

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

*Socioeconomic valuation of the impact of climate variability on artisanal fisheries in Costa Rica*

*Valoração socioeconômica do impacto da variabilidade climática sobre a pesca artesanal na Costa Rica*

**Mary-Luz Moreno-Díaz**

[mary.moreno.diaz@una.cr](mailto:mary.moreno.diaz@una.cr)

Centro Internacional de Política Económica para el Desarrollo Sostenible  
Universidad Nacional  
Heredia, Costa Rica

**Eric J. Alfaro**

[erick.alfaro@ucr.ac.cr](mailto:erick.alfaro@ucr.ac.cr)

Centro de Investigaciones Geofísicas, Escuela de Física  
Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología  
Universidad de Costa Rica  
San José, Costa Rica

Recibido-Received: **9/feb/2017** / Corregido-Corrected: **1/abr/2017**.

Aceptado-Accepted: **20/abr/2017** / Publicado-Published: **31/ene/2018**.

## 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 mitigarla. 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 grupos 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 del sector pescador son 53% más altos en eventos fríos que aquellos obtenidos en eventos cálidos de El Niño-Oscilación del Sur o ENOS.

**Palabras claves:** Variabilidad Climática; pesquería; ingresos; lucha contra la sequía; evaluación de proyectos.

### 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 of these pressures is the lack of knowledge about the role of climate variability in the changes in fishing, and what steps should be taken to mitigate that variability. In this article, we applied a methodology that relates the variations in production of artisanal fisheries with the fluctuations in the sea surface temperature; this methodology also assesses the potential effects of these variations in fishermen's income in a 10-year period. The results obtained showed that not all business groups of artisanal fisheries are sensitive to the sea surface temperature changes. In this case, it was found that shark was the most sensitive commercial group to the sea surface temperature, and that fishermen's income was 53% higher in cold events than the one obtained in warm episodes of El Niño-Southern Oscillation (or ENSO).

**Keywords:** Climate Variability; fishery; income; fight against drought; project evaluation.

### Resumo

A maior quantidade de pesca na Costa Rica é realizada pela frota artesanal com 81,41% do total no período 1990-2009. Muitas são as pressões que esta frota deve enfrentar para desenvolver sua atividade. Uma delas é o desconhecimento de qual é o papel da variabilidade climática nas mudanças na pesca e quais medidas podem ser adotadas para mitigá-la. No presente artigo aplica-se uma metodologia que relaciona as variações da produção da pesca artesanal com as mudanças na temperatura superficial do mar e valora os possíveis efeitos resultantes na receita dos grupos pescadores em um período de 10 anos. Obteve-se como resultado que nem todos os grupos comerciais da pesca artesanal são sensíveis às variações na temperatura superficial do mar. No presente estudo de caso, apurou-se que o tubarão foi o grupo comercial mais sensível e que as receitas do setor pescador são 53% mais altas em eventos frios que aqueles obtidos em eventos cálidos de El Niño-Oscilação do Sul ou ENOS.

**Palavras-chaves:** Variabilidade Climática; pescaria; receitas; luta contra a seca; avaliação de projetos.

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 ([Hernández, 1985](#)). En la zona costera desarrollan actividades tanto la flota pesquera artesanal como la industrial; la primera es la más importante en términos de pesca. Para el periodo 1990-2009, debe indicarse que, exceptuando la pesquería sobre el recurso atún desarrollado por barcos *cerqueros*, del total de registros de pesca cuantificado por el Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCOPECA), el 81,41% corresponde a 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%), Limón (3%) ([Moreno, Moya y Alfaro, 2017](#)). 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 (8,43%), según se muestra en la tabla 1.

**Tabla 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>

Nota: [Chacón et al. \(2007\)](#).

De acuerdo con ([Daw, Adger, Brown, & Badjeck, 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 impactos de la variabilidad climática sobre las economías costeras es muy escasa.

De acuerdo con [Hennessy et al. \(2007\)](#), [Schallenberg, Hall, & Burns \(2003\)](#), [OLDEPESCA \(2011\)](#), [Brenes \(2010\)](#), [Portner y Peck \(2010\)](#), [FAO \(2012\)](#) 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.

Esta relación ENOS - pesca ha sido ampliamente estudiada en otras regiones de América Latina. [Arntz y Valdivia \(1985\)](#) y [Valdivia y Arntz \(1985\)](#) realizaron estudios pioneros sobre la incidencia de las fases del ENOS en la pesquería de los mariscos comerciales y otros recursos marinos en el litoral peruano; [Hernández \(2002\)](#) analizó la influencia de las anomalías de TSM sobre el desove y reclutamiento de la langosta espinosa *anulirus argus* en la plataforma cubana, todas con alto nivel de significación estadística pero con meses de desfase; [Cañón \(2004\)](#) analizó los efectos que el evento El Niño 1997 1998 produjo en la pesquería industrial de la zona norte de Chile y concluyó que el mayor efecto de este evento se tradujo en una drástica caída en la abundancia de la anchoveta, lo que precipitó una completa reestructuración del sector pesquero

industrial de la zona norte. [Lluch-Cota et al. \(2004\)](#) estudiaron los impactos de El Niño en diferentes recursos pesqueros del Pacífico Mexicano y concluyeron que estos mismos pueden ser minimizados, porque algunas pesquerías que tuvieron temporadas afortunadas compensaron las pérdidas de otras. Sin embargo, los beneficios obtenidos en una pesquería generalmente no compensan las pérdidas de otras, ya que la flota y la industria son diferentes, especialmente respecto de las personas que dependen de estas actividades. En un trabajo reciente y específicamente para el sector de pesca artesanal [Adams y Flores \(2016\)](#) determinaron que la variación de diferentes recursos pesqueros en Ica, Perú indica que la importancia relativa de ENOS como un controlador ambiental depende de la especie. Esta información puede ser utilizada para desarrollar estrategias de manejo de especies de importancia comercial en el Pacífico Sudoriental e informar sobre los impactos de la variación climática sobre la pesca artesanal.

En el caso de la variabilidad climática, las anomalías registradas en la temperatura cerca de Costa Rica se asocian principalmente con el fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur o ENOS ([Alfaro y Lizano, 2001](#)). 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 ([Moreno, 2015](#); [Moreno, Moya, Alfaro, 2017](#)).

De conformidad con lo anterior, el problema que se abordará en el presente artículo es analizar cuál podría ser el impacto económico sobre los grupos pescadores artesanales de una estimación en la variación en la pesca, por variaciones en la temperatura superficial del mar. Nótese que el objetivo es la presentación y evaluación de una propuesta metodológica que va más allá del establecimiento de una relación de correlación variabilidad climática-capturas, para generar un modelo que valore las variaciones en el ingreso de grupos pescadores dentro de un marco de variabilidad climática.

## Materiales y métodos

### Datos de pesca

Se emplearon los datos obtenidos de INCOPECA. Se seleccionó como objeto de estudio para el presente artículo, la pesca artesanal, debido a la importancia de esta en la pesca total. Dentro de esta flota se escogieron 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. Nótese que se emplearon datos de pesca asociados con distintas regiones pesqueras (asociada a la variable *lugar de pesca*) y no de desembarques traídos de otras regiones, debido a que sería muy arriesgado pretender correlacionar variabilidad climática y actividad pesquera a través de los índices de desembarque, ya que siendo el ENOS un fenómeno que produce anomalías térmicas diferenciadas espacial y geográficamente, es fundamental y necesario saber el área donde se realizaron las capturas, no solo la zona de desembarques.

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-setiembre (JAS); agosto-setiembre-octubre (ASO); setiembre-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, 2015](#)) que se presentan en la tabla 2.

Tabla 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	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>1,2</b>	<b>1,4</b>
1992	<b>1,6</b>	<b>1,5</b>	<b>1,4</b>	<b>1,2</b>	<b>1</b>	<b>0,7</b>	0,3	0	-0,2	-0,3	-0,2	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	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	<b>1</b>	<b>1,2</b>
1995	<b>1</b>	<b>0,8</b>	<b>0,6</b>	0,3	0,2	0	-0,2	-0,4	<b>-0,7</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,9</b>	<b>-0,9</b>
1996	<b>-0,9</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,6</b>	-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	<b>0,7</b>	<b>1,2</b>	<b>1,5</b>	<b>1,8</b>	<b>2,1</b>	<b>2,3</b>	<b>2,4</b>	<b>2,3</b>
1998	<b>2,2</b>	<b>1,8</b>	<b>1,4</b>	<b>0,9</b>	0,4	-0,2	<b>-0,7</b>	<b>-1</b>	<b>-1,2</b>	<b>-1,3</b>	<b>-1,4</b>	<b>-1,5</b>
1999	<b>-1,5</b>	<b>-1,3</b>	<b>-1</b>	<b>-0,9</b>	<b>-0,9</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1,1</b>	<b>-1,1</b>	<b>-1,3</b>	<b>-1,5</b>	<b>-1,7</b>
2000	<b>-1,7</b>	<b>-1,5</b>	<b>-1,2</b>	<b>-0,9</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,7</b>	<b>-0,6</b>	<b>-0,5</b>	<b>-0,6</b>	<b>-0,6</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,8</b>
2001	<b>-0,7</b>	<b>-0,6</b>	<b>-0,5</b>	-0,4	-0,2	-0,1	0	0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3
2002	-0,2	0	0,1	0,3	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>1,2</b>	<b>1,3</b>	<b>1,3</b>
2003	<b>1,1</b>	<b>0,8</b>	0,4	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	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>
2005	<b>0,6</b>	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0	-0,2	<b>-0,5</b>	<b>-0,8</b>
2006	<b>-0,9</b>	<b>-0,7</b>	<b>-0,5</b>	-0,3	0	0,1	0,2	0,3	<b>0,5</b>	<b>0,8</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
2007	<b>0,7</b>	0,3	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3	-0,4	<b>-0,6</b>	<b>-0,8</b>	<b>-1,1</b>	<b>-1,2</b>	<b>-1,4</b>
2008	<b>-1,5</b>	<b>-1,5</b>	<b>-1,2</b>	<b>-0,9</b>	<b>-0,7</b>	<b>-0,5</b>	-0,3	-0,2	-0,1	-0,2	<b>-0,5</b>	<b>-0,7</b>
2009	<b>-0,8</b>	<b>-0,7</b>	<b>-0,5</b>	-0,2	0,2	0,4	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,8</b>	<b>1,1</b>	<b>1,4</b>	<b>1,6</b>

Nota: [NOAA \(2015\)](#). Los nombres de la primera fila corresponden a las iniciales de los meses, por ejemplo, DEF es el promedio del trimestre compuesto por los meses de diciembre, enero y febrero.

La validez del uso de estos índices climáticos en relación con las zonas de afloramiento del Pacífico de América Central fue explorada por [Alfaro y Lizano \(2001\)](#), quienes con el fin de estudiar la influencia de los océanos tropicales sobre las anomalías de la temperatura superficial del mar (ATSM) de la costa pacífica centroamericana, ajustaron modelos de función de transferencia a las series de ATSM incluyendo los golfos de Tehuantepec, Papagayo y Panamá, además de puerto Quepos y del Domo Térmico de Costa Rica. Para lo anterior, emplearon como variables independientes los índices Niño 3.4, Atlántico Tropical Norte y Sur. Estos modelos concluyeron que la principal influencia sobre la región, al compararla con los otros índices, la ejerce el índice Niño 3.4, pues mostró correlaciones positivas, estadísticamente significativas, con todas las series de ATSM, lo cual refleja una influencia de este índice sobre la profundidad

relativa de la termoclina frente a la costa del Pacífico centroamericano, que a su vez está relacionada con la productividad primaria de la región.

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 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 datos de pesca entre 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 sujeto 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 grupos pescadores del país (M. González, comunicación personal, 12 de febrero de 2014).

### 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, Fallon, Carpenter, & Sherman, 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 grupos 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 empleó como base para las estimaciones de las variaciones en pesca en el periodo 2010-2020 y se calcularon 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, 2010](#)).

La diferencia entre los escenarios se empleó como base para analizar los posibles cambios en la pesca y en los ingresos de los sujetos 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:

$IB_{it}$  = 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 bibliografía ([Fallas, Calderón y Díaz, 2009](#); [Mestre & Ortega, 2012](#)) son muy diferentes y el aplicar un estudio de costos para un sujeto pescador o un grupo arrojaría resultados sesgados (J. C. Salazar, 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 INCOPECA 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.

## Resultados

### 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 la tabla 3.

Para los tres grupos comerciales analizados se aplicó la prueba U de Whitney. Los resultados del valor-p que fueron significativos se muestran en la tabla 4.

**Tabla 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
<b>Total de grupos comerciales seleccionados</b>	<b>81.076.771</b>	<b>23.349.414</b>	<b>52.775.541</b>

Nota: [INCOPESCA](#), estadísticas de pesca 2014.

**Tabla 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

Nota: Elaboración propia.

Con base en los resultados mostrados en la tabla 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.

De la tabla 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 sujetos 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.

### **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 sujetos pescadores de la flota artesanal (pequeña, mediana y avanzada) en Guanacaste, Golfo de Nicoya y Golfito. Estos datos se presentan en la tabla 5.



**Tabla 5**

*Valor presente del ingreso bruto para los sujetos 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

*Nota:* Elaboración propia.

## Discusión

Para los grupos 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, 2010](#)). Aunque las poblaciones de tiburón solo 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, 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). Según Ley n.º 37354 -MINAET-MAG- SP-MOPT-H está prohibido el aleteo del tiburón. Artículo 1º-. Se prohíbe el aleteo de tiburón, de cualquier especie, en las aguas jurisdiccionales de Costa Rica. Se prohíbe desprender en forma total cualquiera de las aletas de tiburón de su cuerpo o vástago desde el momento de la captura de la especie por cualquier método ([SCIJ, 2012](#)). 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 sujetos 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 para 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, 2010](#)). Por otro lado, sobre los índices de captura en la pesca influyen muchos factores distintos a la variabilidad climática

e intentar aislarla (por ejemplo, la variabilidad asociada al ENOS) requiere de modelos más complejos. Esto podría explicar el hecho de que, por ejemplo, en el período analizado ocurrieron eventos El Niño y La Niña fuertes (1997-1998, 1998-2001), y sus impactos fueron más fuertes sobre las pesquerías que otros eventos durante ese mismo período de análisis. Además, [Arntz y Valdivia \(1985\)](#); [Valdivia y Arntz \(1985\)](#); [Hernández \(2002\)](#); [Cañón \(2004\)](#); [Lluch-Cota et al. \(2004\)](#) y [Adams y Flores \(2016\)](#) concluyen que se presenta una clara influencia del ENOS sobre diferentes recursos pesqueros en América Latina; pero que esta, para un recurso en particular, depende de múltiples factores, como pueden ser la especie, el esfuerzo humano sobre ese recurso, la época del año en que se establece la teleconexión entre el ENOS y el impacto local; así como el tipo de teleconexión generada, es decir, enfriamientos o calentamientos, la habilidad del sector pesquero de cambiar el objeto de pesca ante el impacto en una especie en particular y la resiliencia de las especies a las variaciones en temperatura, entre otros.

Por consiguiente y 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 (tabla 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 que sus condiciones evolutivas propias no cuentan con mecanismos de respuesta rápida para enfrentar alteraciones producidas por el calentamiento planetario. Algunos estudios 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, 2010](#); [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.

## Conclusiones

El trabajo realizado en el presente artículo permite concluir que es posible aproximar, empleando la metodología sugerida por ([Moreno, 2015](#)), los efectos que tendrá la variabilidad climática sobre la disminución de alguna de las especies objeto de pesca en los ingresos de los sujetos pescadores artesanales. La metodología de análisis de los efectos climáticos debe

realizarse, en primera instancia, en busca de la relación del recurso natural con la actividad productiva, identificando los efectos de las variables climáticas sobre este recurso natural. Posteriormente se deben analizar los efectos que en la producción tiene la variación del recurso natural. Finalmente, se debe analizar y aplicar las metodologías 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 con 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 grupos pescadores podrían ser mayores que durante condiciones cálidas (tipo El Niño).

### Agradecimientos

La autora del artículo desea agradecer a la señora Rocío Rodríguez y a los señores Adán Chacón, 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 Fiorella Salas 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 estudio 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. Eric Alfaro le agradece a los siguientes proyectos de la UCR que le suministraron tiempo y recursos: 805-B7-507, B6-143 (ambos apoyados por CONICIT-MICITT), B4-227, B0-065, B7-286 (apoyado por UCREA), B5-298 y B0-810.

### Referencias

- Adams, G., Flores, D. (2016). Influencia de El Niño Oscilación del Sur en la disponibilidad y abundancia de recursos hidrobiológicos de la pesca artesanal en Ica, Perú. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 51(2), 265-272. Recuperado de <http://www.scielo.cl/pdf/revbiolmar/v51n2/art05.pdf>
- Alfaro, E., & Lizano, O. (2001). Algunas relaciones entre las zonas de surgencia del Pacífico Centroamericano y los Océanos Pacífico y Atlántico Tropical. *Revista de Biología Tropical/ International Journal of Tropical Biology and Conservation*, 49(2), 185-193. doi: <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v49i2.26309>
- Arntz, W., Valdivia, E. (1985). Incidencia del fenómeno «El Niño» sobre los mariscos en el Litoral Peruano. «El Niño» su impacto en la fauna marina. *Instituto del Mar del Perú*. Boletín, Volumen extraordinario. Recuperado de <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe:8080/bitstream/handle/123456789/1174/BOL%20EXTR.%20EL%20NI%C3%91O-11.pdf?sequence=1>
- Brenes, C. (2010). El fenómeno de El Niño 2009-2010: Pacífico centroamericano y pesquerías. UNA-OSPESCA. Recuperado de [http://www.sica.int/busqueda/busqueda\\_archivo.aspx?Archivo=odoc\\_41706\\_1\\_02102009.pdf](http://www.sica.int/busqueda/busqueda_archivo.aspx?Archivo=odoc_41706_1_02102009.pdf)

- Cañón, J. (2004). El Niño 1997-1998: Sus efectos en el sector pesquero industrial de la zona norte de Chile. *Valparaíso*. pp. 137-151. Santiago, Chile. Recuperado de [http://www.cona.cl/libroelnino/2\\_aspectos\\_bio\\_pesq/8canon.pdf](http://www.cona.cl/libroelnino/2_aspectos_bio_pesq/8canon.pdf)
- Chacón, A., Araya, H., Vásquez, A., Brenes, R., Marín, B., Palacios, J., . . . Soto, R. (2007). Estadísticas pesqueras del Golfo de Nicoya, Costa Rica 1994-2005. *Proyecto manejo sostenible de la pesquería para el Golfo de Nicoya*. Heredia, Costa Rica. INCOPECA, UNA, JICA.
- Corder, G., & Foreman, D. (2009). *Nonparametric Statistics for Non-Statisticians: A Step-by-Step Approach*. WILEY. Recuperado de [http://lrc.tnu.edu.vn/upload/collection/brief/32490\\_108201284358nonparametricstatisticsfornonstatisticians.pdf](http://lrc.tnu.edu.vn/upload/collection/brief/32490_108201284358nonparametricstatisticsfornonstatisticians.pdf)
- 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*. (pp. 119-168). Roma: FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/015/i0994s/i0994s02.pdf>
- Dixon, J., Fallon, L., Carpenter, R., & Sherman, P. (1994). *Análisis económico de impactos ambientales*. Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- 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*. (Informe final). Centro Internacional de Política Económica para el desarrollo Sostenible. CINPE.
- FAO. (2012). *Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura: Visión de conjunto del estado actual de los conocimientos científicos*. FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura. No 530. Roma. 237 p. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/015/i0994s/i0994s.pdf>
- Hennessy, K., Fitzharris, B., Bates, B. C., Harvey, N., Howden, M., Hughes, L., Salinger, J., and Warrick, R. (2007). Australia and New Zealand. In M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, C. E. Hanson and P. van der Linden (Eds.), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 506-540). Cambridge University Press: Cambridge, UK. Recuperado de <https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-chapter11.pdf>
- Hernández, Benigno. (2002). Variabilidad interanual de las anomalías de la temperatura superficial del mar en aguas cubanas y su relación con eventos El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). *Investigaciones marinas*, 30(2), 21-31. doi <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-71782002000200002>
- Hernández, H. (1985). Costa Rica, algunos datos geográficos de interés. En H. Hernández, *Costa Rica: evolución territorial y principales censos de población 1502 - 1984*. San José, Costa Rica: EUNED. Recuperado de [http://ccp.ucr.ac.cr/bvp/mapoteca/CostaRica/generales/atlas\\_censal/mcr18-cr.pdf](http://ccp.ucr.ac.cr/bvp/mapoteca/CostaRica/generales/atlas_censal/mcr18-cr.pdf)
- Hodgson, G., & Dixon, J. (1988). *Logging Versus Fisheries and Tourism in Palawan. East-West Environmental and Policy Institute*. Recuperado de <http://scholarspace.manoa.hawaii.edu/bitstream/handle/10125/21626/LoggingVersusFisheriesAndTourismInPalawan1988%5Bpdfa%5D.PDF?sequence=1>



- INCOPESCA. (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.
- INCOPESCA. (2014). *Estadísticas de pesca*. Recuperado de <http://www.incopescas.go.cr/publicaciones/estadisticas.html>
- IPCC. (2014). Summary for policymakers. In C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea, and L. L. White (Eds.), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1-32). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5\\_wgII\\_spm\\_en.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_en.pdf)
- Lluch-Cota, D., Lluch-Belda, D., Lluch-Cota, S., López-Martínez, J., Nevárez-Martínez, M., Ponce-Díaz, G.,..., Morales, J. (2004). Las pesquerías y El Niño. Capítulo 5. En V. Magaña Rueda (Ed.), *Los impactos del niño en México*. Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México, Secretaría de Gobernación. México, Recuperado de [http://www.atmosfera.unam.mx/editorial/libros/el\\_nino/](http://www.atmosfera.unam.mx/editorial/libros/el_nino/)
- Mestre M., Ortega M. (2012). *Pesca y energía, ¿de la crisis energética a la crisis alimentaria?* Documento técnico. Universidad Autónoma de Barcelona. Recuperado de [http://ent.cat/wp-content/uploads/2012/01/2012\\_mestre\\_ortega\\_Pesca-y-energ%C3%A9tica-a-la-crisis-alimentaria\\_ARAG.pdf](http://ent.cat/wp-content/uploads/2012/01/2012_mestre_ortega_Pesca-y-energ%C3%A9tica-a-la-crisis-alimentaria_ARAG.pdf)
- Mideplan. (2010). *Guía metodológica general para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión pública*. Costa Rica. Recuperado de <http://documentos.mideplan.go.cr/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/675e5398-bdb9-4186-ae85-6d0b1e072d7f/978-9977-73-040-0.pdf>
- Moreno, M. L. (2015). Propuesta metodológica para valorar el impacto socioeconómico de la variabilidad climática en el turismo y la pesca costera en Costa Rica. *Rev. Ciencias Sociales, Universidad de Costa Rica*, 147, 73-83. Recuperado de <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/sociales/article/view/19794/19868>
- Moreno, M. L., Moya, R., Alfaro, E. (2017). Actividades socioeconómicas que emplean recursos naturales de la zona marítimo-terrestre y marina en Costa Rica y su relación con la variabilidad climática. *Revista de Política Económica para el Desarrollo Sostenible*, 2(2), 1-23. doi: <http://dx.doi.org/10.15359/peds.2-2.1>
- NOAA. (2015). *Changes to the Oceanic Niño Index (ONI)*. <http://www.cpc.noaa.gov/data/indices/sstoi.atl.indices>
- OLDEPESCA. (2010). *Efectos de las principales alteraciones atmosféricas y oceanográficas sobre la actividad pesquera en los países miembros de OLDEPESCA*. XXI conferencia de ministros, San Francisco de Campeche, México. Recuperado de [http://www.oldepesca.com/userfiles/DI\\_20\\_EFECTOS ALTERACIONES ATMOS PESQUERIA.pdf](http://www.oldepesca.com/userfiles/DI_20_EFECTOS ALTERACIONES ATMOS PESQUERIA.pdf)
- Portner, H. O., & Peck, M. A. (2010). Climate change effects on fishes and fisheries: towards a cause-and-effect understanding. *Journal of Fish Biology*, 77(8), 1745-1779. doi <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2010.02783.x>

- Rojas, R. (2012). Análisis de las amenazas e implicaciones del cambio climático sobre los tiburones. *En Ambientales, Costa Rica y el mundo ante el cambio climático*, 33-48. Recuperado de <http://www.ambientico.una.ac.cr/pdfs/ambientales/44.pdf>
- Samaniego, J. L. (2009). *Cambio climático y desarrollo en América Latina y el Caribe. Reseña 2009*. CEPAL, GTZ, COP15. Santiago de Chile Recuperado de <http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/2975/1/lcl3140.pdf>
- 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. doi <https://doi.org/10.3354/meps251181>
- SCIJ. (2012). *Prohibición de aleteo de tiburones, de importación y de transporte, trasiego y portación de aletas dentro de una embarcación en aguas jurisdiccionales*. n.º 37354 -MINAET-MAG-SP-MOPT-H. Recuperado de [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=73499&nValor3=90210&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=73499&nValor3=90210&strTipM=TC)
- Valdivia, E., Arntz, W. (1985). Cambios en los recursos costeros y su incidencia en la pesquería artesanal durante «El Niño» 1982-1983. «El Niño» su impacto en la fauna marina. *Instituto del Mar del Perú*. Boletín, Volumen extraordinario. Recuperado de <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe:8080/bitstream/handle/123456789/1201/BOL%20EXTR.%20EL%20NI%C3%91O-17.pdf?sequence=1>



Valoración socioeconómica del impacto de la variabilidad climática sobre la pesca artesanal en Costa Rica (Mary Luz Moreno-Díaz y otros) por [Revista Uniciencia](#) se encuentra bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 3.0 Unported](#).