



Impactos Económicos del Cambio Climático en Colombia:

SECTOR PESQUERO 2015



DNP Departamento
Nacional
de Planeación



**TODOS POR UN
NUEVO PAÍS**
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN



IMPACTOS ECONÓMICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN COLOMBIA

SECTOR PESQUERO

Julio C. Herrera, Germán Romero, Silvia Calderón,
Daniel A. Ordóñez, Andrés Álvarez,
Leonardo Sánchez-Aragón, Carlos E. Ludeña



DNP Departamento
Nacional
de Planeación



Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales





Impactos Económicos del Cambio Climático en Colombia

Catalogación en la fuente proporcionada por la Biblioteca Felipe Herrera del Banco Interamericano de Desarrollo

Impactos Económicos del Cambio Climático en Colombia: Sector Pesquero / Julio C. Herrera, Germán Romero, Silvia Calderón, Daniel A. Ordóñez, Andrés Álvarez, Leonardo Sánchez-Aragón, Carlos E. Ludeña

p. cm. — (Monografía del BID; 255)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Economic impact analysis—Colombia. 2. Climatic changes—Colombia. 3. Fisheries—Colombia. 4. Food supply—Colombia. I. Herrera, Julio César. II. Romero, Germán. III. Calderón, Silvia. IV. Ordóñez, Daniel A.. V. Álvarez, Andrés. VI. Sánchez-Aragón, Leonardo. VII. Ludeña, Carlos E. VIII. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Cambio Climático y Sostenibilidad. IX. Series.

IDB-MG-255

Clasificación JEL: Q54, Q22, O54

Palabras clave: cambio climático, impactos económicos, pesca, Colombia

Este documento es uno de los análisis sectoriales que conforman la serie "Impactos Económicos del Cambio Climático en Colombia" del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), desarrollado en conjunto con el Departamento Nacional de Planeación (DNP), en el marco del Estudio Regional de la Economía del Cambio Climático (ERECC) en América Latina y el Caribe, coordinado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

El presente documento fue preparado por Julio César Herrera bajo la coordinación de Silvia Calderón, Germán Romero, Daniel A. Ordóñez y Andrés Álvarez, Departamento Nacional de Planeación (DNP) y Carlos Ludeña y Leonardo Sánchez-Aragón (BID), y los aportes de Carlos de Miguel, Karina Martínez y Mauricio Pereira (CEPAL). Se agradece a Julio César Herrera por el material fotográfico aportado.

Citar como:

Herrera, J. C., G. Romero, S. Calderón, D. A. Ordóñez, A. Álvarez, L. Sánchez-Aragón y C. E. Ludeña. 2015. Impactos Económicos del Cambio Climático en Colombia: Sector Pesquero. Banco Interamericano de Desarrollo, Monografía No. 255, Washington D.C.

Copyright © 2015 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra está bajo una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.

<http://www.iadb.org>



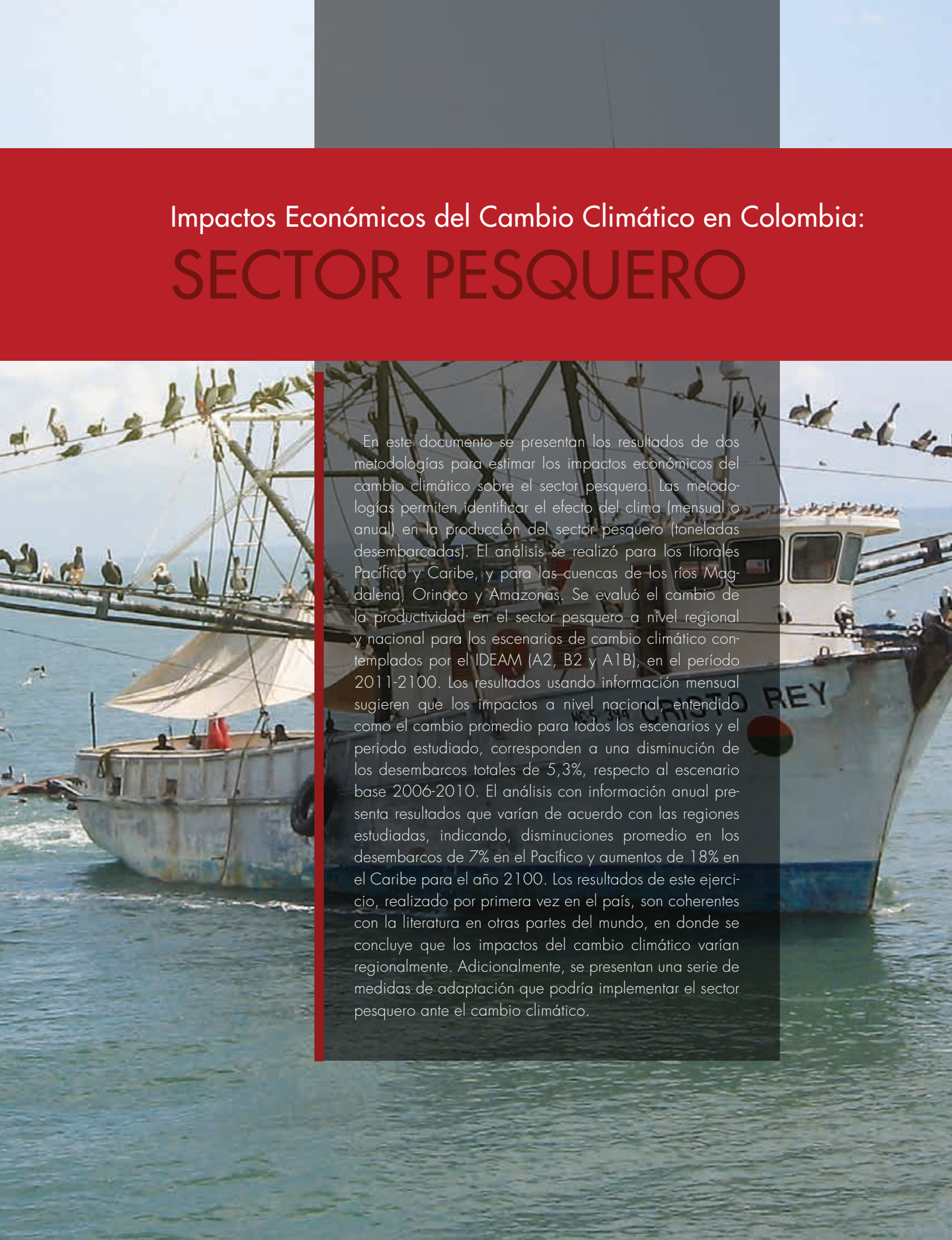
Contenido

IMPACTOS ECONÓMICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN COLOMBIA: SECTOR PESQUERO

1.	INTRODUCCIÓN	6
2.	MÉTODOLOGÍA	8
3.	FUENTES DE INFORMACIÓN	10
3.1.	Desembarcos	10
3.2.	Información climática	12
3.3.	Escenarios de cambio climático contemplados por el IDEAM	13
4.	RESULTADOS DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR	14
4.1.	Resultados con información anual	14
4.2.	Resultados con información mensual	16
5.	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO	20
6.	CONCLUSIONES	23
	BIBLIOGRAFÍA	24
	ANEXO I RESULTADOS DE REGRESIONES: Modelo anual	25
	ANEXO II RESULTADOS DE REGRESIONES: Modelo mensual	26

Impactos Económicos del Cambio Climático en Colombia:

SECTOR PESQUERO



En este documento se presentan los resultados de dos metodologías para estimar los impactos económicos del cambio climático sobre el sector pesquero. Las metodologías permiten identificar el efecto del clima (mensual o anual) en la producción del sector pesquero (toneladas desembarcadas). El análisis se realizó para los litorales Pacífico y Caribe, y para las cuencas de los ríos Magdalena, Orinoco y Amazonas. Se evaluó el cambio de la productividad en el sector pesquero a nivel regional y nacional para los escenarios de cambio climático contemplados por el IDEAM (A2, B2 y A1B), en el período 2011-2100. Los resultados usando información mensual sugieren que los impactos a nivel nacional, entendido como el cambio promedio para todos los escenarios y el período estudiado, corresponden a una disminución de los desembarcos totales de 5,3%, respecto al escenario base 2006-2010. El análisis con información anual presenta resultados que varían de acuerdo con las regiones estudiadas, indicando, disminuciones promedio en los desembarcos de 7% en el Pacífico y aumentos de 18% en el Caribe para el año 2100. Los resultados de este ejercicio, realizado por primera vez en el país, son coherentes con la literatura en otras partes del mundo, en donde se concluye que los impactos del cambio climático varían regionalmente. Adicionalmente, se presentan una serie de medidas de adaptación que podría implementar el sector pesquero ante el cambio climático.



1

Introducción

Las pesquerías globales abastecen a más de 2,6 billones de personas en el mundo, y suplen al menos el 20% del promedio anual per cápita de sus requerimientos proteicos (FAO, 2007). Además, el sector proporciona medios de vida e ingresos, directa e indirectamente, a una parte considerable de la población del planeta.

La pesca marina mundial aumentó notablemente de 16,8 millones de toneladas en 1950 hasta alcanzar un volumen máximo de 86,4 millones de toneladas en 1996, para reducirse posteriormente antes de estabilizarse en torno a los 80 millones de toneladas. En 2010, por ejemplo, se registró una producción mundial de 77,4 millones de toneladas, y el aporte del Pacífico sudeste (Suramérica Occidental) fue de 7,8 millones de toneladas (10%). Si bien la producción de la pesca de captura se mantiene estable, la producción acuícola ha sido uno de los sectores de producción de alimentos de origen animal de más rápido crecimiento. La pesca de captura y la acuicultura suministraron al mundo unos 148 millones de toneladas de pescado en 2010, con un valor total de 217.500 millones de dólares (FAO, 2012).

La mayoría de las poblaciones de peces para la pesca de captura marina están plenamente explotadas, y por lo tanto no hay posibilidad de incremento de la producción, mientras que algunas poblaciones están sobreexplotadas y el incremento de su producción solamente sería posible con la entrada en vigor de planes de reconstrucción eficaces. El descenso de las capturas marinas mundiales en los últimos años, junto con el incremento del porcentaje de las poblaciones sobreexplotadas y la reducción de la proporción de las especies que no están plenamente explotadas en el mundo, transmiten el firme mensaje de que la situación de la pesca marina mundial está empeorando y ha tenido efectos negativos en la producción pesquera, sin contar que algunos efectos atribuibles al cambio climático podrían empeorar el panorama mundial (FAO, 2012).

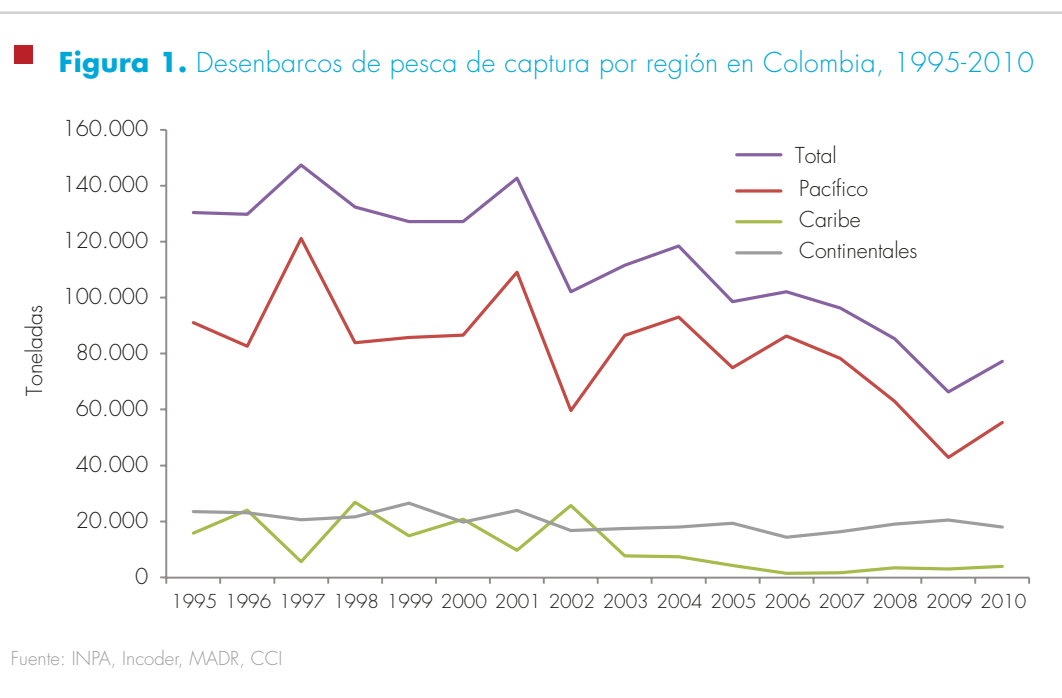
La actividad pesquera y acuícola colombiana comprende el aprovechamiento industrial y artesanal de los recursos pesqueros de sus dos litorales marítimos (Pacífico y Caribe), de numerosas cuencas fluviales (Magdalena, Orinoco, Amazonas), así como de una creciente participación de la acuicultura (Beltrán y Villaneda, 2000). La historia de la pesca en Colombia a escala comercial inició entre los años cincuenta y sesenta. En la década del 50 comenzó a desarrollarse la pesca industrial en el Pacífico, y desde 1968 ha habido un auge de la pesca de camarón en el Caribe (Zúñiga et al., 2004). El subsector creció el 400% entre 1953 y 1968 con un incremento anual del 9% en la producción. El camarón de aguas someras del Pacífico fue la pesquería más importante hasta mediados de los años ochenta, época en que llegó a su máximo rendimiento sostenible (Rueda et al., 2006).

Durante los siguientes cinco años, parte de la flota debió adaptarse para pesca blanca y el estado restringió los cupos para la operación de embarcaciones industriales, reglamentó la red monofilamento de 2 $\frac{3}{4}$ " utilizada por los pescadores artesanales conocida como trasmallo electrónico, y realizó las investigaciones requeridas para la implantación de la veda anual desde 1991. A finales de la década de los ochenta se impulsó la pesca de atún

como una actividad promisorio y alternativa a la pesca del camarón, con altas ventajas comparativas (FAO, 2012). Las capturas de atún se realizan básicamente en el Pacífico, pero debido a que el canal de acceso (Estero San Antonio) a las empresas del puerto de Buenaventura no cuenta con el calado suficiente para que los barcos ingresen hasta los muelles, las grandes plantas de proceso se ubican en Cartagena y Barranquilla, lo que implica que los barcos deben desplazarse a través del Canal de Panamá para descargar las capturas.

En el año 2010, el sector pesca nacional (pesca de captura y acuicultura) tuvo una producción de 155.270 toneladas, de los cuales el 38% lo aportó la pesca marina, el 13% la pesca continental y finalmente, el mayor aporte fue dado por la acuicultura con el 49%, de los cuales el 9% fue marina y el 40% continental. Las actividades de pesca y acuicultura en conjunto han registrado un crecimiento negativo promedio anual del 3% desde el 2000 hasta el 2010, sin embargo, cada una de las actividades registró un comportamiento diferente.

La pesca decreció un 38% en el 2010 (77.257 toneladas comparado con 127.124 toneladas el 2000) (figura 1), mientras que la acuicultura pasó de 31.658 toneladas en el 2000 a 75.742 toneladas en el 2010 mostrando un crecimiento del 139%. Con relación a la pesca continental, en años recientes las capturas han disminuido notoriamente debido a la sobrepesca, el uso de artes indebidos de captura, la contaminación por agroquímicos y la deforestación, particularmente en la cuenca del río Magdalena.



Adicionalmente, el sector pesquero nacional aporta 101.000 empleos directos (48% del total). Por su parte la pesca industrial genera más de 45.000 empleos distribuidos en operación de embarcaciones, descarga de productos en puerto, operarios de plantas de



procesamiento y en actividades de comercialización tanto para el mercado nacional como de exportación. En acuicultura, la mano de obra es igualmente importante ya que genera más de 90.000 empleos¹.

Aunque ha habido una creciente cantidad de casos de estudio acerca de los efectos observados del cambio climático y la variabilidad climática en la distribución y producción de pesquerías individuales, no es fácil estimar o predecir los efectos del cambio climático en escalas nacionales y regionales para el sector pesquero, en parte, por la amplia cantidad de factores que intervienen en la producción. Asimismo, los ejemplos en la literatura son casos puntuales que requieren series muy detalladas al respecto.

Este trabajo busca evaluar el impacto del cambio climático en el sector de pesca de Colombia, usando dos tipos de aproximaciones, a partir de series anuales y a partir de series mensuales. De igual modo el alcance de la investigación es robustecer la información utilizada por los modelos de equilibrio general computable nacional y regional relacionada con el sector pesquero de Colombia, tales como el contenido en BID-CEPAL-DNP (2014), de manera que sean herramientas efectivas para la elaboración de recomendaciones de política frente al cambio climático.

2

Metodología

El pronóstico de los impactos del cambio climático en el sector pesquero está en la línea de frontera del conocimiento (Allison et al., 2005), esto se debe a la sensibilidad que presentan los ecosistemas a muchos factores, particularmente a los cambios de temperaturas en profundidades específicas. Desafortunadamente, los modelos de cambio climático no cuentan con esa precisión y nivel de detalle, en tal sentido, solo es posible analizar la relación entre el clima y la temperatura superficial del mar, contrastando información climática de mayor escala con variables observadas en el sector pesquero tales como el volumen desembarcado.

La literatura sobre las implicaciones del cambio climático en los recursos pesqueros y acuícolas es menos abundante que en otros sectores. El análisis se ha concentrado en estudiar el impacto en latitudes medias y existen menos estudios sobre la posible respuesta del recurso en zonas tropicales. No obstante, el estudio realizado para pesca buscó mejorar el conocimiento que el país tiene sobre los posibles efectos del cambio climático en especies de peces y camarones que son aprovechados en el país.

A partir de esta información, se realizó la siguiente estimación, usando datos anuales:

$$\Delta \text{Desembarcos}_{i,j,t} = \beta_0 + \beta_1 \Delta \text{temperatura}_{j,t} + \beta_2 \Delta \text{precipitacion}_{j,t} + \beta_3 \Delta \text{clima}_{j,t} + \varepsilon_{i,j,t} \quad (1)$$

¹ Fuente: Incofer, DANE, ANDI y Apropesca. (Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura)

Donde:

i corresponde a la especie modelada

t es el año de la observación

j es el litoral o cuenca en donde se encuentra la especie

β, ε son los parámetros y el error de la regresión

clima corresponde a las variables climáticas (Índices El Niño, humedad relativa, caudales, temperatura superficial del mar)

$\text{desembarcos}_{i,j,t-1}$ es el rezago de los desembarcos.

La selección específica de las variables climáticas se realizó de acuerdo al método de *backward stepwise*, siempre teniendo como criterios el mayor coeficiente de determinación (R^2), significancia estadística del modelo (test F) y significancia de los parámetros beta y parsimonia (menor número de parámetros). Cuando la regresión fue estadísticamente significativa (anova de la regresión mediante test F), se realizaron pruebas sobre los coeficientes individuales.

Por otra parte, la estimación de la información mensual permite capturar el efecto de las variables climáticas en el comportamiento y en el recurso pesquero con una mejor precisión. Esto se debe a que mensualmente es posible identificar el comportamiento del ciclo de vida del recurso. Sin embargo, la información solamente está disponible de 2006 a 2010, una serie más corta de lo deseable para hacer una proyección de desembarcos más robusta. La fuente de esta información es Agronet.

Para la estimación de los parámetros se parte del modelo teórico propuesto por Conrad (1999) que explica la dinámica pesquera. Siguiendo a Higinio (2008) la cantidad de un recurso pesquero evoluciona de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$S_{t+1} - S_t = F(S_t) - H(S_t, E) \quad (2)$$

Donde:

S_t corresponde al *stock* de peses en el momento t

$F(S_t)$ función de recuperación del recurso pesquero

$H(S_t, E)$ función de extracción del recurso

En este sentido, se tiene que el *stock* del recurso pesquero depende del *stock* pasado, más una serie de variables climáticas. Siguiendo este modelo, se estima las regresiones mensuales a partir de la siguiente especificación:



$$\begin{aligned}
 desembarcos_{i,j,t} &= \beta_0 + \beta_1 desembarcos_{i,j,t-1} + \beta_2 Precipitación_{j,t} + \beta_3 Precipitación_{j,t-1} \\
 &+ \beta_4 temperatura_{j,t} + \beta_5 temperatura_{j,t-1} + \beta_6 TSM|CAUDAL_{j,t} \\
 &+ \beta_7 TMS|CAUDAL_{j,t-1} + \beta_8 b_t + \beta_9 a_{ij} + \varepsilon_{j,t}
 \end{aligned} \quad (3)$$

Donde:

t es el mes de la observación desde 2006 a 2010

$TSM|CAUDAL_{j,t}$ corresponde a la temperatura superficial del mar en los litorales, y el caudal para las cuencas continentales.

a_{ij} corresponde al efecto fijo por especie

b corresponde al efecto fijo por tiempo. Este efecto fijo captura los fenómenos del El Niño y La Niña

En este caso, la ecuación se ajusta dependiendo de la cuenca a estudiar, si el mejor ajuste se da en términos logarítmicos o en niveles, pero se mantiene en términos generales la especificación del modelo para todas las cuencas. Durante el período 2006-2010 las fuentes que recopilaron la información fueron la Corporación Colombia Internacional, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural e Incoder.

3 Fuentes de información

3.1. Desembarcos

A partir de la información biológica y la información física del hábitat, se puede encontrar la relación hábitat-especie y determinar cómo los cambios en la distribución de las variables físicas e hidroclimáticas pueden llegar a explicar, directa o indirectamente, los cambios en la abundancia y la distribución de las especies. Como una medida de la abundancia y la productividad del sector pesquero nacional, se usó la cantidad desembarcada de pesca por litoral y cuenca en toneladas.

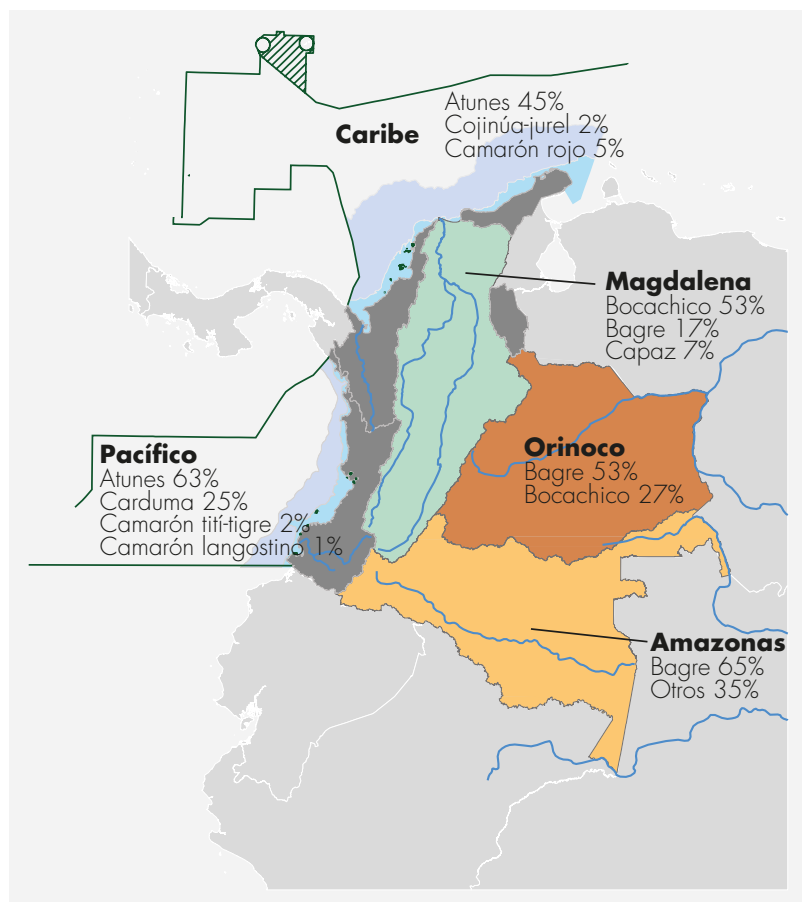
Las toneladas de pesca desembarcada se estudiaron en litorales (Pacífico y Caribe) y cuencas (Magdalena, Orinoco, Amazonas). De igual modo, en cada uno de estas zonas, se realizó un análisis para los principales recursos pesqueros de acuerdo a su aporte porcentual al total de las capturas en el litoral o cuenca correspondiente. El aporte porcentual de cada zona y cada tipo de recurso fue calculado a partir de las estadísticas pesqueras nacionales.

La información con la que cuenta el país sobre los desembarcos por especie data desde 1989, sin embargo, dados los cambios institucionales que ha sufrido el sector, las fuentes

de información han variado en el tiempo. En el período 1989-2000 están los Boletines Estadísticos Pesqueros del Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura INPA; para el período 2001-2005 las fuentes son Incoder, ICA y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural MADR; para el período 2006-2010 la fuente es la Corporación Colombia Internacional, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural e Incoder. Por lo tanto, al tener diferentes fuentes de información fue necesario realizar interpolación de datos para hacer comparables las series. La información mensual de los desembarcos fue registrada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Agronet.

Las especies estudiadas para el litoral Pacífico corresponden a atunes (63% de los desembarcos totales), carduma (26%), camarón tití-tigre y camarón langostino (el aporte de estos dos suma el 3%). Para el litoral Caribe, se analizaron los desembarcos de atunes (30%), cojinúa-jurel (4%) y camarón rojo (0,1%). En la cuenca del río Magdalena se analizaron los desembarcos de bocachico (53%), bagres (17%) y capaz (7%). Para la cuenca del río Orinoco, se analizaron los de bagres (53%) y bocachico (27%). Para la cuenca del río Amazonas se estudió los desembarcos de bagres (65%) (figura 2).

■ **Figura 2.** Litorales, cuencas y recursos pesqueros estudiados. Participación en desembarcos totales por cuenca (promedio 2006-2010)



Fuente: Elaboración propia, CCHncoder, Imágenes GNU Free Documentation License.



3.2. Información climática

Partiendo del supuesto de que los cambios en la distribución de las variables físicas e hidroclimáticas pueden llegar a explicar directamente cambios en la abundancia y la distribución de las especies y, en este caso puntual, los desembarcos pesqueros, se utilizaron algunas variables que potencialmente pueden llegar a contribuir de manera significativa en la construcción de un modelo y que han demostrado tener un buen desempeño en este tipo de análisis (Tabla 1).

Tabla 1. Variables utilizadas en la construcción de un modelo de productividad del sector pesquero y su relación con variables climáticas.

Parámetro	Tipo de Muestreo	Fuente del dato	Resolución temporal
Precipitaciones totales (mm)	In situ	IDEAM. Estaciones costeras de los litorales Pacífico y Caribe, y estaciones de las cuencas de los ríos Magdalena, Orinoco y Amazonas.	Datos mensuales Litoral Pacífico y Caribe: 1989-2010. Cuencas continentales: 1995-2010.
Temperatura Media del Ambiente(°C)	In situ	IDEAM. Estaciones costeras de los litorales Pacífico y Caribe, y estaciones de las cuencas de los ríos Magdalena, Orinoco y Amazonas.	Datos mensuales Litoral Pacífico y Caribe: 1989-2010. Cuencas continentales: 1995-2010.
Humedad relativa (%)	In situ	IDEAM. Estaciones costeras de los litorales Pacífico y Caribe, y estaciones de las cuencas de los ríos Magdalena, Orinoco y Amazonas.	Datos mensuales Litoral Pacífico y Caribe: 1989-2010. Cuencas continentales: 1995-2010.
Caudales medios (m³/seg)	In situ	IDEAM. Estaciones de las cuencas de los ríos Magdalena, Orinoco y Amazonas. Estación Peñitas del Río San Juan para el litoral Pacífico, y estación Calamar del río Magdalena para el litoral Caribe.	Datos mensuales. Litoral Pacífico y Caribe: 1989-2010. Cuencas continentales: 1995-2010.
Temperatura superficial del mar TSM (°C)	Sensor remoto	NOAA Pathfinder Ver 5.0, Day and Night, Global, Science Quality. Pacífico: 1° 30' y 7° 10' N 77° 40' y 84° O. Caribe: 8° y 15° N, y 82° y 71° O.	Datos mensuales. Litoral Pacífico y Caribe: 1989-2010.
Desviación de la altura superficial del mar (cm)	Sensor remoto	NOAA CoastWatch, AVISO program. AVISO Sea Surface Height Deviation. Pacífico: 1° 30' y 7° 10' N 77° 40' y 84° O. Caribe: 8° y 15° N, y 82° y 71° O.	Datos mensuales. Litoral Pacífico y Caribe: 1992-2010.
Índices climáticos: Niño 1+2, Niño 3, Niño 4, Niño 3 + 4, NOI, SOI y SOI	Producto derivado	NOAA - Climate Prediction Center	Datos mensuales. Litoral Pacífico y Caribe: 1989-2010. Cuencas continentales: 1995-2010.

En los litorales Pacífico y Caribe se utilizaron todas las estaciones disponibles localizadas sobre el borde costero. Aunque en estas dos zonas hay sitios de desembarco establecidos, las áreas de pesca por lo general trascienden esos límites y no es apropiado utilizar solo los datos asociados con el municipio donde se realiza el desembarque. Para las cuencas continentales (Magdalena, Orinoco y Amazonas), solo se utilizaron las estaciones cercanas a los sitios de desembarque.²

Se debe destacar que para la cuenca del Magdalena algunos de los sitios de desembarque corresponden a la parte baja del río Cauca, y por lo tanto también fueron utilizadas estaciones de esta zona.

3.3. Escenarios de cambio climático contemplados por el IDEAM

Para cuantificar el cambio de productividad en el sector pesquero bajo los escenarios propuestos por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM), se analizaron los dos litorales (Pacífico y Caribe), y las tres cuencas continentales (Magdalena, Orinoco y Amazonas). El período de referencia (normal climatológica) para las cinco zonas fue 1971-2010. En cada caso se utilizaron los modelos propuestos en la sección 2, y en ellos se evaluaron los pronósticos quinquenales de las variables temperatura ambiente, precipitación y humedad relativa, para los escenarios A1B, A2 y B2.

Con las proyecciones de cambio climático del IDEAM, se calculó el cambio de las variables humedad, temperatura ambiente y precipitación respecto al periodo de referencia, comprendidos entre 2011 y 2100. Estas diferencias en las variables hidroclimáticas fueron evaluadas en los modelos, con el propósito de calcular el cambio de la productividad pesquera de cada recurso respecto al producto total de la función de daño, que fue calculado con los promedios de las variables en el período de referencia.

Dado que los modelos presentados en la sección 2 incluyen variables que no están modeladas por el IDEAM, se asumió que estas variables son constantes, por lo que la variación en la productividad que se presenta en este informe solo obedece a los cambios en la temperatura ambiente (°C), la precipitación (mm), la humedad relativa (%), los caudales (m³/sg)³ y la temperatura de la superficie del mar - TSM (la cual no hace parte de los escenarios del IDEAM, pero se toma de los resultados de los modelos globales que usa el IDEAM con condiciones de frontera para la elaboración de los escenarios).

² Para las regresiones anuales se utilizó un promedio de la información de los doce meses.

³ Debido a que la variable "caudales" no está modelada por el IDEAM bajo los escenarios de cambio climático, fue necesario buscar una alternativa para derivarla. Inicialmente se intentó usar algunas de las fórmulas clásicas de balance hídrico que relacionan el caudal, con la precipitación y la evapotranspiración (fórmula de Turc), pero los caudales derivados o pronosticados explicaban solo el 30% de los datos reales. Por lo tanto, se evaluó la relación lineal entre los caudales como variable dependiente, y la precipitación y la temperatura como variables independientes, con datos de las estaciones de IDEAM para el período 1989 - 2010.



4

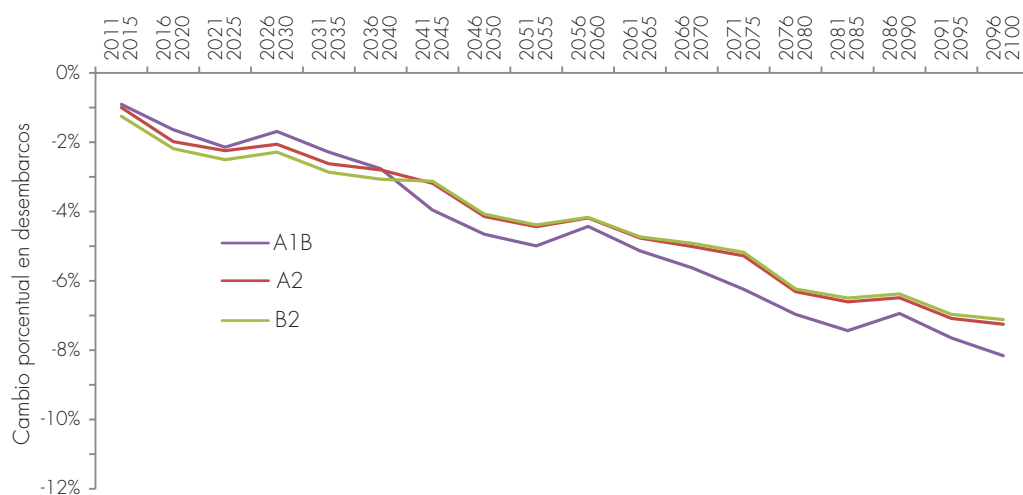
Resultados del impacto del cambio climático en el sector pesquero

4.1. Resultados con información anual

Al evaluar el cambio de productividad del sector pesquero en función de las variables modeladas por el IDEAM, e incluyendo la variable caudales, se encontró que para todos los recursos del Pacífico, para el recurso cojinúa-jurel del Caribe, y para todos los recursos de la cuenca del Orinoco, los desembarcos de peces disminuirán considerablemente bajo los tres escenarios.

Para el Pacífico colombiano, las mayores disminuciones en los desembarcos totales de peces serán bajo el escenario A1B, y la pérdida hacia el año 2100 será del 8,2% (figura 3). Todos los recursos específicos evaluados en este litoral disminuirán su productividad. Hacia el año 2100 los atunes presentarán una disminución de 14,9% (escenario A2), la carduma 10,6% (escenario A1B), camarón títigre 68,7% (escenario B2), y langostino 26,2% (escenario A2).

Figura 3. Cambio porcentual de los desembarcos de peces totales en el litoral Pacífico colombiano bajo los escenarios A2, B2 y A1B, 2011-2100

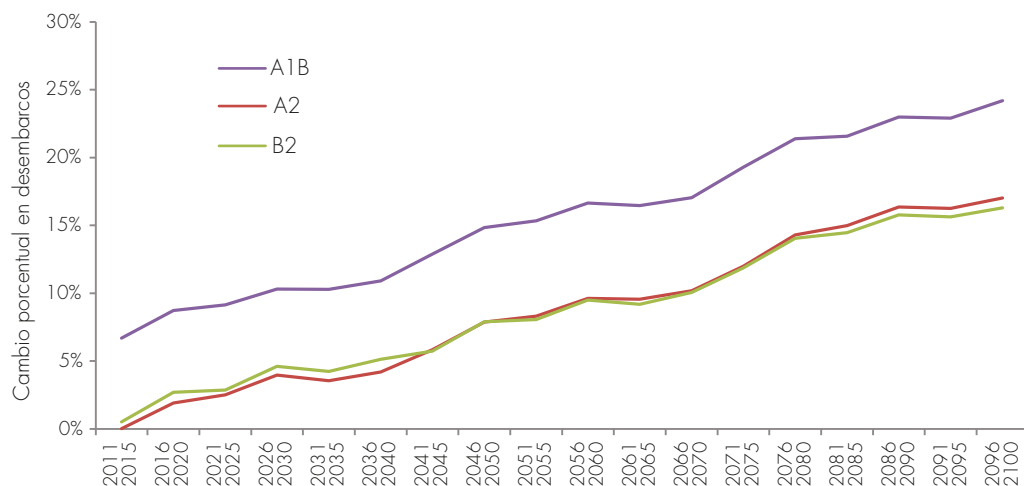


Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que bajo los tres escenarios de cambio climático considerados, se esperaba que los desembarcos de peces y atunes en el Caribe incrementen (figura 4). Se aclara, sin embargo, que la metodología no considera otros posibles impactos como la degradación ambiental o la sobre-explotación del recurso. El mayor incremento hacia el año 2100 se espera bajo el escenario A1B; para los desembarcos totales de peces del litoral será de 24,2%, mientras que para los atunes será de 13,7%. De otro lado, el recurso cojinúa-jurel tendría una tendencia hacia la disminución, la cual es más marcada en su pendiente bajo el escenario

A1B, con un cambio porcentual de -13,8% hacia el 2100. El recurso camarón rojo, fluctuará para los tres escenarios con cambios que no superan el 1% entre el período 2011-2070

■ **Figura 4.** Cambio porcentual de los desembarcos de peces totales en el litoral Caribe colombiano bajo los escenarios A2, B2 y A1B, 2011-2100



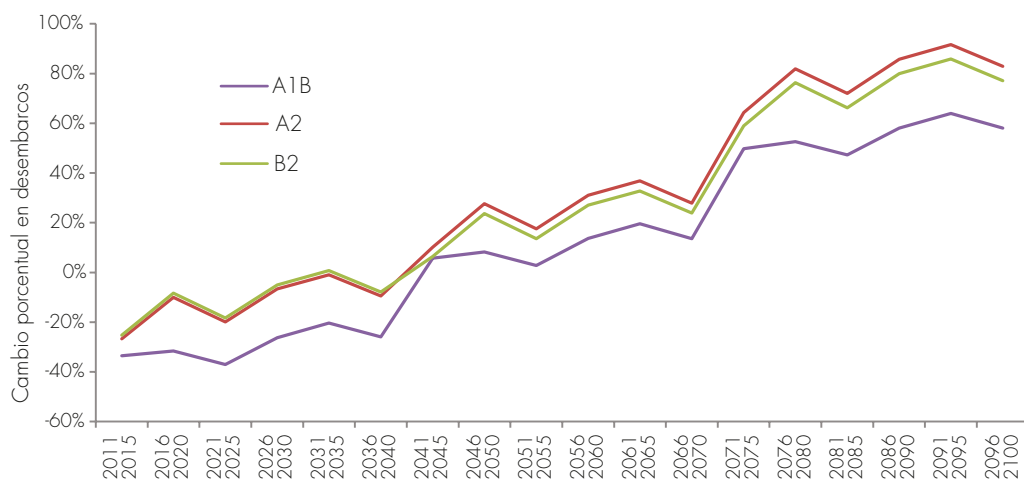
Fuente: Elaboración propia.

La productividad de peces totales en la cuenca del río Magdalena solo presenta una relación estadística significativa con la variable caudales (anexo I). Dado que hay una relación inversa entre estas dos variables, se esperaría que los desembarcos de este recurso aumenten considerablemente entre el período 2011-2100, bajo los tres escenarios (figura 5). El mayor incremento sería bajo el escenario A2 (110% para el año 2100). El recurso bocachico, el cual aporta en promedio el 53% a los desembarcos totales de la cuenca, presentó resultados significativos solamente de los caudales y la precipitación, y se relaciona con un posible incremento de 7,1% para el año 2100. La lectura de este resultado debe hacerse con precaución, debido a que en un año normal el aumento de las capturas de bocachico obedece principalmente al comportamiento del río, y los bajos niveles (caudal bajo) favorecen las capturas en la subienda, condición que incrementa considerablemente la efectividad de los artes de pesca utilizados (atarraya y malla). Por otro lado, esta metodología no tiene en cuenta la degradación ambiental ni otras variables que pueden ser más relevantes que los cambios en temperatura y pueden explicar la tendencia negativa de los desembarcos en los próximos años. Por lo tanto, se aclara que este posible incremento, es un resultado parcial, que se debe solamente al cambio en las variables climáticas estudiadas.

El comportamiento de los desembarcos de los peces totales en el Orinoco se presenta en la figura 6. Los bagres y el bocachico exhiben una disminución marcada bajo los tres escenarios para el período 2011-2070. No obstante, para los peces totales de la cuenca, se espera un considerable incremento en los desembarcos posterior al año 2070 seguido de una disminución continua hasta el año 2100, hasta llegar a valores cercanos o por debajo a los esperados para el año 2071, bajo los escenarios A2 y B2.

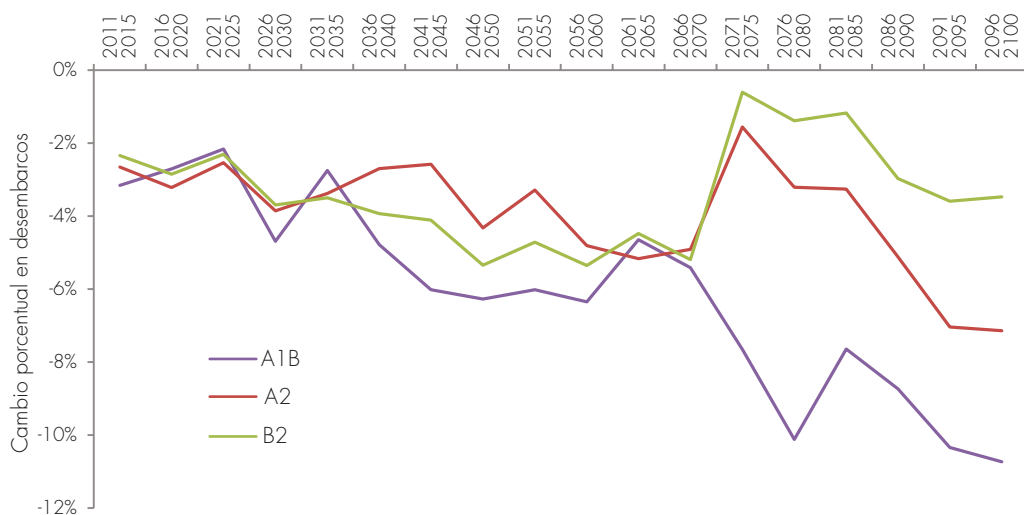


Figura 5. Cambio porcentual de los desembarcos de peces totales en la cuenca del río Magdalena bajo los escenarios A2, B2 y A1B, 2011-2100



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Cambio porcentual de los desembarcos de peces totales en la cuenca del río Orinoco bajo los escenarios A2, B2 y A1B, 2011-2100



Fuente: Elaboración propia.

4.2. Resultados con información mensual

Los resultados de las proyecciones del efecto del cambio climático para el sector pesquero usando esta metodología muestran resultados en el mismo sentido de los presentados con la información anual. En general se identifica que en total los desembarcos se reducirían y por lo tanto existiría un efecto negativo en la producción del sector. Los resultados se presentan en el anexo II.

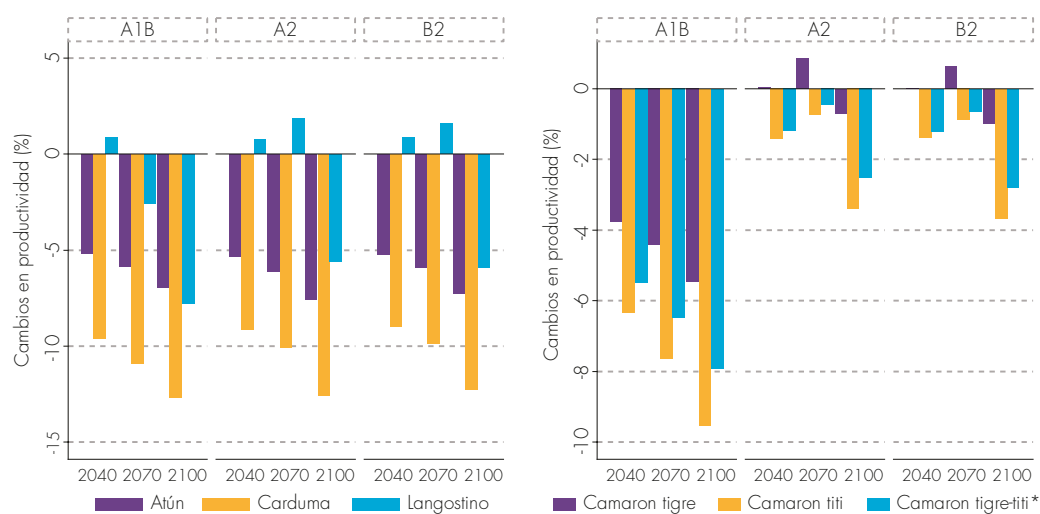
Los resultados que a continuación se presentan van en la misma dirección de otros estudios realizados a nivel internacional, donde se proyecta que el potencial de captura de especies marinas en los trópicos podría reducirse (por ejemplo, Mendo y Cheung, 2015). Esto se debe a que el cambio climático trae cambios en los ecosistemas, afectando la temperatura del mar, las corrientes oceánicas, así como el afloramiento cerca de la costa (Cheung et al., 2010). A continuación se presentan los impactos por cada especie y región.

La actividad pesquera total en los litorales Pacífico (figura 7) y Caribe (figura 8) se vería afectada negativamente por el cambio climático según las estimaciones, en general las toneladas desembarcadas en cada uno de los litorales caerá de manera importante.

El atún, por ejemplo, presentaría disminuciones para los tres escenarios analizados. Hacia finales del siglo, los desembarcos se reducirían entre un 6,1% y un 9,6% con relación a la información histórica. El recurso carduma tendría reducciones anuales promedio en los desembarcos cercanos al 9,9%. Estos impactos podrían estar relacionados con aumentos en la temperatura del océano, ya que si la temperatura aumenta, el metabolismo de la especie se ve afectado lo que puede llevar a que la especie migre hacia zonas con menor temperatura (Hoar y Randall, 1971).

Contrario a lo anterior, los resultados para los recursos langostino y camarón muestran que éstos podrían tener incrementos en productividad de 1,6% y 1,3%, respectivamente. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que estos resultados no consideran efectos indirectos del cambio climático, por ejemplo no contemplan el hecho de que los manglares, hábitat de los camarones en su etapa larvaria, son particularmente sensibles al cambio en la temperatura del agua (Yáñez-Arancibia, Twilley y Lara-Domínguez, 1998). Por lo tanto, los resultados deben tomarse con precaución ya que podrían estar relacionados a la falta de estandarización de los registros para estas especies, lo cual podría estar generando ruidos en los resultados de los modelos.

Figura 7. Cambio porcentual de los desembarcos de especies en el litoral Pacífico, 2011-2100 respecto a 2006-2010

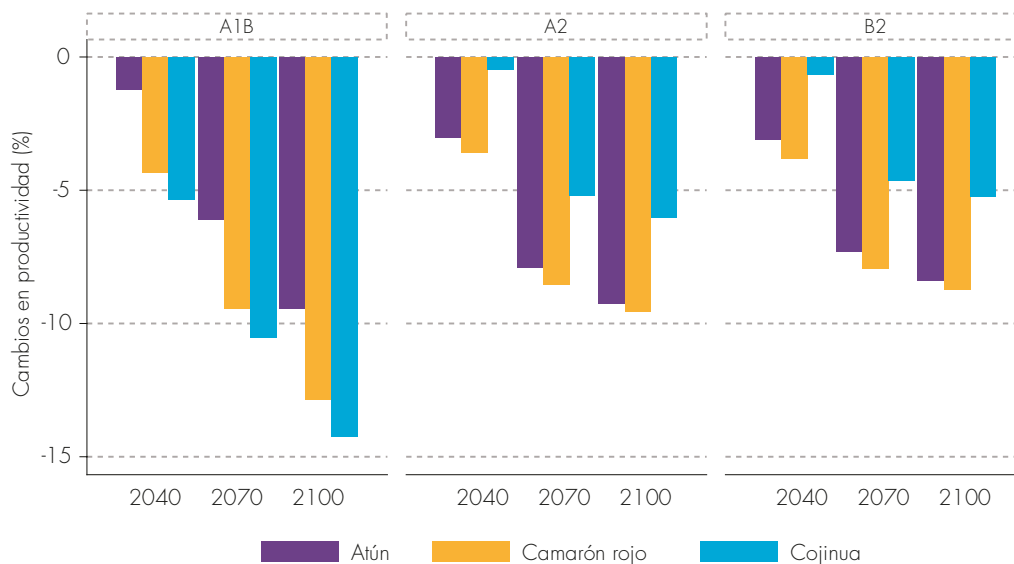


Fuente: Elaboración propia



Por su parte, en el litoral Caribe, todos los recursos estudiados tendrán resultados negativos en la productividad (figura 8). El atún del caribe tendría una reducción en la producción entre 8,1% y 9,3% frente a su comportamiento histórico. En los recursos de cojinúa-jurel y el camarón rojo se estiman pérdidas de productividad de -5,9% y -7,7% respectivamente.

■ **Figura 8.** Cambio porcentual de los desembarcos de especies en el Caribe, 2011-2100 respecto a 2006-2010



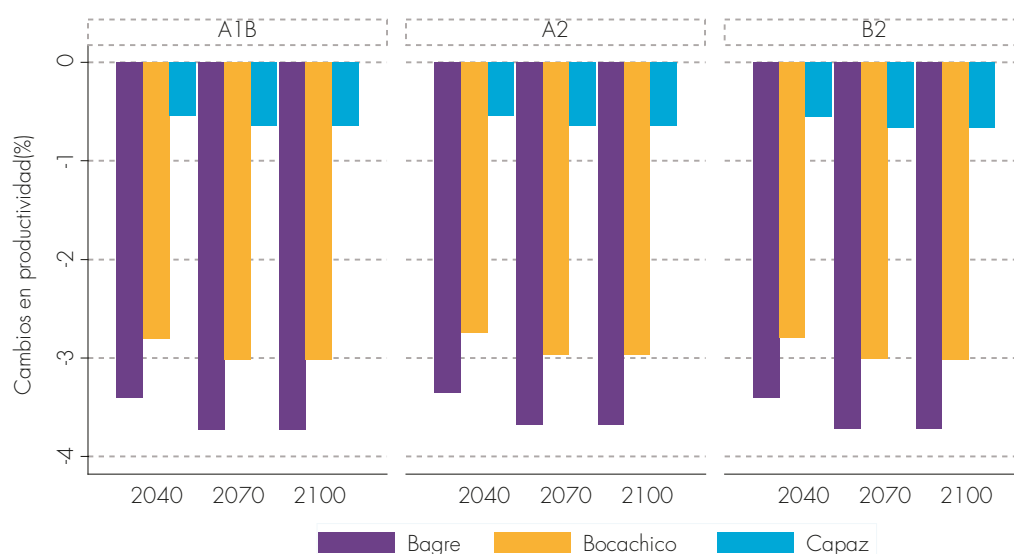
Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, es importante resaltar que estos resultados no tienen en cuenta posibles efectos de la variabilidad climática en los desembarcos. Aún existe incertidumbre sobre el efecto del cambio climático en los eventos El Niño Oscilación Sur (ENOS) y por lo tanto no está claro cuál fase del fenómeno podría ser más persistente en el Pacífico tropical (Cochrane et al., 2009). Lo anterior podría afectar considerablemente el hábitat de las especies analizadas en este estudio. Finalmente, los resultados indican que no hay una relación estadística entre los desembarcos y al cambio en el nivel del mar.

Los resultados en las cuencas continentales tampoco son alentadores para la pesca. De acuerdo a las modelaciones se podría concluir que el peso desembarcado en los recursos aprovechados en las cuencas de los ríos Orinoco y Magdalena disminuirían bajo todos los escenarios del cambio climático. Estos resultados podrían estar relacionados con alteraciones en los caudales y el balance hídrico de las cuencas producto de cambios en la precipitación, lo que originaría cambios en la capacidad de reproducción de las especies. La magnitud de dichos cambios dependerá de la existencia de corredores de dispersión de los peces, fácilmente influenciados por el hombre (FAO, 2013).

En la cuenca del Magdalena los desembarcos totales de pescado presentan una reducción. La figura 9 muestra los impactos para bocachico y bagre para esta cuenca. Particularmente, el recurso bocachico, que es altamente demandado en esta cuenca, tendrá reducciones en productividad del 2,8% anual, en promedio para los tres escenarios del cambio climático. Caso similar ocurre con el bagre que tendría caídas en los desembarcos del 3,5%, mientras que el recurso Capaz tendría impactos negativos del 0,6%.

■ **Figura 9.** Cambio porcentual de los desembarcos de especies en la cuenca del Magdalena, 2011-2100 respecto a 2006-2010



Fuente: Elaboración propia

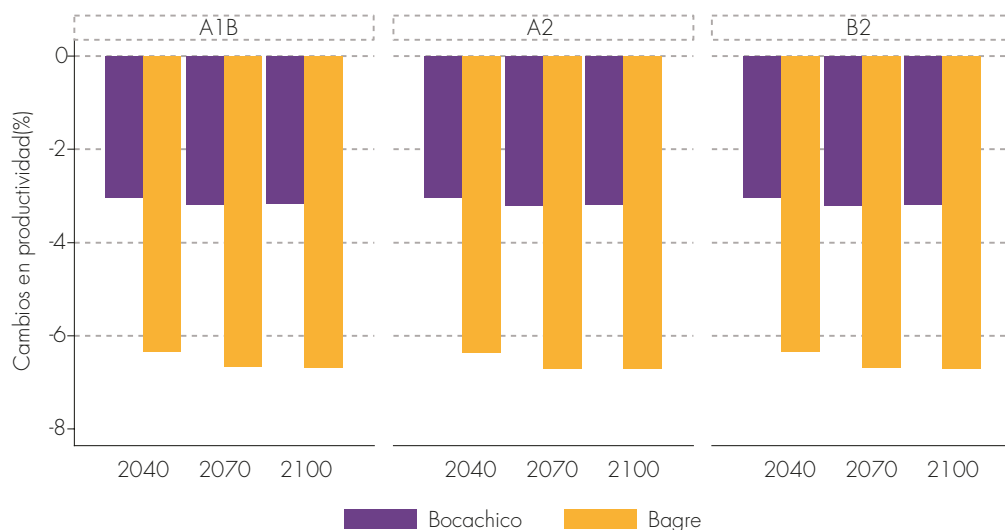
Los resultados obtenidos para la cuenca del Orinoco, muestran que los desembarcos tenderán a disminuir bajo los tres escenarios de cambio climático. Se evidencia que las pérdidas de productividad en el recurso bagre son entre 3% y 4% en todos los periodos, como lo muestra la figura 10.

Los impactos negativos en el recurso bocachico pueden derivarse, como mencionan Lucas y Baras (2001), de los cambios en el caudal y en el balance hídrico de los ríos, lo que afectaría su capacidad de migración; esto cobra importancia si se tiene en cuenta que dicha actividad está asociada con los ciclos reproductivos de la especie. Por su parte, los desembarcos de bagres tendrían reducciones por alteraciones en el caudal ante modificaciones en los regímenes de lluvia en las regiones estudiadas.

Vale la pena recordar que estos impactos podrían estar subestimados, ya que no se están considerando los efectos de la actividad antrópica sobre las cuencas, lo cual podría modificar la carga de sedimentos y las condiciones físico-químicas de los ecosistemas acuáticos continentales, exacerbando los efectos negativos del cambio climático.



Figura 10. Cambio porcentual de los desembarcos de especies más importantes en las cuencas del río Magdalena y el río Orinoco, 2011-2100 respecto a 2006-2010



Fuente: Elaboración propia

El análisis realizado en la cuenca del Amazonas permite concluir que con la información disponible no es posible estimar una relación entre variables climáticas y los desembarcos registrados, por lo tanto es necesario mejorar la información existente en la zona con el fin de aumentar la capacidad de modelación sobre los impactos del clima en los recursos pesqueros.

En conclusión, con base en los escenarios de cambio climático, el análisis agregado a nivel nacional muestra que el impacto, entendido como el cambio promedio para todos los escenarios y el periodo estudiado, correspondería a disminuciones de los desembarcos del 5,3% respecto al escenario base 2006-2010.

Los resultados son similares a los que se encontraron en la literatura, en donde se reconoce que los impactos del cambio climático variarán regionalmente (NFWPCAP, 2012), esto sin considerar que la vulnerabilidad de las unidades biológicas (especies y ecosistemas) puede ser promovida principalmente por la intensidad de factores de estrés no climáticos (presiones y amenazas).

5

Medidas de adaptación de cambio climático

El conjunto de acciones para adaptación del cambio climático pueden ser muy diversas, sin embargo es posible agrupar las acciones en educativas, de protección, de productividad, de atención y de administración del sector pesquero.

Promover programas educativos que aproximen a la población la problemática del cambio climático

Para poner en práctica esta estrategia, uno de los pasos iniciales es divulgar entre el sector pesquero y los sectores relacionados, las implicaciones del cambio climático para facilitar la implementación de las medidas de adaptación. De igual modo, la implementación de medidas adaptativas al cambio climático requiere de un esfuerzo que integre las instancias educativas y técnicas del país (Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA).

Recuperar y conservar ecosistemas estratégicos que provean servicios ambientales críticos (por ejemplo, la regulación hídrica)

Se debe garantizar la conservación y restauración de los ecosistemas de soporte de las pesquerías, a nivel nacional, regional y local (manejo basado en ecosistemas). Entre los principales objetivos deben estar los arrecifes de coral y los manglares, debido a que son ecosistemas de soporte de las pesquerías con una funcionalidad compleja, que proveen bienes y servicios ambientales. En los ecosistemas continentales se deben realizar grandes esfuerzos para el mantenimiento del flujo hídrico de humedales y ciénagas, las cuáles hacen parte fundamental del ciclo biológico de muchas especies, y están siendo sometidas a grandes presiones por la agricultura y la ganadería.

Ampliar el sistema de áreas protegidas

Las áreas protegidas marinas y otros instrumentos para proteger la pesca marítima en el país tienen la función de mantener los inventarios y garantizar la reproducción. No obstante, es necesario ampliar la visión de dichas áreas a fin de incluir sistemas acuáticos continentales y promover conectividad entre áreas para garantizar funciones biológicas importantes. Lo anterior permitiría generar zonas de monitoreo de largo plazo sobre la respuesta biológica de las especies al cambio climático.

Desarrollar mecanismos eficientes y sostenibles para la mejora en producción del sector

Un mecanismo que puede ser usado para la conservación y suplir la demanda del sector pesquero consiste en la promoción de actividades sostenible desarrollando la acuicultura y la maricultura. Estas pueden ser alternativas que pueden llegar a suplir en cierta medida esa disminución en productividad.

Promover la adaptación basada en comunidades

Implica la promoción de métodos y prácticas de pesca que permitan una extracción sostenible del recurso y la creación o el fortalecimiento de asociaciones de pescadores que tengan dentro de sus objetivos la gestión de la pesca, con actividades puntuales como la supervisión de las capturas. De igual manera, es necesaria la consolidación de acuerdos comunitarios de pesca que faciliten la gestión comunitaria del recurso pesquero.



Desarrollar mecanismos para la atención oportuna a pequeños campesinos (pescadores) que derivan su sustento de la producción de la tierra

Los pescadores artesanales e industriales, pocas veces son considerados dentro de los programas de ayuda relacionados con eventos de variabilidad climática que derivan su sustento de la pesca y que son afectados por la disminución en las capturas debido a efectos del clima, regularmente no son considerados en los paquetes de ayuda. Esta población es poco visible dentro de las opciones de ayuda que brinda el gobierno, a pesar que está entre las más pobres del país y se encuentra distribuida por todo el territorio nacional a lo largo de los dos litorales y de las cuencas continentales.

Generar alternativas económicas para pescadores artesanales

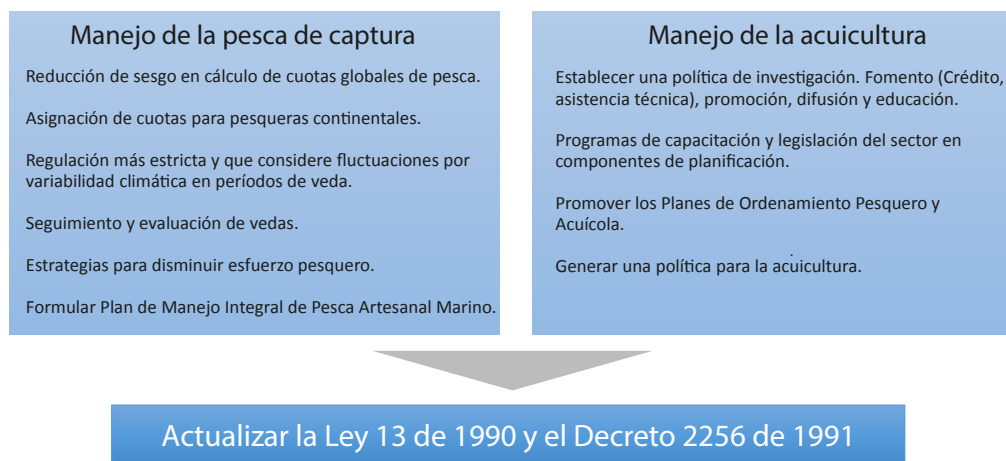
Es importante fortalecer la capacidad de los pescadores artesanales para generar ingresos adicionales, a través de alternativas económicas como las agrícolas y la generación de empresas de pequeña escala relacionadas con actividades de alto potencial en su zona de influencia tales como turismo, materias primas y artesanías.

Mejorar la gobernanza institucional

La capacidad para adaptarse al cambio climático es determinada parcialmente por los recursos materiales y también por las redes, tecnologías y estructuras de gobernanza apropiadas. Por lo tanto, para superar las debilidades del sector y hacer de la actividad una alternativa sostenible, es necesario contar con instituciones del estado fortalecidas, con un mayor posicionamiento institucional, con una alta capacidad de gobernanza y control, y con una mayor asignación presupuestal. Esto incluye a la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER) y las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR).

La figura 11 presenta una descripción general de ajustes a la política pública del sector, requeridos para facilitar el proceso de adaptación del recurso y la actividad pesquera.

■ **Figura 11.** Ajuste requeridos en la política del sector para facilitar la adaptación



Fuente: Elaboración propia

Mejorar los sistemas de información del sector.

Las medidas y las estrategias que se deseen aplicar para mejorar el sector pesquero, requieren de información precisa y actualizada sobre la explotación pesquera. En ese sentido se podría acoger las recomendaciones del “Protocolo de captura de información pesquera, biológica y socio-económica en Colombia” de Agudelo et al. (2011). Así como mejorar el muestreo de los sistemas de captura de información pesquera incluyendo información sobre el esfuerzo pesquero.

6

Conclusiones

A pesar de las limitaciones que presenta la información pesquera nacional, se logró recopilar información de más de veinte años (1989-2010) en los dos litorales, y más de 15 años para las cuencas continentales (1995-2010). Asimismo, se logró realizar dos ejercicios con la información anual y mensual existente.

Los resultados muestran efectos agregados negativos en el sector pesquero producto del cambio climático. Sin embargo, estos efectos varían por área pesquera estudiada, especie o, en algunos casos, según la información utilizada (anual o mensual). Por ejemplo, la metodología mensual, indica posibles aumentos en los desembarcos de algunas especies en el Caribe y cuenca del Río Magdalena, debido a cambios en variables climáticas, ignorando otros posibles factores como la degradación ambiental o la sobre-explotación del recurso.

Los ejercicios con información mensual indican un impacto agregado de -5,3% a nivel nacional, si se toma el promedio multiescenario en el periodo 2011-2100. No obstante, los resultados podrían estar subestimados, si se tienen en cuenta los impactos indirectos del cambio climático en la especie, en las comunidades biológicas o en los procesos de los ecosistemas debidos a otras presiones o amenazas. Estos impactos dependen de la capacidad de adaptación de las especies ante las condiciones cambiantes del clima.

El documento plantea estrategias de adaptación que responden a los impactos directos del cambio climático, pero también buscan proteger al sector, reconociendo los múltiples factores de cambio relacionados, tales como la no utilización sostenible del recurso, la pérdida de hábitat, la fragmentación y la degradación de los ecosistemas, la introducción de especies invasoras y la sobreexplotación, que en conjunto afectan significativamente a las especies y a las funciones y los servicios de los ecosistemas.



Bibliografía

- Agudelo, E., Ajiaco, R. E., Alvarez, L. E., Barreto, C. G., Borda, C. A., Bustamante, C. C., Caldas, J. P., De la Hoz, J., Diazgranados, M. C., Melo, G., Perucho, E., Puentes, V., Ramírez, A., Rueda, M., Salinas J. C., y Zapata, L. A. 2011. Protocolo de captura de información pesquera, biológica y socio-económica en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - Dirección de Pesca y Acuicultura - Subgerencia de Pesca y Acuicultura Incoder - Conservación Internacional.
- Allison, E. H., Adger, W.M., Badjeck, M.C., Brown, K., Conway, D., Dulvi, N. K., Halls, A., y Perry A.. 2005. Effects of climate change on the sustainability of capture and enhancement fisheries important to the poor. DFID Fisheries Management Science Programme Project R4778J, Reino Unido.
- Beltrán, C. S. y Villaneda, A. A. 2000. Perfil de la pesca y la acuicultura en Colombia. Santafé de Bogotá: Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura INPA - Subdirección de Investigaciones.
- BID-CEPAL-DNP. 2014. Impactos Económicos del Cambio Climático en Colombia - Síntesis. S. Calderón, G. Romero, A. Ordóñez, A. Álvarez, C. Ludeña, L. Sánchez, C. de Miguel, K. Martínez y M. Pereira (editores). Banco Interamericano de Desarrollo, Monografía No. 221 y Naciones Unidas, LC/L.3851, Washington D.C.
- Chassot, E., Bonhommeau, S., Mélin, F., Watson, R., Gascuel, D., y Pape, O. L., 2010. Global marine primary production constrains fisheries catches. *Ecology Letters*, 13, 495-505.
- Cheung, W. W. L., Lam, V. W. Y., Sarmiento, J. L., Kearney, K., Watson, R., Zeller, D. y Pauly, D. 2010. Large-scale redistribution of maximum fisheries catch potential in the global ocean under climate change. *Global Change Biology*, 16: 24-35.
- Cochrane, K., De Young, C., Soto, D. y Bahri, T. 2009. Climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 530, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Conrad, J. 1999. *Resource Economics*. Cambridge University Press.
- FAO. 2007. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2006*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. 2012. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2012*. Departamento de pesca y acuicultura de la FAO. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Galán, F. A. 2002. Consideraciones para una estrategia territorial. Programa de desarrollo sostenible de La Mojana.
- Hoar, W. S. y Randall, D. J. 1971. *Fish physiology* 6. Volume VI. Environmental Relations and Behavior. - 559 pp. New York and London: Academic Press.
- Lucas, M.C. y Baras, E. 2001. *Migration of freshwater fishes*. Oxford: Blackwell Science Ltd.
- Mendo, J. y W. Cheung. 2015. La economía del cambio climático en el Perú: pesca. C.E. Ludeña y L. Sánchez-Aragón (editores). Banco Interamericano de Desarrollo, Monografía No. 266. Washington D.C.
- NFWPCAP (National Fish, Wildlife and Plants Climate Adaptation Partnership). 2012. *National Fish, Wildlife and Plants Climate Adaptation Strategy*. Washington, DC: Association of Fish and Wildlife Agencies, Council on Environmental Quality, Great Lakes Indian Fish and Wildlife Commission, National Oceanic and Atmospheric Administration, and U.S. Fish and Wildlife Service.
- Rueda, M., Angulo, J. A., Madrid, N., Rico, F., y Girón, A. 2006. La pesca industrial de arrastre de camarón en aguas someras del pacífico colombiano: su evolución, problemática y perspectivas hacia una pesca responsable. Santa Marta, Colombia: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras INVEMAR.
- Yáñez-Arancibia, A., Twilley, R., y Lara-Domínguez, A. 1998. Los ecosistemas de manglar frente al cambio climático global. *Madera y Bosques*, 4(2), 3-19
- Zúñiga, H., Altamar, J., y Manjarrés, L. 2004. Caracterización tecnológica de la flota de arrastre camarero del mar Caribe de Colombia. REBYC Reduction of Environmental Impact from Tropical Shrimp Trawling, through the introduction of By-catch Reduction Technologies and Change of Management (EP/GLO/201/GEF). Colombia.

Anexo I: Resultados de regresiones - Modelo anual

VARIABLES	Desembarcos			
	Pacífico	Caribe	Magdalena	Orinoco
Precipitación	-0,000237*	-0,000129**	-0,000147*	** -0,000148
	(0,000195)	(0,000067)	(0,000095)	(0,00082)
Precipitación (t-1)	0,000286*	0,000437	-0,000134	-0,000139
	(0,000185)	(0,000384)	(0,000413)	(0,000438)
Temperatura	-0,0194	-0,0157	0,00487	0,00541
	(0,115)	(0,0952)	(0,0515)	(0,0792)
Temperatura (t-1)	0,141	0,0765	0,0427	-0,00326
	(0,119)	(0,0585)	(0,0490)	(0,0369)
Desembarcos (t-1)	0,247***	0,173***	0,518***	0,146***
	(0,0799)	(0,0466)	(0,0213)	(0,0138)
Temp. superf. del mar (TSM)	0,00599*	-0,0239**		
	(0,0298)	(0,0313)		
TSM (t-1)	-0,0585**	-0,00785		
	(0,0293)	(0,0124)		
Caudales			4,92e-05	
			(5,40e-05)	
Caudales (t-1)			-0,0287***	
			(1,10e-03)	
Constante	1,696	1,206	0,879	2,211**
	(1,710)	(0,985)	(1,114)	(1,123)
Observaciones	426	213	213	142
Número de especies	6	3	3	2
Efectos fijos de especie	si	sí	sí	sí
Efectos fijos de tiempo	si	sí	sí	sí
Errores estándar entre paréntesis				
*** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1				



Anexo II: Resultados de regresiones - Modelo mensual

Regresiones de la cuenca del Pacífico

VARIABLES	Δ Desembarcos				
	Peces totales	Atún	Carduma	Camarón	Langostino
Δ Desembarcos (t-1)	-0,41			- 0,63	
Δ precipitación	- 216,54				
Δ Temp. Amb	- 102.067,03	- 147.705,38	- 18.366,64	- 2.470,06	- 1.444,84
Δ TSM	71.798,30	86.667,26	16.160,31		
Δ Niño 3 + 4	- 5.150,14	- 6.254,93		- 145,00	
Δ SOI	- 30.505,25	- 44.352,06		588,75	
Δ caudales			- 35,17		2,33
Δ Nivel del mar			- 1.795,08		
Δ humedad				856,74	
Δ Niño 3				331,24	
Δ Niño 1 + 2					804,33
Constante	-971,47	1.997,36	490,04	17,14	-37,18

Regresiones de la cuenca del Caribe

VARIABLES	$\Delta \ln$ Desembarcos	Δ Desembarcos		
	Peces totales	Atún	Cojinúa	Camarón
Δ Desembarcos (t-1)			- 0,55	- 0,92
Δ precipitación				13,70
Δ Temp. Amb	3,03	5,18	- 785,74	
Δ Niño 3 + 4	0,12			
Δ SOI	1,48	1,60		- 191,21
Δ humedad	- 0,42			- 896,99
Δ Niño 3				
Δ Niño 1 + 2	- 0,38			- 691,10
Constante	-0,31	-0,43	31,73	-205,68

Regresiones de la cuenca del Magdalena

VARIABLES	Δ Desembarcos			
	Peces totales	Bocachico	Bagre	Capaz
Δ Desembarcos (t-1)				
Δ precipitación		80,11		
Δ Temp. Amb		- 9.017,65		519,97
Δ TSM				
Δ Niño 3 + 4				
Δ SOI	4.431,13	2.031,85	416,97	
Δ caudales	- 8,12	- 14,56		
Δ Nivel del mar				
Δ humedad			- 192,68	156,30
Δ Niño 3				
Δ Niño 1 + 2	- 1.373,85			- 170,46
Δ NOI		1.002,55	- 178,15	
Constante	-141,79	-406,10	-61,14	-134,16

Regresiones de la cuenca del Orinoco

VARIABLES	ΔL_n Desembarcos	Δ Desembarcos	
	Peces totales	Bagres	Bocachico
Δ Desembarcos (t-1)			- 0,76
Δ precipitación	0,004	45,94	
Δ Temp. Amb		- 3.380,37	- 1.289,67
Δ Niño 3 + 4			
Δ SOI	0,14	- 634,91	
Δ humedad	0,28		361,09
Δ Niño 3			
Δ Niño 1 + 2			
Δ NOI	0,01		
Constante	-0,14	-203,05	-199,30





IMPACTOS ECONÓMICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN COLOMBIA

SECTOR PESQUERO

Publicaciones relacionadas:

- Impactos Económicos del Cambio Climático en Colombia: Síntesis
- Impactos Económicos del Cambio Climático en Colombia: Sector Transporte
- Impactos Económicos del Cambio Climático en Colombia: Sector Ganadero
- Impactos Económicos del Cambio Climático en Colombia: Sector Forestal
- Impactos Económicos del Cambio Climático en Colombia: Recurso Hídrico
- Impactos Económicos del Cambio Climático en Colombia: Especies Nativas y Biocomercio
- Impactos Económicos del Cambio Climático en Colombia: Costos Económicos de los Eventos Extremos
- Impactos Económicos del Cambio Climático en Colombia: Análisis Costo-Beneficio de Medidas de Adaptación



DNP

Departamento
Nacional
de Planeación



**TODOS POR UN
NUEVO PAÍS**
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

