

**Instituto Tecnológico de Costa Rica
Universidad Nacional, Costa Rica
Universidad Estatal a Distancia
Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo**



**Valoración de los Efectos Socioeconómicos y los Recursos
Naturales en el contexto de la Variabilidad Climática en
Zonas Costeras de Costa Rica**

**Tesis sometida a consideración del Tribunal Evaluador como
requisito para optar por el grado de Doctorado en Ciencias Naturales
para el Desarrollo con énfasis en Gestión de Recursos Naturales**

Mary Luz Moreno Díaz

**Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica
Marzo 2015**

**Instituto Tecnológico de Costa Rica
Universidad Nacional, Costa Rica
Universidad Estatal a Distancia**

TEC | Tecnológico
de Costa Rica



UNA
UNIVERSIDAD
NACIONAL
COSTA RICA

**Valoración de los Efectos Socioeconómicos y los Recursos
Naturales en el contexto de la Variabilidad Climática en
Zonas Costeras de Costa Rica**



**Trabajo de graduación sometido a consideración del Tribunal
Evaluador como requisito para optar por el grado de Doctorado en
Ciencias Naturales para el Desarrollo con énfasis en gestión de
Recursos Naturales**

**Estudiante:
Mary Luz Moreno Díaz**


**Tutor:
Ph.D. Roger Moya Roque**

**Asesores
Ph.D. Walter Fernández Rojas
Ph.D. Álvaro Morales Ramírez**

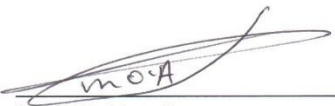
**Universidad Estatal a Distancia, San José-Costa Rica,
Marzo 2015**


Tribunal Examinador:

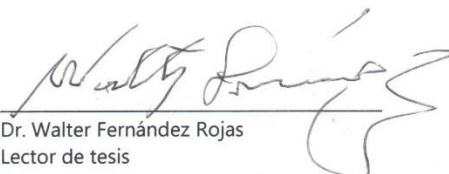

Dr. Víctor Hugo Fallas Araya
Decano del Sistema de Estudios de Posgrado


Dr. Freddy Araya Rodríguez
Coordinador general DOCINADE


Dra. María Cascante Prada
Coordinadora de DOCINADE-UNED


Dr. Roger Moya Roque
Tutor de Tesis


Dr. Álvaro Morales Ramírez
Lector de tesis


Dr. Walter Fernández Rojas
Lector de tesis

Dedicatoria

Dedico este logro a mi hija Cristina y a mi hijo Esteban, a mi esposo Eric y a mi maravillosa familia, tanto en Colombia como en Costa Rica, que me brindó apoyo en este proceso. Agradezco a Dios la fuerza que me dio para no desistir de terminar este proyecto.

Agradecimientos

Al Doctor Roger Moya Roque por su apoyo constante como tutor. A los doctores Álvaro Morales y Walter Fernández por la lectura y comentarios a mi tesis. A los directores y Consejos Académicos del Centro Internacional de Política Económica para el Desarrollo Sostenible (CINPE) y a la Universidad Nacional, por el respaldo ofrecido en el desarrollo del doctorado. Al Dr. Eric Alfaro por su apoyo en la elaboración de uno de los artículos y la lectura de otro. Mis agradecimientos también al Dr. Juan Camilo Cárdenas de la Escuela de Economía de la Universidad de los Andes (Colombia) y al Dr. Francisco Alpízar del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza -CATIE- (Costa Rica) por su apoyo en el desarrollo de las pasantías que generaron parte de este documento.

A las instituciones que me brindaron información básica como el Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), el Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEFI) de la Universidad de Costa Rica; el Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCOPESCA); el Instituto Costarricense de Turismo (ICT); el Banco Central. A los empresarios, investigadores, funcionarios del SINAC-ACMIC y de otras instituciones públicas y privadas por su disponibilidad y valiosa colaboración en la consecución de la información

Índice General

Índice General	1
Índice de Cuadros	3
Índice de Figuras	4
Siglas y Acrónimos	5
Resumen General	6
Abstract	7
Introducción General	8
Objetivo General	10
Objetivos Específicos	10
Referencias	11
CAPITULO 1.....	12
Actividades Socioeconómicas que emplean Recursos Naturales de la Zona Marítimo-Terrestre y Marina en Costa Rica y su relación con la variabilidad climática	13
Resumen	13
Abstract	13
1. Introducción	14
2. Materiales y Métodos	15
3. Resultados	17
4. Discusión.....	23
5. Conclusiones	26
6. Agradecimientos	28
7. Bibliografía	29
CAPITULO 2.....	32
Valoración del impacto socioeconómico de la variabilidad climática en pesca y turismo: Antecedentes y propuesta metodológica	33
Resumen.....	33
Abstract.....	33
1. Introducción	35
2. Materiales y Métodos	37
3. Resultados	37
3.1. El sistema climático	37
3.1.1. <i>La atmósfera.</i>	39
3.1.2. <i>Los océanos</i>	40
3.1.3. <i>La criósfera</i>	41
3.1.4. <i>Biosfera</i>	42
3.1.5. <i>El sistema socioeconómico</i>	43
3.2. Impactos del cambio climático en las actividades económicas y recursos naturales en Zonas Costeras	44
3.3. Valoración Económica del cambio climático.....	47
3.3.1. <i>Diferentes sistemas de Valoración Económica</i>	47
3.3.2. <i>Estudios de caso de Valoración Económica de la Variabilidad y el Cambio Climático</i>	52
3.4. Propuesta metodológica	61
3.4.1. <i>Ejemplo de aplicación de la metodología sugerida</i>	65
4. Discusión.....	67
5. Conclusiones	68
6. Agradecimientos	69

7. Bibliografía	70
CAPITULO 3.....	77
Estudios de Caso: Turismo - Metodología Sugerida.....	77
Actividades socioeconómicas en el Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica y posibles efectos de la variabilidad climática	78
Resumen	78
Abstract.	78
1. Introducción	80
2. Materiales y Métodos.....	81
2.1. Conceptualización Metodológica.....	81
2.2. Metodología específica.	84
3. Resultados.....	85
3.1. Recreación y vivencia espiritual.	85
3.2. Gestión y Manejo	88
3.3. Investigación y Educación.	91
3.4. Actividades Económicas.	93
3.4.1. Perfil de visitación y gasto promedio del turista	94
3.4.2. Operadores turísticos	96
3.4.3. Transporte.....	98
3.4.4. Hoteles.....	98
3.4.5. Comercios y Supermercado.....	99
3.5. Aportes del PNIC en el ámbito local, nacional e internacional	99
3.6. Posibles efectos de la Variabilidad Climática sobre los ingresos de las actividades socioeconómicas.....	101
4. Discusión y conclusiones.....	102
5. Agradecimientos	104
6. Referencias.....	105
CAPITULO 4.....	108
Estudios de Caso: Pesca Artesanal – Metodología Sugerida.	108
Valoración socioeconómica del impacto de la variabilidad climática sobre la pesca artesanal en Costa Rica	109
Resumen.....	109
Abstract.	109
1. Introducción.....	110
2. Materiales y Métodos.....	111
2.1. Datos de pesca.....	111
2.2. Datos de ingresos	113
3. Resultados.....	115
3.1. Pesca y variabilidad climática	115
3.2. Ingresos	117
4. Discusión.....	117
5. Conclusiones.....	119
6. Agradecimientos	120
7. Bibliografía	121
Conclusiones generales	123
Recomendaciones Generales	125

Índice de Cuadros

CAPITULO 1. Actividades Socioeconómicas que emplean Recursos Naturales de la Zona Marítimo-Terrestre y Marina en Costa Rica y su relación con la variabilidad climática	
Cuadro 1. Coeficientes de correlación (Pearson) entre las variables climáticas y la pesca costera	21
Cuadro 2. Coeficientes de Correlación (Pearson) entre las variables climáticas y turismo del sol, hoteles y habitaciones en zonas costeras	23
CAPITULO 2. Valoración del impacto socioeconómico de la variabilidad climática en pesca y turismo: Antecedentes y propuesta metodológica	
Cuadro 1. Resumen de los impactos socioeconómicos relacionados con el cambio climático en zonas costeras.	45
Cuadro 2. Estudios sobre la valoración de los servicios ambientales recreativos de las zonas marino costeras en los Estados Unidos 1975-2005.	56
Cuadro 3. Metodologías empleadas para calcular la contribución económica de los arrecifes de coral en República Dominicana, Jamaica y Belice.	57
CAPITULO 3. Estudios de Caso: Turismo - Metodología Sugerida. Actividades socioeconómicas en el Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica y posibles efectos de la variabilidad climática	
Cuadro 1. Sistematización de los Ingresos Brutos de las Actividades Economicas Desarrolladas alrededor del PNIC.	100
CAPITULO 4 Estudios de Caso: Pesca Artesanal – Metodología Sugerida. Valoración socioeconómica del impacto de la variabilidad climática sobre la pesca artesanal en Costa Rica.	
Cuadro 1. Grupo Comercial Primera Pequeña y algunas de las especies de peces que lo componen.	110
Cuadro 2. Cambios en el Índice Oceánico Niño (ONI). Episodios fríos y cálidos por temporada 1990-2009.	112
Cuadro 3. Pesca Artesanal por grupo comercial seleccionado. Kilos. 1990-2009.	115
Cuadro 4. Valores-p para la prueba U de Whitney, para la pesca del Dorado, Tiburón y Primera Pequeña.	116
Cuadro 5. Valor presente del Ingreso Bruto para los pescadores. 2010-2020. Colones	117

Índice de Figuras

CAPITULO 1. Actividades Socioeconómicas que emplean Recursos Naturales de la Zona Marítimo-Terrestre y Marina en Costa Rica y su relación con la variabilidad climática

Figura 1. Área terrestre y marítima de Costa Rica, Áreas marinas protegidas	16
Figura 2. (a) Pesca Total Costera (TM) de la flota artesanal por región (b) Pesca (TM) por región de la flota industrial. 1990-2005.	18
Figura 3. (a) Desembarques de la flota artesanal e industrial y totales (toneladas) entre el periodo de 1990 a 2005. (b) Desembarques pesqueros por la flota artesanal del Caribe y el Pacifico.....	19
Figura 4 (a) Cantidad total de turistas extranjeros en Costa Rica, cantidad de turistas que visitan playas (b) Cantidad de hoteles localizados en zonas costeras en Costa Rica entre 1990-2005. ...	19
Figura 5. Promedio de precipitación anual (a) y trimestral (b) empleando datos de rejilla y la precipitación anual (c) y trimestral (d) empleando las estaciones metereológicas.	21

CAPITULO 2. Valoración del impacto socioeconómico de la variabilidad climática en pesca y turismo: Antecedentes y propuesta metodológica

Figura 1. Vista esquemática de los componentes del sistema climático, sus procesos e interacciones.....	38
Figura 2. Componentes del valor económico total.....	48
Figura 3. Valor económico total de los recursos marinos	49
Figura 4. Clasificación de las metodologías de valoración económica de RENA´s	50
Figura 5. Propuesta metodológica para valorar los efectos del cambio climático sobre una actividad productiva costera.....	64
Figura 6. Ejemplo de aplicación de la propuesta metodológica para valorar los efectos del cambio climático sobre una actividad turística	66

CAPITULO 3. Estudios de Caso: Turismo - Metodología Sugerida. Actividades socioeconómicas en el Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica y posibles efectos de la variabilidad climática

Figura 1. Conglomerado de actividades desarrolladas alrededor del Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica.	86
Figura 2. Punto más alto para los visitantes en el Cerro Yglesias	87
Figura 3. Detalle estimado de ejecución de proyectos y otros aportes en beneficio del ACMIC. Miles de Dólares, durante el periodo 2006-2010	93
Figura 4. Visitación Parque Nacional Isla del Coco Costa Rica, 1992-2010.....	94
Figura 5. Porcentaje de visitación según actividad realizada.....	95
Figura 6. Gasto promedio del Turista según nacionalidad, 2010.....	96
Figura 7. Distribución del ingreso de lo Operadores Turísticos y otras actividades productivas. ...	98
Figura 8. Comportamiento de los turistas ante la desaparición del recurso natural por el que visitan el PNIC	101

Siglas y Acrónimos

ACMIC	Área de Conservación Marina Isla del Coco
AMP	Áreas Marinas Protegidas
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BIOMARCC	Biodiversidad Marino-Costera en Costa Rica, Desarrollo de Capacidades y Adaptación al Cambio Climático.
CCSS	Caja Costarricense del Seguro Social
CEPAL	Comisión Económica Permanente para América Latina
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
DESC	Fundación Derechos Económicos, Sociales y Culturales para América Latina.
FAICO	Fundación Amigos del Coco
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. (Agencia Alemana de Cooperación Técnica)
ICT	Instituto Costarricense de Turismo
ICE	Instituto Costarricense de Electricidad
INCOPESCA	Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura
IMN	Instituto Meteorológico Nacional
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change. (Panel Intergubernamental de Cambio Climático)
IRI	International Research Institute for Climate and Society. (Instituto Internacional de Investigación en Clima y Sociedad)
ISDR	International Strategy for Disaster Reduction. (Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres)
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration. (Administración Nacional para el Océano y la Atmosfera de los Estados Unidos)
OLDEPESCA	Organización Latinoamericana de Desarrollo Pesquero
PIB	Producto Interno Bruto
RLA	Rendimiento de Libre Acceso
RMS	Rendimiento Máximo Sostenible
RME	Rendimiento Máximo Económico
PNIC	Parque Nacional Isla del Coco
RENA´S	Recursos Naturales y Ambientales
SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación
TSM	Temperatura Superficial del Mar
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
VET	Valor Económico Total
VPN	Valor Presente Neto
ZMT	Zona Marítimo Terrestre

Valoración de los Efectos Socioeconómicos y los recursos naturales en el contexto de la variabilidad climática en zonas Costeras de Costa Rica

Resumen General

Los recursos naturales y ambientales de la zona costera de Costa Rica son vitales no solo para el desarrollo de las comunidades que viven en ellas, sino que también para la economía nacional. La variabilidad y el cambio climático afectan y afectarán los recursos naturales y servicios ecosistémicos y desde luego las actividades que dependen de ellos. Se ha generado información científica sobre algunos de estos efectos, pero en muchos casos no se ha acompañado de análisis que permitan aproximar los efectos económicos que tendrán estos fenómenos sobre las actividades productivas. Se realizó un análisis de las actividades de pesca y de turismo en zonas costeras de Costa Rica y se encontró que las variables productivas de estas actividades se correlacionan con la temperatura superficial del mar y la precipitación. Así mismo se desarrolló una revisión bibliográfica sobre los métodos que se han empleado para obtener un valor aproximado del efecto que tiene la variación de la variable climática sobre el turismo y la pesca costera. El principal resultado fue que no se encontraron aproximaciones metodológicas que integren los diferentes pasos que se deben seguir para desarrollar la valoración económica de los diferentes impactos socioeconómicos y ambientales de este fenómeno en actividades desarrolladas en zonas costeras. Con el ánimo de proponer una metodología integral se realizaron varios análisis. En primer lugar y debido a que la variabilidad y el cambio climático están influenciados por lo que ocurre en el sistema climático se realizó un análisis de los componentes de este sistema, de cómo se ven afectados por variaciones climáticas y como esas variaciones están siendo medidas actualmente. Con base en la información anterior se propuso una aproximación metodológica que permite identificar los efectos que, sobre los recursos naturales tienen las variaciones en las variables climáticas y posteriormente valorar su efecto sobre las actividades económicas que los emplean. Por último se aplicó la metodología propuesta a un caso de turismo en el Parque Nacional Isla del Coco (PNIC) y la pesca artesanal en Costa Rica y se encontró que la metodología propuesta es factible aplicar en estas dos condiciones y que los ingresos de las actividades económicas se reducirán si hay aumentos en la temperatura superficial del mar y los recursos naturales relacionados se ven disminuidos.

Abstract

The natural resources and ecosystem services of the coastal area in Costa Rica are vital not only for the development of the communities that live in them, but also for the national economy. Climate variability and climate change affect and will affect these resources and the socioeconomic activities that depend on them. It has generated scientific information on some of these effects, but in many cases has not been accompanied by analyzes to approximate the economic effects that will have the climate variability on productive activities. An analysis of the activities of fishing and tourism in coastal areas of Costa Rica was made and it was found that the production variables of these activities are correlated with sea surface temperature and precipitation. A literature review on the methods that have been employed to obtain an approximate value of the climatic variables variations on tourism and coastal fishing was made too. The main result of this review was that there is not a methodological approach that integrate the different steps that must be followed to develop the economic valuation of different socio-economic and environmental impacts of the climate variability on economic activities in coastal areas. With the purpose of propose a comprehensive methodology a several analysis were carry out. In first place and due to the variability and climate change are influenced by what happens in the climate system an analysis of the components of this system was made. This analysis include how these components are affected by climatic variations and how these changes are currently being measured. Based on the above information a methodological approach was propose. This methodology allows identifying the effects that on natural resources have the variations in climatic variables and then to evaluate its effect on the economic activities that employ them. Finally, the methodology proposed was applied to a case of tourism in Coco's Island National Park (NPCI) and in the artisanal fishing in Costa Rica. It was found that the proposed methodology is feasible to apply in these two conditions and that the revenue from economic activities will be reduced if there are increases in sea surface temperature and related natural resources are diminished.

Introducción General

Las zonas costeras albergan gran cantidad de riqueza biológica, económica y cultural, y en muchos casos cuentan con una gran concentración de población. Las aguas costeras son las áreas más productivas y biodiversas de los mares (el 90% de las capturas pesqueras proviene de allí) (Moreno 2009). Se estima que 23% de la población del mundo vive dentro de los primeros 100 kms de la costa y menos de 100 metros sobre el nivel del mar y las densidades de las poblaciones en las zonas costeras son cerca de tres veces mayores al promedio global de densidad (Small & Nicholls 2003). Desafortunadamente estas zonas están experimentando las consecuencias adversas de los impactos relacionados con el cambio climático y la variabilidad climática. Anualmente cerca de 120 millones de personas son expuestas a los peligros de los ciclones tropicales que mataron 250.000 personas de 1980 a 2000 (ISDR 2004). Durante el siglo XX el aumento global del nivel del mar ha contribuido a inundaciones costeras, a la erosión, y a la pérdida de ecosistemas, aunque con variaciones locales y regionales debido a otros factores (Nicholls 2007).

Los efectos de la variabilidad y el cambio climático en las zonas costeras no fueron muy evidentes antes de 1750 (Trenberth et al. 2007; Bindoff et al. 2007), sin embargo en los últimos años se ha evidenciado el aumento en la intensidad de los ciclones, aumento en el nivel del mar (Holgate & Woodworth 2004) y la temperatura superficial del mar ha aumentado en 0.6 °C desde 1950 (Bindoff et al. 2007).

De acuerdo con el IPCC (2009), la variabilidad climática denota las variaciones del estado medio y otras características estadísticas (desviación típica, sucesos extremos, etc.) del clima en todas las escalas espaciales y temporales más amplias que las de los fenómenos meteorológicos. La variabilidad puede deberse a procesos internos naturales del sistema climático (variabilidad interna) o a variaciones del forzamiento externo natural o antropógeno (variabilidad externa). Por otro lado el cambio climático es la variación del estado del clima identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales, a forzamientos externos o a cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso de la

tierra. Es importante aclarar que La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), diferencia entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales.

Es importante mencionar que se pueden emplear los eventos cálidos y fríos de la variabilidad climática para simular los posibles efectos de los escenarios cálidos y fríos debido al cambio climático.

Las actividades de estimación de costos de la variabilidad y el cambio climático en Centroamérica, hasta la fecha, han sido heterogéneas en los países y subregiones. En 2008 se avanzó en el estudio del impacto económico en el Brasil, financiado por el Reino Unido a través del Banco Mundial. La Comunidad Andina financió a la Universidad del Pacífico para elaborar un estudio de esa subregión; el Gobierno Federal de México, mediante las Secretarías de Hacienda, de Medio Ambiente y la Presidencia, llevó a cabo un trabajo de estimación, con el apoyo técnico de la Facultad de Economía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el financiamiento del Reino Unido, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la CEPAL. Por su parte, la Comisión Económica Permanente para América Latina (CEPAL) inició en el 2009, los estudios en Centroamérica, el Caribe y América del Sur con el apoyo de la cooperación del Reino Unido, Dinamarca, Alemania, el BID y fondos propios (Samaniego 2009).

En el estudio realizado por CEPAL (2009) se demostró que en Centroamérica los temas relacionados con el cambio climático han estado direccionados hacia: i) la mitigación (25 estudios de país y cinco regionales), la mayoría relacionados con el sector forestal, los recursos hídricos, la generación de energía y la agricultura, y ii) la vulnerabilidad y adaptación (48 estudios de país y ocho regionales) la mayoría relacionados con los impactos esperados de la variabilidad y el cambio climático en la agricultura, los recursos hídricos y la salud así como a formas para disminuir ese impacto.

En la valoración económica de la variabilidad y el cambio climático en Centroamérica o Costa Rica se pueden identificar estudios en donde se emplean métodos directos para estimar los impactos de los desastres naturales. La Fundación DESC (2005) realizó un estudio en el cual

calculó que el Huracán Stan que afectó a Costa Rica, El Salvador, Guatemala, México y Nicaragua, en el 2005, ocasionó pérdidas por 3000 millones de dólares y más de 1500 muertos. Guatemala fue el país más afectado, con 80% del total de los muertos y más de 60% de los daños en infraestructura.

Por lo anterior es importante contar con un marco metodológico integral (incorporar variables de ciencias naturales, sociales y económicas) que permita valorar el efecto de la variabilidad climática a nivel de actividades económicas específicas y a nivel global y así permitir futuras nuevas aplicaciones para un ámbito parecido, es decir problemas relacionados con cambio o variabilidad climática, valoración socio-económica y zonas costeras.

Objetivo General

Valorar los efectos socioeconómicos de los impactos generados por la variabilidad climática en las actividades socioeconómicas que dependen de recursos naturales y que se desarrollan en zonas costeras en Costa Rica.

Objetivos Específicos

1. Identificar los efectos de los cambios en las variables climáticas, sobre las actividades socioeconómicas que emplean recursos naturales, desarrolladas en las zonas costeras en Costa Rica.
2. Evaluar la aplicabilidad de las metodologías de valoración económica para el cálculo de las variaciones en algunos indicadores presentes en las actividades socioeconómicas costeras, producidas por la variabilidad climática y proponer una metodología integral que permita valorar estas variaciones.
3. Desarrollar dos estudios de caso con base en la metodología integral propuesta.

Referencias

- Bindoff, N., Willebrand, J., Artale V., Cazenave, A., Gregory, J., Gulev, S., Hanawa, K., LeQuéré, C., and Co-authors. (2007). Observations: Oceanic climate change and sea level. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller, Eds., Cambridge University Press, Cambridge 385-432.
- CEPAL. (2009). Informe de Factibilidad: Economía del Cambio Climático en Centroamérica. LC/MEX/L.897.
- Fundación DESC (2005). Análisis de situación: Ahora la prueba de la tormenta STAN. Informe Guatemala. Nro 29. Extraído el 20 de septiembre del 2013 desde <http://fundadesc.org/archivo/veintinueve/analisis.htm>.
- Holgate, S.J. & Woodworth, P.L. (2004). Evidence for enhanced coastal sea level rise during the 1990s. *Geophys. Res. Lett.*, **31**, L07305, doi:10.1029/2004GL019626.
- IPCC (2007). Cambio Climático 2007. Informe de Síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Equipo de redacción: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs. Extraído el 20 de agosto del 2013 desde http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf
- ISDR. (2004). Living With Risk: a Global Review of Disaster Reduction Initiatives. International Strategy for Disaster Reduction (ISDR). Extraído el 13 de septiembre del 2013 desde http://www.unisdr.org/files/657_1wrsp.pdf.
- Moreno, M. (2009). Propuesta metodológica para valorar el impacto de las actividades económicas en áreas costeras. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* Vol. 11: 29-38.
- Nicholls, R.J., Wong, P.P., Burkett, V.R., Codignotto, J.O., Hay, J.E., McLean, R.F., Ragoonaden, S., & Woodroffe, C.D. (2007). Coastal systems and low-lying areas. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 315-356.
- Samaniego, J. (2009). Cambio climático y desarrollo en América Latina y el Caribe: una reseña. Documento Técnico.
- Small, C. & Nicholls, R.J.. (2003). A global analysis of human settlement in coastal zones. *J. Coastal Res.*, 19, 584-599.
- Trenberth, K.E., Jones, P.D., Ambenje, P.G., Bojariu, R., Easterling, D.R. Klein A.M.G., Parker, D.E., Renwick, J.A. and Co-authors. (2007). Surface and atmospheric climate change. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, 235-336.

CAPITULO 1
ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS QUE
EMPLEAN RECURSOS NATURALES DE LA
ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE Y MARINA EN
COSTA RICA Y SU RELACIÓN CON LA
VARIABILIDAD CLIMÁTICA

Actividades Socioeconómicas que emplean Recursos Naturales de la Zona Marítimo-Terrestre y Marina en Costa Rica y su relación con la variabilidad climática

Resumen

Costa Rica ubicada en América Central, cuenta con línea costera en el océano Pacífico y en el Mar Caribe. En el presente artículo se hace una caracterización de las dos principales actividades económicas desarrolladas en esta línea costera, relacionadas con recursos naturales: la actividad turística y la pesquera para el periodo 1990-2005. Se relacionan algunas de las variables de las actividades productivas con variables climáticas con el fin de identificar las principales interacciones entre ellas. Las variables climáticas empleadas fueron la temperatura superficial del mar (TSM) y la precipitación (P). Se emplearon coeficientes de correlación de Pearson entre las variables productivas y las climáticas. Al correlacionar las diferentes variables climáticas con la pesca se encontró que cuando el coeficiente fue estadísticamente significativo, la variable climática en todos los casos tiene correlaciones negativas con la pesca. En el caso del turismo los coeficientes no fueron estadísticamente significativos en las variables anuales pero si en las trimestrales, lo cual significa que las variaciones trimestrales en la precipitación y temperatura produce efectos en el turismo pero si se realizan análisis anuales probablemente no se encontraran este tipo de efectos.

Palabras claves: Costa Rica, América Central, zonas costeras, turismo, pesca, variabilidad climática.

Abstract

Costa Rica is located in Central America and has coastal line in the Pacific Ocean and in the Caribbean Sea. In this article, a characterization of the touristic and fishing activities developed in this area was made for the period 1990-2005. In addition, some of the economic variables of these activities were related with climatic variables, using correlation coefficients, in order to identify the main relationship between them. The climatic variables used were the Sea Surface Temperature and the Rainfall. The results obtained were that in the cases in which the climatic variables and fish captures were statistically significant these relationships were negative and in the touristic sector the relationship was negative in the annual variables but positive in the quarterly periods.

Key words: Costa Rica, Central America, coastal area, tourism, fisheries, climate variability.

1. Introducción

La Zona Marítima Terrestre (ZMT) en Costa Rica se define como aquel territorio a 200 metros de la línea costera, cualquiera que sea su naturaleza, medidos horizontalmente a partir de la línea de la pleamar ordinaria y los terrenos y rocas que deje el mar en descubierto en la marea baja (Asamblea Legislativa 1977). Esta ZMT se divide en la zona pública (hasta los 50 mts) y la zona de concesión (los restantes 150mts), donde se desarrollan una gran cantidad de actividades económicas como pesca y turismo (Morales *et al.* 2010).

La actividad pesquera representó en el 2013 el 2.8% de las exportaciones del sector agropecuario del país (MAG, 2014) y es fuente de empleos directos para cerca de 5046 trabajadores (CCSS, 2014) e indirectos para gran número de familias. Por otro lado, el turismo en Costa Rica, representa el 4,9 % del PIB y genera cerca de 100,000 empleos en forma directa y de 250,000 en forma indirecta lo que representa el 12% del empleo total del país y anualmente cerca del 47% de los visitantes extranjeros visitan playas en Costa Rica (ICT 2014).

Según Parry *et al.* (2007), Schallenberg *et al.* (2003), Plagányi *et al.* (2011), OLDEPESCA (2010), Brenes (2010) y Samaniego (2009), el sector pesquero es afectado por variaciones en la temperatura superficial del mar. Además, Samaniego (2009) y Schatan *et al.* (2010), señalan que aumentos en la temperatura y disminuciones o aumentos en la precipitación influyen negativamente en las playas, la salud de los ecosistemas coralinos y la actividad turística.

Algunos estudios en Costa Rica mencionan los posibles efectos de la variabilidad climática sobre el sector pesquero y turístico. Por ejemplo, un estudio realizado por OLDEPESCA (2010), menciona que las alteraciones oceanográficas y atmosféricas ocurridas entre 1990 y 2005 impactaron al sector pesquero costarricense con aumentos en las capturas de Dorado (*Coryphaena hippurus*) y Tiburón sedoso (*Carcharhinus falciformis*), que se habrían favorecido en los años de Eventos Niño en los periodos 1997-1998 y 2000-2001. Estos resultados se basan en la comparación del comportamiento de algunos fenómenos climáticos y la pesca, sin realizar una verificación científica y estadística. Por otro lado, Schatan *et al.* (2010) y Samaniego (2009) mencionan que la costa del Pacífico Norte, en la provincia de Guanacaste de Costa Rica, enfrentará aumentos de temperatura de hasta 3.8 °C y una reducción en las precipitaciones de

hasta un 63% en el 2100 y que estos cambios afectarán las actividades económicas. Esto provocará, según los anteriores autores, un impacto altamente negativo sobre la biodiversidad y la atracción turística de la región.

El estudio realizado por BIOMARCC-SINAC-GIZ (2013), concluye que la zona marina y marina-costera de Costa Rica ha estado expuesta a aumentos de temperatura superficial del mar (TSM), lo cual se acentuará en las próximas décadas. Lo anterior tendrá efectos negativos sobre los arrecifes de coral y los pastos marinos del país. También se encontró que es poco probable que la temperatura del aire aumente en al menos 3°C y que la probabilidad de disminución de las precipitaciones es del 50% para finales del siglo, esta será la causa de cambios en los tipos de vegetación terrestre potencial, especialmente en los bosques secos de la costa del Pacífico. Además, los cultivos instalados en ambas costas tendrían una alta probabilidad de sufrir cambios por la disminución en las lluvias. Por último, los aumentos en el nivel del mar tendrán efectos sobre los manglares y las playas de anidación de tortugas marinas.

No obstante, a pesar de que se han presentado estos estudios en Costa Rica asociando los efectos de las variables climáticas con las variables productivas en las actividades socioeconómicas, relacionadas con recursos naturales en zonas costeras, dichos trabajos están basados en afirmaciones deductivas de otros estudios. Ante ello, el presente trabajo tiene como objetivo identificar los efectos de los cambios en las variables climáticas, precipitación (P) y temperatura superficial del mar (TSM), sobre las actividades socioeconómicas desarrolladas en las zonas costeras en Costa Rica, que emplean recursos naturales para su desarrollo.

2. Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo sobre la pesca y el turismo ya que son las dos actividades económicas relacionadas a la Zona Marítima Terrestre (ZMT) y marina de Costa Rica, que emplean recursos naturales para su desarrollo. Para obtener y analizar el impacto de las variaciones climáticas sobre las actividades productivas seleccionadas se identificaron variables para cada una de las actividades y para la parte climática. En la figura 1 se muestran tanto la zona estudiada como los grupos de datos empleados para el análisis.

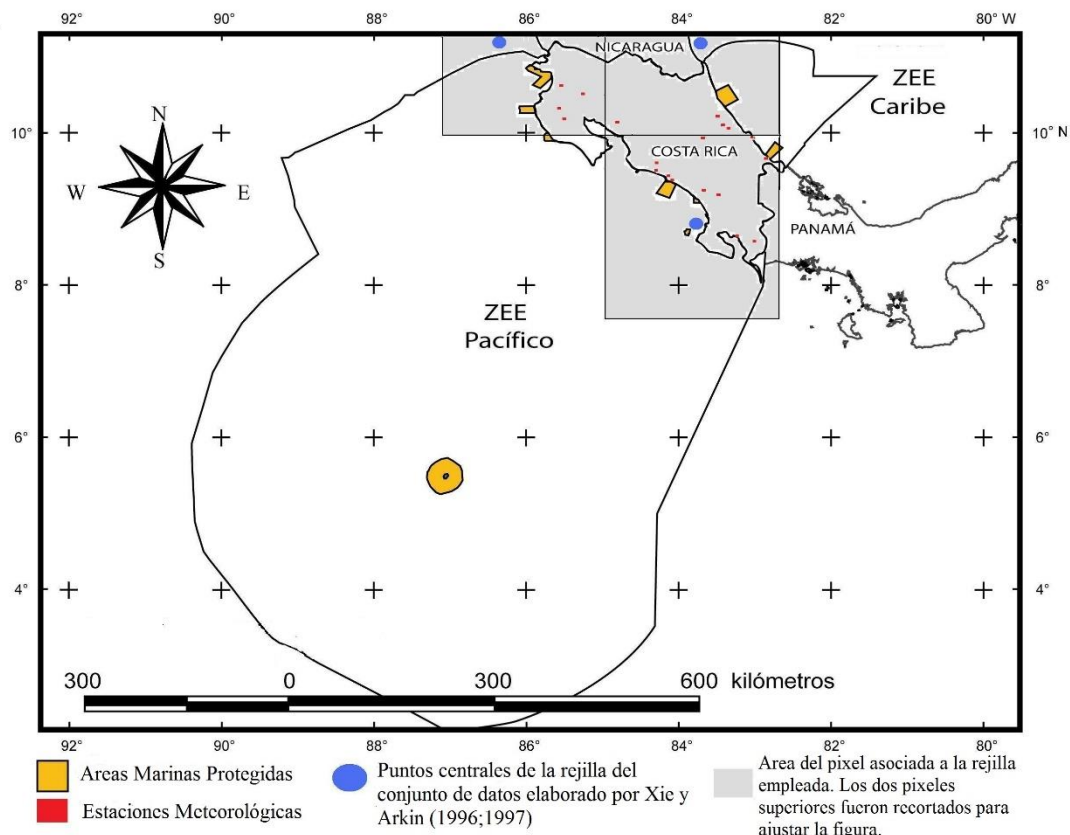


Figura 1. Área terrestre y marítima de Costa Rica, Áreas marinas protegidas.

Fuente: Elaboración propia con información suministrada por SIGMAR - CIMAR (2005), Instituto Meteorológico Nacional (IMN), Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), Xie and Arkin (1996; 1997)
 ZEE: Zona Económica Exclusiva.

La información estadística de pesca fue suministrada por INCOPECSA (2010) y se organizó por tipo de flota (industrial y artesanal) y por lugar de pesca (Guanacaste, Golfo de Nicoya, Puntarenas, Quepos, Golfito y Limón). Posteriormente, se obtuvo los promedios anuales y trimestrales de estos datos. La organización de la información se realizó por trimestres debido a que algunos autores consideran que la información climática organizada de esta manera, permite identificar cambios en el comportamiento de las variables climáticas en lapsos de tiempo cortos (Nienzy & Malone, 2003; Alfaro *et al.* 2010).

Para el sector turismo, se obtuvo una serie de datos del número de turistas extranjeros (sin tendencia) que dijeron haber visitado playas en Costa Rica en el periodo 1990-2005 (ICT 2002-2005). Con esta serie se calcularon los promedios anuales y los promedios trimestrales. En el caso de los datos de cantidad de hoteles y la cantidad de habitaciones en zonas costeras (ICT 2011), también fueron calculados los promedios anuales y los promedios trimestrales.

Para las variables climáticas se calcularon los promedios anuales y trimestrales. La temperatura superficial del mar (TSM) se trabajó con el Índice Oceánico de El Niño (ONI, por sus siglas en inglés), que se basa en las anomalías de dichas temperaturas y se define como una serie de promedios móviles trimestrales. A partir de estos datos, se define un evento de El Niño o cálido (La Niña o frío) si el índice es mayor o igual (menor o igual) a $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$) durante al menos 5 trimestres móviles consecutivos (NOAA 2011). Se obtuvo dos tipos de datos para la precipitación: datos de rejilla y datos de estaciones meteorológicas. Se obtuvo datos de precipitación con base en datos de rejilla, referidos tanto a la región marina-costera como a la terrestre por medio de la página WEB del International Research Institute for Climate and Society (IRI 2011), que emplea la metodología de Xie y Arkin (1996; 1997). Estos datos están agrupados para tres regiones: Pacífico Norte, Pacífico Centro-Sur y Caribe. En el caso de las estaciones meteorológicas se obtuvo los datos del Instituto Meteorológico de Costa Rica (IMN) y del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). Los datos se organizaron en 4 regiones: Caribe, Pacífico Norte, Pacífico Central y Pacífico Sur. La división climática anterior es la empleada por el IMN.

Para los datos de todas las variables se calculó el promedio por trimestre (Enero-Febrero-Marzo (EFM); Febrero-Marzo-Abril (FMA); Marzo-Abril-Mayo (MAM); Abril-Mayo-Junio (AMJ); Mayo-Junio-Julio (MJJ); Junio-Julio-Agosto (JJA); Julio-Agosto-Septiembre (JAS); Agosto-Septiembre-Octubre (ASO); Septiembre-Octubre-Noviembre (SON); Octubre-Noviembre-Diciembre (OND); Noviembre-Diciembre-Enero (NDE); Diciembre-Enero-Febrero (DEF)).

La relación de las diferentes variables climáticas con las variables seleccionadas del sector turístico y pesquero se realizó por medio del coeficiente de correlación de Pearson, que nos permite saber si las variables están correlacionadas, la fuerza de esta relación (leve o estrecha) y si es positiva o negativa (Wilks 2011).

3. Resultados

El sector pesquero nacional faenó 300 054 TM en el período 1990-2005, de los cuales el 80.20% corresponde a pesca costera realizada por la flota artesanal y 19.80% a la flota industrial. La flota pesquera artesanal tuvo la mayor cantidad de pesca en Guanacaste, con aproximadamente el 55%

del total, luego destaca el Golfo de Nicoya con el 18% y posteriormente Quepos (15%), Golfito (9%) y Limón (3%) (Fig. 2a), Mar Caribe. Para el caso de la flota industrial, a diferencia de la artesanal, se produce pesca sólo en el Pacífico (excepto en Golfito) y ninguna en el Mar Caribe. Los sitios con la mayor pesca están en el Golfo de Nicoya (55%), seguido por Quepos (24%) y Guanacaste (21%) (Fig. 2b).

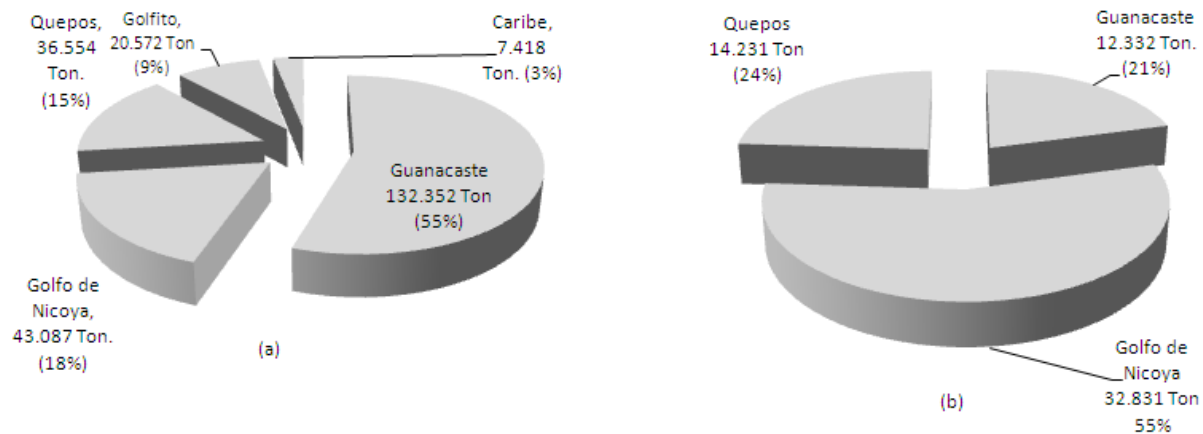


Figura 2. (a) Pesca Total Costera (TM) de la flota artesanal por región (b) Pesca (TM) por región de la flota industrial. 1990-2005.

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Departamento de estadística. INCOPECA

El comportamiento entre 1990 y 2005 para la pesca artesanal e industrial es mostrado en la figura 3a. Los desembarques de la flota artesanal durante todo el período fueron mayores que los de la flota industrial. Los desembarques de la flota artesanal tuvieron dos periodos de crecimiento constante (1994-1997 y 1999-2001) y dos de decrecimiento, entre 1991-1993 y 2002-2004. La flota artesanal del pacífico tuvo un comportamiento muy parecido a lo descrito anteriormente (Figura 3b). En tanto que la flota artesanal del Caribe, aunque tiene una contribución menor en los desembarques, tuvo un comportamiento más estable en el período en estudio (Figura 3b.). Con respecto a los desembarques de la flota industrial, es de indicar que esta solo se presenta en la costa del Pacífico. En esta costa, el comportamiento de estos desembarques es bastante irregular durante el periodo analizado y se presentó un gran aumento entre 1995-1996 (125%). Hubo también tres periodos más o menos estables entre 1997-1998 y 2003-2004 en donde se presentaron disminuciones y en 2001-2002 en donde se registraron aumentos (Figura 3a).

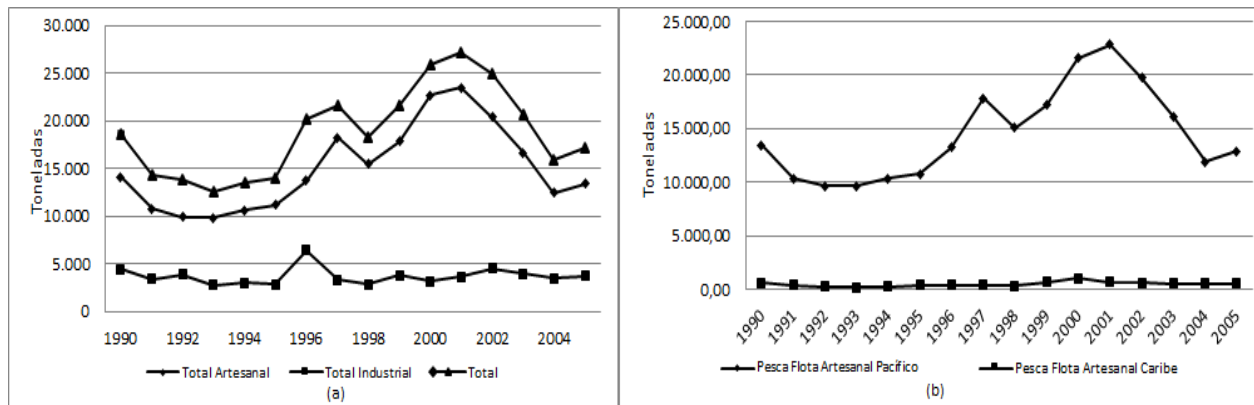


Figura 3. (a) Desembarques de la flota artesanal e industrial y totales (toneladas) entre el periodo de 1990 a 2005. (b) Desembarques pesqueros por la flota artesanal del Caribe y el Pacífico.

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Departamento de estadística (INCOPECA), 1990-2005.

En referencia al sector turístico, durante el periodo 1990-2005 cerca de 15 millones de turistas extranjeros visitaron Costa Rica, el 50% (7.5 millones) dice tener la intención de visitar playas. La cantidad total de visitantes extranjeros en el período evaluado varió entre 400 mil a 1.8 millones por año (Fig. 4a y 4b.).

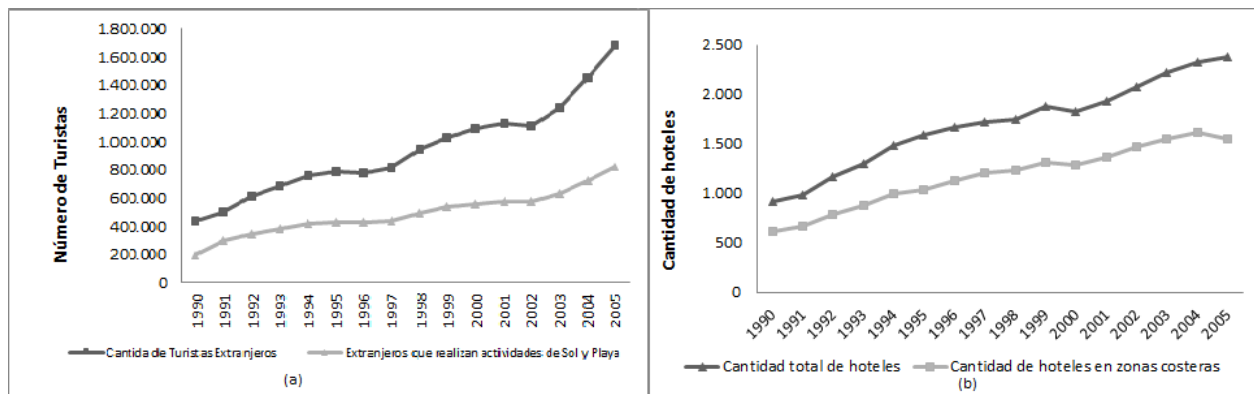


Figura 4 (a) Cantidad total de turistas extranjeros en Costa Rica, cantidad de turistas que visitan playas (b) Cantidad de hoteles localizados en zonas costeras en Costa Rica entre 1990-2005.

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de ICT, 1997-2005.

En cuanto a las variables climáticas, la temperatura superficial del mar, representada por el ONI varió entre -0.9 y 1.3 (promedio anual); siendo el valor más bajo de -0.9 en el año 1999 y el más

alto en 1997 con un valor de 1.3. El análisis por trimestres arroja que 59 de ellos (29%) presentaron eventos cálidos, 49 (24%) eventos fríos y 94 (49%) fueron considerado neutros.

Los datos de precipitación anual obtenidos de los datos de rejilla, se presentan en la figura 5a y 5b, en ella se puede observar que la ZMT del Caribe presenta una precipitación mínima acumulada en 1991 de 781 mm y una máxima en 2002 de 1 757 mm. Para el Pacífico Centro-Sur, el año con menor precipitación fue 2002 (145 mm) y el de mayor fue 1993 (381 mm). En tanto, que para el Pacífico Norte, el año con menor precipitación fue 2005 (805 mm) y el de mayor fue 1995 (1 075 mm).

Los datos de precipitación con base en estaciones meteorológicas, se presentan en las figuras 5c y 5d, en ellas se puede observar que para el Caribe el año con menor precipitación fue 1995 (2 296) mm y el de mayor fue 1997 (4 678 mm). Para el Pacífico Central, el año con menor precipitación fue 2002 (2 915 mm) y el de mayor fue 1996 (5 203 mm). En tanto, que para el Pacífico Sur, el año de menor precipitación fue 2002 (2 978 mm) y el de mayor fue 1997 (5 904 mm). Finalmente para el Pacífico Norte, el año con menor precipitación fue 1994 (1 522 mm) y el de mayor fue 1996 (2 681 mm).

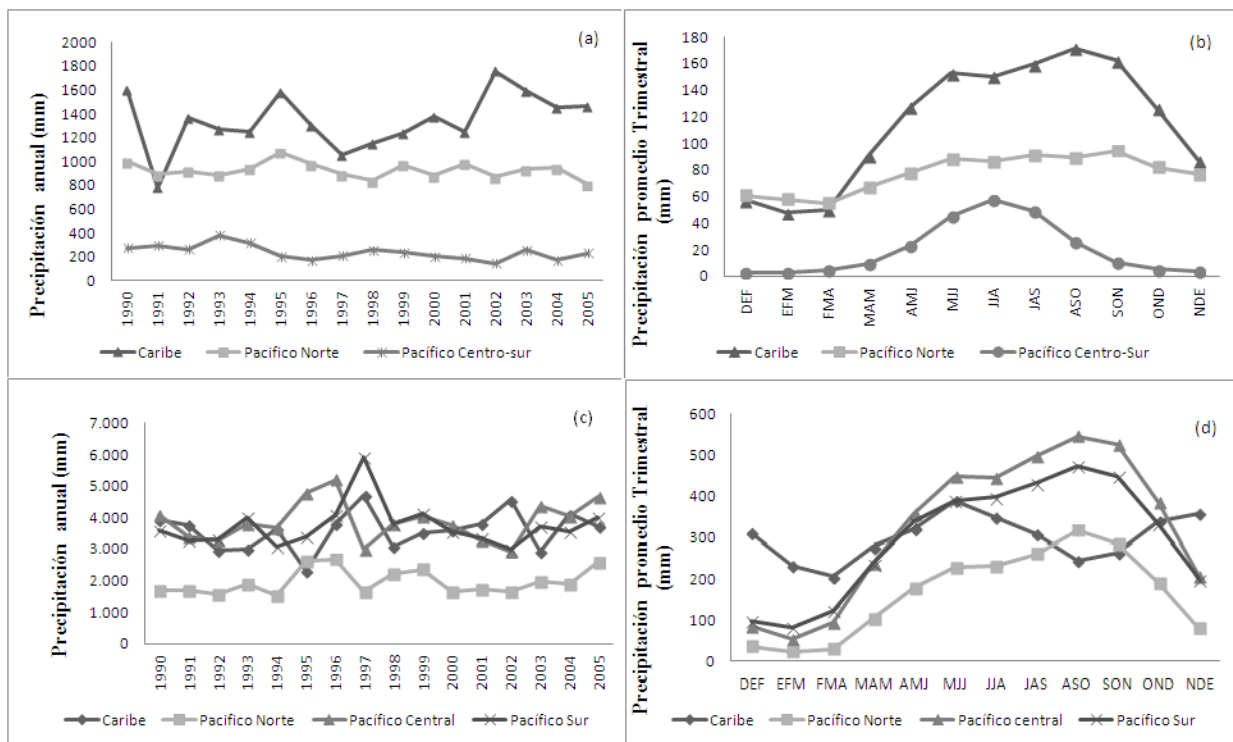


Figura 5. Promedio de precipitación anual (a) y trimestral (b) empleando datos de rejilla y la precipitación anual (c) y trimestral (d) empleando las estaciones meteorológicas.

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de ICT, 1997-2005.

Al relacionar las diferentes variables climáticas con la pesca, se encontró que cuando este coeficiente fue estadísticamente significativo ($P < 0.05$), la variable climática en todos los casos tiene correlaciones negativas en pesca (Cuadro 1). Así mismo la TSM no fue correlacionada con la pesca anual, pero esta variable climática si fue negativamente correlaciona en el trimestre AMJ con la pesca total, la del Pacífico y la del Caribe. Este mismo efecto fue encontrado (correlación negativa entre TSM y la pesca total) en el trimestre MJJ de la región del Caribe (Cuadro 1).

Cuadro 1. Coeficientes de correlación (Pearson) entre las variables climáticas y la pesca costera

Variable	Acumulado anual	Promedio trimestral del acumulado mensual				
		AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO
Temperatura Superficial del Mar- TSM (Anomalía)						
Pesca Total		-0.52				
Pesca Total Pacífico		-0.50				
Pesca Total Caribe		-0.58	-0.52			
Precipitación Total. Datos de Rejilla						
Pesca Total	-0.52			-0.51	-0.65	
Pesca Flota Artesanal Pacífico	-0.50				-0.62	
Pesca Total Pacífico	-0.51			-0.51	-0.65	
Precipitación Pacífico Central-Sur. Datos de Rejilla.						
Pesca Total	-0.63			-0.67	-0.74	-0.56
Pesca Flota Artesanal Pacífico	-0.56			-0.56	-0.68	
Pesca Total Pacífico	-0.63			-0.66	-0.73	-0.56
Pesca Total Caribe				-0.69	-0.71	
Precipitación Pacífico Norte. Estaciones Meteorológicas.						
Pesca Flota Artesanal			-0.52			

Nota: Se presentan solamente los coeficientes que fueron significativos al 95%. ($P \leq 0.05$)

En el caso de las precipitaciones, se encontró que la precipitación anual total de los datos de rejilla, se correlaciona negativamente con la pesca total, la pesca de la flota del Pacífico y

especialmente la pesca artesanal de esta región de Costa Rica (Cuadro 1). Estas correlaciones negativas quedan evidenciadas, cuando se analizan este tipo de datos para el Pacífico Central-Sur, nuevamente se ven afectadas negativamente la pesca total, la pesca de la flota artesanal del Pacífico y la pesca total de la costa Pacífica (Cuadro 1).

Así mismo, se encontró que las precipitaciones, en los trimestres JJA y JAS, presentan la mayor cantidad de correlaciones significantes con la pesca. Específicamente en estos trimestres, la precipitación obtenida de datos de rejilla del Pacífico Central-Sur fueron estadísticamente relacionados con los diferentes tipos de pesca (total, flota artesanal del Pacífico y el total de pesca en la costa Pacífica y Caribe).

En el caso del sector de turismo, al relacionar las variables climáticas con la visitación anual turística, el número anual de hoteles y el número anual de habitaciones se obtuvo que la TSM no se correlacionó significativamente con ninguna de las actividades económicas anteriores (Cuadro 2). La precipitación obtenida de los datos de rejilla afectó negativamente la construcción de hoteles en las zonas costeras (Cuadro 2). A su vez, la precipitación del Pacífico Central-Sur se correlacionó negativamente con el número de hoteles y habitaciones en esta zona (Cuadro 2). Un aspecto interesante de destacar del turismo es que éste está positivamente ($P \leq 0.05$) correlacionado con la TSM, con la precipitación de datos de rejilla total y con la precipitación en el Pacífico Central-Sur medida en el trimestre JAS. Por último, el turismo de sol y playa se correlacionó positivamente con las precipitaciones del Caribe (datos de las estaciones meteorológicas) fue en el trimestre DEF (Cuadro 2).

Cuadro 2. Coeficientes de Correlación (Pearson) entre las variables climáticas y turismo del sol, hoteles y habitaciones en zonas costeras

Variabes	Acumulado Anual	DEF	JAS	ASO
Temperatura Superficial del Mar- TSM (Anomalía)				
Turismo Sol y Playa			0.57	
Precipitación Total. Datos de Rejilla.				
Turismo sol y playa			0.67	
Hoteles Zonas Costeras	-0.64			
Precipitación Pacífico Central- Sur. Datos de Rejilla.				
Turismo sol y playa			0.79	0,73
Hoteles Zonas Costeras	-0.59			
Habitaciones Zonas costeras	-0.58			
Precipitación del Caribe. Estaciones Meteorológicas				
Turismo Sol y Playa		0.55		

Nota: Se presentan solamente los coeficientes que fueron significativos sobre 95%. $\alpha \leq 0.05$

4. Discusión

En los resultados obtenidos de la serie 1990-2005 se tiene que la flota pesquera artesanal realiza más pesca que la industrial, con 80.20% y 19.80% respectivamente. Así mismo fue comprobado que la pesca de la flota artesanal fue mayor durante todo el periodo que la industrial (Fig. 3a). Lo anterior puede ser explicado debido a que la flota artesanal pequeña y mediana constituyen cerca del 93% del total de embarcaciones (INCOPECA 2010), la pesca de la flota artesanal en Costa Rica, es considerada como de bajo aprovechamiento y poca rentabilidad, por lo que se tiene que pescar más para lograr beneficios (Viquez y Gutiérrez 2005; Viquez y Sierra 2005).

En lo relacionado con la visitación turística en Costa Rica, ésta tuvo una tendencia creciente en todo el periodo de estudio, 1990-2005 (Fig. 3a). Lo anterior se debe principalmente al aumento en el nivel de inversiones de origen extranjero, en los litorales costarricenses a partir del 2001, contribuyendo a aumentar la oferta turística, especialmente en la ZMT de Guanacaste y Puntarenas (Rojas 2008). En estas zonas se encuentran resorts con todo incluido y casas de vacaciones (Honey *et al.* 2010), debido mayormente a la belleza de las playas y la existencia de ecosistemas como arrecifes corales y manglares muy atractivos para el turismo internacional (Morales *et al.* 2010).

Por otro lado, el análisis del comportamiento de las variables climáticas durante el período permite afirmar que los análisis de las series trimestrales de la precipitación y la TSM proporciona un mayor detalle de los cambios en estas variables que las series anuales. Por ejemplo, considerando el promedio anual, se encontró que los años 1990, 1993, 1995, 1996, 1998, 2001, 2003 y 2005 no fueron considerados de Fenómeno de El Niño o Fenómeno de La Niña. No obstante, a excepción del año 1990 se presentaron eventos de El Niño (La Niña) en algunos de los trimestres de estos años. Otro ejemplo es el año 1995, con un ONI anual de 0.08 considerado como normal, en los trimestres DEF, EFM y FMA, se presentó evento de El Niño, pero en los trimestres JAS, ASO, SON, OND y NDE se presentó evento de La Niña. Así mismo se debe mencionar que este tipo de análisis es desarrollado también en otros estudios relacionados con variables climáticas (Alfaro 2007), aunque en algunos casos también se trabaja con datos mensuales en vez de trimestrales (Amador *et al.* 2010).

Al relacionar la TSM con la pesca, se obtuvo que ésta tiene correlaciones negativas sobre la pesca total, la del Pacífico y la del Caribe para dos trimestres, AMJ y MJJ (Cuadro 1). En el caso del Pacífico y de acuerdo con Brenes (2010), la ocurrencia del fenómeno de El Niño, provoca aumento en la temperatura superficial del mar, causa cambios en la estructura del Pacífico Centroamericano que da como resultado afectaciones en la productividad de la región, lo cual repercute en cambios en la abundancia y distribución de las poblaciones de peces y camarones. Caso contrario ocurre cuando se presenta el fenómeno de La Niña ya que la productividad de los afloramientos costeros aumenta.

Como se muestra en la Cuadro 1, la precipitación de datos de rejilla se correlacionó negativamente con la pesca total y de tres de las flotas (Artesanal Pacífico, Total Pacífico y total Caribe), tanto para la pesca anual como para todas las flotas en el trimestre JAS y en el trimestre JJA (excepto para la pesca de la Flota Artesanal del Pacífico). Lo anterior podría indicar que de las variaciones de la precipitación de datos de rejilla que se producen en el año, no todas tienen efectos negativos en la pesca, sólo las ocurridas en los trimestres JJA y JAS, esto es concordante con el hecho de que para el periodo de análisis uno de los trimestres más lluviosos fue JJA (con 99.7 mm de promedio anual para este trimestre). Según el trabajo realizado por Chang & Del Rio

(2004) en el Golfo de Nicoya, los pescadores asocian la lluvia con una disminución en los volúmenes de pesca. Se ha demostrado que, cuando aumenta las precipitaciones en las zonas costeras por efectos, por ejemplo, de los huracanes uno de los sectores afectados negativamente es el pesquero (IMN 2011).

Por último, la variable climática precipitación (medida en las estaciones meteorológicas) tuvo correlaciones negativas en el caso del Pacífico Norte sobre la pesca de la flota artesanal (Cuadro 1). Este resultado es muy importante ya que en esta zona se concentra la mayor cantidad de pesca de la flota artesanal (Fig. 2a). El uso de las estaciones meteorológicas permite analizar con mayor precisión la relación entre la precipitación y la pesca, que los datos de precipitación de datos de rejilla, ya que éstas últimas abarcan un área más grande, como se muestra en la figura 1.

Al realizar el análisis de las variables climáticas y las variables de la actividad turística (turismo de sol y playa, hoteles en zonas costeras y habitaciones en zonas costeras), se obtuvo que aumentos en la temperatura superficial de mar en el trimestre JAS tienen una correlación positiva con la cantidad de turistas que visitan las playas (Cuadro 2). Por otro lado, la mayor cantidad de relaciones se dieron con la variable precipitación de datos de rejilla, que tuvo efectos negativos en el promedio anual de hoteles de zonas costeras y habitaciones en zonas costeras (Cuadro 2), lo cual es previsible teniendo en cuenta que en los meses de mayor precipitación hay menor cantidad de turismo y el número de construcciones puede disminuir también.

Uno de los aportes importantes de esta investigación, radica en que se logra cuantificar relaciones entre variables productivas y variables climáticas (Cuadros 1 y 2), las cuales hasta el momento, se habían realizado solamente por observación cualitativa del comportamiento de los datos. Por otro lado, fue posible realizar inferencias sobre el comportamiento de las variables productivas para periodos específicos (trimestres por ejemplo), conociendo la evolución histórica de su relación con las variables climáticas. Estas comprobaciones estadísticas, llegaron a confirmar afirmaciones dadas por ejemplo por Brenes (2010), que menciona que fenómeno de El Niño (evento cálido) puede afectar los recursos pesqueros, a través del efecto del mismo sobre la calidad de las aguas que emergen durante los afloramientos. Estas aguas además de ser muy cálidas contienen mucho menos cantidad de nutrientes y la productividad primaria desciende

substancialmente. Lo anterior se traduce en una disminución de la pesca especialmente para algunas especies.

Aunque, los resultados presentados en este artículo en su mayoría son correlaciones negativas, otros estudios específicos, pero de tipo descriptivo, como el realizado por OLDEPESCA (2010), mostraron que el aumento de temperaturas por eventos cálidos (fenómeno de El Niño) en los años 1997-1998 y 2000-2001 favorecen la pesca de jaquetón (una de las especies más capturadas entre 1990 y 2004 en el país), debido a la incursión de aguas cálidas. Así mismo, otra especie que se vio favorecida fue el dorado (*Coryphaena hippurus*) que presentó un gran incremento en la pesca a partir del año 1991 posiblemente gracias al ingreso de aguas cálidas por el desarrollo del evento cálido durante ese año.

La diferencia del análisis realizado en los artículos mencionados anteriormente y los resultados obtenidos en el presente trabajo es que los primeros se basan en la observación de las variables climáticas y de pesca para realizar sus conclusiones y el presente establece relaciones estadísticas entre ellas, lo que permite de alguna manera cuantificar las posibles relaciones que ayuden a explicar los efectos de la variabilidad climática sobre los recursos naturales presentes en la zona costera y el mar territorial.

Por otro lado, es posible realizar inferencias sobre el comportamiento de las variables productivas de la ZMT para períodos específicos conociendo la evolución histórica de su relación con las variables climáticas. En el caso de la relación entre pesca total y la temperatura superficial del mar (Cuadro 1), por ejemplo, se puede observar que hay una correlación negativa entre ellas, es decir, un aumento de la TSM estaría correlacionado con una disminución en la pesca en el trimestre AMJ y viceversa

5. Conclusiones

Las principales actividades socioeconómicas desarrolladas en zonas costeras en Costa Rica, que emplean recursos naturales como insumos para su desarrollo son la pesca y la actividad turística. Estas actividades han sido muy dinámicas en el periodo en estudio 1990-2005 y son muy

importantes para las comunidades costeras. Las principales variables climáticas que se relacionan con estas actividades son la precipitación y la TSM.

En el período 1990-2005 el sector pesquero costarricense, desembarcó 300 054 TM de productos pesqueros en las 5 regiones para las flotas artesanal e industrial, produciéndose la mayor pesca costera en la región de Guanacaste. Al relacionar las diferentes variables climáticas con la pesca, se encontró que cuando este coeficiente fue estadísticamente significativo ($P \leq 0.05$), la variable climática en todos los casos tiene correlaciones negativas con la pesca. Así mismo la TSM se correlacionó negativamente con la pesca total del Pacífico y los del Caribe en el trimestre AMJ. En el caso de las precipitaciones, se encontró que la precipitación de datos de rejilla promedio y la del Pacífico Central-Sur de todo el país afectan negativamente la pesca total, la pesca de la flota Pacífico y especialmente la pesca artesanal de esta región de Costa Rica.

Así mismo, se encontró que en los trimestres JJA y JAS se presentan la mayor cantidad de correlaciones significativas con la pesca. Específicamente en estos trimestres, la precipitación de datos de rejilla del Pacífico Central-Sur y la precipitación de datos de rejilla total de Costa Rica fueron estadísticamente relacionadas con los diferentes tipos de pesca (total, flota artesanal del Pacífico y la pesca total en la misma costa y en el Caribe).

En el caso del sector de turismo, se obtuvo que la TSM no se correlacionó significativamente con la visitación turística, el número de hoteles o el número de habitaciones anuales. Por otro lado, la precipitación de datos de rejilla total si mostró correlaciones negativas. A su vez, la precipitación de datos de rejilla del Pacífico Central-Sur se correlacionó negativamente en la construcción de hoteles y habitaciones en esta zona. Un aspecto interesante de destacar del turismo es que éste se relacionó positivamente ($P \leq 0.05$) con la TSM, la precipitación de datos de rejilla total y la precipitación en el Pacífico Central y Sur medida en el trimestre JAS. Así el turismo de sol y playa afectado positivamente por las precipitaciones del Caribe fue aquel del trimestre DEF.

6. Agradecimientos

La autora desea expresar su agradecimiento al doctor Roger Moya del Centro de Investigación en Integración Bosque-Industria (CIIBI), Escuela de Ingeniería Forestal Instituto Tecnológico de Costa Rica y al doctor Eric Alfaro del Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEFI), Escuela de Física y Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), Universidad de Costa Rica por su apoyo en la revisión del artículo. Mis agradecimientos también a los doctores Álvaro Morales, Ingo Wehrtmann y Omar Lizano y la M.Sc. Catalina Benavides del Centro de Investigaciones en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR) por el suministro de información y apoyo en el análisis de los datos. A las instituciones que me brindaron información básica como el Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCOPESCA); el Instituto Costarricense de Turismo (ICT); el Banco Central; el Instituto Meteorológico Nacional (IMN), el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), por el suministro de los datos meteorológicos; el Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEFI, proyecto 805-A8-606, 805-A9-532) y el Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR, proyectos 808-A9-180, 808-B0-654).

Este trabajo es parte del trabajo doctoral de la autora dentro del Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo (DOCINADE), programa conjunto de la Universidad Nacional (UNA), Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) y la Universidad Estatal a Distancia (UNED), Costa Rica.

7. Bibliografía

- Alfaro, E., Quesada, A. & Solano, F. (2010). Análisis del Impacto en Costa Rica de los Ciclones Tropicales ocurridos en el Mar Caribe desde 1968 al 2007. *Diálogos Rev. Electr. Hist.*, 11(2), 22-38. Extraído el 20 de Marzo, 2011 desde <http://www.latindex.ucr.ac.cr/dialogos-11-2/dialogos-11-2-02.pdf>.
- Alfaro, E. (2007). Escenarios climáticos para temporadas con alto y bajo número de huracanes en el Atlántico. *Rev. Climatología*, 7, 1-13.
- Amador, J. A., Alfaro, E., Rivera, E. & Calderón, B. (2010). Climatic Features and Their Relationship with Tropical Cyclones Over the Intra-Americas Seas. En J.B. Elsner *et al.* (Eds.), *Hurricanes and Climate Change* (pp. 149-173). New York, EE.UU.: Springer.
- Asamblea Legislativa. (1977). Ley No. 6043. Ley Sobre la Zona Marítimo Terrestre. San José Costa Rica: La Gaceta No. 52.
- Brenes, C. (2010). El fenómeno de El Niño 2009-2010: Pacífico centroamericano y pesquerías. UNA-OSPECA. Extraído el 25 de marzo de 2011 desde http://www.google.co.cr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBwQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.sica.int%2Fbusqueda%2Fbusqueda_archivo.aspx%3FArchivo%3Dodoc_41706_1_02102009.pdf&ei=0TOQUJ_mLefL0QHvz4CgBg&usg=AFQjCNEJz_mEDYn20Enk4cW5Wk1Y7KCCFQ.
- BIOMARCC-SINAC-GIZ. (2013). Análisis de vulnerabilidad de las zonas oceánicas y marino costeras de Costa Rica frente al cambio climático. San José-Costa Rica.
- CCSS. (2014). Seguro de Pensiones, trabajadores asegurados por rama de actividad económica. Dirección Actuarial y Económica. Área de Estadística
- Chang, G. & Del Rio, X. (2004). Léxico de la Pesca Artesanal Puntarenense en el Golfo de Nicoya: Una aproximación etnográfica-semántica en Chomes, Costa de Pájaros, Isla Chira y Puntarenas Centro. Extraído el 10 de diciembre del 2011 desde <http://www.vinv.ucr.ac.cr/latindex/kanina001/14-chang-delrio.pdf>
- Honey, M., Vargas, E. & Durham, W. (2010). Impacto del Turismo Relacionado con el Desarrollo en la Costa Pacífica Costa Rica. Washington D.C., EE.UU.: Center for Responsible Travel.
- ICT (2011). Hoteles en Costa Rica por Región. Instituto Costarricense de Turismo. Extraído el 15 de abril de 2011 desde <http://www.visitcostarica.com/ict/paginas/buscador/fcrbuscaprod.asp?idprod=1>].
- ICT. (2014). Compendio de los logros más importantes del Ministro de Turismo en el período 2011- 2014. Informe Final de Gestión.
- ICT. (2002-2005). Anuario de Turismo. Instituto Costarricense de Turismo. San José, Costa Rica: ICT.
- IMN. (2011). Los Huracanes y sus efectos en Costa Rica. Instituto Meteorológico Nacional (IMN). Extraído el 10 de noviembre de 2011, desde [\[http://www.imn.ac.cr/educacion/huracanes/huracan06.html\]](http://www.imn.ac.cr/educacion/huracanes/huracan06.html).

- INCOPESCA. (2010). Estadísticas *pesqueras 1990-2005*. Bases de datos. Instituto Costarricense de Pesca. San José, Costa Rica: INCOPESCA.
- IRI. (2011). Climate Data Library. Extraído el 20 de marzo de 2011 desde <http://iridl.ldeo.columbia.edu/index.html>.
- MAG. (2014) Boletín Estadístico Agropecuario. Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria Estudios Económicos e Información.
- Morales, A., Silva, M. & González, C. (2010). La Gestión Integrada de la Zona Costera en Costa Rica: Experiencias y Perspectivas. En J. M. Barragán (coord.), *Manejo Costero Integrado y Política Pública en Iberoamérica: Un diagnóstico. Necesidad de Cambio* (pp. 41-70). Cádiz, España: Red IBERMAR (CYTED).
- Nienzy, B. & Malone, L. (2003, diciembre). Desafíos de la predicción climática y su aplicación en el sector Agrícola. Ponencia presentada en la Reunión Técnica de la Organización Meteorológica Mundial. Servicios de Información y Predicción del Clima (SIPC) y Aplicaciones Agrometeorológicas para los Países Andinos. Guayaquil, Ecuador.
- NOAA. (2011). Changes to the Oceanic Niño Index (ONI). Recuperado en abril 8, 2011, disponible en http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml.
- OLDEPESCA. (2010). Efectos de las principales alteraciones atmosféricas y oceanográficas sobre la actividad pesquera de los países miembros de OLDEPESCA. San Francisco de Campeche, México: Organización Latinoamericana de Desarrollo Pesquero.
- Parry, M., Canziani, O., Palutikof, J., Van der Linden P., & Hanson, C. (2007). Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, EE.UU. pp.507-540. Extraído el 15 de mayo 15 de 2011 desde http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4_wg2_full_report.pdf.
- Plagányi, E., Weeks, S., Skewes, T., Gibbs, M., Poloczanska, E., Norman-López, A., Blamey, L., Soares, M. & Robinson, W. (2011). Assessing the adequacy of current fisheries management under changing climate: a southern synopsis, *ICES. J. Mar. Sci.* 6(68) 1305-1317.
- Rojas, A. (2008). Sitio y Situación de la Zona Marítimo Terrestre del Pacífico y Caribe Costarricense. *Reflexiones*, 87(1), 163-176.
- Samaniego, J. (2009). *Cambio Climático y desarrollo en América Latina y el Caribe: Una reseña*. Santiago de Chile, Chile: CEPAL.
- SIGMAR, 2005. Desarrollo de un Sistema de Información Geográfica en el Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología. CIMAR.
- Schallenberg, M., Hall C. J. & Burns, C. W. (2003). Consequences of climate-induced salinity increases on zooplankton abundance and diversity in coastal lakes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 251. 181-189.

- Schatan, C., Montile, M. & Romero, I. (2010). *Cambio climático y retos para el sector turismo de Centroamérica*. Santiago de Chile, Chile: CEPAL.
- Viquez, R. & Gutiérrez, A. (2005). Comportamiento de la Almadraba Japonesa en Tárcoles. *Ambientico*, 139. 15-17.
- Viquez, R. & Sierra, L. (2005). Pesca Artesanal en Tárcoles, Costa Rica. *Ambientico*, 139. 13-14.
- Wilks, D. (2011). *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*. San Diego, CA. EE.UU.: Academic Press.
- Xie, P. & Arkin, P. A. (1996). Analyses of Global Monthly Precipitation Using Gauge Observations, Satellite Estimates, and Numerical Model Predictions. *J. Climate*, 9. 840-858.
- Xie, P. & Arkin, P. A. (1997). Global Precipitation: A 17-Year Monthly Analysis Based on Gauge Observations, Satellite Estimates and Numerical Model Outputs. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 78. 2539-2558

CAPITULO 2
VALORACIÓN DEL IMPACTO SOCIOECONÓMICO
DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN PESCA Y
TURISMO: MARCO TEORICO Y PROPUESTA
METODOLOGICA

Valoración del impacto socioeconómico de la variabilidad climática en pesca y turismo: Antecedentes y propuesta metodológica

Resumen.

La variabilidad climática tiene efectos importantes sobre las diferentes actividades económicas que se desarrollan en zonas costeras y que emplean recursos naturales para su funcionamiento. Para poder analizar esos efectos se debe tener en cuenta que estas actividades se realizan dentro del sistema climático que está conformado por a) la atmósfera; b) la geósfera (superficie terrestre); c) la criosfera (hielos marinos, cubiertas de nieve, glaciares continentales y las cubiertas de hielo continental); d) los océanos; y e) la biosfera terrestre y marina, que interactúan entre ellos. Esta interacción genera variaciones en las variables climáticas que a su vez afectan la calidad-cantidad de los recursos naturales que son empleados por las actividades económicas, provocando un efecto sobre ellas. Estos efectos deben ser medidos a través de los métodos de valoración con que la literatura cuenta. Hasta el momento no existe una metodología integradora que incorpore todos los aspectos mencionados anteriormente. El presente artículo propone una aproximación metodológica que inicia con la caracterización socioeconómica y ambiental de la actividad que emplea el recurso natural como insumo, posteriormente se realiza una identificación y caracterización de las variables ambientales que afectan el recurso natural y los efectos que la variación de este recurso tiene sobre la actividad económica. Con los datos anteriores se identifican las metodologías de valoración económica que permitan aproximar el valor del cambio en la producción de la actividad económica. Finalmente se realiza un análisis del consumidor del bien que produce la actividad económica para evaluar el cambio en su bienestar producido por la variación en la disponibilidad del bien o servicios que ofrece la actividad económica.

Palabras Clave: Variabilidad climática, valoración económica, sistema climático, pesca, turismo.

Abstract.

Climate variability has important effects on the different economic activities developed in coastal areas and that use natural resources for its operation. To analyze these effects must be considered that these activities are carried out within the climate system that consists of a) atmosphere; (b) the geosphere (land area); (c) the Cryosphere (sea ice, snow covers, continental glaciers and continental ice covers); (d) the oceans; and e) the terrestrial and marine biosphere, which interact

with each other. This interaction creates variations in climatic variables, which affect the quantity and the quality of the natural resources that are used by economic activities, causing an effect on them. These effects must be measured through the valuation methodologies that literature provides, however, there is not an integrating methodology that incorporates all of the relevant variables, mentioned above. This article proposes a methodological approach that allows to identify the effects that variations in climatic variables have on natural resources and subsequently to value its effect on economic activities that used them.

Key words: Climate Variability, Economic Valuation, Climatic System, Fishery, Tourism.

1. Introducción

El calentamiento del sistema climático es innegable, como lo evidencia el incremento de la temperatura media global del aire, la temperatura del océano, el derretimiento de nieve y casquetes polares y el aumento global del nivel del mar (IPCC 2007). Las poblaciones y ecosistemas ubicados en las zonas costeras están experimentando las consecuencias adversas de los impactos relacionados con este calentamiento. Estas zonas albergan gran cantidad de riqueza biológica, económica y cultural y son las áreas más productivas y biodiversas de los mares (el 90% de los desembarques pesqueros proviene de allí) (Moreno 2009: 29). Además, se estima que 23% de la población del mundo vive dentro de los 100 kilómetros de la costa y a menos de 100 metros sobre el nivel del mar y las densidades de las poblaciones en las zonas costeras son cerca de tres veces mayores al promedio global de densidad (Nicholls et al. 2007).

La variabilidad del clima se refiere a variaciones en las condiciones climáticas medias y otras estadísticas del clima (como las desviaciones típicas, los fenómenos extremos, etc.), que pueden suceder en cualquier momento y en cualquier sitio del planeta y que genera un comportamiento anormal del clima, pero es un fenómeno temporal y transitorio (IPCC 2001). La variabilidad puede deberse a procesos naturales internos que ocurren dentro del sistema climático (variabilidad interna), o a variaciones en el forzamiento externo natural o antropógeno (variabilidad externa). La Convención Marco de Cambio Climático distingue entre ‘cambio climático’ atribuido a actividades humanas que alteran la composición atmosférica y ‘variabilidad climática’ atribuida a causas naturales (IPCC 2001).

Los efectos del cambio climático en las zonas costeras no fueron muy evidentes antes de 1750 (Nicholls et al. 2007), sin embargo en los últimos años se ha evidenciado el aumento en la intensidad de los ciclones, aumento en el nivel del mar (Holgate and Woodworth 2004) y la temperatura superficial del mar ha aumentado en 0.6 °C desde 1950 (Bindoff et al. 2007). Todo lo anterior tiene implicaciones sobre las comunidades, las instituciones y las organizaciones sociales costeras. Por ejemplo, el hecho de que el nivel del mar en la costa esté aumentando más rápidamente que el promedio para la segunda mitad del siglo 20, tiene repercusiones

significativas para los planificadores costeros ((Holgate and Woodworth 2004), en aspectos como la re-ubicación de comunidades que pudieran verse afectadas por este aumento.

En los últimos años se ha generado gran cantidad de literatura relacionada con diferentes tipos de aproximaciones que permitan analizar la inestabilidad y sensibilidad del sistema climático y sus efectos generales sobre el planeta (Annan & Hargreaves 2006; Forest et al 2006; Knutti et al. 2002; Meinshausen 2006; Murphy et al, 2004; Wigley 2001). Estos estudios evidencian que para aproximar los impactos del cambio y la variabilidad climática sobre la tierra se deben analizar diferentes tipos de interacciones y retroalimentaciones de los componentes del sistema climático.

Uno de los grandes retos de los especialistas en Valoración Económica es estructurar procesos metodológicos adecuados para analizar temas nuevos que son vitales para el desarrollo económico y social como lo son el cambio y la variabilidad climática y su impacto en los recursos naturales y sociales de las zonas costeras. Aunque no existe una metodología de valoración económica que se pueda aplicar a todo, ya que va a depender del problema a analizar, se debe seguir un proceso metodológico previo y durante la aplicación de la metodología de valoración que permitirá recabar, ordenar y analizar la información necesaria para tal fin. Estos procesos metodológicos deben ser integrales (incorporar variables de ciencias naturales, sociales y económicas) y ser replicables tanto a nivel de actividades económicas específicas como a nivel global y así permitir futuras nuevas aplicaciones para un ámbito parecido, es decir problemas relacionados con cambio o variabilidad climática, valoración socio-económica y zonas costeras.

El objetivo del presente artículo es analizar el marco teórico general y las investigaciones que se han desarrollado en los últimos años, tanto a nivel mundial como en los países de América Latina, para valorar los impactos del cambio y la variabilidad climática sobre la pesca y el turismo costero y proponer un marco metodológico que contribuya a realizar un análisis integral para una adecuada valoración económica de estos impactos en actividades productivas, teniendo en cuenta las relaciones entre las diferentes variables naturales, ambientales, sociales y económicas que intervienen.

2. Materiales y Métodos

Se desarrolló una revisión bibliográfica analítica sobre el sistema climático y cómo las actividades económicas interactúan en él, ya que es el punto central para el desarrollo de la vida en el planeta y en el que se desarrollan las diferentes interacciones que pueden llevar a la variabilidad y el cambio climático. Posteriormente se analizaron los efectos que reporta la literatura de la variabilidad y el cambio climático sobre las actividades económicas y recursos naturales en zonas costeras. Además se presenta una revisión de los diferentes sistemas de valoración económica que podrían emplearse para estos temas y se presentan también los principales estudios de caso e investigaciones relacionadas con la valoración económica de los efectos del cambio climático en zonas costeras en general y en Costa Rica en particular. Con base en la información anterior y en el hecho de que no existe un marco metodológico que permita valorar los efectos de la variabilidad climática sobre actividades productivas (Moreno 2014), se sugiere una aproximación metodológica para tal fin y se presenta un ejemplo de aplicación de la misma.

3. Resultados

3.1. El sistema climático

El sistema climático de la tierra está integrado por: a) la atmósfera; b) la geósfera (superficie terrestre); c) la criosfera (hielos marinos, cubiertas de nieve, glaciares continentales y las cubiertas de hielo continental); d) los océanos; y e) la biosfera terrestre y marina como se observa en la figura 1 (Solomon, et al. 2007), entre estos componentes existe una serie de retroalimentaciones que genera variaciones en las variables que integran cada uno de ellos.

Como se aprecia en la figura 1, el sistema climático es un sistema complejo, interactivo, acoplado, altamente no lineal, cuyos componentes interactúan en un rango amplio de escalas temporales y espaciales (Alfaro, 2008).

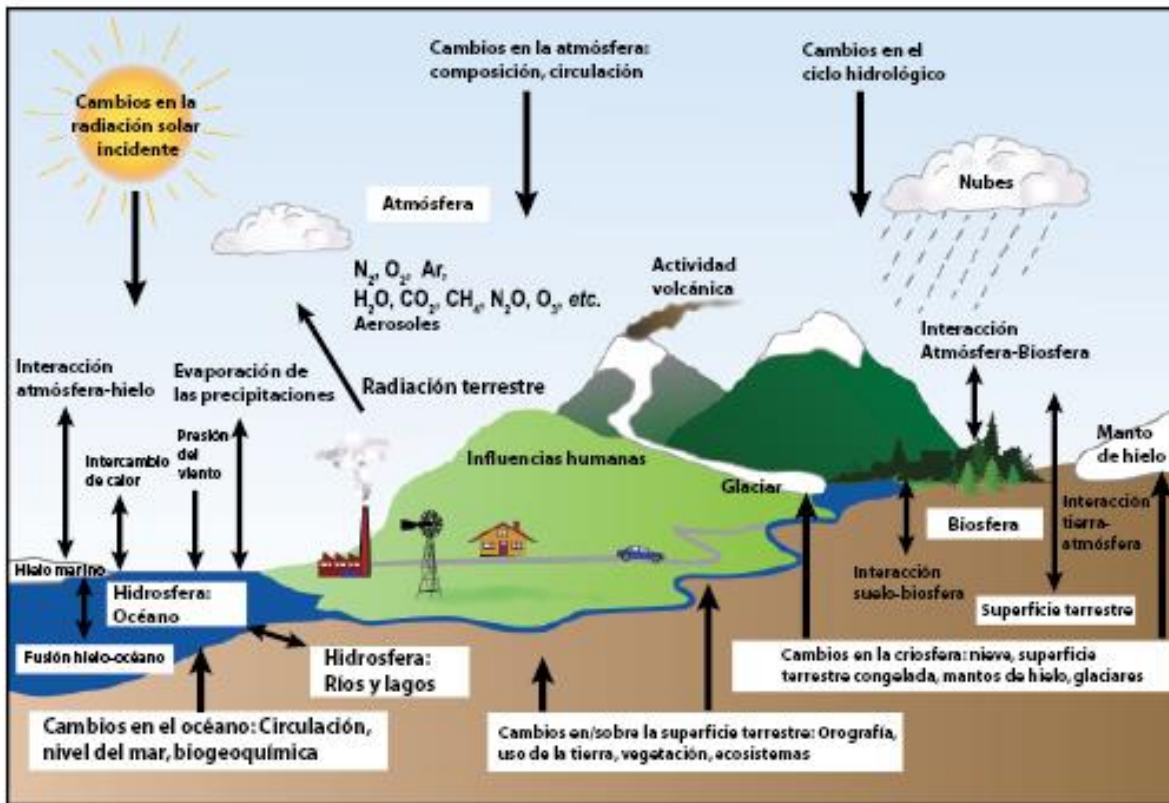


Figura 1. Vista esquemática de los componentes del sistema climático, sus procesos e interacciones.

Fuente: Solomon et al. 2007.

Cada uno de estos componentes tiene su dinámica propia e influye en los demás. Si se logra conocer cada comportamiento individual y además sus relaciones e interacciones con los otros componentes del sistema, se podrá, bajo ciertas condiciones, predecir su comportamiento conjunto futuro en caso del cambio de alguna de las variables. Por ejemplo, una perturbación en forma de aumento en la concentración de algunos gases atmosféricos y una respuesta en términos de temperatura media de la superficie del mar o continental (Vilar 2013).

Las observaciones del sistema climático se basan en mediciones directas y en la teledetección desde satélites y otras plataformas. Las observaciones de la temperatura y otras variables a escala mundial comenzaron a efectuarse en la era instrumental, a mediados del siglo XIX, y desde 1950 existen conjuntos de observaciones más completos y diversos. Las reconstrucciones paleoclimáticas aportan registros que se remontan a siglos o millones de años. Conjuntamente,

proporcionan una visión global de la variabilidad y los cambios a largo plazo en la atmósfera, los océanos, la criosfera y la superficie terrestre (Stocker et al. 2013).

Tanto el estudio de la dinámica del sistema climático como las mediciones que se han venido desarrollando para analizar las variables relevantes de la variabilidad y el cambio climático han sido desarrollados por grupos multidisciplinarios. Algunos de ellos generan información física y luego otros especialistas se encargan de analizarla desde el punto de vista socioeconómico.

Algunas características de los componentes del sistema climático y la forma como se han medido sus variaciones debido al cambio climático se presentan a continuación:

3.1.1. La atmósfera.

La capa de gases que rodea la Tierra es la atmósfera, sus principales componentes son: nitrógeno/N₂ (78%), oxígeno/O₂ (21%), dióxido de carbono/CO₂ (0,03%), vapor de agua/H₂O y otros gases (argón, ozono) en proporción variable (Echarri 1998). Estos gases son imprescindibles para la vida, además regulan la temperatura, filtran las radiaciones solares, protegen del impacto de objetos procedentes del espacio, permiten el transporte y las comunicaciones, modifican el suelo y determina el clima (EPA 2013).

Como se mencionó anteriormente los científicos emplean diferentes fuentes para la medición de las variables que pueden dar cuenta de los cambios en el sistema climático. Haciendo referencia a los componentes de la atmósfera, los informes científicos toman en cuenta las siguientes variables: temperaturas superficiales, precipitación y los fenómenos meteorológicos. De conformidad con lo anterior y de acuerdo con Stocker et al. (2013) cada uno de los tres últimos decenios ha sido sucesivamente más cálido en la superficie de la Tierra que cualquier decenio anterior desde 1850. En el Hemisferio Norte, es probable que el periodo 1983-2012 haya sido el periodo de 30 años más cálido de los últimos 1400 años. Los datos de temperatura de la superficie terrestre y oceánica, combinada y promediada globalmente, calculada a partir de una tendencia lineal, muestran un calentamiento de 0,85 °C durante el período 1880-2012.

Por otro lado, las precipitaciones han aumentado desde 1901, en promedio, sobre las zonas continentales de latitudes medias del hemisferio norte. En otras latitudes, existe un nivel de

confianza bajo en las tendencias positivas o negativas a largo plazo promediadas por zonas (Stocker et al. 2013)

Sumado a lo anterior, se han observado cambios en numerosos fenómenos meteorológicos y climáticos extremos, desde 1950. Es muy probable que el número de días y noches fríos haya disminuido y que el número de días y noches cálidos haya aumentado a escala mundial, y es probable que en gran parte de Europa, Asia y Australia haya aumentado la frecuencia de las olas de calor. De igual manera, es probable que existan más regiones en las que haya aumentado el número de sucesos de precipitaciones intensas que en las que haya disminuido, y es probable que la frecuencia o intensidad de las precipitaciones intensas haya aumentado en América del Norte y Europa. En otros continentes existe, como máximo, un nivel de confianza medio en los cambios ocurridos relativos a los sucesos de precipitaciones intensas (Stocker et al. 2013).

Por otro lado, en los últimos 800 000 años, las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso han aumentado a niveles sin precedentes. Las concentraciones de dióxido de carbono han aumentado en un 40% desde la era preindustrial debido, en primer lugar, a las emisiones derivadas de los combustibles fósiles y, en segundo lugar, a las emisiones netas derivadas del cambio de uso del suelo. Los océanos han absorbido alrededor del 30% del dióxido de carbono antropógeno emitido, provocando su acidificación (Stocker et al. 2013).

Los datos anteriores permiten concluir que efectivamente el aumento en la concentración de gases de efecto invernadero produce anomalías en la cantidad y periodos de precipitación, así como aquellas que se presentan en la temperatura tanto terrestre como oceánica. Debido a que la medición de estas variables ha mejorado con los años, se han podido obtener datos cada vez más precisos.

3.1.2. Los océanos

Los geógrafos dividen el océano en cuatro secciones principales: el Pacífico, el Atlántico, el Índico y el Ártico (se habla de los océanos glaciales Ártico y Antártico). Los océanos más pequeños son denominados mares, golfos y bahías como el Mar Mediterráneo, el Golfo de México y la Bahía de Bengala. Las masas independientes de agua salada como el Mar Caspio y el Gran Lago Salado son distintas a los océanos del mundo. Los océanos contienen

aproximadamente 1,35 billones de kilómetros cúbicos de agua lo que representa aproximadamente el 97% del suministro de agua de la Tierra. El agua tiene aproximadamente un 3,5% de sal y contiene rastros de todos los elementos químicos encontrados en la Tierra. Los océanos absorben el calor del sol y lo transmiten a la atmósfera y los distribuyen alrededor del mundo a través de las corrientes oceánicas. Esto dirige las condiciones meteorológicas mundiales y actúa como un calentador en invierno y como el aire acondicionado en verano (Geographic 2013).

Los cambios en este componente por influencia del clima se han registrado especialmente analizando la temperatura superficial del mar. De acuerdo con Stocker et al. (2013), a escala mundial, el calentamiento del océano es mayor cerca de la superficie. El calentamiento del océano domina sobre el incremento de la energía almacenada en el sistema climático y representa más del 90% de la energía acumulada entre 1971 y 2010. Además, es prácticamente seguro que la capa superior del océano (0-700 metros) se haya calentado entre 1971 y 2010. Este calentamiento es mayor cerca de la superficie ya que los 75 metros superiores se han calentado en 0,11 °C por decenio, durante el período comprendido entre 1971 y 2010.

Otra variable que se analiza en este componente es el aumento en el nivel del mar. De acuerdo con Stocker et al. (2013), desde mediados del siglo XIX, el ritmo de la elevación del nivel del mar ha sido superior a la media de los dos milenios anteriores. Durante el período 1901-2010, el nivel medio global del mar se elevó 0,19 metros.

3.1.3. La criósfera

La criósfera está formada por todas las zonas de la superficie (tierra o mar) en donde el agua se presenta en estado sólido (hielo, nieve, icebergs, etc.) y juega un papel fundamental en el sistema de regulación climática del planeta. Incluye la Antártica, el Océano Ártico, Groenlandia, el Norte de Canadá, el Norte de Siberia y la mayor parte de las cimas más altas de cadenas montañosas (Geociencias 2012).

En general se ha estudiado la disminución de los mantos de hielo y nieve en Gt/año, debido al calentamiento global. De acuerdo con Stocker et al. (2013), en los dos últimos decenios, los mantos de hielo de Groenlandia y la Antártida han ido perdiendo masa, los glaciares han

continuado menguando en casi todo el mundo y el hielo del Ártico y el manto de nieve en primavera en el hemisferio norte han seguido reduciéndose en extensión. En el último caso y según el mismo autor, en el período 1967-2012, dicha extensión disminuyó en un 1,6% por decenio, en los meses de marzo y abril, y un 11,7% por decenio en junio, y no registró ningún aumento estadísticamente significativo en ningún mes.

3.1.4. *Biosfera*

Se compone de todos los factores vivos de la Tierra, incluidos los seres humanos y otros animales, plantas y microorganismos. Se clasifica en diferentes niveles de organización: biomas, ecosistemas, comunidades, poblaciones y organismos. De acuerdo a Prep (2013); Nungaray (2013) las características de cada uno de estos niveles son:

- Bioma: es el nivel de organización más alto, son áreas geográficas de gran tamaño y se clasifican en acuáticos, desérticos, bosques, praderas y tundra y pueden contener varios ecosistemas. Cada una de estas unidades se define por la geografía, el clima y las especies nativas de la región. Las variables que determinan el clima son la temperatura promedio, la cantidad de lluvia y la humedad.
- Los ecosistemas: son el segundo escalón y están conformado tanto por factores bióticos (animales y plantas) como por factores abióticos (oxígeno, nitrógeno y carbono) y están divididos con base en la interacción y la transferencia de energía.
- Las comunidades: en un lugar determinado están limitadas a las especies que pueden sobrevivir teniendo en cuenta: i) factores abióticos de la región, (temperatura, pH y nutrientes que se encuentran en el aire y el suelo); y ii) factores bióticos como predadores y las fuentes de alimentos disponibles. Están conformadas por varias poblaciones
- Cada población incluye a todos los miembros de una misma especie que viven en un hábitat particular, pueden ser miles o sólo unos pocos cientos de miembros. Si una población es agregada o eliminada puede afectar a todo un ecosistema. Las especies indicadoras son grupos importantes que los científicos usan para determinar la salud de un ecosistema, mientras que la presencia de especies clave indica la presencia de ciertas otras poblaciones del mismo ecosistema.
- Los organismos se definen como seres vivos que utilizan ADN para replicarse, pueden ser individuos o un grupo de organismos que conforman una especie. Se clasifican por su

estructura celular o por la forma en que obtienen energía. En el primer caso pueden ser organismos procariotas, con libre flotación del ADN dentro de las células sin núcleo y eucariotas cuyo ADN se encuentra en el núcleo de la célula. En el segundo caso, los organismos se consideran ya sea autótrofos, como las plantas, que obtienen energía alimentándose a sí mismas y heterótrofos, como los animales, que deben consumir otros organismos para obtener energía.

3.1.5. El sistema socioeconómico

El ser humano, que es el eje principal del sistema económico, se encuentra inserto dentro del sistema climático, ya que es considerado una de las especies que componen la biosfera. Sin embargo los efectos que sobre el sistema tiene las actividades que realiza el hombre son considerados “externos” al mismo. Como lo indican Stocker, et al. (2013), el clima evoluciona con el paso del tiempo influido por su propia dinámica interna y por factores externos que lo afectan (conocidos como “forzamientos”). Entre los forzamientos externos se pueden incluir fenómenos naturales como erupciones volcánicas y variaciones solares, así como cambios en la composición atmosférica inducidos por los seres humanos

En los modelos de cambio climático los efectos de las actividades antropógenas han sido tipificados como la interacción de complejos sistemas dinámicos en el que aspectos como el crecimiento demográfico, desarrollo socioeconómico y cambio tecnológico determinarán las emisiones futuras de gases de efecto invernadero. Estas relaciones fueron presentadas en el Special Report on Emission Scenarios (SRES) en el 2000 y se generaron escenarios que fueron empleados para los informes de impactos del Cambio climático desarrollados por el IPCC en 2007 y hasta el día de hoy se siguen empleando para correr los modelos climáticos. En el 2014 se desarrolló una nueva clase de escenarios teniendo en cuenta las Trayectorias de Concentración Representativas (RCP), pero aún no se obtienen datos con ajuste de escala.

La valoración de los efectos que el cambio climático y la variabilidad climática tienen sobre las actividades económicas, debe ser efectuada empleando las técnicas de valoración que brinda la literatura y cuyo uso ha sido extendido y más empleado en los últimos años. A continuación se realiza una revisión de las metodologías de valoración para emplearlas luego, conjuntamente con

lo elaborado en los párrafos precedentes sobre el sistema climático, como base en la propuesta metodológica que se presenta en el presente artículo.

3.2. Impactos del cambio climático en las actividades económicas y recursos naturales en Zonas Costeras

Los procesos dinámicos naturales sufridos en muchas zonas costeras hacen difícil de distinguir estos procesos de aquellos atribuibles a la variabilidad y al cambio climático (Pirazzoli et al. 2004; Regnaud et al. 2004 y Cooper y Navas 2004). El poder determinar qué efectos sobre los recursos costeros son debidos a procesos naturales y cuales a la variabilidad y el cambio climático es todo un reto. Las oscilaciones climáticas relacionadas con la atmósfera y el océano pueden producir cambios costeros naturales (Viles and Goudie 2003). El fenómeno conocido como el Niño-Oscilación del Sur (ENOS), que se produce con una periodicidad promedio entre 2 y 7 años, es una de estas oscilaciones. Alfaro y Amador (1996, 1997) definen este fenómeno como una corriente cálida que modifica la temperatura superficial del mar, usualmente los primeros meses del año y puede ocasionar impactos negativos sobre las zonas costeras como disminución de los recursos pesqueros y cambios severos en la morfología costera (Lizano 1997; Lizano y Salas 2001). Otros impactos estudiados han sido sobre i) la morfología de las playas como sucedió en Australia (Ranasinghe et al. 2004); ii) la erosión en acantilados como es el caso de la costa central de California en los Niños de 1982-1983 y 1997-1998 (Stortlazi y Griggs 2000); y iii) la disminución de los niveles de agua de los Ecosistemas de Manglar como fue el caso de Australia (Rogers and Saintilan 2008).

También es importante destacar que hay efectos negativos sobre los recursos costeros causados no solo por la gran presión de las poblaciones que viven en estas zonas y las actividades que se desarrollan en ella, sino además por la gran contaminación que se presenta en las cuencas altas y medias y por la falta de planificación del componente urbano (Graham 2008). En muchas zonas costeras también se realiza el drenaje de zonas de manglar, deforestación, disposición de desechos sólidos y líquidos y de fertilizantes. Según algunos autores (Scavia et al. 2002; Lotze et al. 2006) los impactos directos causados por el hombre han sido más significativos en los últimos años que aquellos que han sido atribuidos al cambio climático. Estudios recientes muestran algunos de estos efectos: i) la presencia de metales en recursos costeros por sobre la cantidad

natural como en Chile (Valdés 2009) y ii) los efectos de la explotación petrolera (García-Cuellar et al. 2004).

Algunos de los impactos socio-económicos que han sido atribuidos a la variabilidad y al cambio climático en zonas costeras son:

Cuadro 1. Resumen de los impactos socioeconómicos relacionados con el cambio climático en zonas costeras.

Sector socioeconómico	Aumento en temperatura (aire y mar)	Eventos extremos (tormentas, olas)	Inundaciones (nivel del mar y escorrentía)	Aumento en el nivel de los mantos acuíferos (nivel del mar)	Erosión (nivel del mar, tormentas y olas)	Intrusión de agua salada (Nivel del mar, escorrentía)	Efectos biológicos (todos los forzantes climáticos)
Recursos de agua dulce	X	X	X	X	-	X	X
Agricultura y forestal	X	X	X	X	-	X	X
Pesca y acuicultura	X	X	X	-	X	X	X
Salud	X	X	X	X	-	X	X
Recreación y turismo	X	X	X	-	X	-	X
Biodiversidad	X	X	X	X	X	X	X
Infraestructura	X	X	X	X	X	X	-

Fuente: Nicholls et al. 2007.

En el caso de los recursos de agua dulce, Hay y Mimura (2006) analizan que una de las influencias directas de aumentos en el nivel del mar sobre los recursos hídricos en zonas costeras es la intrusión del agua de mar en las aguas superficiales y los acuíferos costeros y la usurpación de aguas de marea en los estuarios y los sistemas rivereños costeros. Estos proceso producen también salinización de los ecosistemas de manglar (Allison et al. 2003). Estos impactos pueden tener efectos devastadores en algunas áreas debido a factores naturales y socioeconómicos propios que aumentan los niveles de riesgo. Aun cuando las zonas costeras mantienen gran proporción de la población mundial la oferta de agua en estas zonas es pequeña haciendo que estos efectos del cambio climático sean críticos (Nicholls et al. 2007). A pesar de lo anterior, si el cambio climático aumenta la precipitación en zonas costeras esto permite el aumento en los niveles de aguas.

Se espera que el impacto de la variabilidad y el cambio climático en el sector pesquero se vea reflejado tanto en aquellas especies que se desarrollan en las zonas costeras como aquellas que se

encuentran en alta mar o pelágicas (Hennessy et al. 2007). Algunos de esos impactos serán: cambios en las temperaturas del mar, corrientes, vientos, oferta de nutrientes, acidificación y lluvias. Se prevé que dentro de las variables biológicas se presenten impactos en: i) distribución y abundancia de aquellas especies impactadas, ii) composición de las comunidades; iii) estructura y dinámica de las comunidades incluyendo productividad. Con el aumento del nivel del mar aumenta la intrusión marina afectando las pesquerías costeras y los sitios que son criaderos para especies comerciales (Schallenberg et al. 2003).

El cambio y la variabilidad climática afectan los asentamientos y la infraestructura costera de varias maneras: el aumento en el nivel del mar y en la intensidad de las precipitaciones puede provocar inundaciones, además la intrusión salina afecta no solo las construcciones sino la calidad de las aguas subterráneas. La erosión producida por fenómenos como las tormentas es también un problema grave en estas zonas, ya que permite que el mar gane terreno sobre las construcciones (Lizano 2001). La costa este de los Estados Unidos ha sido muy impactada por las tormentas y aunque no se han podido establecer tendencias e intensidades en el largo plazo, el aumento en el nivel del mar ha intensificado los daños a estructuras causados por tormentas fuertes en este siglo. La pérdida de recursos costeros como ecosistemas de manglar y otras barreras naturales ponen al descubierto las poblaciones y las construcciones como puentes y caminos haciéndolos vulnerables a eventos extremos como tormentas y al aumento en el nivel del mar. Muchos países en Europa (Holanda) y este de Asia tienen defensas artificiales costeras contra los fenómenos climáticos como inundaciones y erosión (Jonkman et al. 2005), estas construcciones y los asentamientos urbanos que protegen, también son vulnerables a los efectos del cambio climático.

En el caso de la biodiversidad son diversos los ecosistemas costeros que se pueden ver afectados por salinización, inundaciones y otros provocados por los tormentas, huracanes y aumentos en el nivel del mar. En el caso de la muerte de las larvas (de las que depende el coral) y la segmentación de los arrecifes de coral como consecuencia del cambio climático, Munday et al. (2009), concluye que no hay suficiente certeza sobre estos efectos como para realizar predicciones robustas.

Los ecosistemas de manglar también se ven afectados por el cambio climático, aunque no existen aún estudios al respecto, se sabe que estos efectos seguramente reforzarán aquellos causado por el

hombre al convertirlos en camaroneras. Casos de la conversión de estos ecosistemas son presentados para Vietnam (Binhh et al. 1997), Bangladesh e India (Zweig 1998), México (Contreras-Espinosa y Warner 2004) y Malasia (Ong 2001) entre otros. En Centroamérica y debido al aumento en el nivel del mar se observarán consecuencias adversas en las zonas costeras bajas de El Salvador y en la disponibilidad de agua potable en la costa Pacífico de Costa Rica. En cuanto al turismo costero, los países con mayores impactos serán aquellos en los que el PIB de este sector contribuya significativamente a la balanza de pagos y al empleo (este es el caso de Costa Rica) (CEPAL 2009).

3.3. Valoración Económica del cambio climático

3.3.1. Diferentes sistemas de Valoración Económica

De acuerdo a Moreno (2009), la base de cualquier marco metodológico sobre valoración económica de recursos naturales está basado en el concepto de Valor Económico Total (VET), que está conformado por el valor de uso y el de no uso y que ha sido tratado de diversas maneras por diferentes autores (Walsh et al. 1984; Freeman 1992; Azqueta 1994; Pearce & Turner 1995), ya que su concepción teórica se adapta dependiendo de las necesidades de los investigadores. De esta forma, el valor asignado a los Recursos Naturales y Ambientales (RENA's), va a depender de su capacidad de generar bienes y servicios para satisfacer necesidades humanas. Como se observa en la Figura 2, el valor de uso hace referencia al consumo de los recursos naturales bien sea en forma directa, indirecta o en el futuro y el de no uso al valor que pueden tener los RENA's para las generaciones futuras y el valor de conocimiento de su existencia continua.

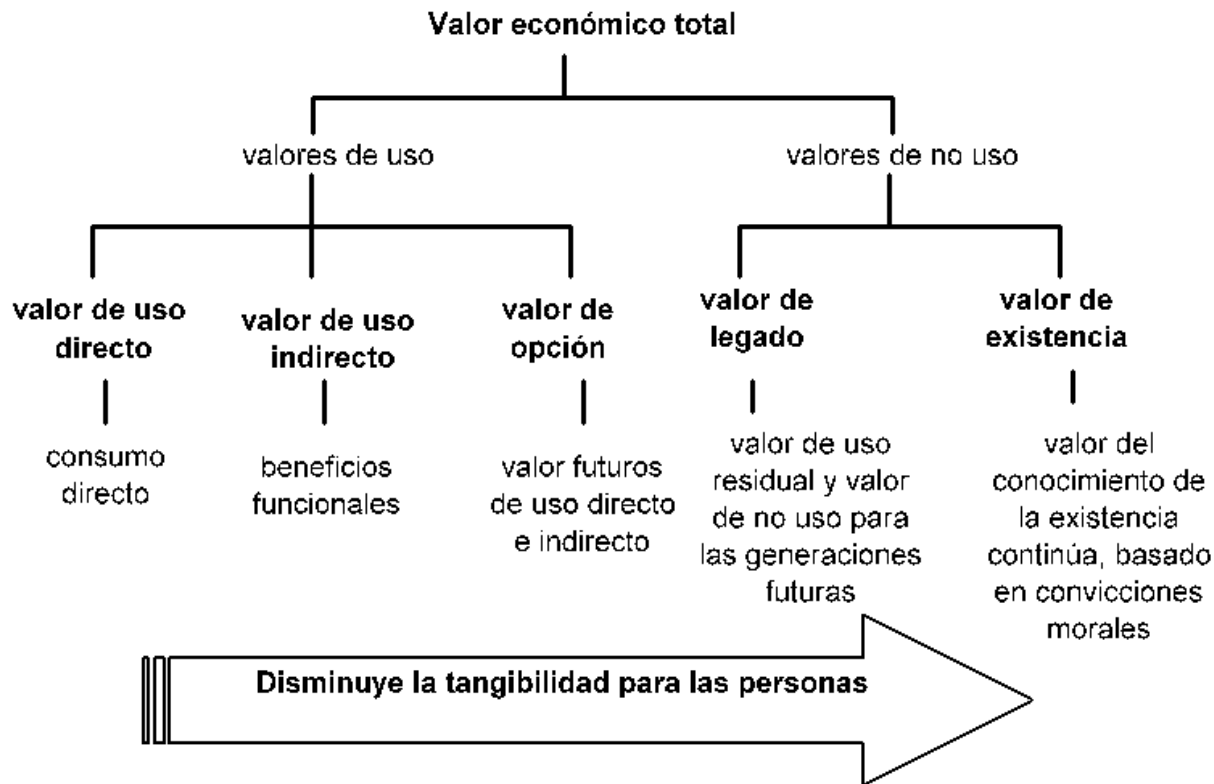


Figura 2. Componentes del valor económico total

Fuente: Pearce & Turner 1995.

Sharp y Batstone (2008) adaptan el concepto del VET, presentado en la figura 2 para el caso de los recursos naturales marino-costeros indicando que este proporciona un marco general de política para intentar maximizar el valor del flujo de servicios que provienen de los activos naturales marinos. El desarrollo de la aproximación metodológica se basa en la Teoría Neoclásica de la optimización que se emplea en la economía de recursos naturales. El proceso inicia con la distinción entre aquellos recursos que son renovables y aquellos que no lo son. Si se parte del supuesto de la maximización del Valor Económico Total o más específicamente del valor presente neto de los beneficios, se identifican los servicios que tienen precio en el mercado y aquellos que no (Figura 3). En el caso en que no se cuente con precios de mercado se debe seleccionar uno de los métodos de no mercado con los que cuenta la economía neoclásica.

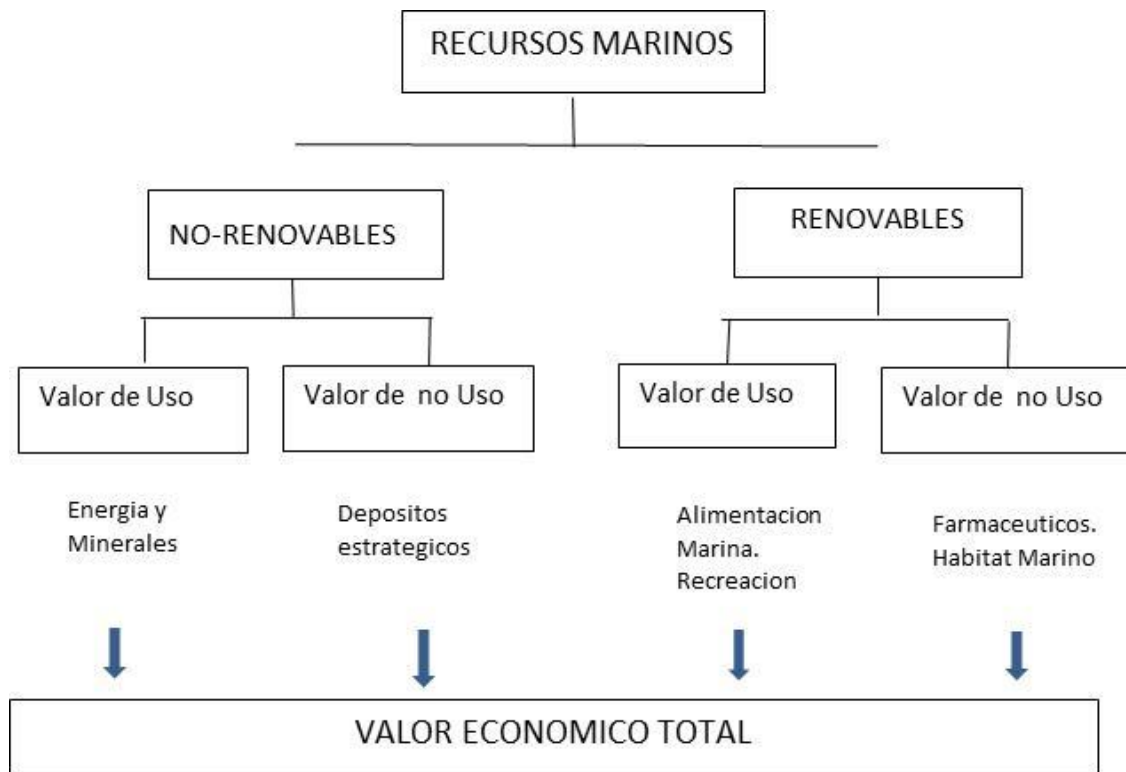


Figura 3. Valor económico total de los recursos marinos

Fuente: Sharp & Batstone (2008)

Los valores de uso y no uso de los bienes y servicios generados por los RENA's deben ser aproximados por medio de metodologías de valoración. En la literatura, se han estructurado estas metodologías y son clasificadas de distintas formas, dependiendo de lo que se quiera medir, del concepto de valor adoptado, los algoritmos de solución usados y el tipo de información requerido (Agüero 1994). Una forma de clasificación es la que agrupa los métodos en directos, indirectos, de valoración contingente y de variables y modelos macroeconómicos que aparece en la Figura 4.

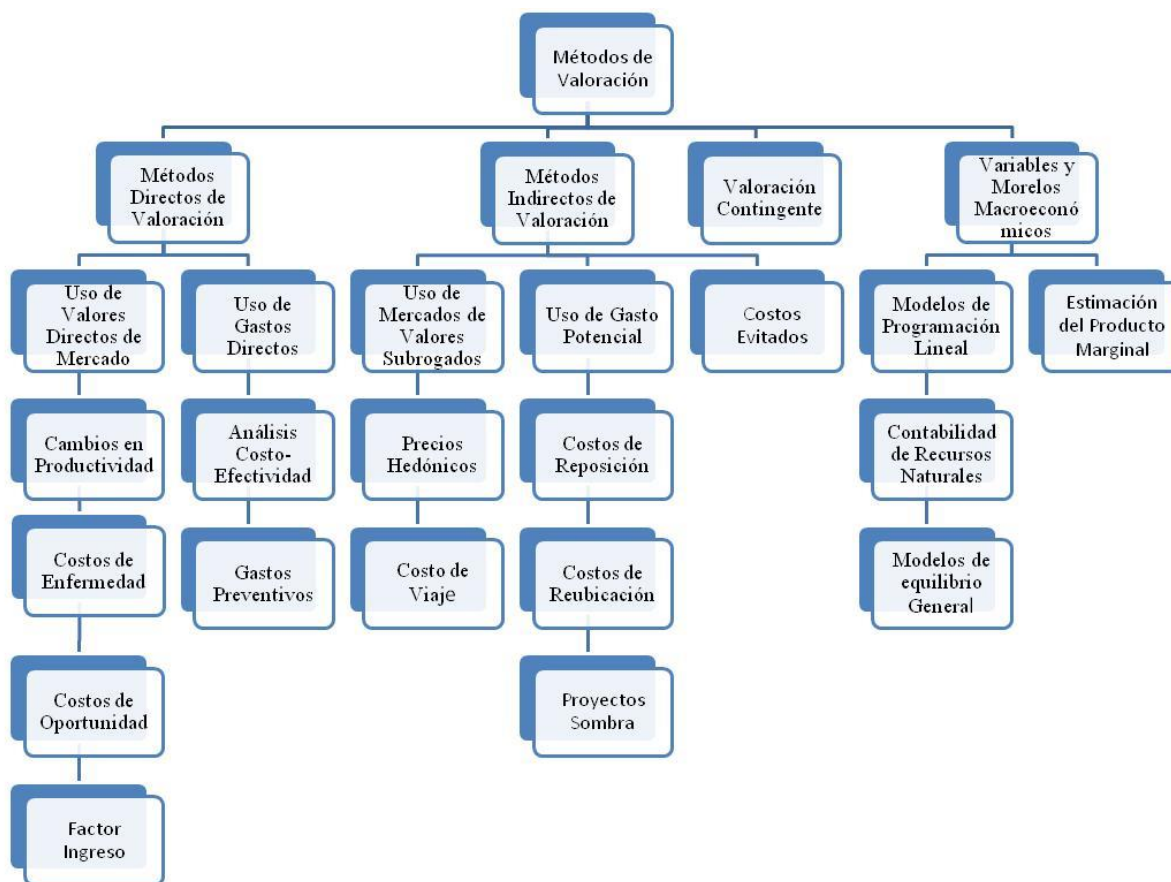


Figura 4. Clasificación de las metodologías de valoración económica de RENA's

Fuente: Elaborado con base en Dixon et al. (1994); Wilson y Liu (2008)

Como se aprecia en la figura 4, los métodos directos se basan en los valores observados directamente en el mercado (Precios, Gastos) para obtener el valor del cambio en la cantidad/calidad de un recurso natural y ambiental. Los métodos indirectos emplean los valores de mercado en forma indirecta a través de mercados de bienes relacionados con el bien ambiental y que cumplen ciertas condiciones. Dentro de esta categoría se incluyen también aquellos métodos que determinan los costos/beneficios potenciales de ejecutar/evitar un daño ambiental (Moreno, 2009). Los métodos de Valoración Contingente se basan en una pregunta directa al consumidor para determinar cuál podría ser su disponibilidad de pago ante una variación en la creación ante ciertas situaciones. En esta metodología se emplean mercados hipotéticos (Barzev 2002).

Es importante destacar que los cuatro tipos de metodologías (directos, indirectos, contingentes y de variables y modelos macroeconómicos) se sitúan en una perspectiva temporal diferente. Mientras que los métodos directos e indirectos intentan averiguar a través de la observación de su conducta el valor que la persona otorga a un cambio que ya ha ocurrido, el método de Valoración Contingente presenta, en general, una situación hipotética, que todavía no se ha dado (Azqueta 1994).

Antes de decidir cuál de las metodologías aplicar, se deben identificar los servicios que los RENA's prestan para luego seleccionar aquella que mejor se adapten. En el caso de los recursos marino-costeros, Wilson y Liu et al. (2008), emplean un enfoque metodológico en el que los bienes y servicios costeros pueden dividirse en dos categorías: (1) la provisión de bienes y servicios de mercado como agua potable, transporte, generación de electricidad e irrigación y (2) la provisión de aquellos bienes y servicios de no mercado que incluye biodiversidad, soporte para ecosistemas terrestres y de estuario, hábitat para la existencia de plantas y animales y la satisfacción que les deriva a las personas el saber que las plantas y los corales existen. Los autores presentan una agrupación de los servicios ecosistémicos marinos y costeros en cuatro categorías básicas de acuerdo a sus características funcionales:

- **Servicios de Regulación.** Los ecosistemas regulan esencialmente procesos ecológicos y sistemas de soporte de vida a través de ciclos biogeoquímicos y otros procesos biosféricos. Esto incluye aspectos como prevención de la perturbación y control de inundaciones.
- **Servicios Culturales.** Los ecosistemas contribuyen al mantenimiento de la salud humana y el bienestar proveyendo disfrute cultural, integridad histórica, recreación y estética.
- **Servicios de soporte.** Los ecosistemas proveen un rango de servicios que son necesarios para la producción de otras tres categorías de servicios: ciclo de los nutrientes, formación de suelo y funciones de los hábitats.
- **Servicios de aprovisionamiento.** La función de aprovisionamiento de los ecosistemas ofrece una larga variedad de bienes ecosistémicos mercadeables y otros servicios para consumo humano, desde alimento y materias primas hasta recursos energéticos.

Es importante resaltar que todos estos servicios se optimizan siempre y cuando los ecosistemas mantengan una integridad ecológica óptima.

Para las tres primeras clasificaciones, los autores proponen emplear algunas de las metodologías de valoración presentadas en la figura 4, adaptadas al caso de los recursos marino-costeros. Estas propuestas se presentan en el cuadro 1 donde también se resumen algunas generalidades de cada metodología.

3.3.2. Estudios de caso de Valoración Económica de la Variabilidad y el Cambio Climático

a. Metodologías para la valoración de la variabilidad y cambio climático

Gran parte de las investigaciones relacionadas con el impacto económico de los efectos del cambio climático han estado enfocadas en las metodologías que se basan en los costos. En este sentido, la CEPAL (2011) establece que “La evidencia muestra gran diversidad de resultados, debido principalmente al uso de distintas metodologías y proyecciones climáticas, por adoptar distintos supuestos sobre la trayectoria de crecimiento económico y por enfocar distintos sectores, regiones o países. No obstante, hay consenso sobre la tendencia ascendente de los costos esperados, ya sea que se definan como pérdidas de bienestar o como proporción del PIB”.

Los métodos para la estimación de costos directos de los efectos del cambio climático son relativamente simples de elaborar y fáciles de explicar. Básicamente se estiman los costos incurridos en reparar y evitar las pérdidas ocasionadas por la intensificación de fenómenos climáticos (huracanes, tormentas, etc.) debido al Cambio Climático. Sin embargo algunos de estos cálculos no tienen en cuenta ni modelos de emisiones ni climáticos y por lo tanto no se puede asegurar que los impactos evaluados sean realmente producidos por el cambio climático, y puedan deberse a variabilidades naturales del clima o bien, a que las poblaciones se establecen en zonas altamente vulnerables (incremento de la vulnerabilidad por factores socioeconómicos) (Raschky 2008).

Este tipo de estimaciones son cada vez más elaboradas, algunas relacionadas con el aumento en el nivel del mar que consideran pérdidas de tierra y humedales, desplazamiento de poblaciones y protección costera con la construcción de diques (Tol 2007). Algunos cálculos obtenidos de esta

manera son: a) las ciudades de Estados Unidos, especialmente las costeras del sur-este, tuvieron costos totales por US\$500 billones, debido a los 67 desastres relacionados con el clima que se presentaron en el período 1980-2005 (NOAA 2007). b) en el 2001 los gastos anuales de protección de la línea costera en Europa se estimó en US\$4 billones (Nicholls et al. 2007); c) el costo promedio anual de restauración por ciclones tropicales en Japón entre 1950 y 2004 fue de US\$250 millones (Nicholls et al. 2007).

Otro grupo de metodologías que se han empleado son aquellas que contienen variables macroeconómicas como las matrices insumo producto y los modelos de equilibrio general. Estas metodologías y herramientas se han desarrollado adecuándolas a la realidad de cada país en cuanto a pobreza, estado de los recursos naturales, situación económica, la disponibilidad de recursos financieros, humanos y técnicos (Nicholls et al. 2007).

Los Modelos de Equilibrio General se han empleado para considerar mercados para todos los bienes y servicios simultáneamente, tomando en cuenta el comercio internacional y la inversión (Bosello et al. 2007). Existen algunos modelos que incluyen también una representación de los procesos físicos y las restricciones (Nicholls, et al. 2007). Bosello et al. (2007) plantearon un modelo en el que las pérdidas de tierra ocasionada por el aumento del nivel del mar y los costos de protección costera se calculan y luego estos datos se combinan con escenarios de aumentos en el nivel del mar, crecimiento de la población y crecimiento económico desarrollados por el IPCC en 1992, esto produce estimaciones de costo directo como un aproximado del cambio en el bienestar de las personas. La pérdida de tierras y el costo en protección son colocados en el modelo de equilibrio general GTAP-EF (The Global Trade Analysis Project) para simular efectos de equilibrio general sobre la economía mundial.

Hallegatte (2008) desarrolló un modelo insumo-producto regional con el cual simula la respuesta de la economía de Luisiana a la llegada del Huracán Katrina a tierra. El modelo se alimentó con datos disponibles y proporcionó dos enseñanzas importantes. Primero, los procesos económicos exacerbaban las pérdidas directas y los costes totales se estimaron en \$149 billones, en donde las pérdidas directas se calcularon en \$107 billones.

También se han desarrollado a nivel mundial algunos estudios en los que se emplea el Producto Interno Bruto (PIB), como indicador para realizar una valoración global de los posibles efectos del cambio climático. Estos estudios han analizado diferentes sectores como agricultura, agua, bosques, biodiversidad, energía, salud, migración, elevación del nivel de mar y eventos extremos como huracanes. “Las metodologías también son diversas, desde modelos de valorización integrada, como el PAGE2002, modelos de equilibrio general computable y los de enfoque sectorial. Cada modelo tiene diversas características y es utilizado para distintos propósitos y conduce a distintos resultados” (CEPAL 2011: 257). Así por ejemplo, el informe Stern (2007) evidenció que sería más barato evitar la pérdida (cerca del 1% de PIB) producida por el cambio climático que no actuar (cerca del 20% de PIB). En el informe de CEPAL (2011) se obtuvo que para implementar un escenario de estabilización de emisiones de CO₂ a un nivel objetivo de 550 partes por millón (ppm), los costos acumulados al 2100 en términos de PIB varían en un rango de 4,7%.

Para Centroamérica, en el último estudio publicado por CEPAL (2011) se realiza un análisis de los impactos económicos del cambio climático en los sectores y ámbitos prioritarios como el agrícola, recursos hídricos, biodiversidad y eventos extremos. “Partiendo de los escenarios tendenciales de crecimiento económico, demográfico y cambio de uso de tierra sin cambio climático se generan líneas base del crecimiento de esos sectores y ámbitos. Una vez definida la trayectoria, se identifican los impactos probables de las variables temperatura y precipitación. En una segunda fase de la diferencia entre ambas trayectorias estiman los costos por sector” (CEPAL 2011:264). “El valor total del impacto se traduce en unidades monetarias. La forma de expresarlo es asumir que la diferencia es un flujo en el tiempo que puede ser medido en unidades monetarias de hoy a Valor Presente Neto (VPN) con una tasa de descuento, y que su proporción respecto al PIB es el costo del cambio climático” (CEPAL 2011:264).

Si bien este estudio y otros semejantes a este, tienen en cuenta modelos de emisiones y climáticos, el empleo de una variable macroeconómica como el PIB para medir los costos del cambio climático, tampoco asegura que los impactos evaluados sean realmente producidos por el cambio climático y pueden deberse a variables como precios de insumos, y precios de los productos entre otros. Además el hecho de que sean modelos macroeconómicos no permite analizar efectos a nivel de actividades económicas específicas.

b. Metodologías para la Valoración Económica de Bienes y Servicios Costeros en el Caso del Turismo y la Pesca

En general, el turismo es una industria dependiente del clima, y muchos destinos deben su popularidad a su clima agradable y a su belleza escénica (Amelung et al. 2009). Los ambientes costeros y marinos se encuentran entre las áreas más populares para la recreación al aire libre y el turismo. Las zonas costeras también han sido identificadas como las más vulnerables al cambio climático, por ejemplo, como resultado de eventos extremos y el aumento en el nivel del mar.

En términos de la valoración del turismo costero, Pendleton (2009) define la diferencia entre Valor Económico de los servicios brindados por los ecosistemas costeros y el Impacto Económico. El valor económico representa el valor que los visitantes le dan al lugar ubicado en la zona costera más allá de que ellos deban pagar por el acceso a los recursos. El Impacto Económico se define como los ingresos producidos por los visitantes a la economía local a través de los gastos en que incurren en actividades relacionadas como accesos, equipo y bienes y servicios (hielo, carnadas, etc).

Pendleton (2009) presenta un resumen de los estudios desarrollados sobre valores económicos recreativos de los ecosistemas costeros en los Estados Unidos entre 1975 y 2005, según estas fuentes, la literatura económica brinda cerca de 58 estudios en los que se valoran los servicios recreativos de las zonas costeras de los Estados Unidos.

En el cuadro 2, se puede apreciar que los valores de cada una de las actividades expresada por los consumidores tienen rangos muy diferentes. Esto va a depender mucho del tipo de método que se emplee, del origen del visitante y época del año, entre otros aspectos. Las metodologías más empleadas para valorar estas actividades son el método de valoración contingente y el método del costo de viaje.

Cuadro 2. Estudios sobre la valoración de los servicios ambientales recreativos de las zonas marino costeras en los Estados Unidos 1975-2005.

Actividad	Nro. de estudios	Rangos de Valores	Metodologías de Valoración
Visita a las playas	29	Desde US\$0,07/viaje hasta US\$70/día de actividad	Costo de Viaje, Valoración Contingente, Modelos Aleatorios de Utilidad, Análisis Conjunto.
Pesca deportiva	13	Entre US\$20 y US\$100	Costo de Viaje, Valoración Contingente y Modelos Aleatorios de utilidad.
Buceo	11	Entre US\$15/actividad y US\$50/Actividad	Valoración Contingente
Observación de vida silvestre Marino-Costera	5	Entre US\$133 y US\$228	Valoración Contingente, Costo de Viaje.

Fuente: Pendleton 2008.

Otros estudios valoran los efectos económicos de un cambio en los recursos naturales sobre una actividad productiva, tal es el caso de algunos países Caribeños. En esta región, se ha resaltado la importancia de los arrecifes de coral como una fuente importante de ingresos para el turismo, la pesca y las industrias farmacéuticas y el papel fundamental que desempeñan en la protección de las costas de daños por erosión, inundaciones y tormentas.

Para realizar una aproximación socioeconómica sobre el efecto que tiene un deterioro del ecosistema coralino en las actividades productivas, se estructuró un marco metodológico que valora los flujos de ingresos (brutos y netos, según la disponibilidad de información) de algunas actividades que obtienen beneficios de la existencia de estos ecosistemas por un lado, y por el otro, cuando la información lo permite, calcula la disponibilidad de pago de los usuarios directos de los recursos (consumidores) por medio de una función de demanda.

Las actividades evaluadas con el modelo son: i) turismo: las actividades que reciben beneficios de la existencia de estos ecosistemas coralinos son: hospedaje, transporte de turistas, empresas de buceo, snorkeling, tours, pesca deportiva y cruceros. Cuando la información lo permite también se toma en cuenta el excedente de los turistas; ii) pesca, la metodología calcula los ingresos brutos o netos de la porción del sector que depende del ecosistema coralino. Se valoran las ventas formales e informales de la pesca así como el valor agregado del procesamiento; y iii) protección de la línea costera: una versión adaptada de la técnica de costos evitados fue usada para estimar el

valor del servicio de protección de estos ecosistemas a lo largo de segmentos de la costa. Esto implica la estimación de las probables pérdidas económicas (en valor de la propiedad) de una zona costera por un evento de tormenta dada, con y sin los arrecifes y los manglares presentes. Esta diferencia representa los "daños evitados" debida a la presencia de los arrecifes y los manglares. (WRI 2009). Esta metodología se aplicó en República Dominicana, Jamaica y Belice; el Cuadro 3 presenta las metodologías específicas aplicadas para cada caso.

Cuadro 3. Metodologías empleadas para calcular la contribución económica de los arrecifes de coral en República Dominicana, Jamaica y Belice.

País	Turismo		Pesca		Fuente
	Actividad	Metodología	Actividad	Metodología	
República Dominicana	Hoteles. Se analizaron los ingresos de los hoteles teniendo en cuenta entre otros aspectos las características de las playas cercanas y la ubicación del hotel.	Precios Hedónicos.	Se analizaron los ingresos por desembarques de la pesca asociada a los arrecifes coralinos.	Ingreso bruto	Wielgus et al., 2010
Jamaica	Turistas. Pérdida del excedente por deterioro en las playas	Disponibilidad de pago	Pesca. Se analizaron los ingresos por desembarques de la pesca asociada a los arrecifes coralinos.	Ingreso bruto	Maxam et al., 2011
Belize	Hoteles. Se analizaron los ingresos brutos e impuestos de recreación marina, así como los ingresos por alojamiento y otros gastos de los turistas en los días dedicado al uso de las playas coralinas y arrecifes	Ingreso Bruto	Se analizaron los ingresos brutos de las actividades de pesca y transformación comercial.	Ingreso bruto	Cooper et al., 2009

Fuente: Elaboración propia con base en Wielgus et al. (2010); Maxam et al. (2011) y Cooper et al. (2009)

c. Valoración Económica de Bienes y Servicios Costeros en el Caso del Turismo y la Pesca Incluyendo Cambio y Variabilidad Climática.

Son pocos los estudios que se han desarrollado que involucran estas cuatro áreas a la vez. Wei-Chun y Chi-Chung (2007) elaboraron un estudio para estimar el valor del impacto económico potencial del cambio climático sobre la población de trucha de Taiwán, que es una especie en peligro de extinción y que sólo se localiza en los arroyos de las partes altas de las montañas en el sector de Chichiawan Brook en Taiwan . Los autores establecieron en primera instancia que esta especie no sobrevive con temperaturas del agua mayores a 18 °C. Basados en los escenarios climáticos para Taiwán, en los cuales se proyectan aumentos de temperatura entre 0.9-2.7 °C y un aumento en la precipitación de 0.6 mm/día, los autores calcularon las disminuciones en la población de trucha cuando los valores en las temperaturas, debido al cambio climático, aumentan en 0.9 °C, 1.8 °C y 2.7 °C y la precipitación también aumenta en 0.6 mm/día, la población de trucha disminuirá de 974, 560 y 146 individuos respectivamente.

Luego de esto los autores aplicaron un modelo de valoración contingente de doble límite para calcular la disponibilidad de pago en relación con cambios en la población de trucha de Taiwán. Para prevenir una reducción en el stock promedio de trucha de 1612 a 974 individuos, la disponibilidad media de pago por persona por año fue de US\$16.22 con una desviación estándar de (US\$1.3). Para prevenir una reducción en la población media de la trucha de 1612 a 560, la disponibilidad media de pago por persona por año fue de \$25.72 con una desviación estándar de US\$0.8. Para prevenir una reducción en la población media de la trucha de partir de 1612 a 146, la disponibilidad media de pago por persona por año fue de US\$33.6 con una desviación estándar de US\$1.7.

Scott et al. (2007), desarrollaron un estudio en el que valoran el impacto en la disponibilidad de pago de los turistas ante un cambio en la precipitación y la temperatura en el Parque Nacional Rocky Mountain en Colorado. Emplearon la metodología de valoración contingente con encuestas a turistas para obtener respuestas de disponibilidad de pago y alguna información sobre actividades recreativas. Los autores encontraron que la temperatura y la precipitación fueron significativas estadísticamente en la determinación de la disponibilidad de pago de los turistas Se estimaron incrementos en los beneficios recreativos de 4.9% y 6.7% para dos escenarios de cambio en el clima.

Shaw and Loomis (2008), realizaron un estudio en el que consideran un marco económico que permite el modelado de los efectos directos e indirectos del cambio climático en los usuarios de los recursos de recreación, a través de los impactos sobre los recursos naturales de los que depende la recreación al aire libre. Asimismo, presentan un breve resumen de algunos resultados empíricos que analizan la sensibilidad de las actividades recreativas a las variaciones en el clima, algunos resultados de estos estudios fueron: el aumento relativamente pequeño en la temperatura que probablemente genera el cambio climático, el número de personas que participan en algunas actividades recreativas al aire libre, como paseos en barco, golf y actividades recreativas de playa aumenten de 14 a 36%. Por otro lado el número de personas que participan en otras actividades, sobre todo los deportes de nieve como el esquí, probablemente disminuirá.

Se espera que el impacto del cambio climático en el sector pesquero, se vea reflejado tanto en aquellas especies que se desarrollan en las zonas costeras como aquellas que se encuentran en alta mar o pelágicas como en Nueva Zelanda y Australia (Hennessy et al. 2007). Algunos de esos impactos serán: cambios en las temperaturas del mar, corrientes, vientos, oferta de nutrientes, acidificación y lluvias. Se prevé que dentro de las variables biológicas se presenten impactos en: i) distribución y abundancia de aquellas especies impactadas, ii) composición de las comunidades; iii) estructura y dinámica de las comunidades incluyendo productividad. Con el aumento del nivel del mar aumenta la intrusión marina afectando las pesquerías costeras y los sitios que son criaderos para especies comerciales (Schallenberg et al. 2003).

Al igual que en el caso del turismo son pocos los estudios que relacionan Valoración económica, pesca y cambio climático o variabilidad climática. Cardona (2009), desarrolla un modelo bioeconómico para pesca industrial de camarón blanco en el pacífico colombiano para evaluar el efecto del fenómeno de El Niño sobre las capturas de esa especie.

Para el análisis emplea las variables climáticas temperatura superficial del mar y duración promedio de cada evento asociado al fenómeno de El Niño, que son introducidas en el modelo de Schaefer y Gordon-Schaefer con el fin de estimar el Rendimiento Máximo Sostenible (RMS), el Rendimiento Máximo Económico (RME) y el Rendimiento de Libre Acceso (RLA).

El modelo econométrico se presenta en la ecuación 1:

$$\text{Captura} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{esfuerzo} + \alpha_2 \text{esfuerzo}^2 + \alpha_3 \text{Temp} + \alpha_4 \text{meses} + \alpha_5 \text{Tend} + \alpha_6 \text{período} + \varepsilon$$

(Ecuación 1)

Donde:

esfuerzo = esfuerzo pesquero,
Temp = temperatura superficial en la región Niño 3,
meses = duración del evento del niño en meses,
Tend = tendencia y
período = periodo de tiempo (1957-1984 y 1985-20007).

La variable *período* fue introducida debido a la presencia de cambio estructural.

El estudio obtuvo como resultados que la intensidad del fenómeno El Niño tiene efectos negativos sobre las capturas, ya que cada grado centígrado que aumente la temperatura superficial promedio del mar representa una disminución en las capturas para el presente y el año siguiente. La duración también tiene efectos sobre las capturas pero estos son positivos, se obtuvo que por cada mes más que se produzca el aumento en las temperaturas, las capturas se van a ver incrementadas ese mismo año. La autora también determinó que a partir de 1984 se inició una disminución en las capturas probablemente debido al deterioro del recurso por sobreexplotación del mismo (Cardona 2009), con los consiguientes efectos sobre el ingreso de las comunidades pesqueras.

Habib (2010), evaluó los impactos económicos sobre el stock de recursos pesqueros en presencia de cambio climático en Bangladesh. Este autor empleó los modelos de Schaefer y Gordon-Schaefer para calcular el Rendimiento Máximo Sostenible (RMS), el Rendimiento Máximo Económico (RME) y el Rendimiento Bajo Libre Acceso (LA) en respuesta a cambios en los parámetros biológicos K (capacidad de carga del ambiente) y r (tasa intrínseca de crecimiento poblacional) con escenarios de cambio climático.

En este estudio el autor no incluyó directamente las variables climáticas pero especificó nueve escenarios (incluyendo el actual) en los que K y r varían por influencia de esas variables. Se analizaron disminuciones de 25% y 10% en K y r y sus posibles impactos en los rendimientos (RMS, RME y LA) y en los beneficios. Como resultado se obtuvo grandes diferencias en el caso de las capturas en (RMS, RME y LA), el esfuerzo correspondiente y el nivel de beneficios

mostrados en cuatro escenarios en los que los niveles de beneficio variaron entre 25% a 64% de los obtenidos en el RME del escenario base. Lo anterior, permite analizar que los resultados son muy sensibles a la estimación de parámetros en los cuales hay un alto nivel de incertidumbre involucrado lo cual hace el modelo menos confiable.

Según Hannesson (2007) los temas relacionados con pesca derivados del cambio global son: productividad sobre las poblaciones de peces (aumentos de unas poblaciones y disminución de otras) y cambios en los hábitat (desplazamiento de concentraciones de peces). Arnason (2007) proporciona estimaciones del impacto de las poblaciones alteradas de peces debido al calentamiento global en las economías de Islandia y Groenlandia. El enfoque se basa en simulaciones estocásticas. Esto implica básicamente tres pasos: i) la obtención de predicciones sobre el impacto del calentamiento global en las poblaciones de peces y la distribución de la probabilidad asociada (empleando pronósticos de biología marina), ii) estimar el papel del sector pesquero en las dos economías. Esto se hace con la ayuda de las modernas técnicas econométricas basadas en la teoría del crecimiento económico y los datos históricos y iii) llevar a cabo simulaciones de Monte Carlo sobre la base del modelo especificado anteriormente y las incertidumbres asociadas. El resultado de la Simulaciones de Monte Carlo consiste en un conjunto de rutas dinámicas para el PIB con un valor esperado y una distribución probabilística para cada año futuro. Los resultados indican que el impacto en las pesquerías del cambio climático en el PIB de Islandia será más positivo que negativo, pero no parecen ser de magnitud considerable en comparación a las tasas históricas de crecimiento económico y las fluctuaciones.

3.4. Propuesta metodológica

Como se ha detallado en los apartados anteriores, las relaciones entre las variables del sistema climático no son unidireccionales, es decir no siempre se puede evidenciar una causa-efecto directa. Los efectos pueden verse en varios sentidos y pueden ser indirectos también. En términos de las relaciones entre variables ambientales y económicas, los modelos que han sido desarrollados para establecer los escenarios climáticos parten del supuesto que la actividad económica genera una serie de gases de efectos invernadero que tienen implicaciones sobre variables climáticas como la temperatura y la precipitación y que afectan a su vez algunos recursos naturales y a actividades económicas.

Como se mencionó anteriormente la magnitud y medición de los efectos físicos causados por el aumento de gases de efecto invernadero sobre las variables climáticas son medidas por expertos climatólogos por medio de Modelos de Circulación General (MCG) y los escenarios de emisiones del *IPCC*. Los MCG son representaciones numéricas tridimensionales, que se emplean para simular el comportamiento futuro del sistema climático global. Se han realizado esfuerzos también en generar datos sobre las variables climáticas a nivel regional, empleando como base los modelos globales (Alvarado 2005; Echeverría 2004). Los resultados del desarrollo y combinación de modelos permiten obtener escenarios climáticos en donde se especifica los cambios en las variables climáticas como la temperatura media anual y la precipitación para determinado escenario de emisiones. Debido a que en el presente artículo se desarrolla un esfuerzo por analizar los efectos de las variables climáticas sobre los recursos naturales y las actividades económicas que los emplean en zonas costeras, la propuesta se basa en que el proceso de análisis se inicie identificando la actividad que se desea estudiar y de esta manera analizar en primera instancia, las diferentes variables climáticas y recursos naturales que forman parte de la actividad.

Con base en las relaciones y conceptos analizados en las secciones anteriores se presentará una propuesta metodológica de siete pasos, para la valoración de los efectos de la variabilidad climática sobre actividades desarrolladas en zonas costeras que emplean recursos naturales. En la Figura 5 se aprecia el proceso de análisis que permite identificar y valorar los efectos que sobre una actividad económica pueden tener variaciones en las variables climáticas.

Paso 1. La actividad económica costera identificada, que en el caso de Costa Rica puede ser pesca o turismo (Moreno et al. 2012), debe ser caracterizada en una primera instancia en cuanto a tipos de recursos naturales que emplea, cantidad de empleo que genera, zonas donde se desarrolla y si hay otras actividades (conexas) que se desarrollan amparadas en esta actividad. Las actividades conexas tienen en su función de producción uno o varios recursos naturales como insumos. Se debe desarrollar una caracterización socioeconómica y ambiental que permita establecer qué papel juega el recurso natural tanto en la actividad productiva general como en las actividades conexas. **Paso 2.** Es importante determinar la relevancia del recurso natural en el desarrollo de la actividad económica y la forma en que puede medirse (si disminuye el recurso,

disminuyen los ingresos). Lo anterior se puede realizar empleando fuentes de información científica y socioeconómica secundaria, entrevistas y visitas de campo. En general es deseable tener series de datos sobre el desarrollo de las actividades económicas, sin embargo en países como Costa Rica la cultura de la sistematización de la información en actividades costeras no está desarrollada.

Paso 3. Una vez realizada la caracterización de la actividad económica, teniendo en cuenta aspectos relevantes propios de la actividad y el uso de los recursos naturales, se deben identificar las variables climáticas que tienen influencia sobre estos recursos naturales. **Paso 4.** Posteriormente se debe realizar un análisis del impacto teórico que tendría sobre el recurso natural, la variación (aumentos y/o disminuciones) en el nivel de la variable climática; este tipo de análisis debe ser hecho con base en información secundaria desarrollada por científicos especialistas en el tema (climatólogos y biólogos, entre otros), de ser posible además se deben realizar entrevistas con estos científicos para entender mejor las relaciones e impactos identificados.

Paso 5. Una vez identificadas las posibles variaciones en el recurso natural debidas a cambios en la variable ambiental es necesario determinar cuál será el impacto de la variación del recurso natural sobre la actividad económica. Para este fin se debe analizar y describir el comportamiento de las variables importantes de la actividad económica y como estas son afectadas por oscilaciones en el recurso natural. **Paso 6.** Con la información obtenida en los procesos anteriores se debe analizar, seleccionar y aplicar la o las metodologías de valoración del efecto de la variación en la cantidad/calidad del recurso natural sobre la actividad productiva. En este paso es necesario realizar una revisión de literatura sobre las metodologías, consultas a expertos, talleres, encuestas, entrevistas y revisión de modelos económicos y econométricos dependiendo de la metodología o metodologías que se seleccionen. **Paso 7.** Aquí es muy importante tener presente que no sólo se deben aplicar metodologías para aproximar el impacto de la variación en el recurso natural sobre la actividad productiva sino que también existen un grupo de metodologías de valoración económica que permite aproximar el efecto que estas variaciones conllevan para los usuarios del recurso y/o servicio que él brinda.

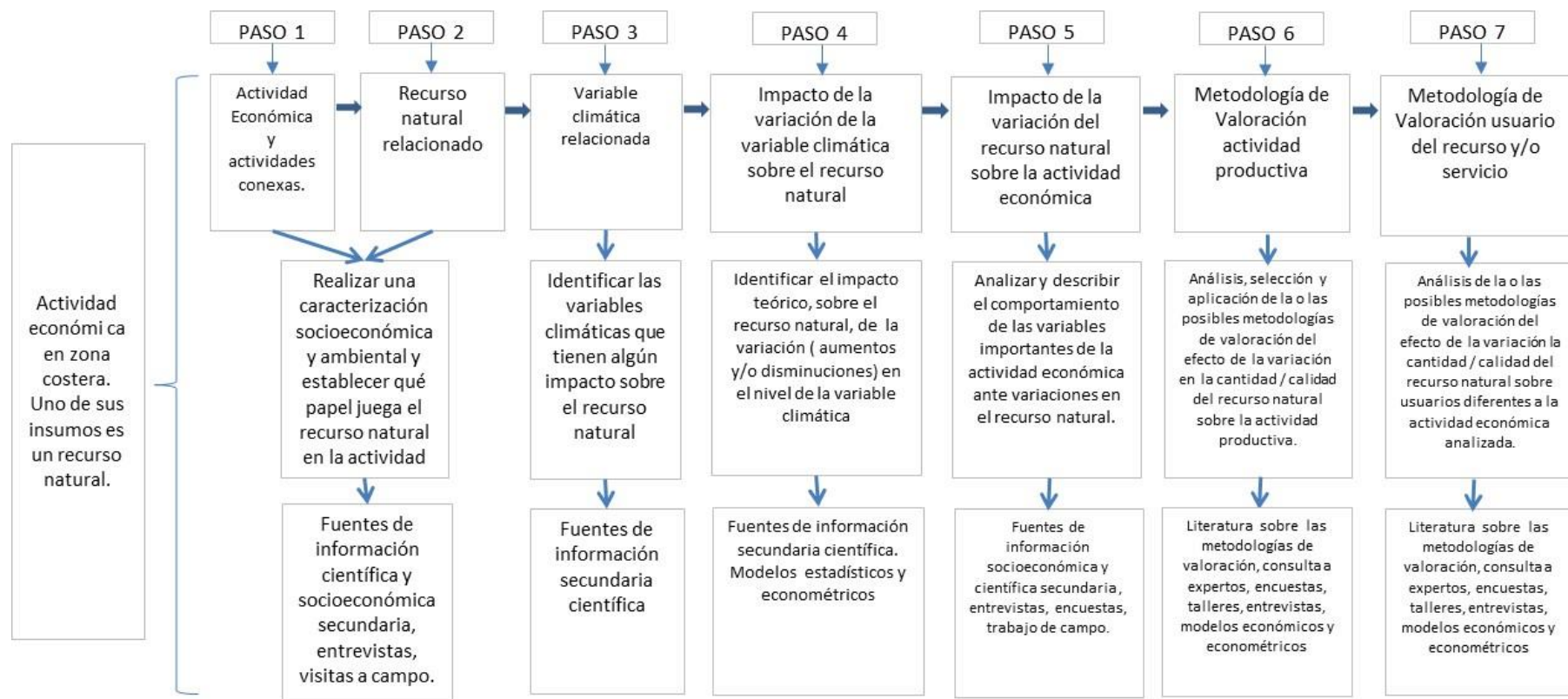


Figura 5. Propuesta metodológica para valorar los efectos del cambio climático sobre una actividad productiva costera.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez desarrollado el proceso metodológico, se deben realizar sugerencias sobre cuáles deben ser los cursos de acción a nivel de políticas y estrategias para mitigar el efecto que puede tener el cambio/variabilidad climática sobre los recursos naturales y las actividades económicas que dependen de ellos.

3.4.1. Ejemplo de aplicación de la metodología sugerida

A continuación se realiza un planteamiento de cómo se debería desarrollar la metodología sugerida (Figura 6) y también se puede encontrar más detalle en Moreno (2012).

El problema que se desea analizar es el efecto que tienen los cambios en las variables climáticas sobre actividades productivas que se desarrollan alrededor de la Isla del Coco,. En primera instancia se desarrolló una caracterización socioeconómica lo más completa posible en la que se describe detalladamente la forma en que se desarrolla la actividad turista, qué servicios se ofrecen, quién los ofrecen y quiénes los demandan.

Para este ejemplo se empleará una de las actividades conexas al turismo, las empresas navieras que llevan turistas a la Isla del Coco. Para este caso se debe identificó el tiburón martillo (*Sphyrna lewini*) como el recurso natural del cual depende la actividad conexas. Del análisis realizado se determinó que la variable climática más importante en este caso fue la temperatura superficial del mar: cuando aumenta causa disminución en la cantidad de avistamientos de tiburón martillo, esta disminución causa a su vez que menos turistas visiten la Isla, provocando disminución en los ingresos de las empresas navieras. Se propone el desarrollo de una metodología de valoración de mercado para cuantificar este efecto. Además se emplearon metodologías de preferencias declaradas para analizar el cambio en las preferencias de los turistas si se presenta un cambio en la disponibilidad del recurso natural.

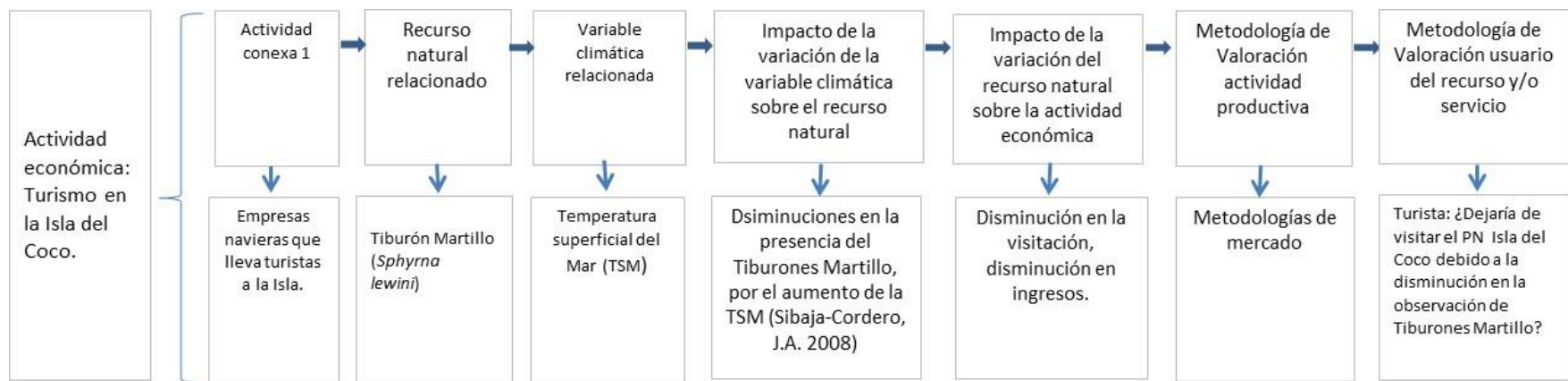


Figura 6. Ejemplo de aplicación de la propuesta metodológica para valorar los efectos del cambio climático sobre una actividad turística

Fuente: Elaboración propia

4. Discusión

En el artículo se presenta los componentes del sistema climático y se enfatiza que las relaciones entre las variables que conforman dichos componentes, al ser influenciadas por fenómenos externos, las hacen variar de forma diferentes a la que se esperaría y esto provoca que el cambio climático sea más acelerado y que la variabilidad climática sea más difícil de predecir. Estas variaciones han sido medidas por diferentes grupos de especialistas que han estructurado series de datos físicas que han permitido pronosticar los efectos que podrían llegar a tener el cambio climático y la variabilidad climática en los diferentes ámbitos.

En la revisión bibliográfica desarrollada se encontró que los impactos ocasionados por la variabilidad y el cambio climático sobre los recursos naturales y actividades económicas que los emplean, se han valorado económicamente empleando, o bien un grupo de metodologías que permiten aproximar el efecto inmediato del impacto, u otro grupo que desarrolla modelos macroeconómicos generales que analiza efectos sobre todo el sistema macroeconómico de cambios en una de las variables ambientales.

En el primer caso se obtiene una aproximación numérica del impacto, pero no se realiza una sistematización que permita la organización de una serie de pasos para la aplicación de métodos científicos en las diferentes áreas que involucran estos impactos, es decir, un análisis exhaustivo del comportamiento de los recursos naturales impactados y su relación con las variables climáticas y sus efectos sobre las actividades socioeconómicas dependientes de estos recursos. Por lo anterior además, no se pueden hacer sugerencias para la mitigación de impactos causados por la variabilidad y el cambio climático.

En el segundo caso en donde se emplean modelos macroeconómicos, las estimaciones pueden subvalorar los efectos reales que sobre una actividad económica puede tener una variación en el stock o calidad del recurso natural, no se hace un análisis detallado metodológico para analizar los efectos de la variabilidad climática.

Existen actualmente también grupos de metodologías de valoración económica que permiten aproximar el valor económico de estas variaciones y deben ser aplicadas luego de un proceso analítico no solo de la actividad económica como tal sino de las variables relacionadas con los recursos naturales que se emplean y de cómo las variables climáticas afectan estos recursos que a su vez afectan los ingresos de la actividad económica.

Una aproximación metodológica que permita valorar los efectos de la variabilidad climática sobre los recursos naturales y sobre las actividades que las emplean debe incorporar no solamente especialista en valoración sino también especialistas científicos y sociales que permitan incorporar adecuadamente los efectos analizados.

Los efectos socioeconómicos causados por la variabilidad climática deben ser aproximados y analizados con base en una metodología integradora que permita incluir todas aquellas variables que afectan el desarrollo de la actividad económica que se esté analizando. En los últimos años estos efectos han sido calculados con metodologías parciales que solo analizan los daños específicos de cierto evento pero que no permite identificar y ordenar aquellas variables relevantes que permitirían incluso hacer sugerencias de cómo se verían afectadas estas actividades en el futuro por dicha variabilidad.

Con los resultados obtenidos en la aplicación de la metodología sugerida en el presente artículo es posible generar recomendaciones para que la política ambiental hacia las actividades y sectores analizados sea más eficiente.

5. Conclusiones

El cambio y la variabilidad climática son fenómenos que han demandado gran cantidad de esfuerzos académicos y científicos para plantear formas de asimilarlo sin que las actividades económicas y humanas se vean perjudicadas por sus efectos.

En el análisis realizado en el presente artículo no se encontró un marco metodológico que permita identificar tanto la relación entre variables de las diferentes ciencias que intervienen, como los pasos que se deben seguir en las etapas previas a la aplicación de la metodología de valoración seleccionada para el problema identificado. Se concluye

también que la incorporación de metodologías para valorar el efecto socio-económico de estos fenómenos en las económicas locales, nacionales, regionales y mundiales ha sido o muy local o demasiado global.

Lo anterior permite concluir que hay grandes diferencias en las metodologías y que se requiere estructurar un proceso metodológico que permita incorporar los conceptos teóricos de ciencias naturales, ciencias sociales y económicas en un mismo esquema que permita “conectar” los efectos del sistema climático sobre los recursos naturales y sobre los ingresos de las actividades económicas que dependen de estos recursos naturales.

El cambio y la variabilidad climática son fenómenos que se irán intensificando en el futuro, el abordarlos desde un marco metodológico adecuado permitirá contar con información valiosa para conocer a qué son vulnerables social y económicamente las comunidades costeras y cuáles serían las posibles acciones de mitigación y adaptación que deberían tomarse en cuenta.

6. Agradecimientos

La autora desea expresar su agradecimiento al Dr. Juan Camilo Cárdenas, profesor de la Escuela de Economía de la Universidad de los Andes (Colombia) y al Dr. Francisco Alpizar del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza -CATIE- (Costa Rica) por su apoyo en el desarrollo de las pasantías que generaron parte de este documento. Este trabajo es parte del trabajo doctoral de la autora dentro del Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo (DOCINADE), programa conjunto de la Universidad Nacional (UNA), Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) y la Universidad Estatal a Distancia (UNED), Costa Rica. Parte de la información aquí consignada fue elaborada por la autora en el marco del Programa integrado de análisis de Políticas Públicas para la gestión sostenible de los Recursos Naturales y Servicios Ambientales en Costa Rica (Códigos 055103, NGEH01) de la Universidad Nacional.

7. Bibliografía

- Agüero, M. (1994). Valoración social y económica de manglares: problemas y métodos. El método de los coeficientes integrales. *Rev. Faro*, 1: 17-21.
- Alfaro, E. (2008). Algunos Aspectos sobre Clima, Variabilidad y Cambio Climático. Conferencia presentada en el *Curso Internacional: Estuarios Tropicales y su Cuenca OET y CIMAR-UCR*, Febrero, San José, Costa Rica.
- Alfaro, E. y Amador, J.E. (1997). Variabilidad y cambio climático en algunos parámetros sobre Costa Rica y su relación con fenómenos de escala sinóptica y planetaria. *Top. Meteor. Oceanogr.*, 4(1), 51-62.
- Alfaro, E. y Amador, J.A. (1996). El Niño-Oscilación del Sur y algunas series de temperatura máxima y brillo solar en Costa Rica. *Top. Meteor. Oceanogr.*, 3(1), 19-26.
- Alvarado, L. (2006). Escenarios de Cambio Climático para Centroamérica. Proyecto: AIACC-LA06. SICA, CRRH, UCR. Documento Técnico. 25p
- Allison, M.A., Khan, R.S., Goodbred S.L. & Kuehl, S.A. (2003). Stratigraphic evolution of the late Holocene Ganges-Brahmaputra lower delta plain. *Sediment. Geol.*, 155, 317-342
- Amelung, B., Nicholls, S., & Vinner, D. (2009). Implications of Global Climate Change for Tourism Flows and Seasonality. *Journal of Travel Research*, 45 (3), 285-296.
- Annan, J.D. & Hargreaves, J.C. (2006). Using multiple observationally-based constraints to estimate climate sensitivity. *Geophysical Research Letters*, 33: L06704
- Arnason, R. (2007). Climate Change and Fisheries: Assessing the Economic Impact in Iceland and Greenland. *Natural Resource Modeling*, 20(2), 163-197.
- Azqueta, D. 1994. Valoración Económica de la Calidad Ambiental. México: Ed. McGraw-Hill. 288 p.
- Barzev, R. 2002. Guía metodológica de valoración económica de bienes, servicios e impactos ambientales. Corredor Biológico Mesoamericano. Serie Técnica 04. 147p.
- Binh, C.T., Phillips M.J. & Demaine, H. (1997). Integrated shrimp-mangrove farming systems in the Mekong Delta of Vietnam. *Agr. Res.*, 28, 599-610.
- Bindoff, N., Willebrand, J., Artale V., Cazenave, A., Gregory, J., Gulev, S., Hanawa, K., LeQuéré, C., Levitus, S., Nojiri, Y., Shum, C.K, Talley L. ynne and Unnikrishnan, Alakkat. "Observations: Oceanic climate change and sea level". In *Climate Change 2007: The Physical Science Basis.*, editado por Susan Solomon, Dahe Qin, Martin Manning, Melinda Marquis, Kristen Averyt, Melinda Tignor and Henry Leroy. Cambridge University Press, 2007: 385-432. En:< En:< <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter5.pdf>> [consultado 13 de agosto 2013].
- Bosello, F., Lazzarin, R. & Tol, R. (2007). Economy-wide Estimates of the Implications of Climate Change: Sea Level Rise. *Environmental and Resource Economics*, 37 (3). 549-571.

- Cardona, D. 2009. Análisis bioeconómico de la pesca de camarón blanco en el Pacífico colombiano en presencia del Fenómeno El Niño. [Tesis de Magister en Economía]. Universidad de los Andes, 2009.
- CEPAL (2009). Informe de Factibilidad: Economía del Cambio Climático en Centroamérica. LC/MEX/L.897. Mexico.
- CEPAL. (2011). Valorización económica del impacto del cambio climático. Comisión Económica para América Latina. Reporte Técnico. Cepal, 256-281. [Documento Técnico]. Extraído el 13 de noviembre de 2013 desde http://www.cepal.org/publicaciones/xml/5/43925/2011-29-Cambio_climatico_RT-L1016-Cap_10web.pdf.
- Contreras-Espinosa, F. & Warner, B.G. (2004). Ecosystem characteristics and management considerations for coastal wetlands in Mexico. *Hydrobiologia*, 511, 233-245.
- Cooper, E., Burke L. & Bood, N. (2009). Coastal Capital: Belize. The Economic Contribution of Belize's Coral Reefs and Mangroves. World Resources Institute, Washington DC. Extraído el 10 de Julio del 2013 desde http://pdf.wri.org/coral_reefs_methodology_2009.pdf.
- Cooper, J.A.G. & Navas, F. (2004). Natural bathymetric change as a control on century-scale shoreline behaviour. *Geology*, 32, 513-516.
- Dixon, J., Fallon, L., Carpenter, R. & Sherman, P. (1994). Análisis Económico de Impactos Ambientales. Saravía., T. (tr). Piedra, M. & R. Hearne (ed). CATIE, Turrialba. Costa Rica.
- Echarri, L. (1998). *Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente*. Navarra: Tecnun, Universidad de Navarra. Extraído el 20 de agosto de 2012 desde <http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/00General/IndiceGral.html>.
- Echeverría J. (2004). Selección de escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero para desarrollar escenarios de cambio climático en Centroamérica. Informe de Consultoría. Proyecto: "Evaluación de impactos ocasionados por eventos extremos sobre el sector hídrico y medidas de adaptación bajo condiciones de cambio climático en América central". SICA; CRRH, UCR. 13p.
- EPA. (2013). *Formación Profesional*. Extraído el 12 de Junio de 2012 desde http://web.educastur.princast.es/proyectos/formadultos/unidades/latierra/udos_capuno_pauno.htm
- Forest, C.E., Stone, P.H. & Sokolov, A.P. (2006). Estimates PDFs of climate system properties including natural and anthropogenic forcings, *Geophysical Research Letters* 33: L01705, doi: 10.1029/2005GL023977.
- Freeman, A. (1992). The Measurement of Environmental and Resource Values. Theory and Methods. Resources for the Future. Washington D. C. 491 p.
- García-Cuellar, J.A., Arreguin-Sánchez, F., Hernández, S., Lluch-Cota, D.B. (2004). Impacto ecológico de la industria petrolera en la sonda de Campeche, México, tras tres décadas de actividad: Una revisión. *Interciencia*, 29 (6): 311-319.

- Geociencias, C. (2012). *Planeta Tierra. Centro de Geociencias. Universidad Nacional Autónoma de México*. Extraído el 10 de Septiembre desde http://www.geociencias.unam.mx/geociencias/iype_cgeo/criosfera.html
- Geographic, N. (2012). *National Geographic*. Extraído el 15 de Agosto del 2012 desde <http://www.nationalgeographic.es/ciencia/la-tierra/oceanos>
- Graham, E. (2008). Man's Impact on the Coastline. *Journal of Iberian Geology*.34 (2), 167-190.
- Habib, A. (2010). Economic Impacts of fish stock resources in the case of climate change. Lambert Academic Publishing
- Hay, J.E. & Mimura, N. (2006). Supporting climate change vulnerability and adaptation assessments in the Asia-Pacific Region –An example of sustainability science. *Sustainability Science*, 1, DOI 10.1007/s11625-11006-10011-11628.
- Hallegatte, S. (2008). An adaptive regional input-output model and its application to the assessment of the economic cost of Katrina. *Risk Analysis*, 28 (3), 779-799.
- Hannesson, R. (2007). Introduction to special issue. Economic Effects of climate change on fisheries. *Natural Resource Modeling*, 20 (2), 157-162.
- Hennessy, K., Fitzharris, L., Bates, B., Harvey, N., Howden, M., Hughes, L., Salinger J. & Warrick R. (2007). Australia and New Zealand. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC, 2007: 507-540. Extraído el 13 de agosto del 2013 desde <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-chapter11.pdf>.
- Holgate, S. & Woodworth, P. (2004). Evidence for enhanced coastal sea level rise during the 1990s. *Geophysical Research Letters* 31 (7).
- IPCC. (2001). Cambio Climático 2001: Informe de síntesis. Resumen para responsables de política.. Extraído el 1 de septiembre del 2012 desde <https://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>.
- IPCC. (2007). Cambio Climático 2007. Informe de Síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. [Equipo de redacción principal: Pachauri, Rajendra y Reisinger, Andy. (Directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, 2007. Extraído el 13 de agosto del 2013 desde http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf.
- Jonkman, S.N., Stive, M.J. & Vrijling, J.K. (2005). New Orleans is a lesson for the Dutch. *J. Coastal Res.*, 21, xi-xii.
- Knutti, R., Stocker, T.F., Joos, F. & Plattner, G-K. (2002). Constraints on radioactive forcing and future climate change from observations and climate model ensembles, *Nature* 416: 719 – 723.
- Lizano, O.G. (1997). Las mareas extraordinarias de 1997 en la costa Pacífica de Costa Rica. *Tóp. Meteorol. Oceanog.* 4: 169-179.

- Lizano, O.G. y Salas, D.M. (2001). Variaciones geomorfológicas en los últimos 50 años de la Isla Damas, Quepos, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 49. Supl. 2: 171-177.
- Lizano, O.G. y Salas, D.M. (2001). Variaciones geomorfológicas en los últimos 50 años de la Isla Damas, Quepos, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 49. Supl. 2: 171-177.
- Lotze, H.K., Lenihan, H.S., Bourque, B.J., Bradbury, R.H., Cooke, R.G., Kay, M.C., Kidwell, S.M. Kirby, M.X., Peterson, C.H. & Jackson, J.B.C. (2006). Depletion, degradation and recovery potential of estuaries and coastal seas. *Science*, 312, 1806-1809.
- Maxam, A., Lyew-Ayee, P. & McIntyre, K. (2011). A Classification of the Protection Provided by Coral Reef Systems in Jamaica - Utilizing GIS and Oceanographic Methods of Analysis. World Resources Institute. Washington, DC. [Working Paper en Línea]. Extraído el 20 de Julio del 2013 desde http://pdf.wri.org/working_papers/coastal_capital_jamaica_shoreline_protection_MGI.pdf.
- Meinshausen, M. (2006). What does a 2°C target mean for greenhouse gas concentrations? A brief analysis based on multi-gas emission pathways and several climate sensitivity uncertainty estimates, avoiding dangerous climate change, in H.J. Schellnhuber et al. (eds.), Cambridge: Cambridge University Press, pp.265 – 280.
- Moreno, M. (2009). Propuesta metodológica para valorar el impacto de las actividades económicas en áreas costeras. *Rev. Iberoamericana de Economía Ecológica*, 11, 29-38.
- Moreno, M. (2012). Actividades socioeconómicas en el Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica y posibles efectos de la variabilidad climática. *Rev. Biología Tropical* 60:113-129.
- Moreno, M. L., Moya, R., & Alfaro, E. (2012). Actividades Socioeconómicas usuarias de Recursos Naturales de la Zona Marítimo-Terrestre y Marina y su relación con la variabilidad climática en Costa Rica. Manuscrito no publicado.
- Moreno, M. (2014). Valoración del impacto socioeconómico de la variabilidad climática en pesca y turismo. *Revista Ciencias Sociales*. Universidad de Costa Rica. Manuscrito aceptado para publicación.
- Munday, P.L., Leis, J.M., Loudh, J.M., Paris, C.B., Kingsford, M.J., Berumen, M.L. & Lambrechts, J. (2009). Climate change and coral reef connectivity. *Coral Reefs* 28: 379-395.
- Murphy, J.M., Sexton D.M.H., Barnett D.N., Jones, G.S., Webb, M.J., Collins, M., and Stainforth D.A. (2004). Quantification of modelling uncertainties in a large ensemble of climate change simulations, *Nature* 430: 768 – 772.
- Nicholls, R., Wong, P., Burkett, V., Codignotto, J., Hay, J., McLean, R., Ragoonaden, S. & Woodroffe, C. (2007). Coastal systems and low-lying areas. In *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, editado por Martin Parry, Osvaldo Canziani, Jean Palutikof, Paul van der Linden y Clair Hanso. Cambridge

- University Press, 317-347. Extraído el 13 de agosto del 2013 desde <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-chapter6.pdf>
- NOAA. (2007). Billion dollar U.S. weather disasters, 1980-2006. Extraído el 25 de Agosto del 2013 desde <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/reports/billionz.html>.
- Nungaray, G. (2013). *e-How*. Extraído el 10 de septiembre del 2012 desde http://www.ehowenespanol.com/cinco-niveles-biosfera-info_185265/
- Ong, J.E. (2001). Vulnerability of Malaysia to sea level change. *Proceedings of the APN/SURVAS/LOICZ Joint Conference on Coastal Impacts of Climate Change and Adaptation in the Asia – Pacific Region*, 14-16th November 2000, Kobe, Japan, Asia Pacific Network for Global Change Research, 89-93.
- Pearce, D. & Turner, K. (1995). *Economía de los recursos naturales y del medio ambiente*. Madrid: Ediciones Colegio de Economistas de Madrid. 448 p.
- Pendleton, L. (2009). *The Economic and Market Value of America's Coasts and Estuaries*. Coastal Ocean Values Press.
- Pirazzoli, P.A., Regnaud, H. and Lemasson, L. (2004). Changes in storminess and surges in western France during the last century. *Mar. Geol.*, 210, 307-323.
- Prep., U. (2013). *Openstacks CNX*. Extraído el 25 de septiembre del 2012 desde <http://cnx.org/content/m16693/latest/>
- Ranasinghe, R., McLoughlin, R., Short A.D., & Symonds, G. (2004). The Southern Oscillation Index, wave climate, and beach rotation. *Mar. Geol.*, 204, 273-287.
- Raschky, P.A. (2008). Institutions and the losses from natural disasters. *Natural Hazards and Earth System Sciences. European Geosciences Union*. 8 (4), 627-634
- Regnaud, H., Pirazzoli, P.A., Morvan, G. & Ruz, M. (2004). Impact of storms and evolution of the coastline in western France. *Mar. Geol.*, 210, 325-337.
- Rogers, K. and Saintilan, N. (2008). Relationships between Surface Elevation and Groundwater in Mangrove Forest of Southeast Australia. *Coastal Research*, 24, 63-69. Doi 10.2112/05-0519.1
- Scavia, D., Field, J.C., Boesch, D.F., Buddemeier, R., Cayan, D.R., Burkett, V., Fogarty, M., Harwell M., & Co-authors. (2002). Climate change impacts on U.S. coastal and marine ecosystems. *Estuaries*, 25, 149-164.
- Scott, D., Jones, B. & Konopek, J. (2007). Implications of climate and environmental change for nature-based tourism in the Canadian Rocky Mountains: A case study of Waterton Lakes National Park. *Tourism Management*, 28 (2), 570–579.
- Schellnhuber, H.J., Cramer, W., Nakicenovic N., Wigley, T. and Yohe G. (2006). *Avoiding dangerous climate change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Schallenberg, M., Hall C.J., & Burns, C.W. (2003). Consequences of climate-induced salinity increases on zooplankton abundance and diversity in coastal lakes. *Mar. Ecol.-Prog. Ser.*, 251, 181-189.
- Sharp, B. & Batstone, C. (2008). Neoclasical Framework for Optimizarion the value of Marine Resources. In M. Patterson & B. Glavovic (Ed.), *Ecological Economics of the Oceans and Coasts* (pp. 95-117). UK.

- Shaw, D. & Loomis, J. (2008). Frameworks for analyzing the economic effects of climate change on outdoor recreation. *Climate research* 36 (3), 259-269
- Sibaja-Cordero, J.A. 2008. Tendencias espacio-temporales de los avistamientos de fauna marina en los buceos turísticos (Isla del Coco, Costa Rica). *Rev. Biol. Trop.*56 (Supl. 2): 113-32.
- Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K., Tignor, M., & Miller, H. (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change*. Cambridge, United Kingdom.: Cambridge University Press.
- Stern, N. (2007). *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge Press,
- Stocker, T., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S., Boschung, J., . . . Midgley, P. (2013). *Cambio Climático 2013, Bases Físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Storlazzi, C.D. & Griggs, G.B. (2000). Influence of El Niño-Southern Oscillation (ENSO) events on the evolution of central California's shoreline. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 112, 236-249.
- Tol, R. (2007). The double trade-off between adaptation and mitigation for sealevel rise: An application of FUND. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 12, 741-753.
- Valdés, J. & Sifeddine, A. (2009). Composición elemental y contenido de metales en sedimentos marinos de la bahía Mejillones del Sur, Chile: evaluación ambiental de la zona costera. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*37 (2): 131-141. doi: 10.4067/S0718-560X2009000200002
- Vilar, F. (2013). *Usted no se lo cree*. Recuperado de <http://ustednoselocree.com/2009/12/09/componentes-sistema-climatico/>
- Viles, H.A., and Goudie, A.S. (2003). Interannual decadal and multidecadal scale climatic variability and geomorphology. *Earth-Sci. Rev.*, 61, 105-131.
- Walsh, R., Loomis, L. & R. Gillman. (1984). Valuing option, existence, and bequest demands for wilderness. *Land Economics*. 60 (1): 14-29.
- Wei-Chun T. & Chi-Chung. C. (2007). Valuing the potential economic impact of climate change on the Taiwan trout. *Ecological Economics* 65 (2), 282-291.
- Wilson, M. & Liu, S. (2008). Non-Market Value of Ecosystem Services provided by Coastal and Nearshore Marine Systems. En: Patterson M. and Glavovic, B. (Eds.), *Ecological Economics of the Oceans and Coasts* (pp. 119-139). Edward Elgar (Publisher). UK.
- Wigley, T.M.L. and Raper, S.C.B. (2001). Interpretation of high projections for global-mean warming, *Science* 293: 451-454.
- Wielgus, J., Cooper E., Torres R. & Burke L. (2010). *Coastal Capital: Dominican Republic. Case studies on the economic value of coastal ecosystems in the Dominican*

- Republic. World Resources Institute. Washington, DC., [Working Paper en Linea].
Extraído el 20 de Julio de 2013 desde
http://reefcheck.org/PDFs/coastal_capital_dominican_republic.pdf.
- WRI. (2009). Value of Coral Reefs & Mangroves in the Caribbean- Economic Valuation
Methodology V3.0. World Resources Institute. Washington DC. [Working Paper
en Linea]. Extraído el 13 de noviembre del 2013 desde
http://pdf.wri.org/coral_reefs_methodology_2009.pdf.
- Zweig, R. (1998). Sustainable Aquaculture: Seizing Opportunities to Meet Global Demand.
Agriculture TechnologyNotes 22. World Bank, Washington, District of Columbia

CAPITULO 3

Estudios de Caso: Turismo - Metodología Sugerida

Actividades socioeconómicas en el Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica y posibles efectos de la variabilidad climática

Resumen

Las actividades socioeconómicas y sus ingresos en el Parque Nacional Isla del Coco (PNIC) han sido poco evaluados y sistematizados, al igual que los efectos que sobre ellos pueda tener la variabilidad climática. Se empleó una metodología que analiza en detalle las actividades productivas desarrolladas alrededor del PNIC, identificando las variables económicas, los recursos naturales, las variables climáticas relacionadas y se cuantificaron los ingresos que obtienen estas actividades productivas, además se analizó los posibles efectos de la variabilidad climática sobre estas actividades. Para lo anterior, se realizó una revisión bibliográfica detallada, consulta con empresarios, investigadores y turistas. Se obtuvo que los principales conglomerados de actividades alrededor del PNIC son la recreación y la vivencia espiritual, la investigación, las actividades económicas y la gestión y manejo del Parque. Se realizó una aproximación de las contribuciones de la existencia del PNIC en estos cuatro conglomerados en el 2010, y se obtuvo que la contribución el ámbito nacional fue de US\$5.7 millones de dólares, el internacional de US\$2.5 millones de dólares, el global del PNIC ascendió aproximadamente a US\$8.3 millones de dólares. También se determinó que si los recursos naturales objeto de la visita de los turistas disminuyen debido a efectos de la variabilidad climática, estos ingresos podrían disminuir en 30%.

Palabras clave: Parque Nacional Isla del Coco, ingresos, beneficios socioeconómicos, conglomerado, variabilidad climática, valor agregado, Costa Rica.

Abstract.

Socio-economic activities developed around the Coco's Island National Park (NPCI) and their income haven't been recently evaluated and systematized, as well as the impact that climate variability may have on them. A methodology that analyzes in detail the productive activities, identifying the economic variables, natural resources and climatic variables related was applied. The income earned by these economic activities was calculated and the potential effects of climate variability on them was analyzed. In order to apply the methodology approximation, a detailed literature review, consultation with entrepreneurs, researchers and tourists were carried out. The major cluster around the PNIC are recreation

and spiritual experience, research, economic activities and the management of the Park. The approximation of PNIC's income as a result of its existence in 2010, was approximately US\$8.3 million dollars, of which US\$5.7 million dollars goes to national entities and US\$2.5 million dollars goes to international entrepreneurs. In addition, if the natural resources, reason for the visit of tourists, decrease due to effects of climatic variability, the aforementioned income could decrease by 30 %.

Key words: Isla del Coco National Park, income, socioeconomic benefits, cluster, climate variability, added value, Costa Rica.

1. Introducción

El Parque Nacional Isla del Coco (PNIC) fue declarado como tal en 1978, por el presidente Rodrigo Carazo Odio, mediante la emisión del Decreto Ejecutivo No. 8748-A, el cual fue ratificado posteriormente como Ley de la República, Ley No. 6794 del 09 de agosto de 1982. Cuenta con área terrestre de 24 km², y con un área de ecosistemas marinos protegidos de 1997 km² aproximadamente (Cajiao 2008). La Isla cuenta con varias bahías, puntas e islotes, así como arrecifes coralinos brindando refugio para las especies locales y migratorias, por ejemplo varios tipos de tiburones, rayas y cetáceos (Sibaja-Cordero 2008) que actualmente son objeto de visitación turística. Según Alfaro (2008) y Quirós-Badilla y Alfaro (2008) las variaciones estacionales en precipitación, viento, radiación, humedad relativa, temperatura superficial del aire y del mar, están asociadas a la migración meridional de la Zona de Convergencia Inter-Tropical, ya que la Isla del Coco se encuentra bajo su influencia prácticamente desde la primavera hasta el otoño boreal. Dicha zona está influenciada por el evento de El Niño-Oscilación Sur, que consiste en un calentamiento de las aguas en el Indo-Pacífico y cuyo calor es transportado por la Contra-Corriente Ecuatorial hacia el Pacífico Oriental Tropical (Sibaja-Cordero 2008, Quirós-Badilla & Alfaro 2009).

En el PNIC y sus alrededores se desarrollaron actividades humanas antes de su declaración como Parque Nacional en 1978. Hay evidencia de que por lo menos 28 expediciones fueron realizadas entre 1697 y esa fecha, las cuales tenían diferentes fines como la conquista, la exploración y científicos. A partir de 1978 se registran cerca de 20 expediciones científicas (Cortés 2008). Desde 1984, se permite la entrada al Parque a embarcaciones relacionadas con actividades ecoturísticas. Todas las actividades humanas que pueden desarrollarse en el PNIC están especificadas en el Plan de Manejo y Desarrollo y reguladas por el Decreto Ejecutivo No. 29537-MINAE del 20 de abril 2001 (Cajiao 2008). Entre estas actividades se contempla el ecoturismo, la investigación, el voluntariado y el trabajo de instituciones gubernamentales y no gubernamentales.

A pesar de la gran importancia socioeconómica y el ingreso que muchas de las Áreas Marinas Protegidas (AMP) generan a las actividades socioeconómicas que se desarrollan

alrededor de ellas, existen pocos estudios que identifiquen dichas actividades y que cuantifiquen estos ingresos (Otoya *et al.* 2010). Con relación a otros aspectos que pueden impactar estas áreas como la variabilidad climática se han desarrollado algunos estudios físicos que evidencian los impactos pero no los cuantifica (Alvarado *et al.* 2011). Sibaja-Cordero (2008) realizó un análisis de 15 años de datos de avistamiento de poblaciones, recolectados por los guías de buzos en 27 puntos alrededor de Isla. Una de las conclusiones del estudio fue que el evento de El Niño ha tenido repercusiones sobre la abundancia y presencia de especies particulares, como el tiburón martillo (*Sphyrna lewini*) y la raya moteada (*Taeniura meyeni*), que disminuyen durante este fenómeno. El tiburón martillo presenta una estacionalidad aumentada en abundancia a partir de junio y descendiendo cerca de diciembre. El número de avistamientos cae abruptamente en años de El Niño (1992 y 1998). En el presente artículo se incluirán resultados obtenidos en el proceso de encuestación en los que se evidencia las posibles respuestas de los turistas a disminuciones en los recursos marinos turísticos como el tiburón martillo.

El objetivo del presente trabajo es identificar, caracterizar y cuantificar la generación de ingresos en actividades cuyo eje de acción es el PNIC, además de realizar una aproximación de la posible disminución en esos ingresos debido a los efectos de la variabilidad climática sobre los recursos marinos de los que dependen estas actividades.

2. Materiales y Métodos

2.1. Conceptualización Metodológica.

Los Parques Nacionales (PN) en general, y el PNIC en particular son activos naturales que generan servicios (ej: recreativos) aprovechados por conglomerados de actividades socioeconómicas para generar ingresos (Pearce & Turner 1995, Furst *et al.* 2005). Estos servicios también son usufructuados por cadenas relacionadas de actividades conexas en escalas que trascienden a lo local debido a la existencia de impactos subsiguientes de tipo socioeconómico en la escala nacional e internacional, conduciendo potencialmente a un proceso de desarrollo vertical y horizontalmente vinculado (Moreno *et al.* 2011).

Aquí es relevante mencionar los conceptos de valor de uso y de no uso. Estos han sido trabajado por varios autores (Freeman 1993, Dixon et al. 1994, Garrod & Willis 1999) y se han realizado aplicaciones en Áreas Protegidas (Del Saz & Suárez 1998, Chae *et al.* 2012, Wang & Jia 2012). El valor de uso hace referencia al bienestar derivado del uso directo o indirecto de un bien y el de no uso al bienestar generado por la mera existencia del bien. En el caso de las Áreas Protegidas el valor de uso se considera como aquel que obtienen los usuarios de la existencia de estas zonas como oferente de una serie de servicios, como son los de carácter recreativo, que afectan directamente al bienestar de estas personas. En el caso del PNIC el valor de uso se produce tanto para los proveedores de servicios de turismo al PNIC como para los visitantes que disfrutan de las bellezas naturales del mismo.

El instrumento que se percibe conceptual y operativamente como el más útil para realizar un análisis de las interrelaciones y externalidades positivas de un PN hacia las actividades económicas que giran en torno a él, es una combinación del análisis de conglomerado local y cadena transversal (es decir: desde la localidad de origen hasta el destino final).

El enfoque de conglomerado de actividades interrelacionadas dentro de una cadena de generación de ingreso, se identifica como la herramienta apta para la identificación de las actividades productivas (incluyendo proyectos de investigación en o relacionados con los parques y reservas) y reproductivas (en el sentido social e incluyendo la recreación de distinto nivel y calificación). Esto permite atribuir las contribuciones de los PN a la creación y consolidación de dichas actividades de carácter socioeconómico para estimar por medio de cálculos numéricos y a través de indicaciones cualitativas los beneficios en forma de empleo, ingreso por visitación, entre otros (Fürst *et al.* 2004).

En el análisis del desarrollo socioeconómico, lo anterior se conoce como conglomerado vinculado a una dinámica de cadena de valor agregado (Porter 1990, 1999, Altenburg & Meyer-Stahmer 1999, Ramos 1999). Para este artículo en particular, el conglomerado debe entenderse metodológicamente como una concentración sectorial y territorial de actividades y empresas que surgen a causa de determinadas necesidades (demanda por materias primas y servicios a suministrar por otras), que interactúan cada vez más entre ellas en términos

productivo y organizacionales y que dependen en última instancia de la conservación o no del PN en estudio. Este enfoque permite identificar un amplio conjunto de efectos indirectos de encadenamiento y conexión (desde el punto de vista del cambio estructural del patrón de desarrollo socioeconómico) que a primera vista se concentran en un territorio alrededor del PN (en la llamada zona de influencia). Dicho impulso de desarrollo abarca también la emergencia de actividades de servicio y producción en espacios geográficos más allá de la zona de influencia directa. Involucra así unidades territoriales en la cadena de efectos originados por el PN, incluyendo la microregión, la región, el país y el entorno global que va desde lo local a la escala internacional.

La metodología plantea una enorme dificultad metodológica para identificar y delimitar, en términos socio-geográficos y análisis de cadena (eslabones económicamente y territorialmente encadenados), las diversas facetas de impacto inducidas en las escalas de impacto espacial indicadas. En particular, esto es válido para el traslape que se observa entre las escalas espaciales-territoriales (local, nacional e internacional) y el resultante problema de atribuir y contabilizar los ingresos a las unidades geográficas afectadas positivamente por la existencia y preservación del PNIC. El principal problema de atribución de ingresos al PNIC es identificar donde se genera el ingreso si en Puntarenas, en San Ramón, en San José o a nivel internacional. Por ejemplo la empresa de microbuses que lleva a los turistas a Puntarenas puede llenar su tanque en San José, en San Ramón o en Puntarenas. La compra de comida e insumos por parte de los Operadores Turísticos es otro ejemplo algunos se compran en Puntarenas y otros en San José.

Adicionalmente, el “doble conteo” de los ingresos asociados a las actividades desarrolladas dentro de las cadenas debe ser evitado con el objetivo de generar una cuantificación lo más precisa posible. El doble conteo, significa que un mismo monto de ingreso bruto se atribuye a dos actores en la misma cadena. Ejemplo de lo anterior, es que al considerar los ingresos brutos de los operadores turísticos que van al PNIC, se deben restar aquellos montos que ellos les pagan como ingreso a otros sectores tenidos en cuenta en el análisis como es el caso de las gasolineras.

Por lo que, el análisis procura evidenciar cualitativamente la forma cómo se organiza cada cadena, así como separar claramente qué ingresos se generan a partir de la existencia del PNIC y cuáles no. Estas limitaciones son tomadas en cuenta en el presente estudio en el momento de describir y cuantificar las contribuciones del parque.

2.2. Metodología específica.

El presente trabajo se realizó durante los años 2010 y 2011. En una primera etapa se recopiló información secundaria (artículos, documentos de instituciones públicas) sobre las actividades socioeconómicas que se desarrollan en el PNIC. En la segunda etapa, se complementó esta información con entrevistas y encuestas a empresarios que desarrollan actividades alrededor de la existencia del PNIC y a turistas que lo visitan. Esta información se recopiló en forma personal, vía teléfono, fax y correo electrónico.

El trabajo de campo con los responsables de las actividades productivas se desarrolló durante el periodo de la investigación (2010-2011) y el realizado en el PNIC, incluyó dos expediciones del 19 al 29 de abril, 2010 y del 30 de junio al 10 de julio, 2011, en ellas se documentaron los atractivos turísticos del PNIC, la forma en que los empresarios realizan sus actividades turísticas en la zona y se realizaron entrevistas a los turistas, funcionarios encargados del PNIC y a voluntarios. En este trabajo de campo se realizaron encuestas a 126 turistas, nueve funcionarios del Área de Conservación Marina Isla del Coco (ACMIC) y del PNIC, tres funcionarios de actividades relacionadas (como guardacostas y voluntarios) y 11 a personas con actividades económicas. Adicional a lo anterior se entrevistaron 10 funcionarios de Organizaciones no Gubernamentales (ONG's) e instituciones públicas que desarrollan algún tipo de actividad en el PNIC. Es importante mencionar que en el año 2010 la Fundación Amigos del Coco (FAICO), organizó una expedición especial para turistas costarricenses en el barco Pacific Explorer, ese grupo fue encuestado para el presente artículo y por esto el número de costarricenses en la muestra para ese año puede ser más alto de lo que podría esperarse.

Una vez recolectada la información necesaria se procedió a realizar la caracterización de las actividades productivas, la identificación de los componentes del conglomerado de

actividades desarrolladas alrededor del PNIC y de los encadenamientos respectivos, a la cuantificación de los ingresos obtenidos a nivel local, nacional e internacional y a analizar los posibles efectos de la variabilidad climática y el cambio climático sobre ellas. En términos de los ingresos a diferentes escalas, se identificó la ciudad de Puntarenas como el ámbito local, el resto del país como ámbito nacional y el resto del mundo como ámbito internacional.

En el presente artículo se realiza un análisis de toda la información obtenida y se calcula una aproximación a los aportes económicos de la existencia del PNIC para el 2010.

3. Resultados

El análisis de conglomerados de actividades (Figura 1), arrojó que los ejes principales alrededor de la protección y conservación del PNIC son: la recreación y la vivencia espiritual, la investigación y educación, la gestión y manejo y las actividades económicas.

3.1. Recreación y vivencia espiritual.

Por medio de las actividades turísticas, los visitantes pueden entrar en contacto con la naturaleza; apreciando la belleza natural y conociendo la flora y fauna de la región. Esta es una contribución cualitativa muy importante que es la base del desarrollo de las actividades turísticas en el PNIC.

En el PNIC, el turista puede realizar una serie de prácticas recreativas específicas al Parque como buceo y caminatas entre otros. Dichas actividades dependen directamente de la conservación de los servicios ambientales como: la belleza escénica, la conservación de la biodiversidad marina y terrestre. Estas características atraen a miles de visitantes de todo el mundo.

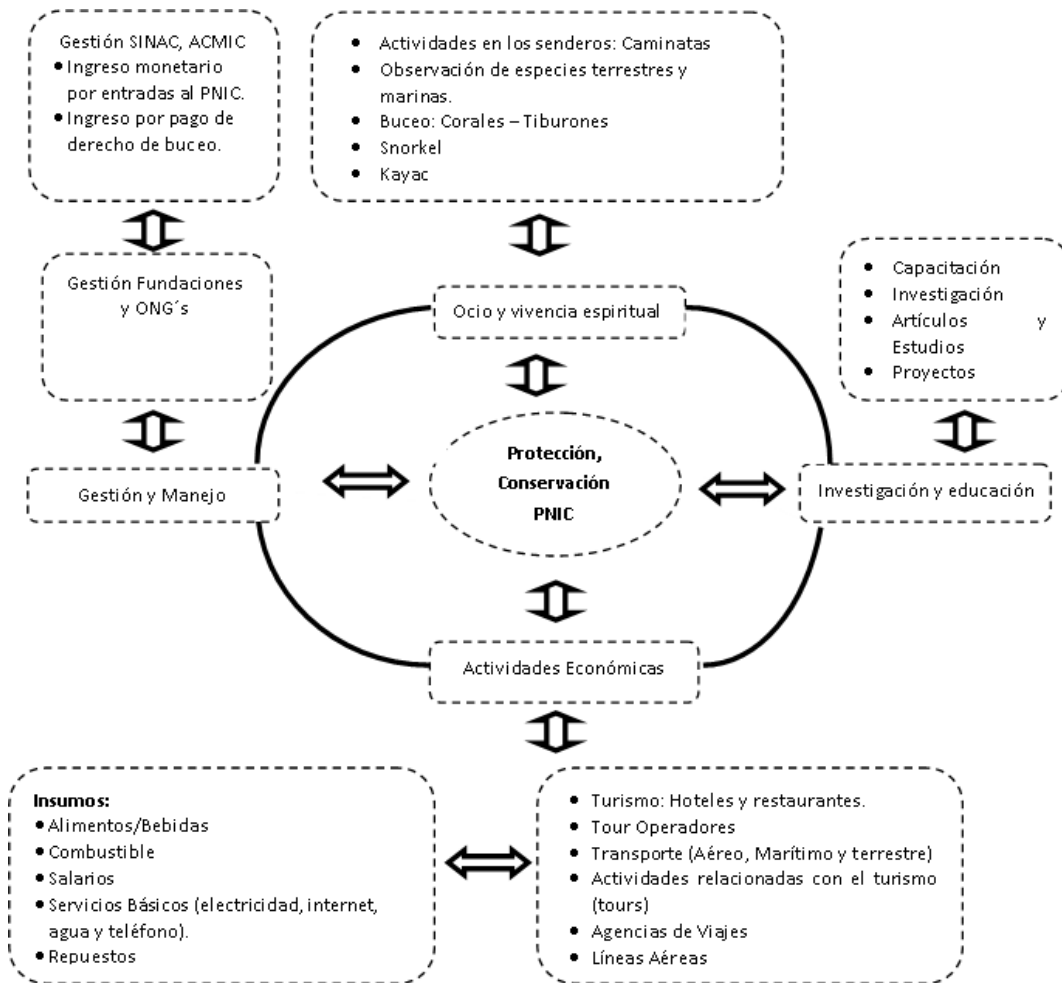


Figura 1. Conglomerado de actividades desarrolladas alrededor del Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica.

Buceo: En esta actividad se pueden encontrar unas 270 especies de peces en su mayoría congregaciones de tiburones tales como: tiburón punta blanca (*Charcharinus albimarginatus*), martillo (*Sphyrna lewini*), punta negra (*Carcharhinus limbatus*) y ocasionalmente el tiburón ballena (*Rhincodon Typus*), siendo uno de los sitios de buceo más exigentes a nivel mundial, brindando a los visitantes un espectáculo único. Las zonas autorizadas para bucear son: Isla Manuelita, Isla Cónica, Piedra Sucia, Isla Cáscara, Isla Pájaro, Punta Ulloa, Roca Sumergida, Cabo Dampier, Dos Amigos I y II, Aleta de Tiburón, Punta María y Bajo Alcyone. Para practicar esta actividad recreativa, se requiere supervisión profesional y equipamiento adecuado, por lo anterior los grupos de turistas van acompañados siempre de un especialista que es parte de la tripulación de las embarcaciones. El buceo nocturno es una práctica importante que permite al turista observar tiburones y otras especies marinas, debe desarrollarse una vez durante la noche, en grupos no mayores a 11 personas. (MINAE-SINAC-ACMIC 2007a).

Caminatas en los senderos: Para las actividades recreativas en la parte insular, se cuenta con tres senderos o caminos en los cuales el visitante puede realizar observación de flora, fauna. Estos senderos son: Chatham-Wafer, Cascada del Río Genio y Sendero al Cerro Yglesias (Figura 2). La administración del Parque ha invertido esfuerzos en mejorar aquellos trayectos que puedan ser peligrosos para los turistas por caídas, por medio de programas como el de Ecoturismo (MINAE-SINAC-ACMIC 2007b).



. Figura 2. Punto más alto para los visitantes en el Cerro Yglesias

Fuente: Moreno 2011

3.2. Gestión y Manejo

Este eje está relacionado con el trabajo que realiza el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), en la protección y administración del PNIC y en las organizaciones que los apoyan como ONG's y fundaciones (MARVIVA, Fundación Amigos de la Isla del Coco –FAICO-, el Programa Restauración de Tortugas Marinas –PRETOMA- entre otras). Este Parque Nacional se encuentra en la jurisdicción del Área de Conservación Marina Isla del Coco (ACMIC).

Dentro del ACMIC se desarrollan cinco programas de manejo del PNIC (Bermúdez-Acuña *et al.* 2007):

- a. PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN Y OPERACIONES: Desarrolla temas tales como: manejo financiero, recursos humanos, infraestructura, equipo, voluntariado, planificación, comunicación, seguimiento y evaluación, entre otros.

Dos de las organizaciones que han apoyado este programa son el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) y FAICO. Con la construcción de la microcentral hidroeléctrica Río Genio y de cabinas para los funcionarios respectivamente. El ICE inició la construcción de la microcentral hidroeléctrica Río Genio a inicios de 2002 y el 4 de febrero del 2005 se entrega oficialmente a los funcionarios del ACMIC (Obando 2005). La micro central se creó con el objetivo de brindar energía eléctrica más limpia para cubrir las necesidades en la administración del PNIC y evitar algunos inconvenientes ocasionados por la generación térmica (ruido, traslado de combustible, contaminación, entre otras).

El ICE trabajó en conjunto con el ACMIC, que se constituye en el principal beneficiado del proyecto, colaborando en la construcción, hospedaje, alimentación, entre otros. Al ser un proyecto muy complejo, el ICE realizó sus obras con ayudas de algunas entidades externas, entre las que se pueden mencionar a FAICO que realizó una donación del equipo turbogenerador; el Servicio Nacional de Guardacostas que colabora con traslado de personal y materiales; algunos de los Operadores Turísticos

también facilitaron el traslado de material y funcionarios; el gobierno de Japón donó las turbinas para la microplanta. Cabe resaltar que se le realizaron algunas modificaciones a la Planta Hidroeléctrica del Río Genio, la cual cuenta en la actualidad con una mejor infraestructura.

Por otro lado, FAICO gestionó fondos para la construcción de módulos habitacionales para los funcionarios del PNIC: dos módulos son de Holanda y uno de Japón, la empresa privada y recursos propios de la Fundación. La construcción en el sitio de estos módulos se llevó a cabo gracias al esfuerzo de grupos de voluntarios, funcionarios de FAICO y del PNIC.

- b. PROGRAMA DE FINANCIAMIENTO: Involucra temas de gestión de proyectos, mercadeo del parque, relaciones con Organizaciones no gubernamentales, entre otros.

En este componente el ACMIC es apoyado por organizaciones como FAICO que realiza distintas actividades y programas con el fin de adquirir fondos. Se tienen proyectos de alcancías en el aeropuerto, se hacen eventos de recaudación como las cenas de gala, degustación de vinos o el crucero a la Isla, se tienen programas de reciclaje y el programa de padrinos isla del coco. Estos proyectos permiten también sensibilizar a la población mostrando los distintos riesgos, dificultades y maravillas que existen en torno al PNIC (Villalobos com. pers. 2010)

- c. PROGRAMA DE CONTROL Y VIGILANCIA: temas de patrullaje, operativos especiales, control de áreas críticas, demarcación de límites y del equipo del parque, entre otros.

Los funcionarios del SINAC son apoyados por funcionarios de Guardacostas y la Fundación MARVIVA que en febrero del 2004 establece un convenio Marco de Cooperación con el MINAET para apoyar en la protección del PNIC. Otras instituciones como FAICO han donado embarcaciones empleadas para apoyar este componente.

- d. PROGRAMA DE MANEJO DE RECURSOS NATURALES Y CULTURALES: Abarca temas de investigación, monitoreo biológico, daño ambiental, recuperación de hábitats, manejo de especies introducidas, habilidad ecológica, entre otras.

Se destacan los aportes realizados por las universidades estatales y por ONG's como MARVIVA, FAICO y PRETOMA entre otras en este componente. Este programa brinda el sustento científico para la ampliación, diseño y manejo del PNIC. También, se trabaja con la población para brindar información sobre los recursos marinos.

- e. PROGRAMA DE USO PÚBLICO: involucra temas de uso sostenible, monitoreo de impactos por visita, interpretación ambiental, entre otros.

En este programa se destaca el apoyo que ha tenido el ACMIC por parte de Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), El Fondo Mundial del Medio Ambiente (GEF), el Fondo Francés para el Medio Ambiente (FFEM) y Onca Natural (ONG) para la elaboración del plan de uso y el de monitoreo de las zonas de uso público.

Dentro de los aportes socioeconómicos del PNIC (y del ACMIC) se destacan la generación de empleo y la atención de turistas que genera ingresos para el país.

El ACMIC, cuenta aproximadamente con 30 funcionarios, 75% hombres y 25% mujeres. Aproximadamente 19% de los funcionarios son procedentes de Puntarenas y 81% de otras zonas del país. La mayoría de los empleados poseen secundaria completa (64%), otros licenciatura (21%), bachillerato universitario (12%) y un pequeño grupo cuenta con maestría (3%). De acuerdo a los registros llevados por el ACMIC, en el año 2010 el monto por salarios para estos funcionarios fue de aproximadamente US\$438,755.41. El 68% de estos fondos provienen directamente del SINAC y el 32% del Fondo Nacional de Parques (FNP).

La visitación al PNIC para el 2010 fue de 3624 personas, de los cuales 1031 fueron exonerados de los pagos de la entrada (investigadores, científicos, entre otros). Teniendo en cuenta la tarifa de entrada (25US\$ por persona por día para extranjeros, nacionales y residentes), se obtiene que el total de ingresos percibidos por concepto de entradas y buceo al PNIC correspondiente al año 2010 fue de aproximadamente US\$726,040.00.

3.3. Investigación y Educación.

La primera expedición de la cual se cuenta con registros a la Isla del Coco fue en 1697 con fines exploratorios y comerciales a cargo del pirata y cronista británico William Dampier (Cortés 2008).

La Isla del Coco posee gran cantidad de estudios realizados por distintas organizaciones, trabajos físicos, químicos, biológicos, legales, meteorológicos, culturales, históricos, de sinergia, económicos, geológicos, arqueológicos, sismológicos entre otros. Se han identificado alrededor de 1300 publicaciones, las cuales se encuentran en el centro de documentación del SINAC. Cabe destacar que, el auspicio para muchas de las investigaciones realizadas en el PNIC ha sido parte del esfuerzo realizado por FFEM, GEF, el (PNUD), El Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET), Conservación Internacional (CI), Unesco, Embajada de Japón y embajada de Holanda entre otros. Algunas universidades como la Universidad de Costa Rica (UCR) y la Universidad Nacional también han desarrollado trabajos en el PNIC con fondos nacionales.

Además, el Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR, Universidad de Costa Rica) ha generado cerca de 20 artículos con los insumos que han obtenido en sus investigaciones, la mayoría de estos artículos se han publicado en la Revista Biología Tropical de la Universidad de Costa Rica.

La investigación resulta importante para los científicos ya que esta zona constituye un santuario en el que cada día se descubren distintas especies, por ejemplo, un proyecto que está siendo desarrollado por la Universidad Nacional y que inició en el 2010, descubrió cinco especies nuevas de helechos. Este proyecto es relevante porque los helechos

representan el 30% de la flora de la isla y es el grupo que más endemismo tiene. El componente de Conservación trabaja con base en parcelas de 40 metros X 40 metros, en las cuales se puede obtener información de diferentes sitios a diferentes alturas y en diferentes hábitats. Esta información es vital para establecer si las especies están en peligro de extinción o no, que tan abundantes son y planificar cuales sitios requieren de un status de conservación más fuerte o cuales áreas pueden ser utilizadas más para ecoturismo. Con conocimiento sobre las poblaciones de helechos, los científicos pueden plantear a la administración diferentes niveles de conservación (Alexander Rojas com.pers. 2010).

Dentro de los aportes económicos del PNIC en lo referente a investigación y educación se obtuvo información para proyectos de Cooperación Internacional, aportes directos y otros y proyectos con financiamiento nacional.

En el período 2006-2010, dentro de los proyectos de Cooperación Internacional, se obtuvo fondos con el FFEM, CI, Unesco, Embajada del Japón y Embajada de Holanda por montos cercanos a los US\$1,958,235. Para el mismo período por aportes directos que corresponden a compra y mantenimiento de embarcaciones, ayuda en la compra de repuestos y accesorios para diferentes equipos de trabajo y entrega de insumos y accesorios para guardaparques como uniformes, zapatos y otros como parte del trabajo que coordina FAICO para el ACMIC, se obtuvo US\$302,200.

Para el 2010 los montos para estas partidas fue de US\$334,564 para Cooperación Internacional y US\$78,743 para aportes directos (Figura 3).

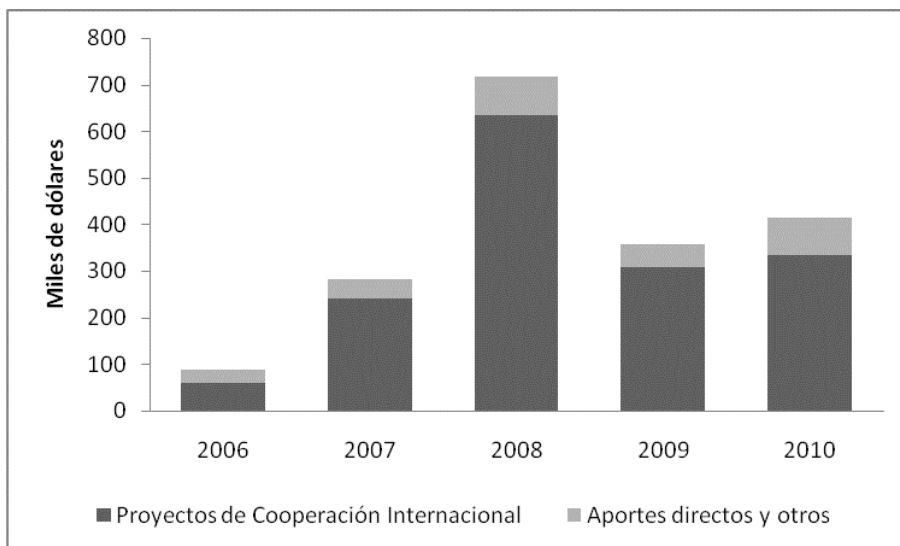


Figura 3. Detalle estimado de ejecución de proyectos y otros aportes en beneficio del ACMIC. Miles de Dólares, durante el periodo 2006-2010

Fuente: ACMIC

Los proyectos con financiamiento nacional son pocos y la mayoría se desarrollan por parte de las universidades públicas con fondos propios o con fondos del Consejo Nacional de Rectores (CONARE). Para el 2010 se pudo obtener información de dos proyectos cuyos montos ascendían a US\$80,292.37.

3.4. Actividades Económicas.

En el PNIC la principal actividad económica es el turismo. De esta actividad dependen otras como los Operadores Turísticos, hoteles, restaurantes y empresas de transporte aéreo y terrestre.

El PNIC recibió varios tipos de visitantes en el periodo 1992-2010 (Figura 4), dentro de los cuales se destacan: turistas, pescadores, investigadores, voluntarios y funcionarios públicos del SINAC y de otras instituciones públicas. El promedio anual de visitación en el periodo fue de 2710 visitantes de los cuales 43% (1208) fueron nacionales y 57% (1592) fueron extranjeros. En los últimos años la visitación extranjera ha tenido mayor participación que

la de nacionales (Figura 4). Como la mayoría de visitantes nacionales son exonerados a mayor parte de los ingresos provienen de los turistas extranjeros.

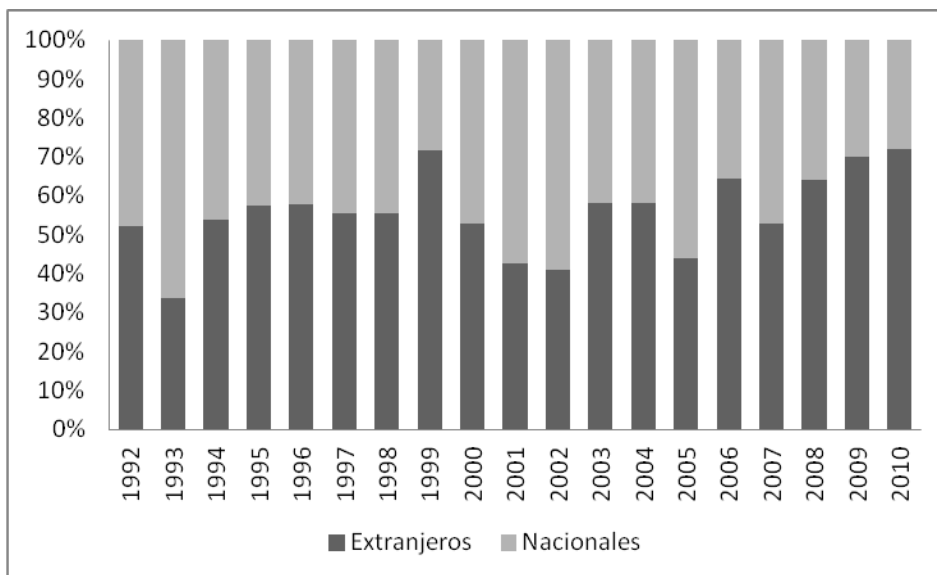


Figura 4. Visitación Parque Nacional Isla del Coco Costa Rica, 1992-2010

.Fuente: MINAE-SINAC-ACMIC, 2007 & SEMEC.2010.

3.4.1. Perfil de visitación y gasto promedio del turista

Con la información obtenida en el trabajo de campo, se realizó un perfil del turista promedio, considerando los gastos dependiendo de la nacionalidad.

En las encuestas realizadas a los turistas para el presente artículo en el período 2010-2011, se obtuvo que aproximadamente el 74% de los turistas eran extranjeros mientras que 26% fueron nacionales. En términos de los países de origen de los turistas, los resultados de las encuestas fueron los siguientes: 26,19% de Costa Rica, 15,87% de Italia, 15,08% de Rusia, 14,29% de Alemania, 9,52% de Estados Unidos, 7,14% de Austria, 2,38% de México y 2,38% de Canadá, 2,38% de Suiza, 1,59% de Ucrania, 0,79% de Francia, España, Polonia y Japón.

De la encuesta se obtuvo también que los turistas realizan de 3 a 4 actividades dentro del Parque Nacional Isla del Coco (Figura 5). La primera opción es la observación de tiburones (98%), la segunda opción más seleccionada fue la observación de los arrecifes de corales (92%), la tercera fue las caminatas por senderos en el PNIC (65%) y la cuarta opción fue el snorkeling (31%). Algunos turistas colocaron otras opciones (17%).

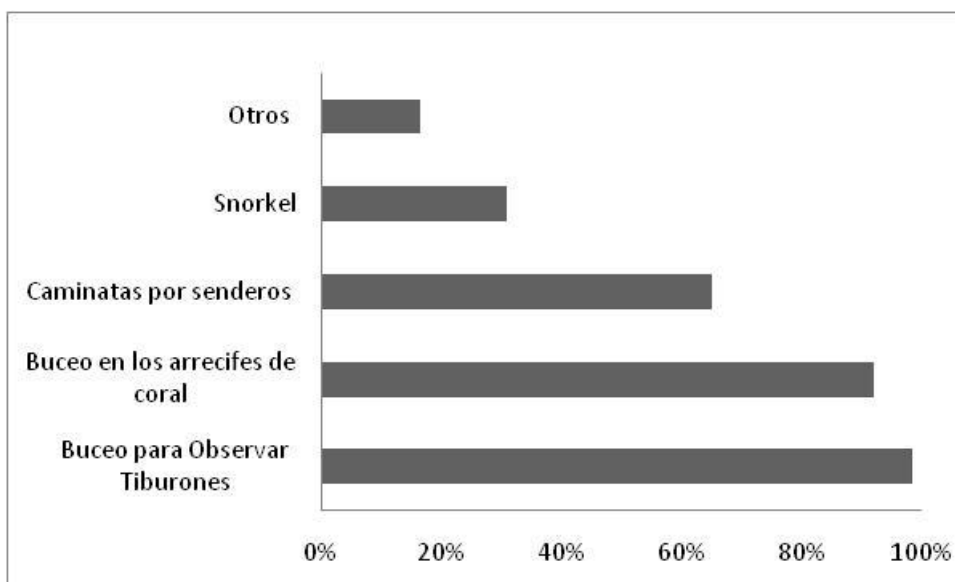


Figura 5. Porcentaje de visitación según actividad realizada.

De la misma manera se destaca que, alrededor del 89,68% de los encuestados tenían conocimiento sobre la existencia de la Isla del Coco, el 10,32% restante no respondió. En cuanto a las diferentes formas por las que se enteraron de la existencia del PNIC se identificó que del 89,68% que conocía sobre la existencia del mismo, el 20,63% se enteró por amigos, el 15,08% por vía internet, 15,08% por medios de telecomunicación, y el restante 49,21% se enteró por documentales, revistas, estudios, entre otros.

El gasto promedio del turista según nacionalidad para disfrutar del PNIC, que toma en consideración los gastos que realizan los turistas en los tiquetes aéreos, hospedajes, compras en supermercados, alimentación, transporte en taxis, Operadores Turísticos, entrada al PNIC y tarifa diaria de buceo, se presenta en la figura 6.

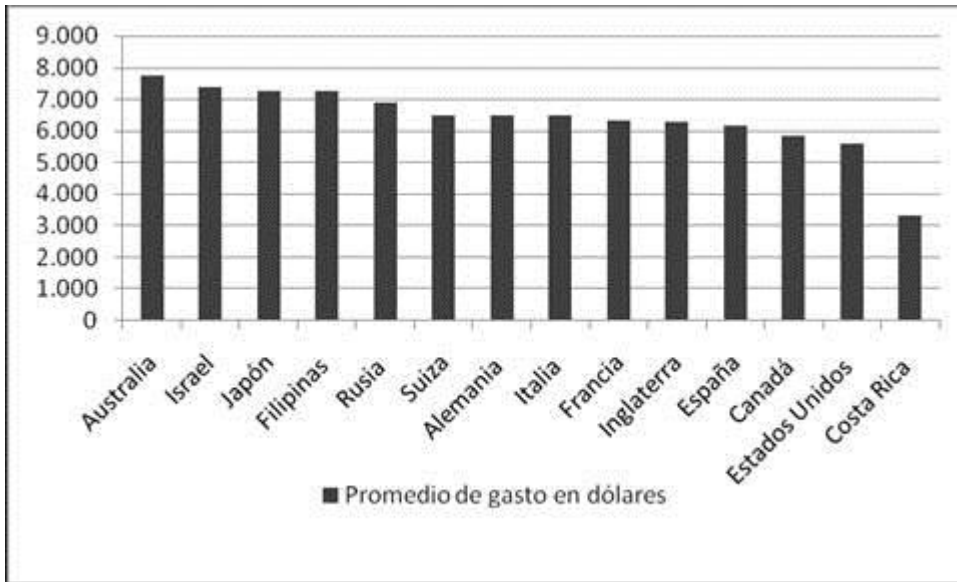


Figura 6. Gasto promedio del Turista según nacionalidad, 2010.

3.4.2. Operadores turísticos

La operación autorizada por el SINAC es realizada por tres empresas de turismo: Aventuras Marítimas Okeanos, Undersea Hunter Group y Golfo Express. La operación se fundamenta en convenios de cooperación entre el MINAET y cada una de las empresas interesadas.

Las empresas cuentan con siete embarcaciones para ofrecer sus servicios. Las dos primeras empresas son las que poseen mayor trayectoria en brindar servicios en el Parque Nacional Isla del Coco. La primera se fundó en 1984, cuenta con dos embarcaciones: Wind Dancer y Okeanos. Tienen la capacidad de brindarle el servicio a 22 pasajeros cada uno, de los cuales aproximadamente el 95% son extranjeros y el 5% son costarricenses. Cuentan con una tripulación aproximada de 27 personas. La segunda se crea en 1990, cuenta con 3 embarcaciones: Undersea Hunter, Sea Hunter y Argo, tienen la capacidad de transportar 49 turistas; que en su mayoría son extranjeros (95% o más), cuenta con una tripulación de 60 personas en temporada alta y 40 en temporada baja. Adicionalmente es la única empresa que ofrece el servicio del sumergible DeepSee, que ha sido muy importante para la investigación científica.

Por otro lado, Golfo Express fue creada en el 2006 y cuenta con una embarcación; Adventure, la cual tiene capacidad para 18 turistas (aproximadamente el 99% son extranjeros y 1% nacionales). Cuenta con una tripulación de 15 personas en temporada alta y 6 en temporada baja.

Estas empresas se especializan en el transporte de turistas por lo cual el 100% de sus ingresos provienen de los mismos. Los paquetes que adquieren los turistas extranjeros y nacionales de las distintas empresas oscilan entre 10 y 12 días y su precio varía de acuerdo a la temporada y a la embarcación que elija el turista. Los Operadores Turísticos se especializan en la actividad del buceo.

En el trabajo de campo se entrevistó el siguiente número de turistas en cada embarcación: Okeanos 22, Sean Hunter 25, Under Sean Hunter 24, Pacific Explorer 34, Golfo Express 9, Wind Dancer 12.

El PNIC también es visitado por pequeños navíos que transportan pocos visitantes y que permanecen en la isla menos de 10 días. En 2007 se contabilizaron 40 embarcaciones de este tipo que transportaron 335 visitantes.

3.4.2.1. Aportes económicos de los Operadores Turísticos

Para el año 2010, los ingresos totales de los Operadores Turísticos que llevan turistas al PNIC fue de aproximadamente \$3,761,700. Este monto fue distribuido entre varias actividades que prestan sus servicios a las empresas (Figura 7), el mayor gasto se produce para la compra de combustible, luego viene otros gastos y utilidades, gastos de mantenimiento, alimentos, salarios, bebidas, servicios básicos (electricidad, agua) y otros servicios (internet, limpieza y televisión por cable).

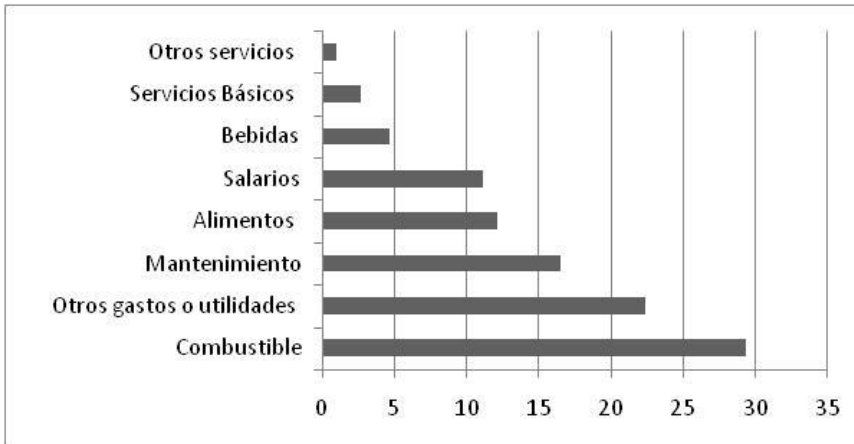


Figura 7. Distribución del ingreso de lo Operadores Turísticosa otras actividades productivas.

3.4.3. Transporte

Al llegar a Costa Rica, los turistas deben tomar un taxi desde el aeropuerto a los hoteles recomendados. Al día siguiente toman una buseta que los lleva a Puntarenas, donde se encuentran los muelles de los Operadores Turísticos. El costo del transporte en la buseta es incluido en el paquete todo incluido que ofrece el Tour Operador. Aproximadamente el 10% de los turistas no utiliza el servicio, ya que, prefiere realizar tours antes o después de ir al PNIC y por lo tanto contrata su propio medio de transporte.

Algunos de los Operadores Turísticos establecen convenios con las empresas de transporte y cada una de ellas realiza en promedio nueve viajes mensuales, estas busetas tienen una capacidad promedio de 30 personas cada una y también se contrata un camión para el transporte del equipo de buceo de los turistas.

3.4.4. Hoteles

Algunos Operadores Turísticos recomiendan al visitante pasar dos noches en la capital (San José); un día antes de dirigirse al PNIC y un día después.

Aproximadamente el 90% de los turistas se hospedan en seis hoteles recomendados por algunos de los Tour Operadores, lo que en promedio indica que un total de 896 personas utilizan este tipo de servicio. El gasto total por persona es de US\$522 por los dos días por

hospedaje y alimentación. Es decir los hoteles percibieron por concepto de hospedaje de los turistas que se dirigen al PNIC en el 2010, un monto aproximado de US\$467,712.00.

3.4.5. Comercios y Supermercado

En su trayecto hacia Puntarenas, los turistas que se dirigen al PNIC, emplean los servicios de un restaurante, que de acuerdo a la información obtenida en el trabajo de campo, atiende a cerca de 476 de estos turistas al año, con un ingreso anual de US\$2,856.

Algunos de los turistas compran en Puntarenas en varios comercios pequeños y medianos como supermercados y pulperías. El gasto promedio es de \$20.

3.5. Aportes del PNIC en el ámbito local, nacional e internacional

Las actividades descritas anteriormente generan ingresos a nivel local, nacional e internacional. En esta sección se separaron estos ingresos y se presentan en el Cuadro 1. Tal como se muestra en las secciones anteriores, en el PNIC operan una serie organizaciones, personas y empresas que generan interacciones con otros actores y brindan aportes económicos en el ámbito local (Puntarenas), nacional y en el internacional. En la presente investigación se pudo obtener datos para los ámbitos nacional e internacional pero no para el local. En este sentido es importante reiterar que los montos aquí presentados son una aproximación de los montos reales y que debido a la gran dificultad para conseguir este tipo de información probablemente estén subvalorados. En el Cuadro 1 se muestra el detalle de los aportes en el ámbito nacional e internacionales del PNIC, que para el 2010 fue de US\$8,342,245.25.

La mayor contribución del PNIC en la generación de ingreso se presentó para las actividades económicas (50.83%), posteriormente se destaca el ingreso generado para aerolíneas que transportan a los turistas desde diferentes países (30.62%), los ingresos generados por la gestión del Parque (12.67%) y por último los fondos generados para investigación y educación (5.88%). Si se analizan los resultados de acuerdo a la escala, se obtiene que los mayores ingresos se produjeron en el ámbito nacional (69.38%) y luego en el internacional (30.62%). En el ámbito local no se calcularon los ingresos por la dificultad

en la consecución de la información, sin embargo se puede afirmar que estos ingresos sí existen.

Cuadro 1. Sistematización de los Ingresos Brutos de las Actividades Economicas Desarrolladas alrededor del PNIC

Alcance- escala del aporte	Actividades beneficiadas. Tipo de Actividad	Tipo de aporte valorado según fuentes (Ingresos). Dólares
Nacional	Gestión del PNIC (12,67%)	1.056.251,26
	Entradas a los Parques Nacionales	586.582,58
	Servicios varios	30.913,27
	Salarios (con Fondos SINAC)	299.297,99
	Salarios (con dineros del Fondo Nacional de Parques)	139.457,42
	Investigación y Educación (5,88%)	493.599,37
	Proyectos de Cooperación Internacional	334.564,00
	Aportes directos y otros	78.743,00
	Proyectos con fondos nacionales	80.292,37
	Actividades Económicas e Insumos (50,83%)	4.238.793,72
	Combustible	1.103.565,96
	Matenimiento	621.293,88
	Alimentación turistas	457.201,68
	Salarios	418.497,48
	Bebidas	174.750,60
	Servicios básicos	100.216,20
	Internet	4.264,80
	Limpieza	7.581,00
	Televisión por cable	1.453,68
	Otros Servicios	36.508,44
	Otros Gastos o Utilidades	842.892,00
	Servicios de Hotelería	467.712,00
	Servicios de Restaurante	2.856,00
	Total Nacional	5.788.644,35
Internacional	Aerolíneas (30,62%)	2.553.600,90
	Total Internacional	2.553.600,90
Total Ingresos		8.342.245,25

3.6. Posibles efectos de la Variabilidad Climática sobre los ingresos de las actividades socioeconómicas

Con base en resultados obtenidos por Sibaja-Cordero (2008), en donde se concluye que el Fenómeno de El Niño ha tenido repercusiones sobre la abundancia y presencia de especies como la del tiburón martillo, se les consultó a los turistas si ellos seguirían visitando la Isla del Coco aunque la especie objeto de su visita disminuyera o desapareciera, el 46% manifestó que si regresaría, el 30% que no, el 24% no respondió y el 6% restante posiblemente regresaría (Figura 8).

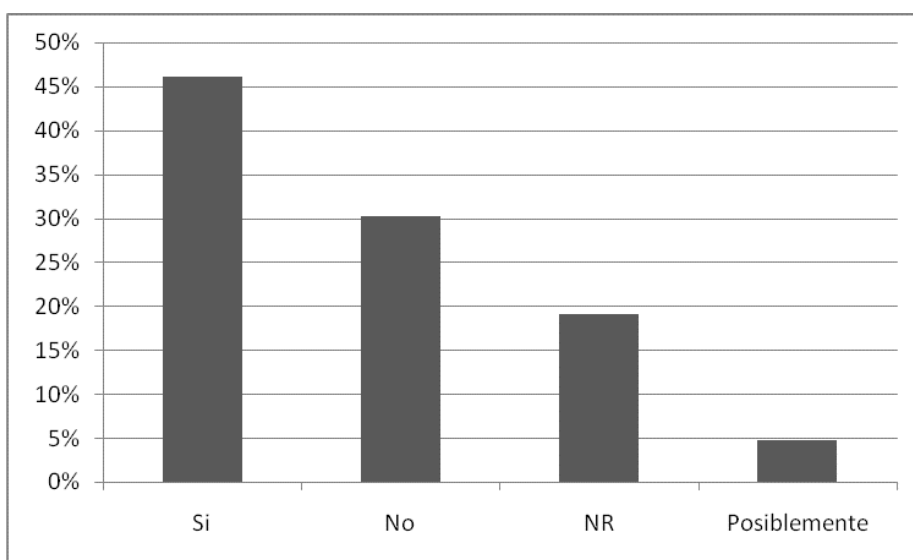


Figura 8. Comportamiento de los turistas ante la desaparición del recurso natural por el que visitan el PNIC

Empleando la metodología de Fürst (2004), se realiza el supuesto de que la reducción del 30% en la visitación por desaparición o disminución de los recursos marinos traerá como consecuencia una disminución en el mismo porcentaje de los aportes generados por esta visitación. Con base en los resultados obtenidos para el 2010 y presentados en el Cuadro 1, esta disminución sería de US\$2,502,637.57.

4. **Discusión y conclusiones**

Las principales actividades socioeconómicas que se desarrollan alrededor de la existencia del PNIC son el manejo y la gestión, la investigación y la educación y algunas actividades económicas. Estas actividades giran en torno a la conservación de los recursos naturales del Parque y a la actividad turística que se desarrolla en él.

Estos resultados aunque sin el detalle presentado aquí, se han obtenido para otras Áreas Marinas Protegidas (AMP), las cuales impactan positivamente la biodiversidad marina y la recuperación de especies para la pesca, además de proporcionar importantes espacios para actividades como el turismo (Otoya *et al.* 2010). Lo anterior debido a que al incrementar las densidades de peces dentro de las AMP, las capturas fuera de estas áreas probablemente aumentarán (Ruijs & Janmaat 2007) y a que estas áreas permiten la conservación y protección de especies que son objeto de las actividades turísticas. En este sentido una contribución importante de las AMP, es que permiten que, poblaciones de especies objetivo sean más estables que cuando se toman medidas de recuperación fuera de ellas (Babcock *et al.* 2010). En este sentido el PNIC, proporciona aportes al país no solamente por la protección en recursos marinos importantes como el tiburón martillo y la raya moteada sino que diferentes actividades económicas y sociales se desarrollan debido a su existencia.

Se demostró en este artículo que la aplicación de la metodología conglomerado-cadena para parques nacionales y reservas biológicas creada por Fürst (2004), puede ser empleada en el caso de AMP también. Esta metodología permitió cuantificar los múltiples efectos de vinculación hacia delante, que tiene el PNIC en términos socioeconómicos. Los resultados obtenidos aunque en términos numéricos se diferencia de otros estudios (Fürst *et al.* 2004, Naranjo-Barrantes 2007, Moreno *et al.* 2010, Otoya *et al.* 2010, Salas *et al.* 2010), permiten obtener conclusiones similares en cuanto a la importancia de los parques nacionales a la economía nacional y a que esta importancia se debe identificar a diferentes niveles. Como en estos estudios, en el caso del PNIC, las actividades económicas son las que más ingresos obtienen de su existencia, aunque también se generan importantes contribuciones en el manejo y gestión y en la investigación y la educación.

Aunque se ha tratado de identificar y sistematizar los aportes más relevantes del PNIC al desarrollo socioeconómico, bajo la perspectiva que diferencia entre las escalas espaciales-territoriales del lugar (Parque Nacional), zona o región (Área de Conservación) y país (institucionalidad), la escala a nivel nacional ha prevalecido con respecto a los datos y resultados encontrados. Un resultado parecido se encontró en los estudios relacionados mencionados en el párrafo anterior. En el caso del presente estudio, los ingresos a nivel local (Puntarenas) no pudieron ser cuantificados debido a la dificultad en la consecución de la información, pero definitivamente existen. Un resultado interesante que también se dio en el estudio de Salas *et al.* (2010), es que los ingresos que obtienen diferentes empresas a nivel internacional de la existencia del PNIC son importantes y en general no se consideran como posibles contribuyentes para el mejoramiento de esta área.

Por otro lado los posibles efectos de la variabilidad climática identificados sobre los recursos naturales del Parque (Sibaja-Cordero 2008), es la disminución en la abundancia de especies importantes para el turismo como el Tiburón Martillo, esto podría conllevar disminuciones de hasta 30% en los ingresos obtenidos de la existencia del PNIC, debido a la disminución de turistas.

Una reflexión final es que a pesar de la gran importancia socioeconómica y el ingreso que muchas de las AMP generan a las actividades socioeconómicas que se desarrollan alrededor de ellas, algunas presentan problemas en su financiamiento y el PNIC no es la excepción. Una posible causa es la relación entre visitantes y requerimiento de ingreso (Gravestock *et al.* 2010). Recientemente se han desarrollado esfuerzos en torno a la posibilidad de crear redes de AMP para mejorar la conservación de éstas y potenciar sus ingresos y beneficios para la actividad turística y pesquera generada fuera de ellas (Costello *et al.* 2010, Gaines *et al.* 2010). En el caso del PNIC la iniciativa del Corredor Marino de Conservación del Pacífico Este Tropical, tiene entre sus objetivos el impulso de la actividad turística responsable y brindar un conjunto de bienes y servicios ambientales a escala local, regional y nacional (Rodríguez 2005, McCook *et al.* 2010).

5. Agradecimientos

A los empresarios, investigadores, funcionarios del SINAC-ACMIC y de otras instituciones públicas y privadas por su disponibilidad y valiosa colaboración en la consecución de la información. A Daniela Murillo Ruiz y Jackeline Cruz Chaves por el apoyo en la consecución y sistematización de la información de campo. Este trabajo se realizó gracias al apoyo del proyecto “Interacciones océano-atmósfera y la biodiversidad marina de la Isla del Coco, Costa Rica” (Códigos UNA 023458, IABG14) financiado por el Consejo Nacional de Rectores (CONARE), Costa Rica. Este trabajo es parte del trabajo doctoral de la autora dentro del Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo (DOCINADE), programa conjunto de la Universidad Nacional (UNA), Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) y la Universidad Estatal a Distancia (UNED), Costa Rica.

6. Referencias

- Alfaro, E.J. (2008). Ciclo diario y anual de variables troposféricas y oceánicas en la Isla del Coco, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 56 (Supl. 2): 19-29.
- Altenburg, T. & Meyer-Stahmer, J. (1999). How to Promote Clusters: Policy Experiences from Latin America. *World Develop.* 27: 1693-1713.
- Alvarado, J.J., Herrera, B., Corrales, L., Asch, J. & Paaby, P. (2011). Identificación de las prioridades de conservación de la biodiversidad marina y costera en Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 59: 829-842.
- Babcock, R.C., Shears, N.T., Alcalá, A.C., Barrett, N.S., Edgar, G.J., Lafferty, K.D. & Russ, G.R. (2010). Decadal trends in marine reserves reveal differential rates of change in direct and indirect effects. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 107: 18256-18261.
- Bermúdez-Acuña, F., Zanella, I. & Ballesteros, M. (2007). Plan de uso público del Parque Nacional Isla del Coco. Onca Natural/MINAE/SINAC, San José, Costa Rica. 60 p.
- Cajiao, M.V. (2008). Aspectos legales relacionados con el Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 56 (Supl. 2): 207-214.
- Chae D, Wattage P. & Pascoe, S. (2012). Recreational benefits from a marine protected area: A travel cost analysis of Lundy. *Tourism Management*. Volume 33. 4: 971-977
- Cortés, J. (2008). Historia de la investigación marina de la Isla del Coco, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 56 (Supl. 2): 1-18.
- Costello, C., Rassweiler, A., Siegel, D., De Leo, G., Micheli, F. & Rosenberg, A. (2010). The value of spatial information in MPA network design. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 107: 18294-18299.
- Del Saz, S & Suárez, C. (1998). El valor de uso recreativo de espacios naturales protegidos: aplicación del método de valoración contingente al Parque Natural de L'Albufera. *Economía Agraria*. 182: 239-272.
- Dixon J., Fallon L., Carpenter R. & Sherman P. (1994). Análisis Económico de Impactos Ambientales. Earthscan Publications, Ltd.
- Fürst, E., Moreno, M.L., García, D. & Zamora, E. (2004). Desarrollo y conservación en interacción: ¿cómo y en cuánto se benefician la economía y la comunidad de las áreas silvestres protegidas en Costa Rica? INBio & CINPE, Heredia, Costa Rica. Extraído el 11 octubre de 2011 desde www.inbio.ac.cr/otus/pdf/PNRB.pdf.
- Freeman, A. III. (1993). The measurement of Environmental and Resources Values. Theory and Methods. Resources for the Future. Washington 516p.
- Gaines, S.D., White, C., Carr, M.H. & Palumbi, S.R. (2010). Designing marine reserve networks for both conservation and fisheries management. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 107: 18286-18293.
- Garrod G., Willis K. (1999). Economic Valuation of the Environment. Methods and Case Studies. Cheltenham: UK and Northampton, MA, USA: Edward Elgar.

- Gravestock, P., Roberts, C.M. & Bailey, A. (2007). The income requirements of marine protected areas. *Ocean Coast.Manag.* 51: 272-283.
- McCook, L.J., Ayling, T., Cappo, M., Choat, H.J., Evans, R.D., De Freitas, D.M., Heupel, M., Hughes, T.P., Jones, G.P., Mapstone, B., Marsh, H., Mills, M., Molloy, F.L. Pitcher, C.R., Pressey, R.L., Russ, G.R., Sutton, S., Sweatman, H., Tobin, R., Wachenfeld, D.R. & Williamson, D.H. (2010). Adaptive management of the Great Barrier Reef: A globally significant demonstration of the benefits of networks of marine reserves. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 107: 18278-18285.
- MINAE-SINAC-ACMIC. (2007^a). Plan de Uso Público del Parque Nacional Isla del Coco. San José, Costa Rica.
- MINAE-SINAC-ACMIC. (2007^b). Plan de Manejo del Parque Nacional Isla del Coco. Documento Técnico. San José, Costa Rica. 122 pp. Extraído el 15 de marzo 2011 desde http://www.isladelcoco.go.cr/attachments/079_Plan%20de%20Manejo%20PNIC.pdf
- Moreno, M.L., González, S., & Mora, C. (2010). Analysis of the Socio-economic Contributions of Palo Verde National Park. “A Nest for Research and Education” 2009. Documento Técnico. UNA, CINPE, SINAC, Heredia, Costa Rica.
- Moreno, M.L., Choden, S., Floquet, A. & Mongbo, R.L. (2011). Protected Areas-not Just for Biodiversity Conservation: The Contributions of Protected Areas to the Economic and Social Development in Bhutan, Costa Rica and Benin. Edit. Zeta Servicios Gráficos S.A., San José, Costa Rica.
- Naranjo-Barrantes, A. (2007). The contribution of protected nature areas towards socio-economic development in Costa Rica: A cluster analysis of Braulio Carrillo National Park. Wageningen Univ., Gelderland, Holanda.
- Obando, M. (2005). Microcentral hidroeléctrica Genio Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica. Instituto Costarricense de Electricidad (.ICE). Informe Ejecutivo. San José, Costa Rica. 22p.
- Otoya, M., Moreno, M.L., Cordero, D. & Mora, C. (2010). Analysis of the Socio-economic Contributions of Corcovado National Park and Caño Island Biological Reserve. “The Biological, Archaeological, Cultural Richness of the South Coast Mediated by the Dynamism of its Villages”. Documento Técnico. UNA, CINPE, SINAC, Heredia, Costa Rica.
- Pearce, D. & Turner, K. (1995). *Economía de los recursos naturales y del medio ambiente*. Edit. Alianza, Madrid, España.
- Porter, M. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*. Edit. Simon & Schustre, Nueva York, Estados Unidos.
- Porter, M. (1999). Clusters and the New Economics of Competition. Documento 10 presentado al taller de trabajo sobre “Conceptos y Metodologías en el análisis de clusters”. CEPAL, Santiago, Chile.

- Quirós-Badilla, E. & Alfaro, E.J. (2009). Algunos aspectos relacionados con la Variabilidad Climática en la Isla del Coco, Costa Rica. *Rev. Climatol.* 9: 33-44.
- Ramos, J. (1999). Una estrategia de desarrollo a partir de los complejos productivos (clusters) en torno a recursos naturales. ¿Una estrategia prometedora? Documento 1 presentado al taller de trabajo sobre “Conceptos y Metodologías en el análisis de clusters”. CEPAL, Santiago, Chile.
- Rodríguez, J. (2005). Historia y carácter del Corredor Marino. *Rev. Ambientico* 138: 6-8.
- Ruijs, A. & Janmaat, J.A. (2007). Chasing the spillovers: Locating Protected Areas in a trans-boundary fishery. *Land Econom.* 83: 6-22.
- Salas F., Moreno, M.L., González, S. & Mora, C. (2010). Analysis of the Socio-economic Contributions of Rincón de la Vieja National Park “Conservation with Soul of Volcano” World Natural Heritage Site UNESCO”. Documento Técnico. UNA, CINPE, SINAC, Heredia, Costa Rica.
- Scitowsky, T. (1973). Dos conceptos de las economías externas, pp. 248-258. *In* A.N. Agarwala & S.P. Singh (eds.). *La Economía del Desarrollo*. Edit. Tecnos, Madrid, España.
- Sibaja-Cordero, J.A. (2008). Tendencias espacio-temporales de los avistamientos de fauna marina en los buceos turísticos (Isla del Coco, Costa Rica). *Rev. Biol. Trop.* 56 (Supl. 2): 113-132.
- Wang, P. & Jia, J.B. (2012). Tourists' willingness to pay for biodiversity conservation and environment protection, Dalai Lake protected area: Implications for entrance fee and sustainable management. *Ocean and Coastal Management*. Volume 62: 24-33

CAPITULO 4
Estudios de Caso: Pesca Artesanal – Metodología
Sugerida.

Valoración socioeconómica del impacto de la variabilidad climática sobre la pesca artesanal en Costa Rica

Resumen.

La mayor cantidad de pesca en Costa Rica la realiza la flota artesanal con el 81,41% del total en el periodo 1990-2009. Muchas son las presiones que esta flota debe afrontar para desarrollar su actividad. Una de ellas es el desconocimiento de cuál es el papel de la variabilidad climática en los cambios en la pesca y qué medidas pueden adoptar para mitigarlas. En el presente artículo se aplica una metodología que relaciona las variaciones de la producción de la pesca artesanal con los cambios en la temperatura superficial del mar y valora los posibles efectos resultantes en los ingresos de los pescadores en un periodo de 10 años. Se obtuvo como resultado que no todos los grupos comerciales de la pesca artesanal son sensibles a las variaciones en la temperatura superficial del mar. En el presente estudio de caso se obtuvo que el tiburón fue el grupo comercial más sensible y que los ingresos de los pescadores serán 53% más altos en eventos fríos que aquellos obtenidos en eventos cálidos.

Palabras Claves. Variabilidad climática, Pesca Artesanal, Ingresos Brutos, Fenómeno del Niño, Valor Presente Neto.

Abstract.

In Costa Rica, the artisanal fleet was responsible for the 81.41% of the total fishing during the period 1990-2009. There are many pressures that this fleet has to face, one is the lack of knowledge about the role of climate variability in the changes in their production and what steps can be taken to mitigate them. In this article, a methodology that relates the variations in production of artisanal fisheries with variations in sea surface temperature and assesses the potential effects of these variations in the income of fishermen in a 10-year period is applied. The results obtained was that not all business groups of artisanal fisheries are sensitive to variations in the sea surface temperature. In this case, it was found that shark was the most sensitive commercial group to the sea surface temperature and that the income of fishermen will be 53% higher in cold events than those obtained in warm events.

Key Words: Climatic Variability, Artisanal Fishery, Gross Income, El Niño Event, Net Present Value.

1. Introducción

Costa Rica, ubicada en América Central, cuenta con línea costera en el océano Pacífico y el Mar Caribe, con una longitud de 1.164 km y 212 km, respectivamente (Atlas Censal 1984). En la zona costera desarrollan actividades tanto la flota pesquera artesanal como la industrial, siendo la primera la más importante en términos de pesca. Para el periodo 1990-2009, el 81,41% del total de la pesca corresponde a aquella realizada por la flota artesanal y 18.59% a la flota industrial. La flota pesquera artesanal tuvo la mayor cantidad de pesca en Guanacaste, con aproximadamente el 55% del total, luego destaca el Golfo de Nicoya (18%) y posteriormente Quepos (15%), Golfito (9%) y Limón (3%) (Moreno et al. 2013). El Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INCOPECA) clasifica cerca de 33 especies comerciales diferentes. Durante el periodo 1990-2009 la mayor pesca registrada fue de dorado (29.9%), tiburón (19%) y primera pequeña (Cuadro 1) (8.43%).

Cuadro 1. Grupo Comercial Primera Pequeña y algunas de las especies de peces que lo componen.

Grupo comercial	Nombre común	Nombre científico
Primera Pequeña (PP): peso entre 0.4 y 2.5 kilos	corvina aguada	<i>Cynoscion squamipinnis</i>
	corvina coliamarilla	<i>Cynoscion stolzmanni</i>
	corvina guavina	<i>Nebris occidentalis</i>
	corvina picuda	<i>Cynoscion phoxocephalus</i>
	corvina rayada	<i>Cynoscion reticulatus</i>
	corvina reina	<i>Cynoscion albus</i>
	gualaje	<i>Centropomus robalito</i>
	mano de piedra	<i>Centropomus unionensis</i>
	mero rosado	<i>Epinephelus acanthistius</i>
	pargo rojo	<i>Lutjanus colorado</i>
	robalo blanco	<i>Centropomus viridis</i>
	robalo negro	<i>Centropomus nigrescens</i>
	zorra llorona	<i>Menticirrhus nasus</i>

Fuente: Chacón et al. 2007.

De acuerdo con Draw et al. (2009), las pesquerías marinas y de aguas continentales son susceptibles a un amplio espectro de repercusiones directas e indirectas, ocasionadas por la variabilidad climática como incremento en la temperatura en zonas costeras; la disminución de la producción planctónica por profundización de la termoclina (que inhibe el afloramiento de los nutrientes), y modificaciones en las relaciones trofodinámicas. Debido a la gran cantidad de factores que pueden afectar estos sectores la medición de los efectos de la variabilidad climática sobre las economías costeras es muy escasa.

De acuerdo con Hennessy et al. (2007), Schallenberg et al. (2003), OLDEPESCA (2011), Brenes (2011) y Samaniego (2014), en el contexto del cambio climático y la variabilidad climática, una de las variables más importantes que afectan al sector pesquero es la temperatura superficial del mar. En el caso de la variabilidad climática las anomalías registradas en la temperatura se asocian con el fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur o ENOS. A los efectos del cambio climático y la variabilidad climática se suman las amenazas de la pesca excesiva y otros factores de estrés no climáticos, lo que complica la gestión de los ecosistemas marinos (IPCC 2014).

Aunque es difícil separar los efectos de la variable climática de otras como la sobrepesca, existen herramientas estadísticas y económicas que nos permiten tener una idea de cuál será el efecto de la variable climática sobre la pesca y los ingresos de las comunidades costeras en el futuro.

De conformidad con lo anterior, el problema que se abordará en el presente artículo es analizar cuál podría ser el impacto económico sobre los pescadores de una estimación en la variación en la pesca, por variaciones en la temperatura superficial del mar.

2. Materiales y Métodos

2.1. Datos de pesca

Se emplearon los datos suministrados en la página web de incopeca. Se seleccionó como objeto de estudio para el presente artículo, la pesca artesanal debido a la importancia de la misma en la pesca total. Dentro de esta flota se seleccionaron los tres grupos que

contribuyeron con la mayor cantidad de pesca para el período 1990-2009 (54% del total): Dorado, Tiburón (Posta y Cazón) y primera pequeña. Se realizaron entrevistas a algunos pescadores con el fin de contextualizar la realidad del sector pesquero.

Con el objetivo de disponer de los datos de pesca en el mismo formato que los datos climáticos, se calculó para cada grupo comercial el promedio de pesca por trimestre (Enero-Febrero-Marzo (EFM); Febrero-Marzo-Abril (FMA); Marzo-Abril-Mayo (MAM); Abril-Mayo-Junio (AMJ); Mayo-Junio-Julio (MJJ); Junio-Julio-Agosto (JJA); Julio-Agosto-Septiembre (JAS); Agosto-Septiembre-Octubre (ASO); Septiembre-Octubre-Noviembre (SON); Octubre-Noviembre-Diciembre (OND); Noviembre-Diciembre-Enero (NDE); Diciembre-Enero-Febrero (DEF)). Se identificó en cada trimestre la ocurrencia de eventos fríos, cálidos o normales empleando también los datos aportados por la NOAA (2013) que se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Cambios en el Índice Oceánico Niño (ONI). Episodios fríos y cálidos por temporada 1990-2009.

Year	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE
1990	0.1	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4
1991	0.3	0.2	0.2	0.3	0.5	0.7	0.8	0.7	0.7	0.8	1.2	1.4
1992	1.6	1.5	1.4	1.2	1.0	0.7	0.3	0.0	-0.2	-0.3	-0.2	0.0
1993	0.2	0.3	0.5	0.6	0.6	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
1994	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7	1.0	1.2
1995	1.0	0.8	0.6	0.3	0.2	0.0	-0.2	-0.4	-0.7	-0.8	-0.9	-0.9
1996	-0.9	-0.8	-0.6	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.5
1997	-0.5	-0.4	-0.1	0.2	0.7	1.2	1.5	1.8	2.1	2.3	2.4	2.3
1998	2.2	1.8	1.4	0.9	0.4	-0.2	-0.7	-1.0	-1.2	-1.3	-1.4	-1.5
1999	-1.5	-1.3	-1.0	-0.9	-0.9	-1.0	-1.0	-1.1	-1.1	-1.3	-1.5	-1.7
2000	-1.7	-1.5	-1.2	-0.9	-0.8	-0.7	-0.6	-0.5	-0.6	-0.6	-0.8	-0.8
2001	-0.7	-0.6	-0.5	-0.4	-0.2	-0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3
2002	-0.2	0.0	0.1	0.3	0.5	0.7	0.8	0.8	0.9	1.2	1.3	1.3
2003	1.1	0.8	0.4	0.0	-0.2	-0.1	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3
2004	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7
2005	0.6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.0	-0.2	-0.5	-0.8
2006	-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	0.0	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.0	1.0
2007	0.7	0.3	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4	-0.6	-0.8	-1.1	-1.2	-1.4
2008	-1.5	-1.5	-1.2	-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.2	-0.1	-0.2	-0.5	-0.7
2009	-0.8	-0.7	-0.5	-0.2	0.2	0.4	0.5	0.6	0.8	1.1	1.4	1.6

Fuente: NOAA (2013).

Nota: Los nombres de la primera fila corresponde a las iniciales de los meses, por ejemplo DEF es el trimestre compuesto por los meses de Diciembre, Enero y Febrero.

Empleando la prueba de U Mann-Whitney, se evaluó si los promedios de la pesca de cada grupo comercial en períodos fríos eran significativamente diferentes de aquellos en períodos cálidos. Esta prueba es un procedimiento estadístico no paramétrico, que permite comparar dos muestras que son independientes o no relacionadas (Corder & Foreman 2009). Se emplea esta prueba y no la t-student de diferencia de medias por tres razones: i) no se cumplen los supuestos de normalidad y homocedasticidad, ii) la variable de clasificación (eventos fríos, eventos cálidos) es una variable ordinal y iii) porque la muestra para el análisis es pequeña.

La hipótesis nula, H_0 , de la prueba fue: No hay diferencia entre la media de los periodos cálidos y fríos.

El análisis se realizó para el o los grupos comerciales que resulten tener relación con variaciones en la temperatura superficial del mar y no para un pescador o grupo de pescadores, debido a que: i) el objetivo del artículo es analizar el efecto de la variabilidad climática sobre la pesca, ii) una faena de pesca puede tener diferentes aspectos que pueden influir en la cantidad de pesca obtenida, por lo que se emplearon los datos de INCOPECA que cuenta con gran cantidad de información de pescadores del país (González 2014).

2.2.Datos de ingresos

Para el cálculo de los ingresos brutos, se empleó el enfoque utilizado por Hodgson & Dixon (1988), quienes compararon los ingresos brutos generados por la actividad pesquera bajo dos opciones de desarrollo, calculando el valor presente de los ingresos brutos de cada opción durante 10 años. Para la proyección se emplearon precios constantes del último año de datos disponibles y dos tasas de descuento 10% y 15%, que es la tasa empleada por el gobierno para la evaluación de proyectos.

Para adaptar el enfoque al caso costarricense se empleará la metodología de cambios en productividad, que busca aprovechar las relaciones existentes entre atributos ambientales y el nivel de producción de una actividad económica (Dixon et al. 1994). Se reconoce implícitamente que cuando un atributo ambiental (recurso natural) forma parte de una

función de producción (pesca en este caso), los impactos económicos de cambios ambientales se miden a través de su efecto en el nivel de producción (pesca).

Estos cambios se ven reflejados en la pesca debido a variaciones en la temperatura superficial del mar y en los ingresos brutos de los pescadores. Los escenarios que se emplearon fueron: (1) La tasa promedio de variación de la pesca en eventos cálidos en el periodo 1990-2009 se empleó como base para las estimaciones de las variaciones en la pesca en el periodo 2010-2020 y se calcularon los ingresos correspondientes. (2) La tasa promedio de la variación de la pesca en eventos fríos en el periodo 1990-2009 se emplearon como base para las estimaciones de las variaciones en pesca en el periodo 2010-2020 y se calculará los ingresos correspondientes. El cálculo de los ingresos se efectuó empleando una tasa de descuento del 12% que es la que se emplea en el Ministerio de Planificación de Costa Rica (Mideplan 2011).

La diferencia entre los escenarios se empleó como base para analizar los posibles cambios en la pesca y en los ingresos de los pescadores, debidos al aumento en temperatura superficial del mar.

Los ingresos brutos vienen dados por:

$$\sum_{i=1}^n IB_{it} = \sum_{i=1}^n P_{it} * q_{it}$$

Donde:

I_{it} = Ingreso bruto obtenido por el pescador con el grupo comercial i en el tiempo t

P_{it} = Precio promedio de la pesca de grupo comercial i en el tiempo t

q_{it} = Cantidad vendida del grupo comercial i en el tiempo t

El valor presente de los ingresos brutos viene dado por:

$$VPN = \sum_{i=1}^n \frac{IB_{it}}{(1+i)^t}$$

VPN= Valor presente neto de los Ingresos Brutos obtenidos por el pescador en el periodo 2010-2020.

IB_{it} = Ingreso Bruto obtenido por el pescador con el grupo comercial i en el tiempo t

i =tasa de descuento

t = periodo

Sería deseable realizar un análisis costo-beneficio completo, sin embargo los datos disponibles de costos en la literatura (Fallas et al. 2009, Mestre & Ortega 2012) son muy diferentes y el aplicar un estudio de costos para un pescador o un grupo de ellos arrojaría resultados sesgados (Salazar, J.C., comunicación personal, 12 de febrero de 2014) debido a que como se mencionó anteriormente, las faenas pueden estar influenciadas por diferentes factores, además, no sería posible hacer un seguimiento a un pescador o grupo de pescadores por un periodo largo de tiempo para tener una base representativa de datos.

Los precios promedio de tiburón para el 2009 registrados por el INCOPESCA se pasaron a precios reales. Posteriormente se emplearon las tasas de crecimiento de los precios reales durante el periodo 1990-2009 para medir los posibles aumentos de los precios en el periodo 2010-2020.

3. Resultados

3.1. Pesca y variabilidad climática

La pesca total de la flota artesanal para el periodo 1990-2009 fue de 290 millones de kilogramos, de los cuales 157 millones (54%) corresponden a dorado, primera pequeña y tiburón (Posta y Cazón), como se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Pesca Artesanal por grupo comercial seleccionado. Kilos. 1990-2009

Zona /Grupo Comercial	Dorado	Primera Pequeña	Tiburón
Guanacaste	51.892.708	2.831.794	39.286.949
Golfo de Nicoya	2.353.691	15.913.178	1.708.004
Quepos	14.983.858	4.066.600	6.817.353
Golfito	11.846.514	537.842	4.963.236
Total grupos comerciales seleccionados	81.076.771	23.349.414	52.775.541

Fuente: INCOPESCA, estadísticas de pesca 2014.

Para los tres grupos comerciales analizados se aplicó la prueba U de Whitney

Los resultados del valor-p que fueron significativos se muestran en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Valores-p para la prueba U de Whitney, para la pesca del Dorado, Tiburón y Primera Pequeña.

Zona /Grupo Comercial	Evento	Dorado	Primera Pequeña	Tiburón
Guanacaste	Cálido-Frío	0,008	0.347	0.00
Golfo de Nicoya	Cálido-Frío	0.551	0.000	0.001
Quepos	Cálido-Frío	0.291	0.608	0.722
Golfito	Cálido-Frío	0.347	0.007	0.000

Fuente: Elaboración propia

Con base en los resultados mostrados en el cuadro 4 se analiza que para dorado el promedio de pesca en presencia de eventos cálidos resultó ser significativamente diferente al promedio de pesca en eventos fríos en Guanacaste. En el caso de Primera pequeña, el promedio de pesca en presencia de eventos cálidos resultó ser significativamente diferente al promedio de pesca en eventos fríos en el Golfo de Nicoya y en Golfito. Por último para Tiburón, el promedio de la pesca en presencia de eventos cálidos resultó ser significativamente diferente al promedio de pesca en eventos fríos en Guanacaste, Golfo de Nicoya y Golfito.

Del cuadro 4 se desprende que en el caso de Tiburón hubo mayores diferencias se toma este grupo comercial para analizar el efecto de la variabilidad climática sobre la cantidad de pesca y el ingreso de los pescadores. Es importante destacar que en los trimestres en los cuales se registra mayor cantidad de pesca en promedio en el periodo son Abril-Mayo-Junio y Mayo-Junio-Julio, en varios de estos trimestres durante el periodo se presentaron eventos fríos.

Con base en las tasas de crecimiento de la pesca de tiburón en el periodo 1990-2009 se proyectaron las cantidades de pesca para el periodo 2010-2020 para Guanacaste, Golfo de Nicoya y Golfito tanto en eventos fríos como en eventos cálidos.

3.2. Ingresos

Con base en las tasas de crecimiento de la pesca de tiburón en el periodo 2010-2020 en periodos fríos y cálidos y los precios proyectados, se calculó el valor presente del ingreso bruto por venta de Tiburón para los pescadores de la flota artesanal (Pequeña, Mediana y Avanzada) en Guanacaste, Golfo de Nicoya y Golfito. Estos datos se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Valor presente del Ingreso Bruto para los pescadores. 2010-2020. Colones

Zona /Grupo Comercial	Evento	VPN 12% (2010-2020). Colones
Guanacaste	Cálido	6.675.618.852
	Frío	10.821.872.461
Golfo de Nicoya	Cálido	62.721.302
	Frío	122.641.955
Golfito	Cálido	2.588.094.414
	Frío	5.562.410.243

Fuente: Elaboración propia

4. Discusión

Para los pescadores artesanales, el dorado es el recurso más importante, por los volúmenes que se capturan, porque su pesca es ampliamente conocida, se consume masivamente a nivel local, su carne es de excelente calidad y su piel sirve para la fabricación de cuero, con el cual se pueden elaborar carteras, correas, billeteras entre otros (INCOPECA et al. 2010). Aunque las poblaciones de tiburón sólo pueden soportar una moderada presión de pesca, el alto porcentaje de pesca de esta especie se debe probablemente a que son capturados para la comercialización de sus aletas (Rojas et al. 2012) y con regularidad por las pesquerías de altura que son multiespecíficas y que capturan también marlín, pez vela, dorado y atún (Chacón et al. 2007; Salazar, J.C., comunicación personal, 12 de febrero de 2014). El hecho de que las especies que conforman la categoría comercial primera pequeña (corvinas, pargos y róbalo entre otros) cuentan con una mayor variedad de especies, se localizan en aguas costeras y algunas en aguas profundas, y que algunas de ellas tienen alto valor comercial (por ejemplo corvina) para los pescadores (Chacón et al. 2007), podría

explicar porque es el tercer grupo comercial que más pesca registra en el periodo de análisis.

Si bien se presentaron variaciones en la pesca inter e intra-anual diferentes para cada especie se pudo constatar que, cada especie reacciona de manera consistente a través del tiempo a variaciones en la temperatura superficial del mar. En el caso del dorado y la primera pequeña, la pesca promedio es mayor cuando se presentan eventos cálidos que cuando se registran eventos fríos; en el caso del tiburón en cambio, se presenta mayor pesca en presencia de eventos fríos que de eventos cálidos. Estas variaciones pueden deberse a varios factores: la capacidad de las especies a soportar o no temperaturas altas, o el hecho de que cuando hay aguas muy cálidas contienen mucho menos cantidad de nutrientes y la productividad primaria desciende substancialmente obligando a las especies a desplazarse en busca de alimento (Brenes, 2011). De acuerdo con (IPCC, 2014), debido al cambio climático proyectado a mediados del siglo XXI y más allá, la redistribución global de especies marinas y la reducción de la biodiversidad marina en las regiones sensibles desafiará la provisión sostenida de la productividad de la pesca y otros servicios de los ecosistemas.

Al realizar un análisis más exhaustivo con la prueba de medias, para comprobar las relaciones obtenidas con base en la serie de datos, se constató que de los tres grupos comerciales analizados, la pesca de tiburón fue la que resultó tener variaciones significativas dependiendo de la temperatura superficial del mar (Cuadro 4) y se obtuvo que la pesca promedio durante eventos cálidos en el periodo 1990-2009 fue significativamente menor que durante eventos fríos, lo que no sucedió con el dorado ni con la primera pequeña.

De acuerdo con (Rojas 2012) para los tiburones son críticas las consecuencias que se derivan del cambio climático asociado al aumento de temperatura. Debido a sus condiciones evolutivas propias no cuentan con mecanismos de respuesta rápida para enfrentar alteraciones producidas por el calentamiento planetario. Algunos autores sugieren que la capacidad adaptativa y evolutiva de estos peces no responde a los cambios previstos y proponen tres posibles escenarios: 1) moverse hacia nuevos ámbitos de distribución, 2)

mantenerse en el mismo lugar, acelerando transformaciones fenotípicas mediante plasticidad genética y 3) resistir extinciones locales en algunas poblaciones disyuntas (Rojas 2012). La escasez de alimento debido a la acidificación y la consecuente disminución de la productividad primaria también afecta a estas especies (Brenes 2011; Rojas, 2012).

Al realizar el análisis de las variaciones en los ingresos obtenidos por la pesca de tiburón en las tres regiones que fueron significativas (Guanacaste, Golfo de Nicoya y Golfito) para el periodo 2010-2020, se obtiene que los ingresos serán mayores en promedio un 53% durante eventos fríos que durante eventos cálidos. Lo anterior debido a los cambios en la pesca ocasionados por las variaciones en las temperaturas.

5. Conclusiones

El trabajo realizado en el presente artículo permite concluir que es posible aproximar, empleando la metodología sugerida por Moreno (2014), los efectos que tendrá la variabilidad climática sobre la disminución de alguna de las especies objeto de pesca en los ingresos de los pescadores artesanales. La metodología de análisis de los efectos climáticos debe realizarse en primera instancia encontrando la relación del recurso natural con la actividad productiva, identificando los efectos de las variables climáticas sobre este recurso natural. Posteriormente se debe analizar los efectos que en la producción tiene la variación del recurso natural. Finalmente, se debe analizar y aplicar la(s) metodología (s) de valoración económica adecuadas que permitan realizar una aproximación del efecto económico de la variabilidad climática sobre la actividad productiva en análisis.

La aplicación de la metodología permitirá crear una base para actualizar periódicamente los datos de los efectos de la variabilidad climática sobre alguna especie de pesca y mejorar las proyecciones de tal manera que el gobierno pueda tomar medidas de política más acertadas para sectores relacionados a este recurso pesquero. Además se puede suponer que si se pronostica un año con trimestres preponderantemente con condiciones frías (tipo La Niña)

los ingresos de los pescadores podrían ser mayores que durante condiciones cálidas (tipo El Niño).

6. Agradecimientos

La autora del artículo desea agradecer a la señora Rocio Rodríguez y a los señores Rodolfo Salazar, Mauricio Gonzales y Moisés Mug por su disponibilidad para sostener reuniones y aportar criterios para incorporar diferentes aspectos a la metodología También a la M.Sc. Fiorella Salas y al Dr. Eric Alfaro por sus observaciones al artículo. Parte de la información aquí consignada fue elaborada por la autora en el marco del Programa integrado de análisis de Políticas Públicas para la gestión sostenible de los Recursos Naturales y Servicios Ambientales en Costa Rica (Códigos 055103, NGEH01) de la Universidad Nacional. Este trabajo es parte del trabajo doctoral de la autora dentro del Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo (DOCINADE), programa conjunto de la Universidad Nacional (UNA), Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) y la Universidad Estatal a Distancia (UNED), Costa Rica.

7. Bibliografía

- Atlas Censal, 1984. Costa Rica Algunos datos geográficos de Interés. Extraído de http://ccp.ucr.ac.cr/bvp/mapoteca/CostaRica/generales/atlas_censal/mcr18-cr.pdf, consultado Diciembre 26, 2010.
- Brenes, C. (2011). El fenómeno del niño 2009-2010: Pacífico centroamericano y pesquerías. Ospesca. Documento Técnico.
- Chacón, A., Araya, H., Vásquez, A., Brenes, R., Marín, B., Palacios, J., . . . Soto, R. (2007). Estadísticas Pesqueras del Golfo de Nicoya. Costa Rica 1990-2005. Heredia, Costa Rica. Inopesca, UNA, JICA.
- Corder, G., & Foreman, D. (2009). Nonparametric Statistics for Non-Statisticians: A Step-by-Step Approach. WILEY.
- Daw, T., Adger, W., Brown, K., & Badjeck, M.-C. (2009). El cambio climático y la pesca de captura: repercusiones potenciales, adaptación y mitigación. En K. Cochrane, C. De Young, D. Soto, & T. Bahri, Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura: visión de conjunto del estado actual de los conocimientos científicos. (págs. 119-168). Roma: FAO.
- Fallas, M., Calderón, M. y Díaz R. (2009). Impacto Financiero, en las pesquerías que utilizan el palangre en Costa Rica, del uso de anzuelos circulares en sustitución de los anzuelos tipo J. Centro Internacional de Política Económica para el desarrollo Sostenible. CINPE. Informe Final.
- Dixon, J., Fallon, L., Carpenter, R., & Sherman, P. (1994). Análisis Económico de Impactos Ambientales. Costa Rica: Centro agronómico Tropocal de Investigación y Enseñanza.
- González, M. (12 de febrero de 2014). Empresario pesquero. (M. L. Díaz, Entrevistador)
- Hennessy, K., Fitzharris, L., Bates, B., Harvey, N., Howden, M., Hughes, L., . . . Warrick, R. (2007). Australia and New Zeland. Climate Change 2007. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Retrieved from Intergovernmental Panel of Climate Change. IPCC.
- Hodgson, G., & Dixon, J. (1988). Logging Versus Fisheries and Tourism in Palawan. East-West Environmental and Policy Institute.
- INCOPESCA. (2014). Estadísticas de pesca. Extraído el 15 de agosto del 2013 desde <http://www.inopesca.go.cr/publicaciones/estadisticas.html>
- INCOPESCA, P. C. (2010). Manual de Especies Comerciales de Costa Rica. San José: Cámara Nacional de Exportadores de Productos Pesqueros (Costa Rica), Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica, Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura
- IPCC. (2014). Summary for policymakers. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change . United Kingdom and New York. USA.: Cambridge University Press.

- NOAA. (2013). NOAA. (2011). Changes to the Oceanic Niño Index (ONI). Extraído el 8 de agosto del 2013 desde <http://www.cpc.noaa.gov/data/indices/sstoi.atl.indices>.
- Mestre M., Ortega M. (2011). Pesca y energía, ¿de la crisis energética a la crisis alimentaria? Documento técnico. Universidad Autónoma de Barcelona. 37p.
- Mideplan (2011). Guía metodológica general para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión pública. Extraído el 20 de agosto del 2013 desde <http://documentos.mideplan.go.cr/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/675e5398-bdb9-4186-ae85-6d0b1e072d7f/978-9977-73-040-0.pdf>.
- Moreno, M. L., Moya, R., & Alfaro, E. (2013). Actividades Socioeconómicas usuarias de Recursos Naturales de la Zona Marítimo-Terrestre y Marina y su relación con la variabilidad climática en Costa rica. Manuscrito enviado para publicación
- Moreno, M.L. (2014). Propuesta metodológica para valorar el impacto socioeconómico de la variabilidad climática en el turismo y la pesca costera en costa rica. Manuscrito enviado para publicación.
- OLDEPESCA. (2010). Efectos de las principales alteraciones atmosféricas y oceanográficas sobre la actividad pesquera en los países miembros de OLDEPESCA. OLDEPESCA.
- Rojas, R. (2012). Análisis de las amenazas e implicaciones del cambio climático sobre los tiburones. *Ambientales*, 33-48.
- Samaniego, J. L. (2014). Comisión Económica para América Latina y el Caribe. CEPAL. Extraído el 15 de 20 de septiembre desde http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/7/38147/03_cambio_climatico_resena.pdf
- Schallenberg, M., Hall, C., & Burns, C. (2003). Consequences of climate-induced salinity increases of zooplankton abundance and diversity in coastal lakes. *Mar.Ecol.Prog.Ser.*, 181-189.

Conclusiones generales

Las principales actividades socioeconómicas desarrolladas en zonas costeras en Costa Rica, que emplean recursos naturales como insumos para su desarrollo, son la pesca y el turismo. Estas actividades han sido muy dinámicas en el periodo en estudio 1990-2009 y son muy importantes para las comunidades costeras. Las principales variables climáticas que se relacionan con estas actividades son la precipitación y la Temperatura Superficial del Mar (TSM).

En el análisis realizado en el presente trabajo se encontró que las metodologías de Valoración Económica que se han empleado hasta el momento para valorar los efectos de la variabilidad climática sobre actividades productivas en zonas costeras, arrojan aproximaciones numéricas del impacto, pero no se realiza una sistematización que permita la organización de una serie de pasos para la aplicación de métodos científicos en las diferentes áreas que involucran estos impactos. Es decir, un análisis exhaustivo del comportamiento de los recursos naturales impactados y su relación con las variables climáticas y sus efectos sobre las actividades socioeconómicas dependientes de estos recursos. Por lo anterior además, no se pueden hacer sugerencias para la mitigación de impactos causados por la variabilidad y el cambio climático.

Fue desarrollada una aproximación metodológica que permite incorporar los conceptos teóricos de ciencias naturales, ciencias sociales y económicas en un mismo modelo que “conecta” los efectos del sistema climático sobre los recursos naturales y sobre los ingresos de las actividades económicas que dependen de estos recursos naturales. Con dicho modelo es posible generar recomendaciones para que la política ambiental hacia las actividades y sectores analizados sea más eficiente.

Al aplicar la metodología sugerida al caso del Parque Nacional Isla del Coco (PNIC) se encontró que las principales actividades socioeconómicas que se desarrollan son el manejo y la gestión, la investigación y la educación y algunas actividades económicas como el transporte, la estadía (de los turistas en los barcos) y alimentación de los turistas. Estas actividades giran en torno a la conservación de los recursos naturales del Parque y a la

actividad turística que se desarrolla en él. En este sentido el PNIC, proporciona aportes al país no solamente por la protección en recursos marinos importantes, como el tiburón martillo y la raya moteada, sino que otras actividades económicas y sociales como aquellas relacionadas con el turismo que se desarrollan debido a su existencia. Por otro lado los posibles efectos de la variabilidad climática identificados sobre los recursos naturales del Parque fue la disminución en la abundancia de especies, importantes para el turismo, como el Tiburón Martillo, esto podría conllevar disminuciones de hasta 30% en los ingresos obtenidos de la existencia del PNIC, debido a la disminución de turistas.

En el segundo estudio de caso se aplicó la metodología para aproximar los efectos de la variabilidad climática sobre los ingresos de los pescadores artesanales, específicamente por la disminución de alguna de las especies objeto de pesca. El análisis de este efecto se realizó en primera instancia, identificando la importancia de tres especies comerciales objeto de pesca en la actividad pesquera artesanal, para luego evidenciar los efectos de las variaciones de las variables climáticas sobre estas especies. Aquí se aplicó un análisis de diferencia de medias y se encontró que la especie comercial sensible a las variaciones en la temperatura superficial del mar fue el tiburón. Finalmente se aplicó la metodología de valoración de cambios en productividad para realizar una aproximación del efecto por la variación de la TSM en los ingresos de los pescadores. Se obtuvo que los ingresos de los pescadores por concepto de venta de tiburón (posta y cazón) en el período 2010-2020 serán mayores en promedio un 53% durante eventos fríos que durante eventos cálidos. Lo anterior debido a los cambios en la pesca ocasionados por las variaciones en las temperaturas.

Recomendaciones Generales

En el presente trabajo de tesis se plantea una metodología que permite valorar los efectos socioeconómicos de la variabilidad climática en las actividades que emplean recursos naturales en zonas costeras, en forma integral. Lo anterior requiere que se disponga de insumos de algunas ciencias tanto naturales como sociales que no sólo son difíciles de acceder si no también difíciles de entender para el especialista que aplique la metodología debido a que algunos pueden estar están fuera de su área de trabajo. Por lo anterior, se requiere trabajo multidisciplinario que permita el empleo de información de una manera rigurosa y así obtener resultados robustos con base a los cuales se puedan tomar decisiones de política para los sectores analizados.

Como se concluyó en el presente trabajo muchos de los esfuerzos en el tema de cambio y variabilidad climática han estado enfocados a la adaptabilidad y la vulnerabilidad que si bien son aspectos claves, requieren una base de la cual partir para saber a qué son vulnerables las comunidades, los recursos naturales y las actividades económicas y cómo adaptarse. Por lo anterior, el aplicar metodologías como la propuesta en la presente tesis permite obtener esta información para tomar decisiones más acertadas para los sectores afectados por estos fenómenos.

La metodología propuesta en el presente trabajo puede ser empleada por diferentes actores tanto públicos como privados para apoyar la toma de decisiones, sin embargo es importante que cuando se aplique para una actividad o sector específico se cuente con los diferentes actores que deben brindar la información científica y social necesaria para su aplicación.

Es recomendable realizar más investigación en la forma en que se podrían realizar estudios de caso representativos para el país por parte de las autoridades encargadas de la toma de decisiones en aspectos relacionados con variabilidad y cambio climático. Los estudios de caso elaborados para la tesis permiten contar con una base de cómo podría aplicarse la metodología a ciertos tipos de actividades.