumaco. La simulación se basa en el modelo propuesto en Brander y Taylor (1998).

La principal limitación que resulta de aplicar este tipo de modelos en comunidades abiertas, es que no tiene en cuenta el efecto del crecimiento en la demanda de piangua externo a la comunidad y las presiones migratorias hacia el área de explotación estudiada. Luego, las sendas estimadas corresponden a la situación extrema donde la piangua sólo es apetecida por parte de la comunidad que explota localmente el recurso.

El modelo parte de una economía cerrada (una isla), que consume y produce dos bienes: el recurso escaso ( $H$ ) y un bien complementario ( $M$ ). La comunidad asigna su trabajo entre un recurso y otro. Se supone que la población es igual a la fuerza de trabajo, que los precios de los bienes son exógenos, que existen rendimientos constantes en la producción del bien  $M$ , una función de crecimiento logística  $G(S)$  para el stock del recurso ( $S$ ) y una función de extracción de Schaefer para el recurso ( $H^p$ ).

El objetivo que se persigue en Brander y Taylor (1998) es identificar dos ecuaciones de evolución parametrizadas y mutuamente dependientes: una

para el stock del recurso ( $dS/dt$ ) y otra para la población ( $dL/dt$ ). Para ello se parte de las siguientes dos ecuaciones en función de la extracción de recurso ( $H$ ):

$$\partial S / \partial t = G(S) - H \quad (7)$$

$$\partial L / \partial t = L(b - d + F) \quad (8)$$

Donde  $b - d$  es la tasa de crecimiento (o caída) de la población sin existencia del recurso y  $F$  es una función de fertilidad y depende directamente del consumo per cápita del recurso ( $F = \phi(H/L)$ ).

Si se sustituye una función específica de crecimiento del recurso en (7) y la función de fertilidad  $F$  en (8) se obtienen las siguientes ecuaciones:

$$\partial S / \partial t = rS(1 - S / K) - H \quad (9)$$

$$\partial L / \partial t = L(b - d + \phi(H / L)) \quad (10)$$

Donde  $K$  es la “capacidad de carga” o máximo stock posible de recurso sin intervención antrópica.

Nótese que se busca eliminar  $H$  del sistema para que quede exactamente identificado. Esto se logra a través del equilibrio en producción y consumo para  $H$ , lo cual se explica a continuación:

$$\text{Sea } H^p = \alpha S L_H \quad (11)$$

La función de extracción del recurso según Schaefer, donde  $\alpha$  es el coeficiente de captura del recurso y  $L_H$  la cantidad de trabajo dedicada a la explotación.

Como existe libre entrada en la producción de  $H$  y  $M$ , en equilibrio, el precio del recurso ( $p$ ) debe ser igual a su costo unitario de producción; es decir, al salario pagado en el sector del recurso ( $w$ ) por la cantidad de trabajo requerida para producir una unidad de recurso ( $L_H/H^p$ ):

$$p = w/(\alpha S) \quad (12)$$

Por el lado de la demanda se tiene que los individuos maximizan su utilidad instantánea en función de la cantidad de recurso ( $h$ ) y del bien complementario ( $m$ ) sujeta a la restricción presupuestal (es decir, que corresponde al trabajo de un individuo  $L = 1$ ). La solución de este problema para  $h$  corresponde a la demanda individual de recurso. Dado lo anterior, el problema de optimización se plantea en términos matemáticos:  $\text{Max } u = h^\beta m^{1-\beta}$  s.a.  $ph + m = w$ , cuya solución para  $h$  es:

$$h^d = w\beta / p \quad (13)$$

En problema anterior se muestra que el individuo gasta su ingreso de explotación, entre ambos bienes y su función de demanda depende directamente de sus ingresos y de las preferencias por el recurso e inversamente del precio del recurso. La demanda agregada ( $H^d$ ) vendrá dada entonces por:

$$H^d = w\beta L / p \quad (14)$$

Cuando hay equilibrio en el mercado del recurso, el precio de venta y compra ( $p$ ) es el mismo, luego se pueden igualar los precios de las ecuaciones (12) y (14):  $H^d = w\beta L / w / (\alpha S)$ . De donde se obtiene:

$$H = \alpha\beta LS \quad (15)$$

Sustituyendo esta última expresión en (7) y (8):

$$\partial S / \partial t = rS(1 - S / K) - \alpha\beta LS \quad (16)$$

$$\partial L / \partial t = L(b - d + \phi\alpha\beta S) \quad (17)$$

Se obtiene un sistema de ecuaciones diferenciales en  $S$  y  $L$  que describe la dinámica del sistema. Brander y Taylor denominan este modelo Ricardo Malthus - Lodtka Volterra ya que parte de un sistema de producción Ricardiano y de una función de crecimiento de la población Maltusiana donde el crecimiento poblacional está en función del consumo per cápita del recurso. La unión de ambas ecuaciones de crecimiento da como resultado un planteamiento como el realizado por Lodtka y Volterra donde el hombre es el predador y el recurso es la

presa. El análisis del estado estacionario y la dinámica del sistema alrededor del equilibrio se encuentran en Brander y Taylor (1998).

Si no se va a realizar el análisis dinámico del sistema, resulta útil describir la dinámica de ajuste hacia un nuevo equilibrio de  $S$  y  $L$ . Si se supone que  $r$  crece (un crecimiento exógeno en la tasa de reproducción del recurso), se explotará un nivel inicial de recurso de equilibrio  $H^*$  inferior al stock  $S^*$ , esto hace que el recurso se regenere. Con un mayor stock, mayor será el consumo per cápita del recurso, lo que lleva a un incremento en la población y posteriormente a una mayor extracción agregada  $H$ . Al final del día, el stock de recurso habrá regresado a su nivel  $S^*$  de equilibrio, pero habrá una mayor población  $L$  y el mismo nivel de ingreso per cápita.

### III. Marco empírico

La información utilizada en las estimaciones corresponde a la obtenida a través de la “Ficha Socioeconómica del Sector Conchero del Municipio de Tumaco”. Esta encuesta fue realizada entre abril y diciembre de 2003, es de carácter censal y abarca las áreas de influencia de las asociaciones ASCONAR y AMCOT. Previo a la realización de los ejercicios econométricos se efectúan pruebas de normalidad para las variables con las cuales se van a construir los modelos, se muestran sus estadísticas descriptivas y se construyen sus histogramas respectivos. Esto a fin de conocer las variables en detalle, antes de establecer relaciones entre ellas.

Los modelos se estiman por mínimos cuadrados ordinarios ya que corresponden a especificaciones lineales en los parámetros, no se presentan problemas de correlación entre las variables exógenas, ni problemas de heteroscedasticidad. Para una justificación formal del empleo de otros métodos de estimación véase Greene (1998).

Se especificaron modelos con una forma funcional cuadrática, utilizando diferentes estimativos que representan la variable de ingreso y la variable de tamaño del hogar; esto a fin de mostrar que los datos describen una relación de U invertida como la mostrada en el gráfico 1.

Para la contrastación empírica del modelo estático se requiere de una estimación empírica de la ecuación 5. Sin embargo, no se cuenta con infor-

mación de las funciones que relacionan los parámetros de la función ingreso y el nivel de escasez del recurso ( $\alpha(M)$ ,  $\beta(M)$ ,  $\gamma(M)$ ). Una medición directa de esta función requeriría un seguimiento a través del tiempo de la función ingreso neto de manera que pueda establecerse el efecto de la escasez sobre dicha función.

Para este trabajo, se opta por una aproximación de las relaciones entre los parámetros y la escasez basada en la información del grado de escasez de los recursos por localidad. De acuerdo con la opinión de los técnicos que conocen la zona y con muestreos de campo, las localidades correspondientes a Nerete, Nuevo Milenio y Unión Victoria presentan las tasas de captura más altas<sup>13</sup>. En contraste, localidades cercanas a zonas más tradicionales de concheo como Bajito Vaquería, Exportadora, Morrito, Rompido y San Jorge presentan las tasas de captura más bajas. En el resto de localidades no fue posible establecer el grado de escasez porque corresponden a asentamientos humanos que realizan el concheo en múltiples zonas, como es el caso de la comunidad de Viento Libre.

Con esta información, se conformaron grupos de localidades y se clasificaron según su escasez (baja y alta). Posteriormente, se estimó el modelo de mayor relevancia con variables dummy que representan el impacto diferencial de la escasez “local” sobre la función de ingreso neto.

Finalmente se verifica la condición de sostenibilidad. Esta verificación no involucra una prueba de hipótesis, ya que las funciones  $\alpha'(M)$ ,  $\beta'(M)$  y  $\gamma'(M)$  no son conocidas y su estimación viene aproximada por el impacto de las variables dummy de zona. La tabla 1 describe las variables utilizadas para las estimaciones mencionadas.

## A. Modelo dinámico

En la parte de simulación, se requiere información que permita tener una aproximación de los parámetros que componen las ecuaciones (16) y (17). Para ello se utilizarán especialmente los hallazgos de los trabajos de Ardila (1989), Bravo-Pazmiño (1998) y Borda (1998) y parte de la información resumida en los anexos del presente trabajo.

---

<sup>13</sup> Se utiliza la tasa de captura (conchas/mes en cientos) como indicador de escasez debido a que no se cuenta con otro tipo de variables que reflejen el estado del recurso como el stock.

Tabla 1. Variables empleadas para la estimación de la función de ingreso neto.

Variable	Descripción
y	Ingresos brutos mensuales del hogar producto de la actividad conchera
g	Gastos totales mensuales del hogar
yn	Ingreso neto mensual del hogar en pesos (\$) de 2003 declarado por la conchera. Este ingreso resulta de la resta entre el ingreso bruto obtenido por la actividad conchera y los gastos mensuales del hogar (y-g)
nhog	Número de miembros del hogar
nconcha	Número de miembros del hogar que realizan la actividad conchera
nact	Número de miembros del hogar que realizan la actividad conchera como actividad principal o secundaria (por ejemplo, que estudian pero conchan en las mañanas)
p	Precio recibido por cada cien conchas <sup>14</sup>
escpad	Nivel de escolaridad promedio de los adultos cabeza de hogar
edhog	Años de edad promedio del hogar
d	Variable dummy que toma el valor de uno (1) para las localidades donde se ha detectado escasez del recurso y cero (0) en caso contrario
d*otra variable	Efecto interacción de la escasez sobre las variables de número de miembros del hogar

Interesa simular el período comprendido entre los años 1970 y 2030 para verificar si la trayectoria que han seguido el stock de piangua y la población corresponde a las sendas que simula el modelo. Se considerarán períodos anuales debido a la intensidad en la explotación de la concha y al patrón de crecimiento de la misma. La elección de un período que arranca desde 1970 obedece a que en varios de los estudios que relatan la actividad conchera se remiten a la década del 70, como el período donde la explotación de la concha se generaliza por toda la zona, Ardila (1998), Ardila, Navas y Reyes (2002) y Bravo - Pazmiño (1998).

<sup>14</sup> Las conchas son vendidas generalmente por grupos de cien. Cada grupo de cien conchas se conoce como “ciento” entre los habitantes de la zona.

Finalmente, se realizará un análisis para determinar qué tan sensible es el modelo a cambios en los parámetros, con el fin de establecer el impacto de una política que busque racionalizar la explotación del recurso.

## IV. Resultados

Los resultados corresponden a la función estimada de ingresos de los hogares y a la estimación de los parámetros del modelo dinámico.

### A. Función estimada de ingresos de los hogares

Para las estimaciones propuestas, se partió de una base inicial conformada por información de 212 hogares pertenecientes a 16 localidades concheras cuya población se encuentra registrada ASCONAR y AMCOT<sup>15</sup>. Sin embargo, sólo 205 hogares reportaron ingresos y gastos. Los cálculos se realizan con base en esta última muestra. Las encuestas fueron realizadas entre abril y diciembre de 2003 y corresponden aproximadamente al 49,4% de los hogares concheros afiliados. Todas las estimaciones fueron realizadas en STATA v8 ®.

La tabla 2 contiene las estadísticas descriptivas de las variables utilizadas. De esta información, se destaca la simetría existente entre los ingresos reportados y los gastos. Lo anterior, conduce a que en más de la mitad de los hogares concheros se estime un ingreso neto negativo. Como estos hogares no tienen acceso al crédito, el ingreso neto negativo representa el hecho de que los hogares no reportan ingresos adicionales producto de actividades informales y de adelantos que normalmente reciben las concheras por su trabajo. Esto último no resta validez a la muestra utilizada, ya que no se nota ningún sesgo ni en los ingresos ni en los gastos y tampoco se encuentran valores de ingresos mensuales incoherentes con la captura mensual de conchas (61 cientos).

---

<sup>15</sup> Se puede considerar que esta muestra es representativa ya que se realizó por medio de un muestreo aleatorio simple de las familias registradas por las asociaciones en las distintas localidades aledañas a la ensenada de Tumaco. Adicionalmente, varias de las personas encuestadas se encontraban registradas como vendedores de concha en las asociaciones, más no eran afiliadas, por lo que una parte de las observaciones (34%) son hogares no afiliados.

Tabla 2. Estadísticas descriptivas de las variables de la muestra de concheras (2003).

Estadístico	y	g	yn	P	Cant. de cientos	escpad	edhog	nhog	nconcha	nact
N	212	212	212	212	212	201	212	212	212	212
Mínimo	50.000	55.000	-630.000	5.000	8	0	4	1	1	1
Media	383.954	395.515	-11.561	6.337	61	2,4	24,4	5,0	2,2	2,9
Máximo	1.410.000	1.500.000	394.800	8.000	210	11	81	10	7	8
Desv. est.	207.696	199.264	134.068	854,0	34,8	2,1	13,1	2,3	1,6	1,7
Coef. variac.	0,54	0,50	-11,60	0,13	0,57	0,89	0,54	0,46	0,72	0,60

Fuente: Cálculos propios con base en Encuesta Conchera Proyecto Concha –CORDEAGROPAZ.

De la tabla 2 se destaca la leve variación del precio recibido por las concheras, lo que implica que las variaciones en los ingresos se dan principalmente por las variaciones en las capturas de conchas. De otro lado, los hogares concheros son de gran tamaño (5 miembros en promedio) aunque sólo conchan más de dos miembros en cada hogar y cerca de 3 miembros lo hacen en complemento con otras actividades. Los hogares concheros son relativamente jóvenes (24,4 años promedio) y los miembros cabeza de hogar en promedio cuentan con dos años de escolaridad.

Se realizó el test de Kolmogorov - Smirnov para contrastar la hipótesis de normalidad de las variables. Los resultados coincidieron con lo esperado: para las variables monetarias de ingresos (y), gastos (g) e ingresos netos (yn) no fue posible rechazar la hipótesis de normalidad, mientras que para las variables tamaño del hogar (nhog, nconcha y nact) la hipótesis fue rechazada al 99%.

Tabla 3. Test de Kolmogorov - Smirnov de las variables de la muestra de concheras.

H0 = la variable sigue una distribución teórica normal estandarizada					
	y	g	Yn	nhog	nconcha
p-value	0.08	0.24	0.13	0.02	0.00

Fuente: Cálculos propios con base en Encuesta Conchera Proyecto Concha – CORDEAGROPAZ.

Con excepción de las variables nconcha y nact, las correlaciones entre las variables exógenas son muy débiles por lo que se descarta cualquier problema de dependencia lineal entre ellas. También se destaca que la correlación entre los ingresos netos y el precio del ciento de conchas es cercano a cero, por lo que no existe un efecto precio que se deba tener en cuenta en los modelos. Este hecho se debe, parcialmente, a que sólo el 35% de los hogares vendió su producto a intermediarios diferentes a las asociaciones. Estos resultados se presentan en la tabla 4.

**Tabla 4.** Coeficiente de correlación entre algunas variables de la muestra conchera.

	<b>yn1</b>	<b>p</b>	<b>Edhog</b>	<b>escpad</b>	<b>nhog</b>	<b>nconcha</b>	<b>nact</b>
<b>yn1</b>	1,0000						
<b>p</b>	-0,0029	1,0000					
<b>edhog</b>	0,1946	-0,0842	1,0000				
<b>escpad</b>	-0,0946	-0,0212	-0,2143	1,0000			
<b>nhog</b>	-0,2334	-0,0035	-0,5028	-0,0867	1,0000		
<b>nconcha</b>	-0,1524	-0,0590	-0,1499	-0,0540	0,5102	1,0000	
<b>nact</b>	-0,0831	-0,1779	-0,0877	-0,1046	0,6295	0,8350	1,0000

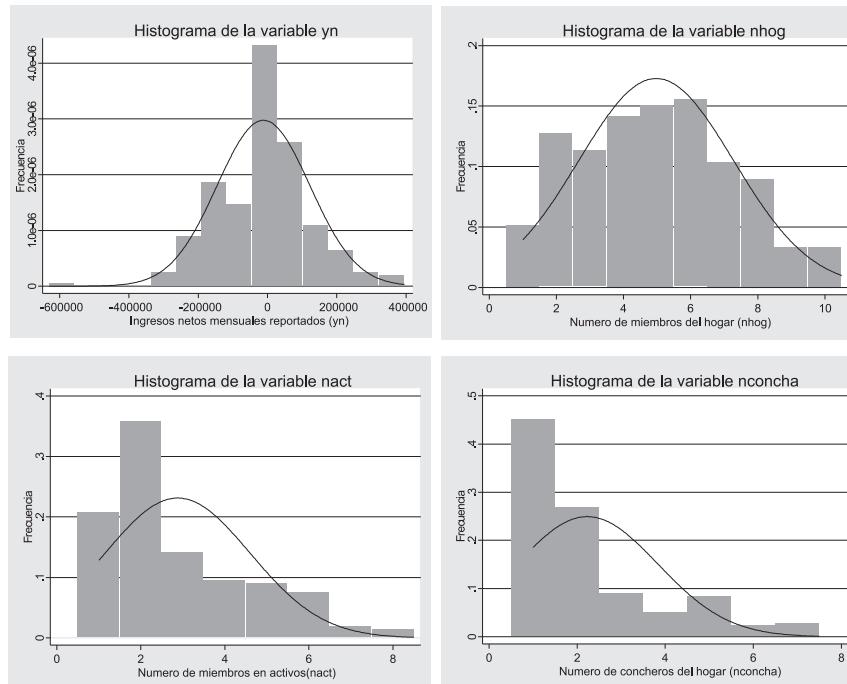
*Fuente:* Cálculos propios con base en Encuesta Conchera Proyecto Concha – CORDEAGROPAZ.

En la tabla 5 se muestran los resultados de los modelos estimados, sin tener en cuenta el impacto de la escasez sobre la función de ingreso. Las salidas de ordenador de los modelos seleccionados se encuentran en el anexo 3 (modelos del 1 al 4).

En la tabla 5 (filas 1 y 9) se muestra que tanto el ingreso bruto (y) como el ingreso neto (yn) son funciones monótonas crecientes del número de miembros de hogar; esto era de esperarse debido a que los miembros del hogar aportan más ingresos. Sin embargo, una especificación cuadrática no presenta coeficientes significativos para esta variable (filas 2 y 10). En contraste, las variables que representan mejor el número de miembros “concheros” de hogar (nconcha y nact) se ajustan mejor a formas cuadráticas como la sustentada en el marco teórico (filas 4, 6 y 10).

Variables que tradicionalmente se emplean para explicar el ingreso de los hogares como la escolaridad (escpad) y la experiencia (edhog) no son significativas (filas 7 y 8). De estas primeras estimaciones se establece que la función de ingreso bruto y neto presenta la forma cuadrática esperada

Gráfico 2. Histograma de algunas de las variables de la muestra de concheras (2003).



en función del número de miembros del hogar que realizan total o parcialmente esta actividad, y que no existe un efecto de la educación en los ingresos del hogar.

Todos los modelos presentados son significativos en su conjunto, tal como se observa en los estadísticos F mostrados en el anexo 3. Sin embargo el ajuste de los modelos se encuentra entre un 2% y un 7%.

Siendo que la variable que mejor soporta la teoría descrita en la sección 3 corresponde al número de miembros que conchan como actividad primaria o secundaria (nact); se estimará un modelo que incluya el impacto diferencial de la escasez sobre el coeficiente de esta variable y de ella misma al cuadrado ( $nact^2$ )<sup>16</sup>. Se recuerda que para este modelo sólo se incluyeron

<sup>16</sup> Se recuerda que para la estimación de este modelo sólo se incluyen las localidades donde se conoce el grado de escasez del recurso mediante los muestreos realizados durante el Proyecto Concha.

Relación entre el stock de un recurso de propiedad  
común y el crecimiento de la población que lo explota  
Carlos Rebellón

Tabla 5. Modelos de ingresos brutos y netos estimados.

Variable de ingreso	Coeficientes de las variables exógenas					
	constante	nhog	nhog^2	nconcha	nconcha^2	nact
Y	268.803***	22.936***				
Y	250.520***	31.796	-858			
Y	347.737***			15.575*		
Y	281.082***			76.036**	-9.092*	
Y	317.920***				22.544***	
Y	192.328***				114.879***	-12.473***
Y	383.660***					11.348
Y	252.434***				115.859***	-13.022***
Yn	-14.409**	60.079**				
Yn	62.292	-15.474	102			
Yn	-101.665*				67.326*	-9.958**

\* coeficiente significativo al 90%

\*\* coeficiente significativo al 95%

\*\*\* coeficiente significativo al 99%

las comunidades que conchan en una zona específica, ya que de este modo es válido asociar un nivel de escasez del recurso a cada comunidad. Esto reduce la muestra a un tercio de la muestra inicial.

**Tabla 6. Modelos de ingresos estimados con efecto de la escasez.**

Variable de ingreso	Coeficientes de las variables exógenas							
	Constante	Nact	nact <sup>2</sup>	dnact	dnact <sup>2</sup>	escpad	escpad <sup>2</sup>	edhog
yn	-169581**	179300***	-34016***	-89550**	22504**			
y n	-267371***	229343***	-41806***	-114683**	27937**	-25781	3813	2897

\* coeficiente significativo al 90%.

\*\* coeficiente significativo al 95%.

\*\*\* coeficiente significativo al 99%.

El modelo que tiene en cuenta el impacto de la escasez a través de variables dummy por localidad es significativo en todos sus parámetros y presenta los signos esperados según el marco teórico (fila 1). Cuando a este modelo se incorporan variables como la educación y la experiencia, los parámetros de escasez (dnact y dnact<sup>2</sup>) y los de tamaño del hogar, los coeficientes del modelo siguen siendo significativos y se mantiene el signo esperado (fila 2). Lo anterior refleja la consistencia de la ecuación estimada. Contrario al resto de los modelos, este último presenta un ajuste del 21% (ver anexo 3, modelo 5).

El primer modelo presentado en la tabla 6 revela lo que predice la teoría para el caso de la explotación conchera en las zonas de explotación cercanas a Tumaco: cuando el recurso escasea, se incrementa el tamaño de los hogares por motivo “manos adicionales” y se disminuye el ingreso máximo que puede alcanzar un hogar, lo que lleva a un empobrecimiento de la comunidad.

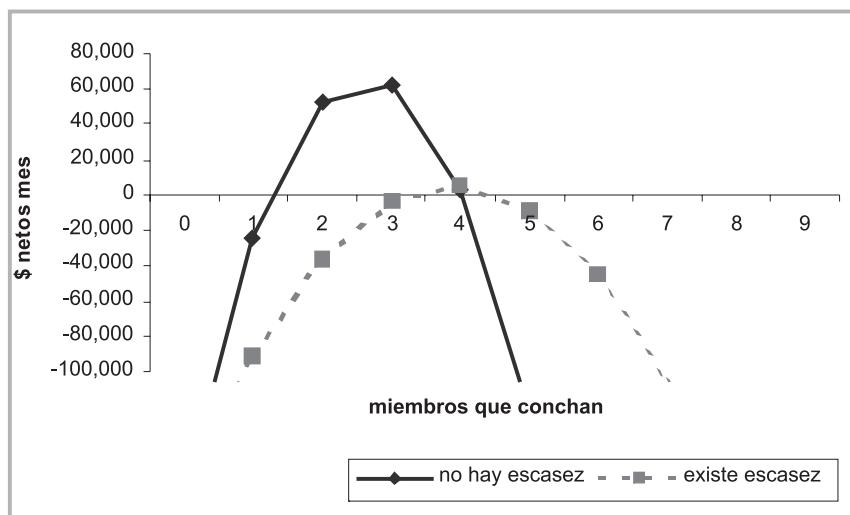
El impacto de la escasez sobre el parámetro  $\beta$  de la ecuación 5 es negativo (-89.550), mientras que el impacto de la escasez sobre el parámetro  $\gamma$  es positivo (22.504) lo que permite establecer que en la comunidad de Tumaco existe la trampa de pobreza formulada en Dasgupta (2000).

A manera de ejemplo, se calculó la curva de ingreso neto para valores de tamaño del hogar entre 1 y 8. Se encontró que el tamaño óptimo de la población que explota la concha cuando no hay escasez es de 3 miembros y el ingreso neto mensual máximo es de \$ 62.173. Cuando el recurso

escasea, el tamaño óptimo de concheros por hogar es de 4 miembros y permite alcanzar un ingreso neto máximo de \$ 5.231.

Si se estima que en las zonas donde escasea el recurso, este era abundante hace 10 años (lo cual es plausible dadas las tasas de explotación relatadas a finales de la década de los 80), entonces por motivo escasez, una población como la actual de 400 hogares concheros en la ensenada de Tumaco con un promedio de 5 miembros por hogar puede crecer a una tasa del 2% anual derivada del motivo escasez.

Gráfico 3. Función de ingreso neto estimada para el caso de la piangua.



Los ingresos netos se presentan en pesos (\$) de 2003.

## B. Evolución simulada del stock de recurso y de la población

Para corregir cualquier efecto migratorio que puedan efectuar las comunidades concheras al interior de la zona, los parámetros y la simulación realizados corresponden a todo el departamento de Nariño.

El primer parámetro estimado corresponde a la capacidad de carga del sistema. Ésta corresponde al producto de área total en piangua multiplicado por el número de conchas que puede obtenerse por una unidad de

área<sup>17</sup> ( $K = (\text{área total de explotación}) \times (\text{área aprovechable}) \times (\text{pianguas por m}^2)$ ).

El stock inicial corresponde a 177,7 millones de conchas en Nariño. No existe ningún estimativo de esta variable en ningún trabajo. Sin embargo, se tienen estimaciones del área en mangle donde se explota la concha. Esta área se pondera por el porcentaje de área en Rizzhopora y se multiplica por 10% considerando este último valor como la porción del área de un mangle de donde es factible extraer concha. El área en concha luego se multiplica por la población de conchas por hectárea. Los cálculos se resumen en la tabla 7.

Como ejercicio de validación se estimó la talla de una concha de 50 mm considerando las tallas del molusco de los estudios iniciales. El stock en peso estimado corresponde aproximadamente a 5 veces lo que se ha extraído de concha en los años de mayor explotación.

De manera análoga, se estimó el stock promedio actual de conchas, pero suponiendo una talla de 44 mm correspondiente a los estudios más recientes. Se obtuvo un valor de extraído de 1.830 toneladas mes, el cual corresponde al doble de la explotación actual.

Gracias a un reportaje realizado por la *Revista Cambio* (2004), se constató que los hogares concheros pueden ascender a 6.200. Multiplicando este valor por la captura promedio de conchas por hogar, se estimó una captura promedio actual (H) de 779 toneladas mes.

A partir de la información de K, y un valor específico para S y H, se calculó el valor de la tasa intrínseca de crecimiento del recurso (r). Se estimó un valor de 0,69<sup>18</sup>.

---

<sup>17</sup> Para los cálculos se empleó una relación de 30 gramos por concha de 50 mm, tal como se establece en Borda y portilla (1998).

<sup>18</sup> El valor de S se derivó de igual modo que K, sólo que asumiendo la población por hectárea actual, la cual se estima en 1,5 conchas por hectárea. El valor de r se despeja de la ecuación de crecimiento de Scheaffer y asumiendo la tasa actual de explotación  $H = 37$  millones de toneladas. Ver ecuación 12. Adicionalmente, r = tasa de mortalidad – tasa de reproducción.

**Relación entre el stock de un recurso de propiedad común y el crecimiento de la población que lo explota**  
 Carlos Rebellón

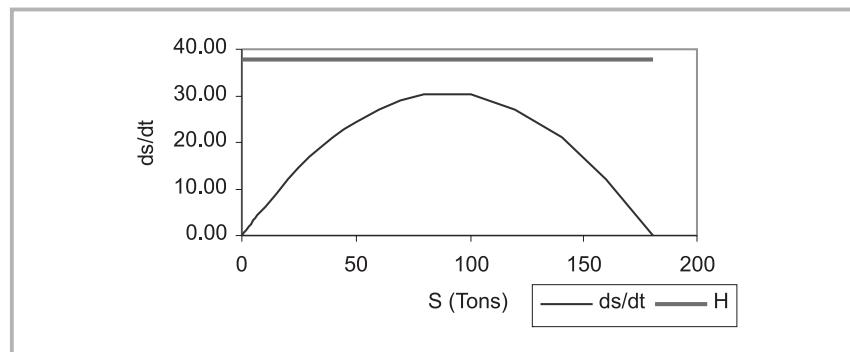
**Tabla 7. Cálculo la capacidad de carga de piangua en Nariño (K).**

Parámetro	Valor	Unidad	Fuente
Área de explotación en Nariño	84.630	hectáreas	Sánchez-Páez <i>et al.</i> (1998)
Área aprovechable (Rhizophora)	0,07	%	Sánchez-Páez <i>et al.</i> (1998) y trabajos de campo
Población de piangua por m <sup>2</sup>	3,0	pob/M2	Proyecto Concha (2004)
Conchas en Nariño (K)	177.723.000	conchas	
Peso de una concha en toneladas	0.00003	ton	
Stock total en peso en toneladas	5,362	ton	

Fuente: Cálculos propios.

Este cálculo se validó a partir de la estimación de la tasa de reproducción de la concha menos la tasa de mortalidad encontrada por Borda y Portilla (1998). Se encontró un valor de 0,7. El gráfico 4 muestra la función de crecimiento del stock estimada para el estado actual de explotación del recurso.

**Gráfico 4. Función de crecimiento estimada para el caso de la piangua.**



Fuente: Cálculos propios con base en la revista *Cambio* (2004) y Borda y Portilla (1998).

Los parámetros  $\beta$ ,  $\alpha$  y  $\phi$  se estimaron de la siguiente manera: el parámetro de porcentaje (%) de tiempo dedicado a la actividad conchera  $b$  se obtuvo de la relación entre la población en edad de trabajar y la población que concha.

$$\beta = n_{concha} / PET \text{ del hogar.}$$

El coeficiente de capturabilidad ( $\alpha$ ) se obtuvo de la ecuación de Scheafer ( $\alpha = H / [(S) x (nconcha)]$ ), a partir del número de miembros que conchan estimado en la sección anterior y multiplicado por el stock actual de concha y la captura promedio calculada en la encuesta a los hogares concheros.

Finalmente, el parámetro de sensibilidad de la fecundidad a un incremento en la captura promedio se obtuvo a partir del modelo estimado en la sección anterior.  $\phi = \Delta \text{ Población conchera} / \Delta \text{ recurso} = (1 \text{ miembro más por cada tres concheros}) / 4 \text{ cientos adicionales}$ . Los cálculos y valores encontrados se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 8. Parámetros relacionados con la actividad conchera.

Parámetro	Valor	Fuente
Población por hogar que concha	2,9	Proyecto Concha
Población por hogar que puede realizar actividades productivas	4,4	Proyecto Concha
% trabajo dedicado a la concha ( $\beta$ )	0,66	
Población que concha por hogar (L)	2,9	Proyecto Concha
Stock total (S)	88.861.500	
Captura promedio (H)	4.000	Proyecto Concha
Coeficiente de captura ( $\alpha$ )	0,000016	
Cambio en población ante un cambio en el recurso	0,33	
Incremento de 4 cientos de conchas por impacto de la escasez	400	
Factor de respuesta de la fecundidad ( $\phi$ )	0,00083	

Fuente: Cálculos propios con base en Proyecto Concha.

El parámetro restante relacionado con la mortalidad neta de la población cuando el recurso se agota ( $b-d$ ) se asumió igual a -0,05. Este dato también constituye un supuesto en el trabajo de Brander y Taylor quienes utilizan un valor de -0,01. El valor supuesto corresponde al estimativo de que la zona se despoblaría a la misma tasa promedio anual que se pobló, es decir al 5% promedio anual. La tabla siguiente resume el sistema completamente parametrizado.

Tabla 9. Sistema dinámico parametrizado de explotación de piangua en Nariño.

$$\begin{aligned} \frac{ds}{dt} &= 0,68S (1 - S/180.000.000) - 0,000018LS \\ \frac{dl}{dt} &= L (-0,05 + 0,0000000359S) \end{aligned}$$

Los valores iniciales supuestos para S y L se describen a continuación. Suponiendo que en 1970 el recurso se encontraba en equilibrio, entonces su valor debía oscilar entre 100 y 180 millones de conchas según el gráfico 4. En diversos estudios se ha establecido que la población de conchas requiere para su dinámica poblacional la remoción constante de la raíces del mangle, por lo que existe una estrecha relación entre su crecimiento y la actividad conchera. Como la actividad conchera en 1970 era baja, entonces un valor tentativo para el stock de recurso puede ascender a 150 millones de conchas.

En cuanto al valor inicial de la población conchera se estima debía corresponder aproximadamente 1.120 hogares<sup>19</sup>. Este estimativo es consistente con proyecciones del número de los hogares encontrados en Bravo - Pazmiño (1998). El cálculo se efectuó extrapolando el número actual de hogares de la zona. Este valor se multiplicó por el porcentaje de personas que en la encuesta realizada a las concheras declaró estar realizando la actividad desde hace más de treinta años.

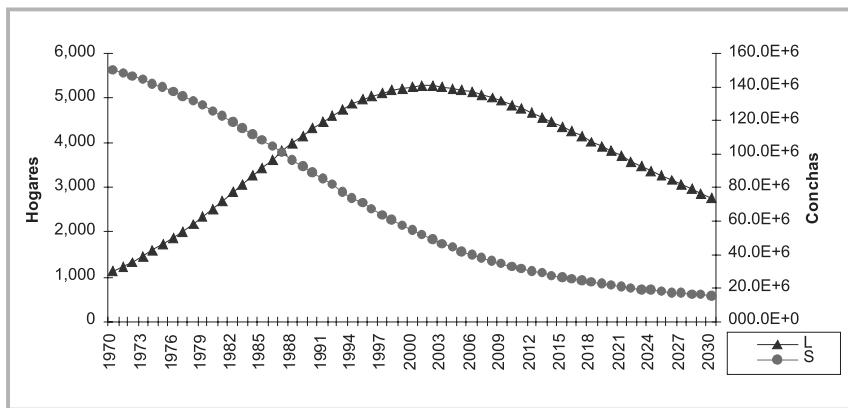
Los resultados de la simulación se presentan en el gráfico 5. Estos resultados muestran que el mayor crecimiento de la población Conchera se registra entre los años 1970 y 1990. Posteriormente, la población disminuye su crecimiento hasta alcanzar el valor máximo en el año 2000 con 6.000 hogares. El modelo predice que para el 2012 el stock de piangua será cercano a los 20 millones de toneladas. Según el gráfico 4, en este nivel de stock, el recurso presenta un altísimo riesgo de agotarse. Para el año 2030 el modelo predice una población humana dedicada al concheo inferior a la registrada para el año 1970 si se continúa extrayendo recurso al ritmo de explotación actual.

El modelo es consistente con lo que se ha encontrado recientemente, ya que se ha registrado un incremento muy elevado de la población dedicada

<sup>19</sup> Este cálculo corresponde a traer a valor presente (1970) el valor actual de la población humana a una tasa de 5%. Se asume una función exponencial para la actualización.

a la actividad conchera y una constante reducción de las tallas de captura. Hasta ahora no se ha observado una disminución de la actividad conchera, pero según la simulación, en los próximos 5 años, ésta empezaría a expulsar una cantidad importante de mano de obra.

Gráfico 5. Población humana (hogares) y stock de recurso (conchas).



En complemento de la simulación anterior, se estimaron las sendas de evolución mostradas en el gráfico 5 para diferentes valores iniciales de  $S$  y  $L$  y para diferentes valores de alpha, beta phi y b-d.

En cada simulación se encontró el valor del parámetro que lleva a que  $S$  y  $L$  converjan a un valor positivo y superior a cero (valor de senda estable). Igualmente, se encontraron los valores de los parámetros a partir de los cuales  $S$  y  $L$  convergen a cero (valor senda explosiva). Estos resultados se resumen en la tabla 10.

Tabla 10. Sistema dinámico parametrizado de explotación de piangua en Nariño.

Parámetro sensibilizado	Valor actual	Valor senda estable	Valor senda explosiva	L Estable
b-d	-0,05	-0,09	-0,03 ó -0,1	1.100
beta	0,3	0,15	0,09 ó 0,7	2.500
alpha	0,000016	0,000007*	0,000004 ó 0,00002	2.000
phi	0,00011	No existe	0,00008 ó 0,00013	No existe

\* Equivale a reducir la tasa de captura actual en 40%.

Fuente: Cálculos propios.

Al analizar la sensibilidad del modelo se encontró que las estimaciones son prácticamente insensibles a la capacidad de carga del sistema y a la tasa intrínseca de crecimiento del recurso. Esto es consistente con la teoría y con los hallazgos de Brander y Taylor (1998), ya que el agotamiento de los recursos en este caso no está condicionado a la capacidad del ecosistema para sostener el recurso, sino a la relación entre los parámetros relacionados con la actividad extractiva y los parámetros poblacionales.

En contraste, variaciones leves de los parámetros  $b-d$ , beta, alpha y phi llevan a cambios sustanciales en las trayectorias de  $L$  y  $S$ . Esto no significa que el modelo no conserve el comportamiento esperado dentro de ciertos rangos de los parámetros; por ejemplo, es difícil esperar un efecto de expulsión de la población ( $b-d$ ) superior al 10%, o que menos del 10% de los miembros del hogar conchen. Además los parámetros con los cuales se estimó el coeficiente de capturabilidad son muy consistentes entre los diversos estudios citados.

En la tabla 10 también se muestra que la explotación de piangua puede ser estable si ante su agotamiento, la tasa de expulsión de la población hacia otras actividades u otras zonas distintas a Nariño se duplica ( $b-d = -0,09$ ). Sin embargo, sólo podría soportar a 1/5 de los hogares que hoy subsisten de la actividad.

Una disminución de las jornadas de concheo a la mitad ( $\beta = 0,15$ ) llevaría a una explotación estable del recurso, pero a una población 40% inferior de la que hoy realmente concha.

Una reducción del 40% de la tasa de captura ( $\alpha = 0,000007$ ) llevaría a una explotación estable, pero que soporta a un tercio de la población actual.

Finalmente, a partir de variaciones en la respuesta de la fecundidad al recurso, no se llega a ninguna senda estable. Esto constituye un hallazgo fundamental que implica que mientras se realice explotación de piangua en comunidades de subsistencia, bajo libre acceso y sin la acción colectiva, la sensibilidad de la fecundidad a los ingresos siempre acelera el agotamiento de los recursos.

Los resultados anteriores muestran que la única manera de garantizar la sostenibilidad del recurso más allá de los próximos seis años, consiste en

reducir drásticamente la explotación, bien sea disminuyendo las tasas de captura actuales o reduciendo las jornadas.

Sin embargo, lo anterior implica una disminución de los ingresos de los hogares que llevaría a que el recurso ya no pueda atender las necesidades de ingresos de más de la mitad de los hogares que hoy actualmente atiende. Entonces, resulta urgente que se tomen acciones que brinden otro tipo de alternativas productivas a las comunidades concheras de Nariño.

## V. Conclusiones y recomendaciones

- En los dos modelos presentados se verifica la hipótesis que en comunidades de subsistencia que explotan un RUC existe una población que crece en presencia de un agotamiento paulatino del recurso. Mientras el primer modelo muestra que los hogares de Tumaco cada vez serán más pobres y más numerosos, el segundo modelo muestra que el stock de piangua alcanzará niveles donde el riesgo de extinción es elevado cerca del año 2012.
- El primer modelo, sin embargo, presenta fundamentalmente un ajuste muy bajo dada la ligera desviación de las variables que lo componen, por lo que su aplicación es reducida y sólo permite identificar que los datos se ajustan mejor a una especificación cuadrática frente a otras especificaciones.
- De igual modo, el segundo modelo depende de muchos parámetros cuyo conocimiento es aproximado y por tanto constituye un posible escenario de lo que a futuro podría darse para la comunidad en estudio. No obstante, y dadas las características de la población de Tumaco y de la explotación conchera, la predicción no constituye un escenario fatalista o descabellado. Adicionalmente, las peculiaridades de la explotación estudiada pueden darse en otro tipo de actividades artesanales en Colombia como la pesca artesanal.
- La aplicación de modelos de economía cerrada a comunidades de economía abierta en torno a la explotación de un RUC es válida siempre y cuando el RUC sea la principal fuente de ingresos de los hogares y sus requerimientos técnicos de capital y mano de obra sean mínimos.

- En el caso de la explotación de la piangua en la ensenada de Tumaco, la acción colectiva debe propender por corregir el problema de libre acceso ya que las reglas sociales actualmente no son efectivas en ese sentido.
- Al ritmo actual de explotación de la concha en Nariño, se prevé que se alcancen niveles críticos de sobreexplotación en los próximos ocho años (es decir, niveles de stock donde la probabilidad de agotamiento se incrementa), pese a que la extinción del recurso se pueda dar en más de 30 años. Así mismo, la población conchera actual corresponde a 2,5 veces la población que permite una explotación sostenible del recurso en el tiempo.
- Este trabajo permitió verificar la hipótesis de que en economías de subsistencia en torno a la explotación de un RUC, el crecimiento poblacional es sensible a la escasez del recurso, lo cual no permite una explotación sostenible en el tiempo cuando existe libre acceso.

## Referencias

ÁLVAREZ LEÓN, R. y BRAVO PAZMIÑO, H. (1998). *Moluscos y crustáceos asociados a los manglares del pacífico colombiano y aprovechados por las comunidades negras*. Proyecto Conservación y Manejo para el uso múltiple y el desarrollo de los manglares en Colombia. Informe Técnico no. 29. Ministerio del Medio Ambiente, ACOFORE-OIMT, Bogotá, Colombia.

ARDILA, C. L. (1988). *Diagnóstico de la pesca artesanal de moluscos en algunas regiones del pacífico colombiano*. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad del Valle. Cali, Colombia.

ARDILA, N.; NAVAS, GR. y REYES J.O. (Eds.) (2002). *Libro rojo de invertebrados marinos de Colombia. Serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

BORDA, C.A. (2003). *Parámetros de crecimiento de la piangua (Anadara Tuberculosa) en la ensenada de Tumaco, Pacífico colombiano*. Informe técnico no publicado. INPA, Tumaco, Colombia.

BORDA, C.A. y PORTILLA, E.G. (1998). Talla de captura, madurez sexual, comercialización y recomendaciones para el manejo de la Anadara Tuberculosa (piangua hembra) en la ensenada de Tumaco (Nariño), Pacífico colombiano. [CD-ROM]. *Memorias XI seminario nacional de política, ciencias y tecnologías del mar*. Comisión Colombiana de Oceanografía CCO, COLCIENCIAS, Bogotá, Colombia.

BRANDER, J.A. and TAYLOR, M.S. (1998). "The simple economics of easter island: A Ricardo-Malthus model of renewable resource use". *American Economic Review*, 88 (1), 119 - 138.

BRAVO PAZMIÑO, H. (1998). *Comunidades negras del pacífico colombiano en áreas del manglar*. Proyecto conservación y manejo para el uso múltiple y el desarrollo de los manglares en Colombia. Informe Técnico no. 28. Ministerio del Medio Ambiente, ACOFORE-OIMT, Bogotá, Colombia.

CAMBIO (2004). *Moluscos de pura cepa*, (550) (enero), 74, 75.

CÁRDENAS, J.C.; STRANLUND, J.K. y WILLIS, C.E. (2000). "Local environmental control and institutional crowding-out". *World Development*, october, vol. 28, no. 10.

CÁRDENAS, J.C. (2002). "Wealth inequality and overexploitation of the commons: field experiments in Colombia". *Working Paper Series - SantaFe Institute*. En: <http://www.santafe.edu/sfi/publications/wplist/> 2002. Santa Fe, New México, USA.

CONTRERAS RENIJO, R. (1985). Moluscos de importancia económica y su explotación artesanal en la costa pacífica colombiana (subfamilia Anadarinae: Arciade). Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad del Valle, Cali, Colombia.

CONTRERAS, R. y CANTERA, J. (1978). Notas sobre la ecología de moluscos asociados al ecosistema manglar - estero en la costa del Pacífico colombiano. *Memorias seminario océano pacífico sud-americano*. Universidad del Valle. Sep 1 - 5 1976, 709 - 747. Cali, Colombia.

DASGUPTA, P. (2000). "Population, resources and welfare: an exploration into reproductive and environmental externalities". *Handbook of Environmental and Resource Economics (forthcoming: 2004)*. En: <http://www.econ.cam.ac.uk/faculty/dasgupta/hbkpop.pdf>, Facultad de Economía de la Universidad de Cambridge.

DASGUPTA, P. and MÄLER, K.G (1991). "The environment and emerging development issues". *Proceedings of the Annual Bank Conference on Development Economics 1990 (Supplement to the World Bank Economic Review)*, 101-32.

DUTTA, P. (1999). *Strategies and Games: Theory and Practice*. Cambridge: The MIT Press.

GORDON, H.S. (1954). "The economic theory of a common property resource: the fishery". *Journal of Political Economy* 62, 124-142.

GREENE, W.H. (1998). *Econometric Analysis*. New York. Prentice Hall Inc.

GUEVARA MANCERA, O.A. (1998). *La restauración de los bosques de manglar*. Proyecto Conservación y Manejo para el uso múltiple y el desarrollo de los manglares en Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

"Informe del estado de los recursos marinos y costeros – 1998". En: [http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/AMC\\_2000/INVERMAR\\_INF\\_EAMC\\_2000\\_02.pdf](http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/AMC_2000/INVERMAR_INF_EAMC_2000_02.pdf). 13 de enero de 2004.

KENDRICK, A. (1999). "The right to work and the right to survive: the moral economy of fishery resources". *The Common Property Resource Digest*, (48), 8 - 9.

Ley 13 - 1990. *Estatuto general de pesca*. Congreso de la República. Bogotá, Colombia.

OSTROM, E. (1990). *Governing the commons: The evolution of institutions for collective action*. New York. Cambridge University Press.

PEZZEY, J. (1992). Sustainable development concepts: an economic analysis. *World Bank Environment Paper*; (2) 35-38, 70-71.

Resolución no. 0539 de 7 nov. 2000. *Por el cual se reglamenta la talla mínima de Anadara tuberculosa (piangua hembra) en el Pacífico colombiano*. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura INPA. Bogotá, Colombia.

SÁNCHEZ PÁEZ, H.; ÁLVAREZ LEÓN, R.; GUEVARA MANCERA, O.A. *et al.* (1997). *Diagnóstico y zonificación preliminar de los manglares del Pacífico colombiano*. Proyecto conservación y manejo para el uso múltiple y el desarrollo de los manglares en Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

## Anexo I. Principales parámetros técnicos encontrados en la literatura acerca de la actividad conchera

### 1. Parámetros y variables más representativos.

Parámetro / Variable	Estimaciones	
Talla media de captura	AT: 32-34 mm AS: 30-34 mm [4]	AT: 46.7-50.4 mm AS: 44.2-47.9 mm [3]
Talla mínima de captura	48 mm [1]	49 mm [2] 50 mm [3]
Talla de rechazo	30 mm [3]	
% capturas debajo de la talla mínima oficial	26.92% [2]	AT:53% [3] AS:42%
Relación longitud (l) peso (p)	AS:Ln(p)=-3.78+3.02Ln(l) [2] AT:Ln(p)=-5.18+3.92Ln(l)	AS: Ln(p)= -8.88+3.10Ln(l) [3] AT: Ln(p)= -8.29+2.99Ln(l)
Máximo almacenamiento (días)	AT: 8 [2]	AT: 8-10 [3] AS: 3
Densidad de población	1,900 por KM <sup>2</sup> [4]	[8]: 3-6 por 2 M <sup>2</sup>
Libras por ciento de concha		16.34 [3]
Tasa de crecimiento (mm/mes)	1 <sup>[6]</sup>	1.45 [7] 1.1 [5]

### 2. Áreas totales de explotación y de mangle.

Zona	Área	Descripción
Ensenada de Tumaco	29,993.6 Hectáreas	Área explotable. Borda y Portilla (1998)
Nariño	149,735.75 Hectáreas	Área de manglar. Sánchez-Páez <i>et al.</i> 998)

[1] Contreras-Rengifo (1985)

[2] Ardila (1988)

[3] Borda y Portilla (1998)

[4] Squires citado por Borda y Portilla (1998)

[5] Borda (2002)

[6] Naranjo citado por Borda (2002)

[7] Mora Citado por Borda (2002)

[8] ASCONAR (2003)

AS: *Anadara Similis*

AT: *Anadara Tuberculosa*

## Anexo II. Factores que han propiciado el incremento en el tamaño de la población conchera en la ensenada de Tumaco

Factores	Evidencia
Caída de actividades productivas de poblaciones que habitan en la ensenada de Tumaco y sus alrededores.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La venta de leña en rajas y la producción y comercio del carbón están siendo paulatinamente desestimuladas por la introducción de la interconexión eléctrica.</li> <li>• El precio del bulto de carbón y de la leña han permanecido constantes.</li> <li>• Hay un desestímulo a la pesca artesanal por la falta de equipos.</li> <li>• Caída de la agricultura en Salahonda y San Juan de la Costa desde 1979.</li> <li>• Disminución de la demanda de leña en Salahonda por la introducción del gas.</li> <li>• El comercio de Tumaco atrae Concheras de otros sitios.</li> </ul>
Incremento en la proporción de hombres dedicados a la actividad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El incremento del comercio hacia Ecuador ha llevado a que los hombres se vinculen con mayor frecuencia a las faenas de recolección.</li> <li>• La recolección de conchas representa mejores ingresos que los signados como jornal en los trabajos de construcción.</li> </ul>
Cambios en la estructura de la población.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ha dado un incremento paulatino de la población joven, la cual dedica parcial o totalmente su tiempo al concheo.</li> </ul>
Caída en los últimos años de la pesca blanca, la cual constituye una de las principales actividades artesanales sustitutas del concheo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la década del 80 la pesca de camarón presentó síntomas de estrés debido a la sobreexplotación.</li> <li>• Durante la década del 90 la producción ha sido fluctuante y para los primeros años de la presente década, la caída en la actividad ha sido notoria.</li> </ul>

Fuentes: Sánchez Páez *et al.* (1998).

Bravo Pazmiño (1998).

Borda y Portilla (1998).

DANE-SISAC, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2002).

### Anexo III. Salidas de ordenador para los modelos seleccionados de ingreso de los hogares

#### 1. Modelo de ingresos brutos (y vs nact lineal).

Source	SS	df	MS	Number of obs			
				= 216			
				F( 1, 214) = 7.66			
Model	3.21E+11	1	3.21E+11	Prob > F = 0.0062			
Residual	8.98E+12	214	4.19E+10	R-squared = 0.0345			
				Adj R-squared = 0.03			
Total	9.30E+12	215	4.32E+10	Root MSE = 2.00E+05			
y1	Coef.	Std. Err.	t	P>t [95% Conf. Interval]			
nact	22544.52	8148.147	2.77	0.006	6483.619	38605.43	
_cons	317920.3	27160.49	11.71	0	264384	371456.6	

#### 2. Modelo de ingresos brutos (y vs nact cuadrática).

Source	SS	df	MS	Number of obs			
				= 216			
				F( 2, 213) = 8.18			
Model	6.63E+11	2	3.32E+11	Prob > F = 0.0004			
Residual	8.63E+12	213	4.05E+10	R-squared = 0.0713			
				Adj R-squared = 0.0626			
Total	9.30E+12	215	4.32E+10	Root MSE = 2.00E+05			
y1	Coef.	Std. Err.	t	P>t [95% Conf. Interval]			
nact	114879.7	32771.63	3.51	0.001	50281.47	179478	
nact2	-12473.02	4292.654	-2.91	0.004	-20934.54	-4011.49	
_cons	192328.1	50804.96	3.79	0	92183.22	292473	

#### 3. Modelo de ingresos netos (yn vs nact cuadrática).

Source	SS	df	MS	Number of obs			
				= 212			
				F( 2, 209) = 2.18			
Model	7.76E+10	2	3.88E+10	Prob > F = 0.1152			
Residual	3.71E+12	209	1.78E+10	R-squared = 0.0205			
				Adj R-squared = 0.0111			
Total	3.79E+12	211	1.80E+10	Root MSE = 1.30E+05			
yn1	Coef.	Std. Err.	t	P>t [95% Conf. Interval]			
nact	31853.69	21894.43	1.45	0.147	-11308.54	75015.93	
nact2	-5087.001	2864.554	-1.78	0.077	-10734.12	560.1216	
_cons	-46027.97	33944.42	-1.36	0.177	-112945.3	20889.37	

4. Modelo de ingresos netos (yn vs nact cuadrática y con dummies para la escasez).

Source	SS	df	MS	Number of obs		
				= 81		
				F( 4, 76) = 2.52		
Model	2.39E+11	4	5.98E+10	Prob > F = 0.048		
Residual	1.80E+12	76	2.37E+10	R-squared = 0.1171		
				Adj R-squared = 0.0706		
Total	2.04E+12	80	2.55E+10	Root MSE = 1.50E+05		
yn1	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf.	Interval]
nact	179300	62830.88	2.85	0.006	54161.45	304438.5
nact2	-34016.13	11948.97	-2.85	0.006	-57814.56	-10217.7
dnaact	-89550.14	40802.66	-2.19	0.031	-170815.7	-8284.598
dnaact2	22504.44	10041.47	2.24	0.028	2505.112	42503.76
_cons	-169581.7	68987.66	-2.46	0.016	-306982.6	-32180.91

5. Modelo de ingresos netos (yn vs nact cuadrática, con dummies para la escasez y variables de educación y experiencia).

Source	SS	df	MS	Number of obs		
				= 71		
				F( 7, 63) = 2.46		
Model	3.94E+11	7	5.63E+10	Prob > F = 0.027		
Residual	1.44E+12	63	2.29E+10	R-squared = 0.2146		
				Adj R-squared = 0.1273		
Total	1.84E+12	70	2.62E+10	Root MSE = 1.50E+05		
yn1	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf.	Interval]
nact	229343.1	68783.47	3.33	0.001	91890.29	366795.9
nact2	-41806.78	12871.92	-3.25	0.002	-67529.26	-16084.3
dnaact	-114683.7	45494.01	-2.52	0.014	-205596.2	-23771.17
dnaact2	27937.29	10852.77	2.57	0.012	6249.753	49624.82
escpad	-25781.91	22681.58	-1.14	0.26	-71107.43	19543.61
escpad2	3813.529	2608.804	1.46	0.149	-1399.749	9026.807
edhog	2897.694	2175.622	1.33	0.188	-1449.939	7245.328
_cons	-267371.9	100500.3	-2.66	0.01	-468205.8	-66537.99