

# Explorando el Uso de Fotografías para Evaluar la Pesca Recreativa en Venezuela

## Exploring the Use of Photographs to Assess Marine Recreational Fishing in Venezuela

## Explorer l'Utilisation de Photographies d'Évaluer Marine de la Pêche Récréative au Venezuela

CARLOS ENRIQUE SOUCRE\*, JUAN POSADA y JUAN CRUZ

Universidad Simón Bolívar, Av. ppal La Boyera, Res Pikal-B, Apto. 71-B. Caracas, Miranda 1083, Venezuela.

\*[carlosevenriques@gmail.com](mailto:carlosevenriques@gmail.com).

### RESUMEN

Las fotografías históricas de pesca deportiva constituyen una evidencia de tallas y especies que han sido objetivo de estos artes de pesca por un largo período de tiempo. La pesca submarina con arpón es un caso interesante de evaluación, dada la alta selectividad de la cual se pregona, tanto en talla como en especies capturadas. Para examinar los cambios que han podido experimentar los recursos sometidos a extracción pesquera por este deporte, se examinaron las variaciones existentes en las tallas de capturas (en 15 categorías taxonómicas) y la composición de especies en las últimas cinco décadas (1960-2010), en cinco ecorregiones marinas de Venezuela, recurriendo al análisis de fotografías históricas. El análisis de tallas presentó limitaciones dada la poca cantidad de datos (1207 capturas registradas). Sin embargo, la talla promedio de captura se mantuvo estable (110 cm) durante las cinco décadas, aunque varias categorías experimentaron variaciones significativas, generalmente en descenso (Serránidos, *Sphyraena barracuda* y Lutjánidos). En cuanto a especies, las preferencias de los pescadores submarinos se han mantenido estables en el tiempo, sin mostrar cambios significativos. Sin embargo, se detectó una diferencia significativa entre las especies capturadas en cada ecorregión, explicada por las características ecológicas propias de cada una. El esfuerzo de pesca (años de experiencia\*profundidad máxima de pesca) ha aumentado en el tiempo. Esto conlleva a una disminución del índice de explotación, lo cual podría interpretarse como un deterioro de los recursos que son objetivo de la pesca submarina en Venezuela, aunque no necesariamente atribuibles a este deporte, ya que estas especies también son de interés comercial. Sin embargo, se continúan capturando especies que deberían tener prioridad de conservación.

PALABRAS CLAVE: Pesca submarina, ecorregiones marinas, fotografías históricas, esfuerzo de pesca

### INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se ha evidenciado una creciente disminución en las tallas y la abundancia de los peces en los océanos (Worm et al. 2006). Dada la gran importancia de las pesquerías como fuente proveedora de alimentos para la humanidad (Mora et al. 2009), este hecho se ha identificado como un importante problema ecológico, social y económico de carácter global (Myers y Worm 2003, Worm et al. 2006). La sobre-pesca es una de las más importantes causas de estas disminuciones (Dulvy et al. 2000, Worm et al. 2006, McClenachan 2009a). Sin embargo, generalmente la disponibilidad de datos biológicos, ecológicos y/o pesqueros para estudiar sus poblaciones es limitada. Son pocas las evidencias en este sentido (registros paleontológicos, arqueológicos e históricos, y datos pesqueros, de monitoreo ambiental, etc.). Inclusive se desconocen las capacidades de los ecosistemas marinos para soportar la abundancia de grandes peces (McClenachan 2009a), que actualmente no podemos observar (Jackson 2008, Lotze y Worm 2009). La mayoría de los ecosistemas marinos han sido evaluados sólo después de que algunas especies han experimentado disminuciones (Pauly 1995).

Generalmente, las artes de pesca industriales y artesanales tienden a acabar primero con las especies de gran tamaño y los individuos de mayores tallas, ya que son el objetivo principal de esta actividad dado el alto precio que alcanzan en el mercado (Bascompte et al. 2005, Ferretti et al. 2008). Por otro lado, los individuos de mayor talla generalmente no escapan a través de la luz de la malla de las redes y se capturan con mayor facilidad con los anzuelos más grandes. Al desaparecer estos individuos, progresivamente las pesquerías tienden a explotar peces disponibles de menor talla y peso u otras especies de menor valor comercial y gastronómico, dadas las necesidades y demanda de la población por los recursos alimenticios. En consecuencia, cada vez se colocan redes con tamaño de luz de malla más pequeño y anzuelos de menor tamaño.

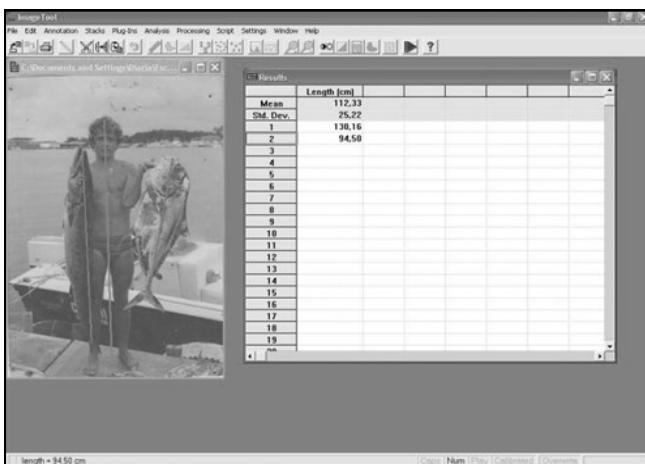
Se ha propuesto que, no sólo en las pesquerías industriales y artesanales, sino también en las deportivas y recreativas, se han experimentado cambios en la composición de especies y disminución en la talla de los peces que se capturan (Coll et al. 2004, Myers y Worm 2005, McClenachan 2009a). Los datos que registran la explotación de recursos pesqueros no siempre están disponibles en escalas de tiempo adecuadas (e.j. suficientemente largas) que permitan estudiar cambios precisos en las poblaciones y su estado en ecosistemas prístinos (McClenachan 2009a). Otras veces esta información no se encuentra disponible o correctamente organizada, o sencillamente no existe. Por ello, son pocos los estudios que documentan esta disminuciones progresivas de tallas (McClenachan 2009a). El caso específico de Venezuela no escapa a ello.

Recientemente varios investigadores han encontrado fuentes de datos alternativas que permiten estudiar y comprobar dichos cambios, tanto en tallas y abundancia de recursos pesqueros como en composición de especies de las capturas de

diferentes artes de pesca, utilizando series de tiempo largas, frecuentemente escasas en las estadísticas pesqueras. Entre las diferentes bases de datos, que en algunos casos archivan organizaciones o entes deportivos, se encuentran las listas de especies y/o tallas capturadas, así como los registros fotográficos y resultados de competencias (Gaertner et al. 1989, Coll et al. 2004, McClenachan 2009), todas con información cuantificable y útil para el estudio de los recursos pesqueros. Son éstas fuentes de datos las que pueden utilizar los científicos para contrarrestar la falta de estadísticas y estudios que describan el estado de los recursos pesqueros.

Las fotografías de capturas de pesca deportiva contienen información detallada de la composición de especies de las capturas y las tallas de las mismas, junto con la localidad específica y fecha (exacta o al menos aproximada a un período o década), lo cual permite hacer evaluaciones históricas en escalas de tiempo amplias. Indagando en este tipo de fuente de datos se podría resolver el problema y las limitaciones que se tienen al no poseer robustez en los datos históricos para sustentar decisiones de manejo en el futuro, o al menos conocer los cambios del recurso en un largo período de tiempo.

La pesca submarina, tipo de pesca deportiva evaluada en este estudio, es un arte de pesca que consiste en bucear en la columna de agua, utilizando un fusil para la captura de peces y otros animales marinos. En Venezuela y otros países se practica legalmente en inmersión libre (sin equipo autónomo SCUBA, Figura 1, Coll et al. 2004). En consonancia con el manejo de los recursos pesqueros que se ven afectados por este deporte, la FVAS, siguiendo las pautas preestablecidas en los lineamientos de la CMAS, ha diseñado un reglamento para las competencias en este deporte. Dicho reglamento establece pautas claras en cuanto a especies permitidas y prohibidas en las capturas pesos mínimos para cada especie permitida.



**Figura 1.** Ventana de Image Tool realizando una medición de fotografía calibrada con la altura del pescador, se muestra el cuadro con la medida de calibración (estatura del pescador) y las tallas medidas para ambas capturas en este caso.

Las zonas de pesca deportiva con arpón se solapan en gran medida con las de pesca artesanal costera de Venezuela, incluyendo a los recursos a los cuales están dirigidas las capturas. Para muchos, la pesca submarina es calificada y definida comúnmente como una actividad destructiva y dañina de los recursos marinos. Sin embargo, la misma tiene como característica el ser altamente selectiva, ya que el pescador submarino tiene la capacidad de decidir cuáles especies capturará, lo que los orienta hacia peces de gran talla o al menos, a los más grandes que se consigan en la zona de pesca.

El objetivo general del presente estudio consiste en determinar las especies que han sido objetivo de la pesca submarina en Venezuela durante la trayectoria de este deporte, haciendo hincapié en la evaluación del cambio en la composición de especies y talla de las capturas como medida del impacto que podrían haber sufrido algunos de los recursos pesqueros, a lo largo los últimos 50 años a través del análisis del registro fotográfico. Se espera conseguir que las tallas estimadas a partir del registro fotográfico de las capturas realizadas por la pesca submarina deportiva en Venezuela reflejen la tendencia que experimentan las poblaciones de peces costeros con una declinación con el paso del tiempo así como un cambio en la composición de especies capturadas por las artes de pesca selectivas en el tiempo, siendo las de los primeros años de esta actividad deportiva de mayor calidad, en términos gastronómicos, que las capturadas en años más recientes. Como consecuencia de ello se espera encontrar que el esfuerzo aplicado por este arte de pesca haya ido en aumento con el paso del tiempo, con una consecuente disminución del índice de explotación. Para ello fue necesario recuperar información histórica cuantitativa almacenada en las fotografías de capturas de la pesca submarina en Venezuela (especies y tallas).

## MÉTODOS

Se entrevistaron 80 pescadores submarinos con un mínimo de cinco años de experiencia de los cuales se obtuvieron datos de 21 de ellos, quienes accedieron a facilitar sus registros fotográficos. Las fotografías históricas de capturas, como ya se mencionó, ofrecen una invaluable evidencia. El análisis temporal de las mismas puede delatar cambios importantes en los recursos que son sometidos a explotación.

Deben existir elementos dentro de la fotografía que sirvan de puntos de referencia para estimar la talla del pez (e.j. estatura del pescador). Deben ser conocidos los datos de ubicación del sitio donde se produjo la captura y la fecha en la que fue tomada la fotografía. Para la determinación de la especie y estimación de la talla de captura se recurrió a recursos bibliográficos de identificación de peces (Froese y Pauly 2011, Humman y Deloach 2008). Se procedió a estimar la longitud total del pez (longitud desde la porción anterior de la cabeza hasta el final de la aleta caudal; Figura 1) (Froese y Pauly 2011). Para ello se

recurrió al uso del software “Image Tool”, el cual permite calibrar cada fotografía con una referencia de longitud conocida para, posteriormente, realizar las mediciones necesarias. Para estimar el error en dichas mediciones se procedió a analizar fotografías donde varios individuos voluntarios mostraron objetos de tamaño conocido desde diferentes ángulos. Las diferencias entre la talla real y la talla calculada permitieron conocer el porcentaje de error que se encuentra en las medidas de talla tomadas en este estudio. Para optimizar el manejo de datos se agruparon varias especies y/o géneros dentro de una misma categoría taxonómica, en este caso a nivel de familia (Tabla 1).

Se procedió a clasificar la información levantada según el período de tiempo en el que se había realizado la captura, el nombre del pescador que la realizó, la localidad donde la misma fue realizada (llevada luego a ecorregión) y la especie. En consecuencia, cada dato de captura se clasificó de acuerdo a:

Períodos:

**Periodo A:** entre 1960 y 1969;

**Periodo B:** entre 1970 y 1979;

**Periodo C:** entre 1980 y 1989;

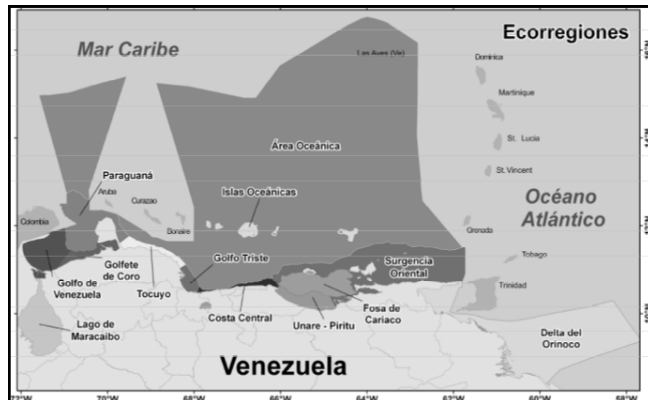
**Periodo D:** entre 1990 y 1999;

**Periodo E:** entre 2000 y 2010.

**Tabla 1.** Categorías taxonómicas presentes en las capturas analizadas. Se presentan por especie o grupo de especies (se destacan con un asterisco las especies cuya captura no está permitida por el reglamento de la FVAS 2009 para las cuales no aplica (N/A) ningún peso establecido en dicho reglamento), detallándose el peso mínimo de captura permitido (kg) (Reglamento FVAS 2009) y talla total mínima (LT) calculada a partir del peso mínimo (cm) (Froese y Pauly 2011).

Especie/Grupo de especies	Especies	Peso mínimo (kg)	Talla mínima (cm) (LT)	
<b>Acanthocybium solandri</b>	<i>Acanthocybium solandri</i>	5	96	
	<i>Alectis ciliaris</i>	1	34	
	<i>Caranx bartholomaei</i>	1	37	
	<i>Caranx hippos</i>	1	32	
	<i>Caranx latus</i>	1	45	
	<b>Carangidae</b>	<i>Caranx lugubris</i>	2	54
		<i>Elagatis bipinnulata</i>	1	46
		<i>Selene vomer</i>	0.5	37
		<i>Seriola dumerili</i>	1	43
		<i>Seriola rivoliana</i>	1	45
<i>Trachinotus falcatus</i>		1	33	
<b>Centropomus undecimalis</b>	<i>Centropomus undecimalis</i>	1	51	
<b>Epinephelus itajara</b>	<i>Epinephelus itajara</i> *	N/A	N/A	
<b>Lachnolaimus maximus</b>	<i>Lachnolaimus maximus</i> *	N/A	N/A	
<b>Lutjanus cyanopterus</b>	<i>Lutjanus cyanopterus</i>	5	100	
	<i>Lutjanus analis</i>	1	41	
	<b>Lutjanus spp.</b>	<i>Lutjanus apodus</i>	1	39
<i>Lutjanus jocu</i>		2	49	
<i>Megalops atlanticus</i>		5	97	
<b>Rachycentron canadum</b>	<i>Rachycentron canadum</i>	5	79	
	<i>Aetobatus narinari</i> *	N/A	N/A	
<b>Rayas</b>	<i>Dasyatis americana</i> *	N/A	N/A	
	<i>Dasyatis centroura</i> *	N/A	N/A	
	<i>Scarus coelestinus</i> *	N/A	N/A	
	<i>Scarus guacamaia</i> *	N/A	N/A	
<b>Scaridae</b>	<i>Sparisoma viride</i> *	N/A	N/A	
	<i>Euthynnus alletteratus</i>	0.5	35	
	<b>Scombridae</b>	<i>Scomberomorus cavalla</i>	1	58
<i>Scomberomorus macalatus</i>		1	54	
<i>Scomberomorus regalis</i>		1	47	
<i>Epinephelus adscensionis</i> *		N/A	N/A	
<i>Epinephelus morio</i>		2	52	
<b>Serranidae</b>	<i>Epinephelus striatus</i>	2	50	
	<i>Mycteroperca bonaci</i>	5	69	
	<i>Mycteroperca venenosa</i>	2	50	
<b>Sphyræna barracuda</b>	<i>Sphyræna barracuda</i>	3	81	
	<i>Carcharhinus falciformis</i> *	N/A	N/A	
	<i>Carcharhinus leucas</i> *	N/A	N/A	
	<i>Carcharhinus limbatus</i> *	N/A	N/A	
	<i>Carcharhinus perezii</i> *	N/A	N/A	
<b>Tiburones</b>	<i>Galeocerdo cuvier</i> *	N/A	N/A	
	<i>Ginglymostoma cirratum</i> *	N/A	N/A	
	<i>Negaprion brevirostris</i> *	N/A	N/A	
	<i>Sphyrna mokarran</i> *	N/A	N/A	

*Ecorregiones* — De acuerdo a la localidad registrada para cada captura, fue englobada en la ecorregión correspondiente (Figura 2). Para ello se siguió la clasificación hecha por Miloslavich et al. 2003 en la costa de Venezuela. Las ecorregiones donde se obtuvieron datos en este estudio fueron: Costa Central, Golfo Triste, Islas Oceánicas, Paraguaná, Surgencia Oriental.



**Figura 2.** Ecorregiones marinas de Venezuela. Tomado de Miloslavich y Klein 2008.

### Análisis de Datos

- i) Evaluación de la selectividad de la pesca submarina en Venezuela: tomando como referencia el reglamento actual de la FVAS para la pesca submarina, se estimó el porcentaje de las capturas que se salieron del mismo, en cuanto a especies no permitidas y en cuanto a las tallas mínimas, calculadas a partir de los pesos mínimos permitidos establecidos por dicho reglamento (Tabla 1).
- ii) Análisis del cambio en la composición de especies objetivo de cada período: Se construyeron ordenaciones multivariadas (MDS) (Clarke 1993, Clarke y Warwick 2001), para representar patrones de distribución temporal de la composición de especies. Estos últimos son sólo representaciones visuales, por lo que no pueden ser considerados en análisis de pruebas de hipótesis. Para ello se recurrió a la aplicación de Análisis Multivariados de Varianza basados en Permutaciones (PERMANOVA), que consideraron varias fuentes de variación (Anderson 2005).
- iii) Análisis de cambio de tallas: Dada la diversidad de tallas entre las diferentes especies identificadas, se aplicó un análisis de regresión lineal para evaluar las tendencias temporales de las tallas de cada categoría taxonómica (R Development Core Team 2011). Para ello, se calculó la proporción de la talla de captura de cada individuo respecto a la talla máxima reportada para su especie (Talla de captura/Talla máxima; Froese y Pauly 2011). Para analizar el cambio de tallas de las especies capturadas en cada período. Posteriormente se aplicaron los Análisis Multivariados de Varianza basados en

Permutaciones (PERMANOVA) (Clarke y Warwick 2001, Anderson 2005) a los grupos de especies y ecorregiones que contaran con cantidades de réplicas (“n”) significativas. El PERMANOVA permite analizar muestras irregulares (con “n” diferente).

Para realizar todas las pruebas estadísticas se utilizó el programa de computación PRIMER 6 & PERMANOVA (Clarke y Gorley 2006). Dado que no existía un diseño estadístico previo a la recolección de datos, se hicieron las pruebas correspondientes utilizando cuatro modelos diseñados a posteriori utilizando los factores: Período, Ecorregión, Localidad, Pescador.

### Evaluación del Cambio del Esfuerzo de Pesca e Índice de Explotación

La experticia de cada pescador puede ser considerada una buena medida del esfuerzo de pesca, junto con la profundidad a la cual es capaz de realizar capturas cada uno de ellos. Los datos recaudados en la encuesta contienen esta información (año de iniciación en la pesca submarina y metros de profundidad máxima de pesca). Se realizó el cálculo del esfuerzo de pesca por pescador en términos de profundidad máxima de pesca y años de experiencia (Unidad de esfuerzo: Profundidad\*Nivel de Experiencia, m\*año), para cada período del estudio. Para evaluar la evolución temporal del esfuerzo se aplicó una regresión lineal (R Development Core Team 2011).

El análisis del cambio de las capturas respecto al esfuerzo de pesca ofrece una perspectiva del estado de los recursos que se someten a explotación. Para ello se realizó un análisis en el que se calculó el índice de explotación de cada período del estudio (expresado en Talla de Captura \* metro de profundidad -1 \* Nivel de experiencia -1). Para analizar el cambio temporal del índice de explotación, éstos resultados fueron sometidos a una regresión lineal (R Development Core Team 2011).

### RESULTADOS

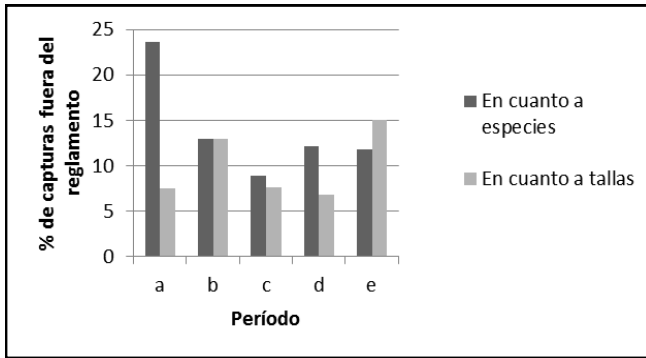
Para el proceso de selección fueron recaudadas unas 2756 fotografías que registraron capturas, de las cuales solo 456 cumplieron con los criterios establecidos. Muchas de estas fotografías contenían varias capturas hechas por uno o varios pescadores, lo cual permitió registrar 1207 capturas individuales, con las cuales se pudieron hacer 929 mediciones de tallas. Se registró un error promedio para mediciones cuya referencia estuvo en el mismo plano de 6,71%, en 30 fotografías de prueba. Cabe destacar que dichos porcentajes de error fueron positivos en todos los casos, es decir, en cierta medida, se sobreestimaron tallas.

Entre estas capturas se determinaron 35 especies, provenientes de 19 localidades diferentes de la costa de Venezuela. Adicionalmente se obtuvieron 278 datos (capturas restantes), donde únicamente se determinó la especie capturada, sin posibilidades de medir la talla.

**Evaluación de la Selectividad**

Un 12,02% de las capturas se encontró fuera del reglamento a nivel de las especies permitidas de acuerdo al reglamento establecido por la FVAS para la pesca submarina (145 capturas, de un total de 1207). Este promedio varió a lo largo de los períodos estudiados, siendo mayor en el período “A” y menor en el período “C”, con lo que se observa una importante disminución del porcentaje de capturas de especies no permitidas (Figura 3).

De las 929 capturas a las que se les determinó la talla, 111 (11,95%) estuvieron fuera del reglamento en cuanto a especies. De las 818 capturas restantes (todas de especies permitidas para las cuales se establece el peso mínimo en el reglamento FVAS), 87 capturas (10,64%) estuvieron fuera del reglamento en cuanto a las tallas. Este promedio varió a lo largo de los períodos estudiados, siendo mayor en el período “E” y menor en el período “A”. Se puede apreciar un ligero aumento del porcentaje de capturas fuera del reglamento en cuanto a tallas (Figura 3).



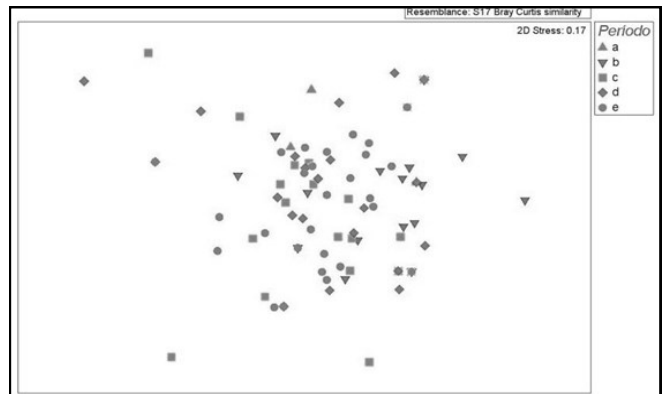
**Figura 3.** Selectividad de la pesca submarina en cada período de estudio. Se muestran los porcentajes de capturas fuera del reglamento en cuanto a especies y a tallas no permitidas para cada período según el reglamento de la FVAS y sus respectivas rectas de regresión lineal.

**Cambio de Composición de Especies**

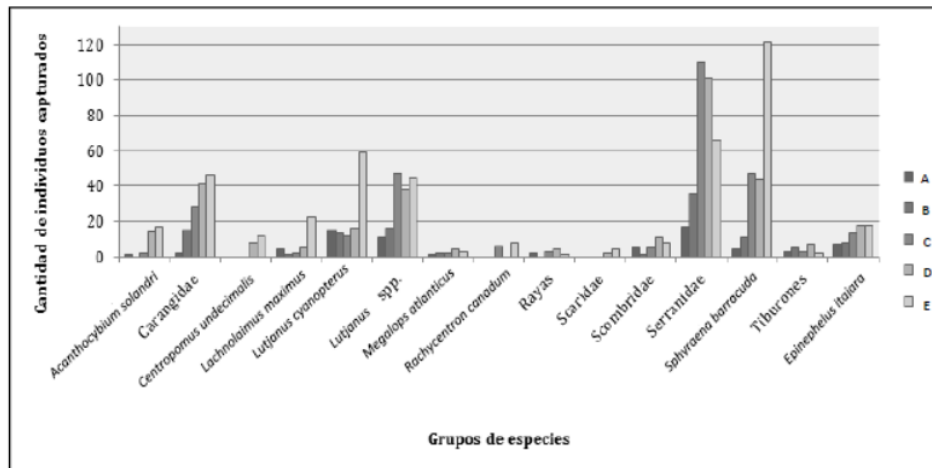
En la Figura 4 se pueden observar dichas diferencias en número de individuos capturados para cada especie y/o grupo de especies, establecido para cada uno de los períodos y ecorregiones estudiadas.

La única fuente de variación significativa fue la ecorregión, por lo que se puede sostener que la composición de especies que fueron capturadas en cada ecorregión fueron significativamente distintas (Tabla 2). Igualmente se puede sostener que estas composiciones fueron las mismas a través del tiempo ya que no se encontraron diferencias en cuanto a períodos. En consecuencia, no se observó ningún patrón claro de distribución temporal en los períodos de muestreo (Figura 5. MDS).

Dadas las diferencias significativas detectadas en el factor "ecorregión", es posible notar cierto patrón que diferencia mayoritariamente a las ecorregiones Costa Central, Paraguaná e Islas Oceánicas, aunque dichos niveles se encuentran considerablemente solapados (Figura 6. MDS).



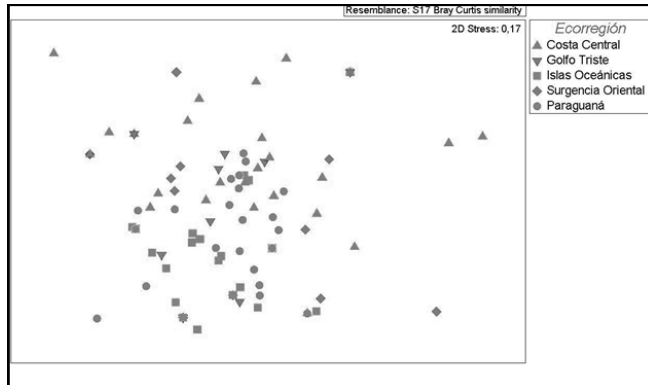
**Figura 5.** Ordenaciones multivariadas (nMDS) basados en índices de similitud de Bray-Curtis de las diferentes capturas (Presencia/Ausencia) por Período.



**Figura 4.** Cantidad en número de individuos capturados por la pesca deportiva con arpón, en función de la especie o grupo de especies a las que pertenecen dentro de cada período estudiado. **Periodo A:** entre 1960 y 1969; **Periodo B:** entre 1970 y 1979; **Periodo C:** entre 1980 y 1989; **Periodo D:** entre 1990 y 1999; **Periodo E:** entre 2000 y 2010.

**Tabla 2.** Análisis de Varianzas Multivariados (PERMANOVA) basados en permutaciones (9999) utilizando las fuentes de variación especificadas en el Modelo 3. Se resaltan en gris los valores que delatan diferencias significativas. GI = grados de libertad, MS =cuadrados medios, CV = componente de variación.

Fuente de Variación	gl	MS	Pseudo-F	p(perm)	CV (%)
Período (Pe)	4	3017.8	1.1112	0.3306	0.7
Ecorregión (Ec)	4	6215.6	2.2887	<b>0.0005</b>	9.6
PexEc**	12	2901.5	1.0684	0.3263	1.4
V (Residual)					88.3



**Figura 6.** Ordenaciones multivariadas (nMDS) basados en índices de similitud de Bray-Curtis de las diferentes capturas (Presencia/Ausencia) por Ecorregión.

### Análisis de Cambio de Tallas

Las proporciones de talla de captura individuales respecto a la talla máxima se mantuvieron bastante parecidas durante los cinco periodos de estudio (Figura 7). Para cada categoría taxonómica (Tabla1) se analizó el cambio de tallas a lo largo de los periodos estudiados por separado (Tabla 3).

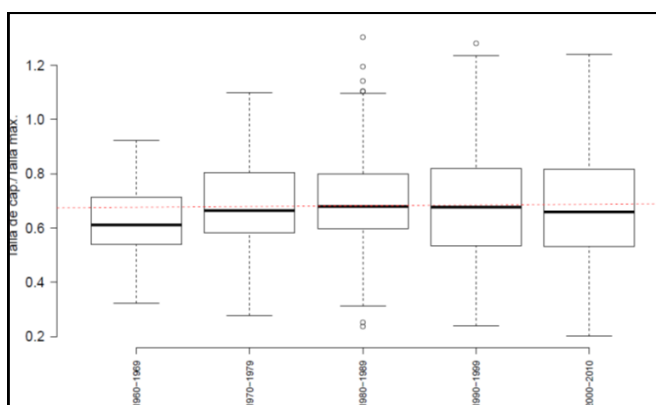
El análisis PERMANOVA fue aplicado para grupos de especie en los periodos donde se encontraron los valores de “n” lo suficientemente altos. Dadas las variaciones reportadas arriba entre ecorregiones, los análisis consideraron este factor en cada categoría taxonómica (Tabla 4).

**Tabla 3.** Tamaño de muestra (n), promedio de talla (L, cm), y desviación estándar para cada grupo de especies y periodo de tiempo examinado en el estudio de cambio de tallas en las capturas de pesca submarina en Venezuela a través del registro fotográfico. Nota: para los casos donde hay n = 1 no aplica (na) el cálculo de la desviación estándar.

Categoría	a			b			c			d			e		
	1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-1999	2000-2010	n	L (cm)	DE	n	L (cm)	DE	n	L (cm)	DE	
<i>Acanthocybium solandri</i>	1	137.1	na	0			1	162.2	na	13	136.0	18.6	17	140.5	27.7
Carangidae	1	92.3	na	15	108.5	32.7	22	111.4	25.0	24	116.2	21.5	31	91.6	17.3
<i>Centropomus undecimalis</i>	0			0			0			8	81.3	5.0	12	110.0	13.0
<i>Epinephelus itajara</i>	7	166.2	36.1	8	187.1	54.2	12	158.1	30.9	14	148.0	39.7	18	150.2	51.1
<i>Lachnolaimus maximus</i>	1	51.9	na	0			1	63.3	na	1	88.5	na	21	74.5	16.1
<i>Lutjanus cyanopterus</i>	13	110.0	16.6	11	88.8	42.9	10	101.4	17.9	13	102.0	25.5	48	93.2	34.3
<i>Lutjanus</i> spp.	8	83.8	15.7	9	83.4	12.0	36	87.4	13.6	27	78.6	16.7	37	81.1	15.5
<i>Megalops atlanticus</i>	1	141.5	na	2	157.3	12.4	2	129.4	28.1	3	175.6	61.1	2	156.1	18.2
<i>Rachycentron canadum</i>	0			0			5	120.9	6.7	0			8	131.5	17.4
Rayas	1	108.7	na	0			1	78.3	na	1	79.3	na	0		
Scaridae	0			0			0			1	100.9	na	3	98.6	31.0
Scombridae	4	102.3	28.9	1	127.2	na	3	119.8	41.4	6	67.0	11.2	4	109.4	31.3
Serranidae	11	86.8	10.5	32	96.3	20.1	81	105.0	23.9	80	105.2	28.0	52	101.8	38.8
<i>Sphyræna barracuda</i>	1	104.3	na	7	126.4	12.5	38	121.0	25.7	31	135.5	25.3	91	127.8	26.0
Tiburones	3	127.8	28.1	4	165.3	26.3	3	210.8	73.5	4	214.9	10.4	2	229.5	4.6
<b>Total general</b>	<b>52</b>	<b>108.6</b>	<b>33.8</b>	<b>89</b>	<b>111.5</b>	<b>41.9</b>	<b>215</b>	<b>110.6</b>	<b>31.3</b>	<b>226</b>	<b>112.4</b>	<b>36.2</b>	<b>346</b>	<b>109.2</b>	<b>37.2</b>

**Tabla 4.** Análisis de Varianzas Multivariados (PERMANOVA) de tallas basados en permutaciones (9999) utilizando las fuentes de variación especificadas en el Modelo 3. NS = no significativo, + =  $p < 0.05$  y ++ =  $p < 0.01$ .

Categoría	Períodos	Ecorregiones	Fuente de Variación			Componentes de Variación (%)			
			Período	Ecorregión	PerXEco	S (Per)	S (Eco)	S (PerXEco)	V (Residual)
Carangidae	b, c, d, e	Costa Central, Paraguaná	++	NS	NS	17.50	0.00	7.42	75.08
<i>Epinephelus itajara</i>	c, d, e	Costa Central, Paraguaná	NS	NS	+	0.00	7.23	32.61	60.16
<i>Lutjanus cyanopterus</i>	b, c, d, e	Costa Central, Paraguaná	NS	NS	+	8.24	0.00	20.16	71.60
<i>Lutjanus</i> spp.	c, d, e	Costa Central, Paraguaná	NS	NS	NS	6.87	5.04	0.00	88.09
Serranidae	b, c, d, e	Costa Central, Golfo triste, Islas Oceánicas, Paraguaná	NS	++	++	0.00	14.06	17.70	68.24
<i>Sphyraena barracuda</i>	c, d, e	Costa Central, Paraguaná	NS	++	++	3.12	15.44	20.79	60.66



**Figura 7.** Gráfico de distribución temporal de proporción de tallas (Talla de captura/Talla max.) para todas especies en cada período y recta de regresión lineal.

Los análisis PERMANOVA para el cambio de tallas sólo se ajustaron a un modelo en el que los factores Ecorregión y Período se consideraron fijos y ortogonales entre sí. Se encontraron diferencias significativas en las tallas de las capturas de la categoría Carangidae entre períodos ( $p = 0,0144$ ). Por su parte, las categorías taxonómicas *Epinephelus itajara* ( $p = 0,0318$ ), *Lutjanus cyanopterus* ( $p=0,0443$ ), Serranidae ( $p = 0,0018$ ) y *Sphyraena barracuda* ( $p = 0,0026$ ) tuvieron diferencias significativas en la combinación de factores período y ecorregión (Tabla 4).

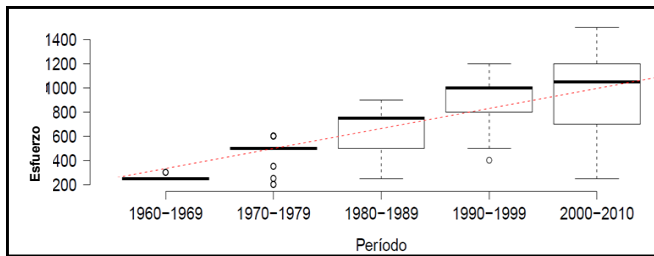
En cada caso específico de las categorías taxonómicas se observan tendencias diferentes de disminución o aumento de tallas. En el caso de *Epinephelus itajara* se observa una caída en las tallas a partir del período B, pero con una marcada desviación de los datos. Concretamente, esta especie experimentó un aumento de tallas en la ecorregión de Paraguaná, y una marcada disminución de la talla de captura en la ecorregión de Costa Central. Caso contrario ocurre en la categoría del resto de los Serránidos, donde se observa un ligero aumento de talla con el paso del tiempo, acompañado por un aumento en la desviación de los datos. Si se ve este caso (Serránidos) separando las capturas por ecorregión, se puede notar que no hay una tendencia fija,

es decir, en la Costa Central y el Golfo Triste hay un ligero aumento, mientras que en Paraguaná e Islas Oceánicas la tendencia es hacia la disminución. Por su parte, la categoría *Lutjanus* spp. experimenta un descenso generalizado, que se manifiesta tanto en la ecorregión de Costa Central como en la de Paraguaná. El *Lutjanus cyanopterus*, por su parte, experimenta un descenso general, aunque su tendencia sea al aumento en la ecorregión de Paraguaná, donde está representada por pocas capturas. La categoría Carangidae experimenta un progresivo y generalizado descenso en sus tallas, en todas las ecorregiones donde se vió representada. La especie *Sphyraena barracuda* experimentó un ligero aumento en las tallas dado principalmente por el aumento en la ecorregión de Costa Central. Dicha especie mantuvo una talla estable en sus capturas en la ecorregión de Paraguaná. Para el resto de las categorías taxonómicas estudiadas los escasos datos no permiten obtener un resultado definitivo y sin distinción entre las diferentes ecorregiones. Sin embargo, es notable la tendencia al aumento de la talla de dichas categorías, a excepción de las rayas, los Scaridae y los Scombridae quienes muestran disminución. La especie *Acanthocybium solandri* mantiene una talla relativamente estable.

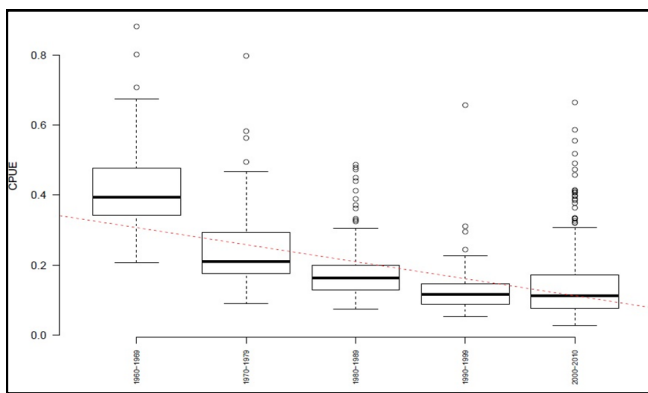
### Esfuerzo de Pesca e Índice de Explotación

Varios de los resultados de cambio de tallas no muestran un patrón temporal de descenso de las mismas. Sin embargo, la evolución del esfuerzo de pesca de la pesca submarina en Venezuela mostró ser creciente con el paso del tiempo dentro del período estudiado (Esfuerzo =  $165.6X + 169.6$ , donde X es el tiempo;  $R^2 = 0,4076$ ,  $p = 2.20E-16$ ) (Figura 8).

En cuanto a los análisis de índice de explotación realizados se encontró un marcado descenso del mismo, dado por un cambio muy bajo en las tallas de captura respecto a un aumento muy marcado en el esfuerzo medido en experiencia y profundidad máxima de pesca del pescador que realizó cada captura (Índice de explotación =  $-0,04863X + 0,35536$ , donde X es el tiempo;  $R^2 = 0.4076$ ,  $p = 2.20E-16$ ) (Figura 9).



**Figura 8.** Gráfico de cambio del esfuerzo de pesca. Se muestra en nivel del esfuerzo para cada período (m<sup>2</sup>años, correspondientes a profundidad máxima de pesca y nivel de experiencia, m<sup>2</sup>año) y recta de regresión lineal.



**Figura 9.** Variación en los valores del índice de explotación (talla de captura/m<sup>2</sup>año) o CPUE (Eje Y), para cada uno de los periodos evaluados (Eje X), así como representación de la regresión lineal.

## DISCUSIÓN

### Selectividad y Composición de Especies en las Capturas

La pesca submarina es una actividad que utiliza artes de pesca de alta selectividad. De hecho, es el único arte de pesca donde el pescador puede escoger con precisión la pieza que desea capturar (Coll et al. 2004). Esto implica que las especies que responden a algún criterio de preferencia, como las más valiosas y, dentro de estas, los individuos que presentan las mayores tallas, serán las presas seleccionadas. En general, se observa que es consistente la selectividad de la pesca submarina en cuanto a especies a lo largo del período estudiado. Las especies capturadas tienden a ser las mismas en los cinco períodos, sin encontrarse diferencias significativas entre los mismos. La única diferencia significativa encontrada correspondió a ecorregiones sin distinción de períodos.

La selectividad en las capturas observada en los resultados de este estudio resultó ser muy alta en comparación con otros estudios.

Las diferencias más marcadas las encontramos en las siguientes especies y familias estudiadas:

- i) *Acanthocybium solandri* — esta especie, encontrada mayoritariamente en el Placer de la Guaira (Cervigón 2005) fue capturada casi exclusivamente en la ecorregión de Costa Central, específicamente para la localidad de Higuero. Tuvo escasos registros en las otras ecorregiones.
- ii) *Scombridae* — esta categoría taxonómica tuvo cantidades de capturas relativamente parecidas en todas las ecorregiones a excepción de Surgencia Oriental, ecorregión donde abunda la especie *Scomberomorus brasiliensis* (Cervigón 2005), la cual no estuvo representada por ninguna captura en este estudio. Para la región de influencia oceánica (Costa Central, Paraguaná, Golfo Triste e Islas Oceánicas) domina la presencia de *Scomberomorus regalis*, cerca de las zonas coralinas (Cervigón 2005), la cual fue capturada mayoritariamente en Paraguaná e Islas Oceánicas. Por su parte *Scomberomorus cavalla*, reportado mayoritariamente para la ecorregión de Surgencia Oriental, tuvo la mayoría de sus capturas en las ecorregiones de Costa Central y Golfo Triste.
- iii) *Carangidae* — para esta familia Cervigón (2005) reporta una distribución en donde las especies *Elagatis bipinnulata*, *Caranx lugubris* y *Seriola rivoliana* dominan en las costas continentales e insulares y las especies *Caranx hippos*, *Selene vomer* y *Trachinotus falcatus* en la zona de Surgencia Oriental. Sin embargo, las capturas de carángidos no tuvieron mayor representación de capturas en la zona de Surgencia Oriental. Las especies *Alectis ciliaris* y *Caranx bartholomaei* dominaron en la ecorregión de Costa Central y las especies *Caranx hippos* y *Seriola rivoliana* en Paraguaná.
- iv) *Serranidae* — para este caso, Cervigón (2005) reporta presencia de individuos de esta familia en los principales núcleos de surgencia, especialmente *Mycteroperca bonaci*, especie mayor representada para los serránidos en la ecorregión de Surgencia Oriental. Sin embargo, es precisamente en esta ecorregión donde se registró menor cantidad de capturas para dicha especie, y en general para los serránidos, con mayor cantidad de registros en el resto de las ecorregiones y especialmente para las especies *Epinephelus itajara*, *Mycteroperca bonaci* y *Mycteroperca venenosa*.
- v) *Lutjanidae* — se encuentra una mayor proporción de la especie *Lutjanus analis*, en la ecorregión Surgencia Oriental. Esta especie está reportada como el lutjánido más abundante en dicha región por Cervigón (2005). Para el resto de las ecorregiones las especies que dominaron las capturas de esta familia fueron *Lutjanus cyanopterus* y



*Lutjanus jocu*, tal vez preferidas por su mayor tamaño.

- vi) *Sphyraena barracuda* — como ya se mencionó, Cervigón (2005) no hace referencia alguna sobre la distribución de esta especie en las costas de Venezuela. Sin embargo, llama la atención que el reglamento FVAS hace un “caso particular especial” para el Estado Nueva Esparta, donde se aumenta su peso mínimo de captura reglamentario de 3 kg a 5 kg. No se refleja ninguna razón explícita para ello en dicho reglamento, aunque es posible que sea por una mayor abundancia y/o talla de los individuos de esta especie en la ecorregión Surgencia Oriental.
- vii) *Centropomus undecimalis* — Dicha especie tuvo muy pocas capturas registradas, todas en las ecorregiones de Paraguaná y Costa Central. Cabe destacar que las localidades donde se reportó su captura (Higuerote y Punto Fijo) están muy relacionadas con la presencia de lagunas y ciénagas para donde esta especie está mayoritariamente documentada en Venezuela (Cervigón 2005).

Para el resto de las especies presentes en el estudio se cuenta con muy pocos datos que pueden hacer especulativa la discusión sobre sus diferencias espaciales en las capturas.

En general, se registró una mayor presencia de capturas fuera del reglamento FVAS, en cuanto a tallas, con el paso del tiempo. Esto puede deberse a una escasez creciente de peces con tallas grandes, aunque el cambio de tallas, en general, fue muy bajo, pero este lleva un componente de variación asociado muy grande dada la diversidad de tallas que existe entre las especies estudiadas. Es probable que muchas capturas de menor talla no hayan sido registradas con la misma rigurosidad y no estén dentro de este estudio lo cual puede afectar estas estimaciones. Se debe tomar en cuenta que las fotografías generalmente son tomadas cuando hay capturas “trofeo”.

#### Cambio de Esfuerzo e Índice de Explotación

Todos los resultados discutidos anteriormente constituyen importantes evidencias sobre las tendencias en las capturas de la pesca submarina en Venezuela, en cuanto a sus tallas y preferencias en especies objetivo. Pero tras ellas existe un importante mecanismo que no escapa de notables cambios a lo largo del tiempo de estudio. Un aumento sostenido del esfuerzo de pesca con resultados constantes, en cuanto a las tallas en las capturas, puede delatar un deterioro de los recursos que están siendo sometidos a explotación. Este puede ser el caso de la pesca submarina con arpon en Venezuela.

Es decir, con el paso del tiempo ha sido necesario aumentar la profundidad de pesca y contar con mayor experiencia para realizar capturas de tallas similares. Este punto es el que delata un impacto en los recursos pesqueros que son objetivo de la pesca submarina.

#### CONCLUSIONES

- i) La evidencia suministrada por fuentes de datos históricos está limitada por la poca disponibilidad de los mismos.
- ii) Las fotografías históricas de capturas de pesca deportiva guardan información detallada de la talla, especie, lugar y momento de las capturas.
- iii) Si bien se podría llegar a pensar que los pescadores submarinos que colaboraron con este trabajo podrían haber llegado a ocultar fotografías con capturas no permitidas, existe evidencia suficiente que apunta en la dirección de que ellos actuaron con la mayor honestidad del caso, proporcionando información de lo capturado, aunque en ello hubieran especies y tallas de individuos fuera del margen en el reglamento de la FVAS para la pesca submarina.
- iv) La selectividad de este arte de pesca mostró ser muy alta, con una baja proporción de presencia de pescas no reglamentarias (tanto en tallas como especies) en los datos históricos estudiados, tomando como referencia el reglamento FVAS para la pesca submarina.
- v) La selectividad en cuanto a especies ha aumentado con el paso del tiempo, aunque no ha cambiado de forma significativa la composición de especies que se capturan.
- vi) La pesca submarina no ha cambiado la preferencia en cuanto a las especies que se capturan, con lo cual sería recomendable concientizar a los pescadores sobre la captura de varias especies que deberían ser prioridad de conservación.
- vii) La selectividad en cuanto a tallas puede haber disminuido con el paso del tiempo, dada una posible dificultad de capturar peces de tallas aceptables.
- viii) El esfuerzo aplicado por la pesca submarina en Venezuela para realizar cada captura ha aumentado progresivamente con el paso del tiempo.
- ix) El índice de explotación ha experimentado un descenso generalizado en todas las ecorregiones estudiadas.

#### LITERATURA CITADA

- Anderson, M. 2005. PERMANOVA. *Permutational Multivariable Analysis of Variance. A Computer Program*. University of Auckland, New Zealand.
- Bascompte, J., C. Melian y E. Sala. 2005. Interaction strength combinations and the overfishing of a marine food web. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **102**:5443-5447.
- Cervigón, F. 2005. La ictiofauna marina de Venezuela: una aproximación ecológica. *Boletín Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente* **44**(1):3-28
- Clarke, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* **18**:117-143.
- Clarke, K.R. y R.N. Gorley. 2006. PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E. Plymouth, United Kingdom.

- Clarke, K.R. y R.M. Warwick. 2001. *Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation, 2nd Edition*. PRIMER-E, Plymouth, United Kingdom.
- Colás-Marrufo, T., A. Tuz-Sulub y T. Brulé. 2002. Observaciones preliminares sobre la pesquería de meros (Serranidae: Epinephelinae) en el Parque Marino Nacional "Arrecife Alacranes". Yucatán, México. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* **53**:430:445.
- Coll, J., M. Linde, A. Garcia-Rubies, F. Riera y A. Grau. 2004. Spear fishing in the Balearic Islands (west central Mediterranean): species affected and catch evolution during the period 1975–2001. *Fisheries Research* **70**:97–111.
- Dulvy, N., J. Metcalfe, J. Glanville, M. Pawson y J. Reynolds. 2000. Fishery stability, local extinctions, and shifts in community structure in skates. *Conservation Biology* **1**:283-293.
- Federación Venezolana de Actividades Subacuáticas. 2009. *Reglamento de Pesca Submarina FVAS*. Ministerio del Poder Popular para el Deporte. I.N.D.-C.M.A.S.-U.N.E.S.C.O.-C.O.I. y C.O.V.
- Ferretti, F., R. Myers, F. Serena y H. Lotze. 2008. Loss of Large Predatory Sharks from the Mediterranean Sea. *Conservation Biology* **22**(4):952-964.
- Froese, R. y D. Pauly (eds.). 2011. *FishBase. World Wide Web Electronic Publication*. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org). version (08/2011).
- Gaertner, D., J. Alio y R. Garcia de los Salmones. 1989. La pesca deportiva de los peces pico en Venezuela. Análisis de los datos del club Playa Grande (1961-1987). *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT* **30**(2):382-391.
- Humman, P. y N. Deloach. 2008. *Reef fish Identification. Florida Caribbean Bahamas*. New World Publications, Inc., Jacksonville, Florida USA. 480 pp.
- IUCN. 2011. *IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2*. <http://www.iucnredlist.org>.
- Jackson, J. 2008. Ecological extinction and evolution in the brave new ocean. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **105**:11458-11465.
- Lotze, H. y B. Worm. 2009. Historical baselines for large marine animals. *Trends in Ecology and Evolution* **24**(5):254-262.
- McClenachan, L. 2009. Documenting loss of large trophy fish from the Florida Keys with historical photographs. *Conservation Biology* **3**:636-643.
- McClenachan, L. 2009. Historical declines of goliath grouper populations in South Florida, USA. *Endangered Species Research* **7**:175-181.
- Miloslavich, P. y E. Klein. 2008. Ecoregiones marinas del Caribe venezolano. Páginas 16-19 en: E. Klein (ed.) *Prioridades de PDVSA en la Conservación de la Biodiversidad en el Caribe Venezolano*. Petróleos de Venezuela, S.A., Universidad Simón Bolívar, The Nature Conservancy, Caracas, Venezuela.
- Miloslavich, P., E. Klein, E. Yerena y A. Martin. 2003. Marine biodiversity in Venezuela: status and perspectives. *Gayana* **67**(2):275-301.
- Mora, C., R. Myers, M. Coll, S. Libralato, T. Pitcher, R. Sumaila, D. Zeller, R. Watson, K. Gaston, and B. Worm. 2009 *Management Effectiveness of the World's Marine Fisheries*. PLoS Biol **7**(6): e1000131. doi:10.1371/journal.pbio.1000131. Disponible en Internet (28Dic2011): <http://www.plosbiology.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pbio.1000131>.
- Myers, R. y B. Worm. 2003. Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. *Nature* **423**:280–283.
- Myers, R. y B. Worm. 2005. Extinction, survival or recovery of large predatory fishes. *Transactions of the Royal Society of London, Biological Sciences* **29**:13-20.
- R Development Core Team. 2011. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- Worm, B., E. Barbier, N. Beaumont, J. Duffy, C. Folke, S. Halpern, J. Jackson, H. Lotze, F. Micheli, S. Palumbi, E. Sala, K. Selkoe, J. Stachowicz y R. Watson. 2006. Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science* **314**:787–790.