



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA
UNIDAD ACADÉMICA MAZATLÁN
(BIOLOGÍA MARINA)

**ESTRUCTURA Y DINÁMICA DE LA FAUNA ACOMPAÑANTE EN LA PESCA DE
ARRASTRE CAMARONERO DE PEQUEÑA ESCALA "CHANGA" EN EL GOLFO DE
SALAMANCA, CARIBE DE COLOMBIA, DURANTE LA TEMPORADA
2008-2011**

T E S I S
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS

PRESENTA:
JOSE ALFREDO YACOMELO MONTERROSA

TUTOR:
Dr. FELIPE AMEZCUA MARTÍNEZ
INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA, UNIDAD ACADÉMICA
MAZATLÁN, UNAM

COMITÉ TUTOR:
Dr. JUAN MADRID VERA
POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA
Dr. EDGARDO M. RAMÍREZ RODRÍGUEZ
POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA
Dra. ELAINE ESPINO BARR
POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA
Dr. AGUSTÍN HERNÁNDEZ HERRERA
POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA

MÉXICO, D. F. NOVIEMBRE, 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología
Universidad Nacional Autónoma de México



**ESTRUCTURA Y DINÁMICA DE LA FAUNA ACOMPAÑANTE EN LA PESCA DE
ARRASTRE CAMARONERO DE PEQUEÑA ESCALA “CHANGA” EN EL
GOLFO DE SALAMANCA, CARIBE DE COLOMBIA, DURANTE LA
TEMPORADA 2008-2011**

T E S I S

que para obtener el grado académico de:

**Maestro en Ciencias
(Biología Marina)**

Presenta:

Jose Alfredo Yacomelo Monterrosa

Director de Tesis: Dr. Felipe Amezcua Martínez

Comité Tutor: Dr. Juan Madrid Vera
Dr. Edgardo M. Ramírez Rodríguez
Dra. Elaine Espino Barr
Dr. Agustín Hernández Herrera

México, D. F. noviembre, 2015

AGRADECIMIENTOS

Al la dirección General de Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico brindado durante mis estudios de maestría.

A los miembros de mi comité tutor: Dr. Felipe Amezcua Martínez, Dr. Juan Madrid Vera, Dr. Mauricio Ramírez, Dra. Elaine Espino Barr y el Dr. Agustín Hernández por su apoyo académico, asesorías, observaciones y comentarios durante la realización de mi tesis de grado.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por permitirme formar parte de esta grandiosa casa de estudio.

A los miembros de la dirección del posgrado de Ciencias del Mar y Limnología, en especial a la Dra. Gloria Vilaclara, Guadalupe Godoy, Diana Juárez, Chantal Ruiz y en el ICMYL-Unidad Académica Mazatlán al Dr. Samuel Gómez, Margarita Cordero, Ma. Victoria Montes y Daniel Oviedo Suarez por su orientación, amabilidad y paciencia durante mi estancia en esta institución

Al Grupo de Investigación: Evaluación y Ecología Pesquera (GIEEP) por facilitar los datos para realizar esta investigación. Así como a la Universidad del Magdalena y al Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (COLCIENCIAS) por el apoyo financiero para la realización de los muestreos, los cuales se efectuaron en el marco de los proyectos: “Evaluación del efecto ecológico de la pesca artesanal de camarón en el ecosistema del Golfo de Salamanca y experimentación de medidas de mitigación” y “Construcción participativa de una propuesta para la conservación de los recursos hidrobiológicos en dos áreas protegidas del Caribe de Colombia y para su uso sostenible en las zonas adyacentes”.

A mis compañeros del laboratorio de Pesquería e ictiología del ICMYL: Víctor, Brigitte, Misha, Diego, Omar, Jiana, Nahyeali y Francisco. Gracias por su ayuda durante mi estancia en el laboratorio y por todas esas salidas de pesca, tardes de refrescos y asados.

A mis compañeros de la maestría: Dani, Paloma, Daniela, Perla, Itzel, Lalo, Vanesa, Dalia, Juan y a todas las personas que me ayudaron durante mi estancia en México, especialmente: Rufo, Adrián, Sofía, Karla, Ana, Alexis y Mario, gracias por su apoyo y tolerar mi forma de ser y hablar, todos ustedes hicieron que mi estadía en este país fuera muy alegre y divertida.

A mis compatriotas: Paola, Andrea, Nancy, Esperanza, Carolina y Luz Adriana, con quienes entre empanadas, arepas y patacones convertíamos un pequeño rincón de México en uno de Colombia.

A mis amigos Gilberto, Juan K, Javi, Pipe y Tavo con quienes a pesar de no compartir lazos de sangre, los considero mis hermanos.

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Alfredo Yacomelo & Aili Monterrosa... son el faro que ha guiado mi vida, muchas gracias por el amor y la confianza brindada, reciban esta sencilla dedicación como una pequeña muestra de agradecimiento a todos sus sacrificios y esfuerzos.

A MIS HERMANOS:

Lisbeth & Jesús David... Con quienes he crecido, compartido, discutido, enojado y reconciliado y quienes siempre me apoyaron incondicionalmente en cada momento de esta fascinante travesía que es la vida.

A MIS SOBRINOS:

Valentina, Luis Ángel & Samuel... los herederos de la alegría y carisma que desbordan sus padres, gracias por alegrar mis días con sus inocentes travesuras.

A MIS CUÑADOS:

Elio y Natalia... Gracias por acompañar la vida de mis hermanos, regalarme a tan hermosos sobrinos y por confiar siempre en mí.

A TODA MI FAMILIA:

Mis abuelos, tíos y primos... Quienes siempre estuvieron presentes para brindarme cariño y apoyo, gracias por cada una de sus enseñanzas.

A MI FLACA:

Estefany... Fuiste, eres y siempre serás mi más bonita casualidad.

*“La historia de la ciencia nos demuestra que las teorías son perecederas.
Con cada nueva verdad revelada, tenemos una mejor comprensión de la naturaleza y
nuestras concepciones y nuestros puntos de vista, se modifican.”*

Nikola Tesla.

CONTENIDO

	PÁG.
LISTA DE FIGURAS.....	I
LISTA DE TABLAS.....	IV
LISTA DE ANEXOS	V
GLOSARIO.....	VI
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT	IX
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	4
3. JUSTIFICACIÓN	9
4. OBJETIVOS.....	10
4.1. GENERAL.....	10
4.2. ESPECÍFICOS.....	10
5. MATERIALES Y MÉTODOS	11
5.1. FASE DE CAMPO.....	11
5.2. ANÁLISIS DE DATOS.....	13
5.2.1. Caracterización y detección de cambios temporales:.....	14
5.2.2. Relación abundancia- biomasa:.....	19
5.2.3. Estimación del porcentaje de juveniles capturados:.....	20
6. RESULTADOS.....	22
6.1. CARACTERIZACIÓN Y DETECCIÓN DE CAMBIOS TEMPORALES	22
6.2. DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN ABUNDANCIA- BIOMASA	34
6.3. ESTIMACIÓN DEL PORCENTAJE DE JUVENILES CAPTURADOS.	35
7. DISCUSIÓN.....	38
8. CONCLUSIONES	46
9. RECOMENDACIONES.....	47
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
11. ANEXOS	77

LISTA DE FIGURAS

PÁG.

- Figura 1.** Principales puertos de desembarco de la pesca de pequeña escala en el Departamento del Magdalena. Caribe de Colombia. 6
- Figura 2.** Red de arrastre camaronero de pequeña escala “changa”. A y B: representación del tamaño de la malla y relinga de bollas y lastre (Modificado de: Rosman, 1980). C: esquema de la red (Tomado de: Acevedo, 2012). D: operación. 8
- Figura 3.** Localización geográfica del Golfo de Salamanca. • Sitio de desembarco de la flota changuera. 11
- Figura 4.** Variación mensual de la precipitación total (mm), velocidad promedio y dirección de los vientos en el Golfo de Salamanca, en 2008. Fuente: IDEAM, estación meteorológica Aeropuerto “Simón Bolívar” de Santa Marta. 12
- Figura 5.** Medidas morfométricas realizadas a cada especie según su filo. (Modificado de: Carpenter, 2002). 13
- Figura 6.** Representación del área barrida por la red de arrastre. (Modificado de: Sparre & Venema, 1997). 14
- Figura 7.** Representación conceptual de las distancias taxonómicas entre cada par de individuos, definida a través de un árbol de clasificación linneana. (Modificado de: Clarke & Warwick, 2001a). La línea gruesa de color negro indica el peso entre dos jerarquías taxonómicas (w_{ij}). 16

Figura 8. Diagrama conceptual de los estados teóricos de la comunidad reflejados en las curvas ABC. (Modificado de: Fulton <i>et al.</i> , 2004).....	20
Figura 9. Número de taxa para cada grupo taxonómico mayor presente en la FAC de los arrastres de camarón con changa en el GS.	22
Figura 10. Contribución porcentual en términos de densidad (ind/km ²) y biomasa (kg/km ²) de los grandes grupos taxonómicos en la FAC de los arrastres de camarón con changa en el GS.....	23
Figura 11. Contribución porcentual en términos de densidad (ind/km ²) y biomasa (kg/km ²) de las diez especies más abundantes en la FAC de los arrastres de camarón con changa en el GS.....	23
Figura 12. Variabilidad temporal de la riqueza (D_{Mg}) y dominancia (D') de la FAC en la pesca de pequeña escala changa en el GS. --- mediana; + promedio; □ valores atípicos.	28
Figura 13. Relación del: (A) índice de distinción taxonómica promedio (Δ^+) y (B) la variación de la distinción taxonómica (Λ^+) con la riqueza específica de FAC de changa en cada época-año evaluada. promedio; — intervalos de confianza de 95 % para 1000x permutaciones de pares aleatorias de la lista completa de especies.	29
Figura 14. Representación del índice de distinción taxonómica promedio (Δ^+) contra la variación de la distinción taxonómica (Λ^+) para cada época-año evaluada en el GS. Las líneas representan elipses de probabilidad a 95 % de confianza obtenidas mediante 1000 simulaciones para un intervalo de 20 a 96 especies.....	30

Figura 15. Variación temporal del nivel de importancia (IR) de las principales especies que componen la FAC de la pesca de arrastre camaronero de pequeña escala con changa en el GS. ■ Niveles de importancia: N1=alta (Especies dominantes o frecuentes); N2=media (especies comunes); N3=baja (especies raras).....	31
Figura 16. Variación de la importancia relativa (IR) por agrupación ecológica de la FAC en la pesca de arrastre de camarón con changa en el GS por época climática.	31
Figura 17. Análisis multivariado de escalamiento no métrico multidimensional (nMDS), de las faenas de pesca de arrastre de camarón de pequeña changa en el GS para cada época-año evaluada.	32
Figura 18. Principales especies que contribuyeron en mayor medida a la similitud (tipificación) dentro de cada escenario temporal evaluado.	33
Figura 19. Relación de la abundancia-biomasa de la FAC de changa obtenida mediante las curvas ABC para cada época-año evaluada. — Abundancia; — Biomasa.....	35
Figura 20. Porcentaje de individuos con longitudes $< L_{50}$ (■) y $> L_{50}$ (■) en la FAC de la pesca con changa en el GS, para cada escenario temporal.	36
Figura 21. Estructura de tallas y porcentaje de individuos con longitudes $< L_{50}$ (■); $> L_{50}$ (■), para las principales especies que componen la FAC de los arrastres camaroneros con changa en el GS durante todo el tiempo de estudio.	37

LISTA DE TABLAS

PÁG.

Tabla 1. Tipos de agrupaciones de especies a partir de su posición en la columna de agua. (Modificado de: Cervigón & Fischer, 1979; Palacios-Salgado, 2011).....	18
Tabla 2. Composición faunística de los arrastres camaroneros con changa en el GS (2008-2011).	24
Tabla 3. Matriz de similitud mostrando los valores R (ANOSIM) entre los escenarios temporales en los que se evaluó la estructura de la FAC en la pesca de arrastre de camarón de pequeña escala con changa en el GS.....	33
Tabla 4. Principales especies que contribuyeron a la disimilitud (Dis) para cada par de escenarios temporales evaluados. DS: desviación estándar.....	34
Tabla 5. Relación FAC: camarón reportada en diferentes estudios. Col.: Colombia.....	39

LISTA DE ANEXOS

PÁG.

Anexo 1. Importancia relativa (IR) por época-año para todas las especies que componen la fauna acompañante de la pesca de arrastre camarero de pequeña escala en el GS, durante 2008-2011. 77

Anexo 2. Relación entre la TPC de las especies que componen la FAC de la pesca con changa en el GS y la L_{50} reportada en la bibliografía. *n*: número de individuos medidos; DS: desviación estándar; ** No se encontraron registros; * valor de otra especie del mismo género..... 80

GLOSARIO

Comunidad marina: es el resultado de un ensamblaje de organismos producido de manera natural, a lo largo de un proceso evolutivo, que comparten un mismo ambiente y hábitats y que interactúan indirecta o directamente entre ellos (Smith & Smith, 2001)

Especies estacionales: especies que se mueven periódicamente de un lugar a otro en forma altitudinal o latitudinal (Fraume, 2006).

Especies residentes: aquellas especies que permanecen todo el año en el mismo lugar (Fraume, 2006).

Especies típicantes: especies que presentan una abundancia relativamente constante en la estructura comunitaria (Clarke, 1993).

Estructura de la comunidad: concepto que engloba la composición, abundancia y variabilidad temporal de las especies de una comunidad, así como las relaciones existentes entre estas (Krebs, 1985).

Fauna acompañante: parte de la captura de una unidad de pesca que no pertenecen a la fauna objetivo de la pesquería, esta puede ser regresada al mar o utilizada para consumo humano o animal (Eayrs, 2007).

Fauna objetivo: especies sobre las cuales va dirigido el esfuerzo de captura de una determinada pesquería (FAO, 1999).

Nivel trófico: son los pasos o niveles secuenciales que conforman las cadenas tróficas, y por ende definen la posición de los organismos en esta (Lindeman, 1942).

Pesca de pequeña escala: pesca tradicional en la que participan las unidades familiares de pescadores, utilizando una cantidad relativamente pequeña de capital y energía, realizando salidas de pesca cortas, cerca de la costa y cuyo producto es principalmente para el consumo local (FAO, 1999).

Pesca industrial: pesquería cuya compañías comerciales de pesca implican la utilización de cantidades relativamente grandes de capital y energía, así como embarcaciones y artes de pesca relativamente grandes, realizando viajes de pesca largos (Eayrs, 2007).

RESUMEN

La pesquería de arrastre de camarón se caracteriza por la extracción de altos volúmenes de fauna acompañante. En el Golfo de Salamanca, dicha pesquería se realiza a pequeña escala y es efectuada principalmente mediante una red de arrastre tipo changa. A partir de muestreos intensivos a bordo de la flota changuera en cada época climática (seca y lluvias) entre 2008 y 2011 se buscó establecer las características estructurales de la fauna acompañante del camarón y detectar posibles impactos sobre esta. Se calcularon los índices de riqueza, dominancia, distinción taxonómica promedio e importancia relativa y se realizó un análisis de similitud para evaluar la existencia de diferencias entre los escenarios temporales. Se realizaron curvas de comparación de abundancia-biomasa y se estimó la proporción de individuos juveniles capturados, mediante comparaciones entre la talla de captura y la talla promedio de madurez sexual de las especies. En general la estructura de la fauna acompañante de camarón capturado con changa estuvo compuesta por 96 especies, pertenecientes a cinco filos, ocho clases, 23 órdenes, 51 familias y 80 géneros. Se estableció la existencia de variaciones interanuales en términos de índices ecológicos, importancia relativa y composición de especies, así como una relación abundancia-biomasa altamente estrecha, con altos porcentajes de individuos capturados por debajo de su talla promedio de madurez. En comparación con otras pesquerías de arrastre de camarón, la pesca con changa en el Golfo de Salamanca extrae y descarta una baja diversidad de especies, sin embargo podría generar impactos potenciales sobre la fauna de esta zona debido a la alta proporción de individuos que posiblemente aún no se han incorporado al stock reproductivo. A pesar que la fauna acompañante de esta pesquería no muestra claros signos de impacto, es necesaria la implementación de monitoreo, políticas y estrategias de manejo, a fin de mitigar y evitar posibles efectos sobre la fauna marina, garantizando la sostenibilidad de los recursos pesqueros y por ende la seguridad alimentaria y económica de la comunidades humanas asentadas en esta zona, que dependen en gran parte de la pesca de pequeña escala.

ABSTRACT

The shrimp trawl fishery is characterized by extracting high volumes of bycatch. In the Gulf of Salamanca, this fishery takes place small-scale and is performed primarily by trawl type "changa". Through intensive sampling "changuera" aboard the fleet, in each climatic period (dry and rainy) between 2008 and 2011, we sought to establish the structural characteristics of bycatch in this fishery and to detect any possible signs of its impact. The richness, dominance, average taxonomic distinction and relative importance were calculated and similarity analysis was performed to evaluate the existence of temporary differences between the scenarios analyzed. The comparison tests of abundance-biomass were conducted and the proportion of juveniles caught by comparisons between the average catch size and average size of sexual maturity was estimated. In general, the structure of bycatch in this fishery was composed of 96 species, belonging to five phyla, eight classes, 23 orders, 51 families and 80 genera. The existence of the interannual variations was established in terms of ecological indices, relative importance and species composition as well as a relation of highly narrow abundance-biomass and high percentages of individuals captured below its average maturity size. In comparison to other trawl fisheries for shrimp fishing, "changa" in the Gulf of Salamanca extract and discard a low diversity of species, however, it could cause potential impacts on fauna in this area due to the high proportion of individuals which might still not have been incorporated into the reproductive stock. Although bycatch in this fishery shows no clear signs of impact, it is necessary to implement monitoring, policies and management strategies to mitigate and avoid possible effects on marine life, ensuring the sustainability of fisheries resources and therefore the food and economic security of communities living in this area which depend largely on small-scale fishing.



1. INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento de los recursos marinos es una actividad que se ha realizado desde tiempos remotos, sin embargo a partir de la década de 1950 se incrementó considerablemente el poder de pesca a nivel mundial (Watson *et al.*, 2012), lo cual ha conllevado a un exceso de su capacidad en relación con las capturas obtenidas, convirtiendo a las pesquerías junto a otras presiones antrópicas (*e.g.* contaminación, eutroficación) en una de las principales fuentes de impacto sobre los ecosistemas marinos (Boehlert, 1996; Lotze & Milewski, 2004; Amaral & Jablonski, 2005; Challenger *et al.*, 2009).

Los efectos de la pesca sobre el ecosistema han despertado gran interés en la comunidad científica y en los responsables del uso y manejo de los recursos pesqueros (Hall, 1999; Fennessy *et al.*, 2004), siendo la alteración física del hábitat y la modificación de las características comunitarias y poblacionales, algunos de los efectos negativos más preocupantes y de mayor relevancia en los estudios actuales (Arreguín-Sánchez *et al.*, 1997; Stevens *et al.*, 2000; Cook, 2003; Dayton, 2003; Lotze *et al.*, 2006; Foster & Vincent, 2010; Cerdaneres-Ladrón de Guevara *et al.*, 2014). En el caso de la pesca de camarón con redes de arrastre la extracción de altos volúmenes de fauna acompañante (FAC) es uno de los principales impactos que favorece lo antes mencionado (Chuenpagdee *et al.*, 2003; Kelleher, 2005).

Las estimaciones globales de pesca acompañante que se descarta, indican que cada año se extraen aproximadamente el equivalente a 30 % de la pesca mundial (Alverson *et al.*, 1994). Para el caso de la pesquería de arrastre de camarón, Kelleher (2005) reportó altas tasas de descartes, con más de 27 % del total estimado de los descartes de todas las pesquerías marinas mundiales para el período 1994-2003. En el sector norte del Mar Caribe de Colombia se reportó en 2000 que 90.7 % del total capturado por la flota industrial camaronera corresponde a captura acompañante, del cual se descarta 85.3 % (Manjarrés, 2004).



El concepto de FAC incorpora la captura incidental de especies que son aprovechadas debido a su importancia comercial o al interés para el consumo local, y la captura de especies sin valor económico que son descartadas al mar (Alverson *et al.*, 1994; Hall, 1999).

El estudio de la FAC se ha centrado mayormente en la evaluación e implementación de dispositivos de reducción de las capturas incidentales, principalmente tortugas y peces juveniles (*e.g.* Brewer *et al.*, 1998; Steele *et al.*, 2002; Foster & Scott-Denton, 2004; Manjarrés *et al.*, 2008). Un segundo enfoque ha sido la caracterización y análisis espacio temporal de la composición específica de las capturas. Sin embargo son pocas las estimaciones detalladas sobre la variación, diversidad y tasas de captura acompañante (Kelleher, 2005) y la mayoría de estos estudios se han enfocado a la fracción de la FAC compuesta por especies de importancia comercial principalmente peces (Stobutzki *et al.*, 2001; Madrid-Vera *et al.*, 2007).

La pesca de arrastre de camarón es la principal generadora de fauna acompañante respecto a la captura objetivo (Andrew & Pepperell, 1992; Stobutzki *et al.*, 2001; Góngora *et al.*, 2009), siendo catalogada como una pesquería poco selectiva (Brewer *et al.*, 1998; Hall *et al.*, 2000) al capturar una alta diversidad de especies no objetivo y de variados hábitos y hábitats (May & Blaber, 1989). Al respecto se han reportado diversos efectos sobre la estructura del hábitat y la organización de las comunidades marinas (Jennings & Polunin, 1996), pero es necesario evaluar el impacto sobre las especies de interés comercial, no comerciales y el ecosistema en general (Alverson *et al.*, 1994; Madrid-Vera *et al.*, 1998; Hall-Spencer & Moore, 2000; Kaiser *et al.*, 2000; Kaiser & De Groot, 2000), así como la eficiencia de diferentes medidas de manejo pesquero destinadas a reducir la mortalidad por pesca (Madrid-Vera *et al.*, 2007).



La actividad pesquera es una de las principales fuente de trabajo y sustento para poblaciones ribereñas y costeras, por lo que se ha considerado una actividad de gran importancia en términos de seguridad alimentaria y desarrollo regional (Arnason *et al.*, 2009) y aunque la captura de FAC por parte de la pesca industrial, puede causar disminución de la migración de la megafauna, la pesca de pequeña escala al realizarse en aguas costeras también puede ejercer un impacto por la tendencia a capturar un alto porcentaje de ejemplares juveniles, afectando la capacidad de reproducción de las poblaciones, ya que los individuos que se dirigen a desovar son más vulnerables a la mortalidad por pesca al estar concentrados en estuarios y zonas costeras (Willmann & García, 1985), por lo que se hace necesario cuantificar la captura incidental de la pesca de pequeña escala en todo el mundo (Peckham *et al.*, 2007).

Considerando todo lo anterior, en esta tesis se analiza la fauna de acompañamiento de camarón en redes tipo changa utilizadas por pecadores de pequeña escala en la región del Golfo de Salamanca, Caribe de Colombia.



2. ANTECEDENTES

A nivel mundial, existe una gran preocupación en torno a los descartes asociados a la pesca de arrastre camaronero, por su tendencia a capturar altos volúmenes de fauna acompañante que posteriormente son arrojados al mar, debido a la baja o nula importancia económica que representan para los pescadores (Brewer *et al.*, 1998; Stobutzki *et al.*, 2001; Fennessy *et al.*, 2004).

Diversos autores han evaluado la FAC del camarón (*e.g.* Hutchings, 1990; García-Caudillo *et al.*, 2000; Ye *et al.*, 2000; Ye, 2002), considerando cambios comunitarios (composición, abundancia y diversidad de las capturas) como respuesta a perturbaciones antrópicas (Pauly *et al.*, 1998). Se ha reportado que la pesca de arrastre de camarón afecta la estructura de las comunidades marinas (Greenstreet & Hall, 1996; Garrison & Link, 2000), disminuyendo la presencia de especies de gran tamaño y crecimiento lento (Kaiser *et al.*, 2000), e incrementando las especies pequeñas, de crecimiento rápido y carroñeros bentónicos (Kaiser & Ramsay, 1997; Hutchings, 2000).

Amezcuca *et al.* (2006) plantean la importancia de los estudios de la FAC, al permitir evaluar los efectos de la pesca sobre las comunidades marinas explotadas y el ecosistema. Investigaciones relativamente recientes se han enfocado en determinar los efectos de la pesca mediante indicadores que reflejen dichos efectos (Rice, 2000; Rochet & Trenkel, 2003; Rice & Rochet, 2005), destacándose el uso la curva de comparación de abundancia-biomasa (ABC) propuesta por Warwick & Clarke (1994) para evaluar el impacto de la pesca sobre las comunidades marinas (Yemane *et al.*, 2004, Blanchard *et al.*, 2004; Pérez, 2011; Nieto, 2010; Herrera-Valdivia *et al.*, 2015). Por otro lado, algunos indicadores ecológicos como la riqueza, diversidad y dominancia han sido utilizados para describir cambios en la estructura de la comunidad, ya que permiten conocer los procesos locales, regionales y el funcionamiento el ecosistema (Madrid-Vera *et al.*, 2007).



Diferentes estudios evidencian que algunos de los efectos de una pesquería se reflejan a nivel de la estructura de tallas de la ictiofauna y su estructura comunitaria (Bianchi *et al.*, 2000), por tanto, las evaluaciones pesqueras basadas en la estructura de talla, han sido de gran utilidad a la hora de detectar los efectos de la explotación sobre las comunidades de peces (Shin *et al.*, 2005).

En el Mar Caribe colombiano se han realizados diferentes estudios a fin de brindar una evaluación biológica, pesquera y ecológica de la pesca de arrastre camaronero y el efecto de dispositivos reductores de FAC. Duarte *et al.* (2005; 2006) plantean implementar dispositivos reductores y cambios en el material de las redes de arrastre y Escobar-Toledo & Duarte (2009) reportan una alta biodiversidad y variaciones espacio-temporales en términos de estructura comunitaria, planteando la necesidad de un manejo independiente de cada zona de acuerdo a las características que cada una.

Acevedo (2012) y Díaz-Vesga *et al.* (2012) evaluaron el efecto de la utilización de dispositivos reductores de FAC en la pesca de pequeña escala de camarón por arrastre con changa, encontrando una proporción de FAC: camarón que oscila entre 2.7:1 y 6.3:1 kg. Ramos-Gutiérrez & Duarte (2010) reportaron la existencia de variaciones espaciales y temporales de la captura de grupos funcionales (Hábitat y tamaño) en la pesquería de escama a pequeña escala en el GS, mientras que Escobar-Toledo *et al.* (2013) registraron una posible incidencia sobre de la ictiofauna en esta misma zona, al encontrar tendencias a la disminución de la diversidad taxonómica y aumento de la diversidad funcional capturada en la pesca de pequeña escala, mediante chinchorro, red de enmalle y palangre. A pesar de las investigaciones realizadas en el GS, a un es escasa la información sobre la composición, variabilidad interanual e impacto sobre la estructura de la FAC extraída mediante la pesca de arrastre de camarón de pequeña escala.



La pesca de pequeña escala realizada en las costas del Departamento del Magdalena (Figura 1), no se encuentra organizada en gremios o asociaciones, y a nivel gubernamental es notable la inexistencia de estadísticas pesqueras interanuales continuas y medidas de manejo de los recursos (Manjarrés *et al.*, 2006). Esto ha conllevado a una disminución en los niveles de captura de las poblaciones explotadas por la pesca industrial y de pequeña escala (INPA, 2000; CCI, 2009; Grijalba-Bendeck *et al.*, 2012; Invemar, 2005; Páramo, 2007).

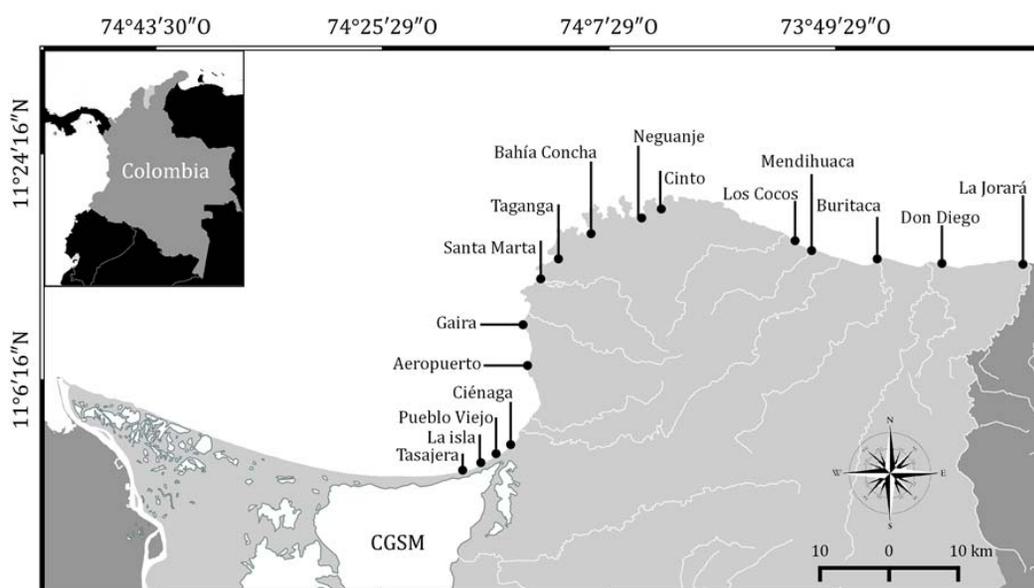


Figura 1. Principales puertos de desembarco de la pesca de pequeña escala en el Departamento del Magdalena. Caribe de Colombia.

Los peces representan los mayores volúmenes de desembarco en las pesquerías de pequeña escala efectuadas en el margen costero del Departamento del Magdalena y su extracción se efectúa principalmente mediante palangre, red en enmalle, chinchorro y línea de mano (Manjarrés, 1993; Grijalba-Bendeck *et al.*, 2012); mientras que la pesca de camarón es realizada con chinchorro camaronero y redes de arrastre tipo changa (Figura 2) siendo esta última el arte mayormente utilizado en el sector oriental del Golfo de Salamanca (GS) y cuyo recurso objetivo son las especies pertenecientes a la familia de los peneidos, principalmente el camarón titi (*Xiphopenaeus kroyeri*).



La flota changuera del GS está constituida aproximadamente por 17 embarcaciones (2008-2011), las cuales operan durante todo el año, a excepción de aquellos días en los cuales las condiciones ambientales (fuertes lluvias o vientos) no son favorables para el desarrollo de manera segura de sus faenas de pesca, este arte de pesca es operado por dos o tres personas y consta de una red unida mediante un madero a una embarcación de fibra de vidrio de aproximadamente seis metros de largo y motor fuera de borda de 40 hp (Figura 2), las embarcaciones operan hasta los 12 metros de profundidad, en jornadas que van aproximadamente desde las 5:00 a. m. hasta las 2:00 p. m., con una captura diaria de camarón de 14 kg (aproximadamente).

Acevedo (2012) reportó que dicha red mide alrededor de 14 metros de largo y posee dos puertas de madera y hierro cuyas fuerzas hidrodinámicas permite que se abra la red, su fabricación es realizada mediante nylon multifilamento (#4), con un tamaño de malla entre 1/2 - 7/8"; relinga superior e inferior de igual longitud y una línea de flotadores y plomos (respectivamente).

Según pescadores artesanales de esta zona, este arte de pesca se introdujo en el GS aproximadamente en el 2000 proveniente del Pacífico colombiano (Duarte, 2007), desde su llegada a la fecha, no ha existido ningún intento de implementar medidas de manejo para esta pesquería, ni para las especies capturadas por esta y sólo hasta el 2013 fue introducido en las estadísticas pesqueras nacionales. Sin embargo su monitoreo puede considerarse sesgado, ya que los pescadores sólo desembarcan las especies objetivo y/o de potencial económico, y aquellas que no representan oportunidades de ingresos son devueltas al mar, lo cual subestima la posible presión que ejerce este arte de pesca sobre la comunidad marina de esta zona.

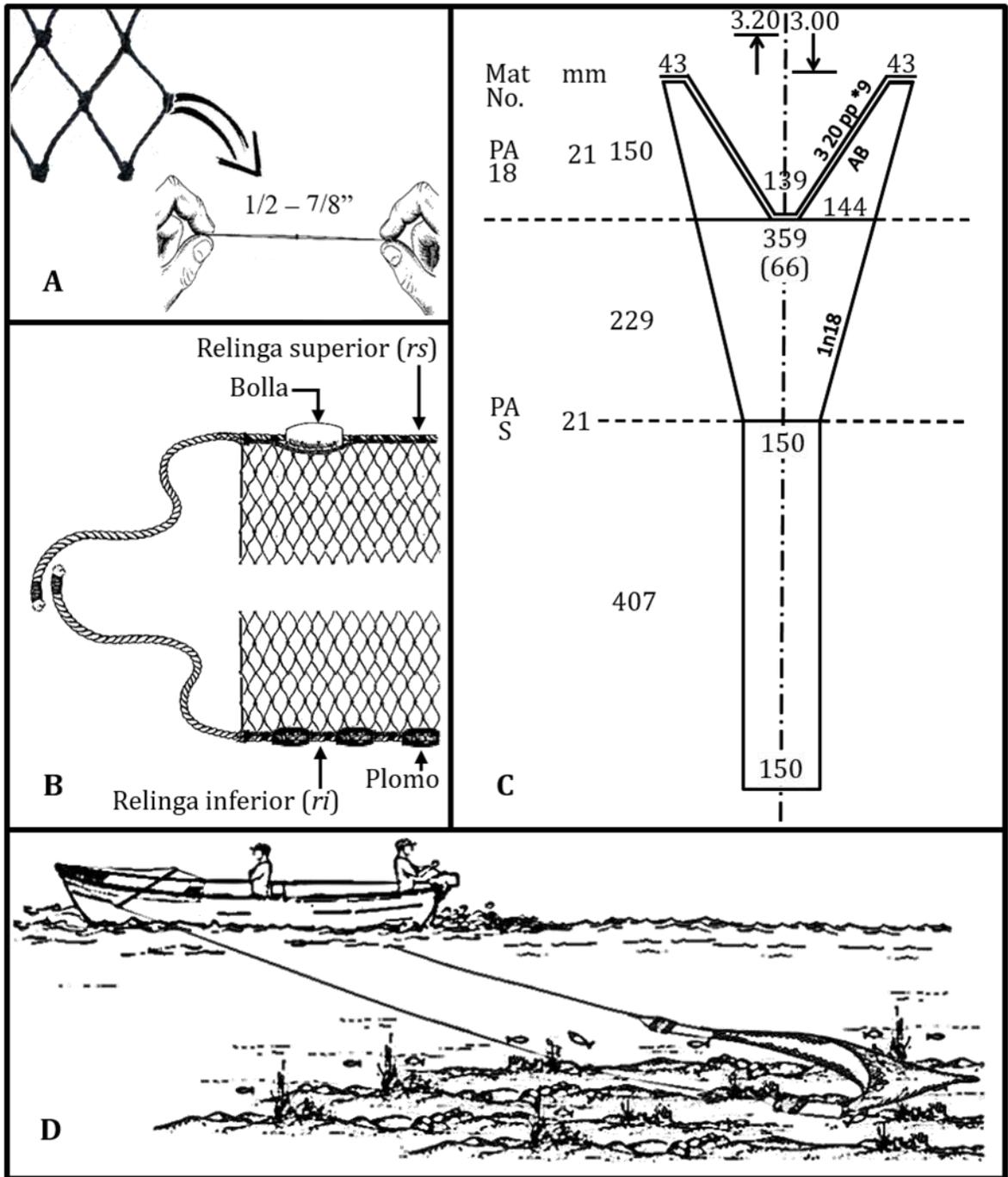


Figura 2. Red de arrastre camaronero de pequeña escala “changa”. A y B: representación del tamaño de la malla y relinga de bolla y lastre (Modificado de: Rosman, 1980). C: esquema de la red (Tomado de: Acevedo, 2012). D: operación.



3. JUSTIFICACIÓN

El recurso camarón es uno de los productos pesqueros de mayor importancia económica y social. Sin embargo, hay serias preocupaciones sobre el efecto ambiental que ejerce la pesca de arrastre de camarón sobre las comunidades marinas, siendo la extracción de especies e individuos de tallas inferiores a las objetivos y cambios en la abundancia relativa de las especies, algunos de los efectos que más inquietan a la comunidad científica y los administradores del recurso pesquero.

En el Golfo de Salamanca la pesca de arrastre de camarón se realiza a nivel de pequeña escala y es una de las principales fuentes de trabajo, sin embargo dicha pesquería se realiza sin un monitoreo y control de las entidades de manejo, y actualmente es escasa la información. Por tanto, se hace necesaria la realización de investigaciones que permitan establecer las características estructurales de la fauna acompañante de esta pesquería y determinar posibles signos de impactos sobre esta.



4. OBJETIVOS

4.1. GENERAL

Caracterizar la estructura y dinámica de la fauna acompañante de camarón en la pesca de arrastre con red tipo “changa” en el Golfo de Salamanca, durante 2008-2011 y determinar posibles impactos sobre esta.

4.2. ESPECÍFICOS

- ✓ Determinar la composición y diversidad de especies extraída por la pesca de arrastre camaronero de pequeña escala “changa” en el Golfo de Salamanca, durante la temporada 2008-2011.
- ✓ Establecer cambios temporales durante el periodo 2008-2011 en la estructura de la fauna acompañante de la pesca de arrastre camaronero de pequeña escala “changa” en el Golfo de Salamanca.
- ✓ Evaluar la relación biomasa-abundancia de la fauna acompañante de la pesca de arrastre camaronero de pequeña escala “changa” en el Golfo de Salamanca, durante la temporada 2008-2011.
- ✓ Estimar la proporción de individuos juveniles capturados por la pesca de arrastre camaronero de pequeña escala “changa” en el Golfo de Salamanca, durante la temporada 2008-2011.



5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. FASE DE CAMPO

El estudio se realizó en el Golfo de Salamanca, en la costa Norte del Caribe de Colombia, entre las coordenadas $11^{\circ} 06' N$, $74^{\circ} 50' O$ y $11^{\circ} 14' N$, $74^{\circ} 14' O$ (Figura 3).

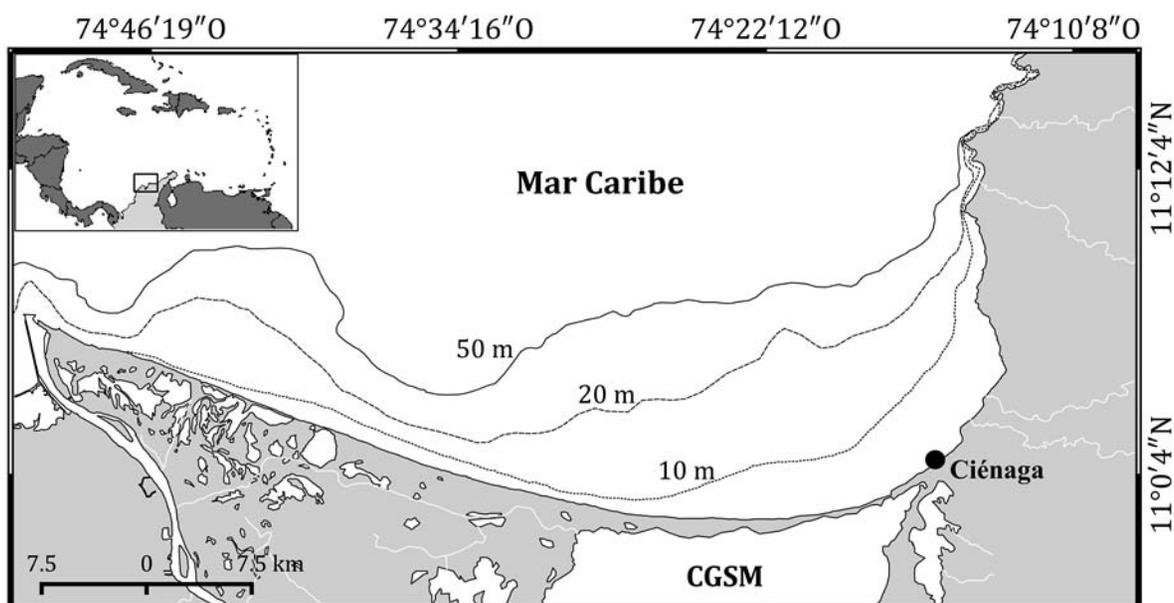


Figura 3. Localización geográfica del Golfo de Salamanca. • Sitio de desembarco de la flota changuera.

La subregión del GS se caracteriza por poseer un régimen climático generado por la acción de los vientos Alisios, la presión atmosférica y el desplazamiento de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT). Entre enero y marzo se presenta una época seca con fuertes vientos (Figura 4) que descienden desde las montañas hacia el mar. Entre mayo y junio está la época de lluvias que coincide con una etapa de baja presión. Entre julio y agosto se da un segundo período seco, conocido como Veranillo de San Juan. Por último, entre septiembre y diciembre ocurren las mayores precipitaciones, cuando la ZCIT se extiende sobre la región (Díaz & Puyana, 1990).

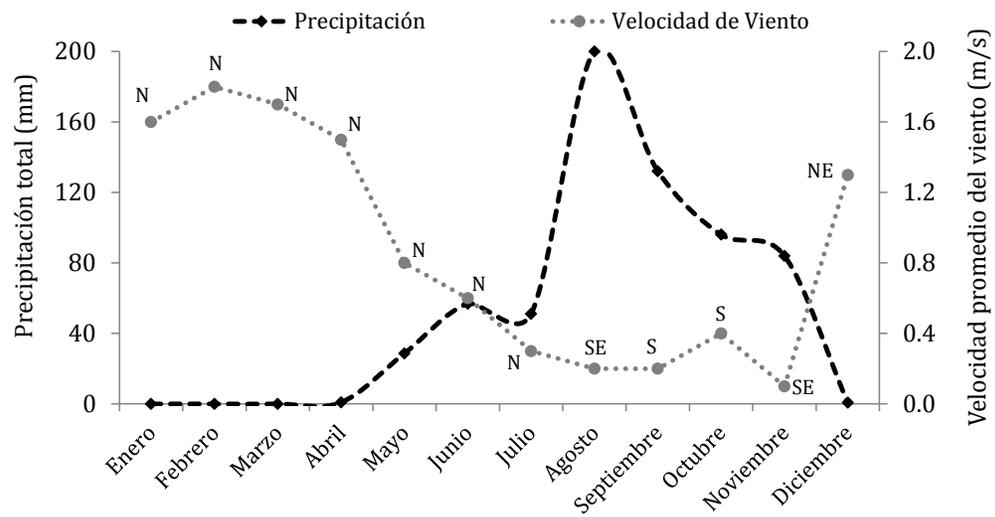


Figura 4. Variación mensual de la precipitación total (mm), velocidad promedio y dirección de los vientos en el Golfo de Salamanca, en 2008. Fuente: IDEAM, estación meteorológica Aeropuerto “Simón Bolívar” de Santa Marta.

Los muestreos de la FAC en la red changa se realizaron de manera intensiva a bordo de las embarcaciones de los pescadores, en noviembre de 2008 y 2010 (lluvias) y en febrero-abril de 2009 y 2011 (secas). Se muestrearon un total de 165 lances en la zona oriental del GS, a profundidades de tres a 12 metros, en jornadas de 5:00 a. m. hasta las 2:00 p. m. (aproximadamente). En cada lance se registró la velocidad y duración del arrastre (Desde que la red tocaba el fondo, hasta que se iniciaba la subida de esta a la embarcación).

La captura fue separada en camarón y fauna acompañante, La FAC con valor comercial fue, identificada, pesada y medida (Figura 5) a bordo. Los individuos sin valor comercial (descartes), fueron guardados, rotulados, refrigerados y transportados al Laboratorio de Investigaciones Pesqueras Tropicales (LIPET) de la Universidad del Magdalena (Colombia), donde cada ejemplar fue pesado, medido e identificado hasta el nivel taxonómico posible mediante las claves taxonómicas de Williams (1984), Farfante (1988), Cervigón (1991; 1993; 1994; 1995), Carpenter (2002) y Nelson (2006).

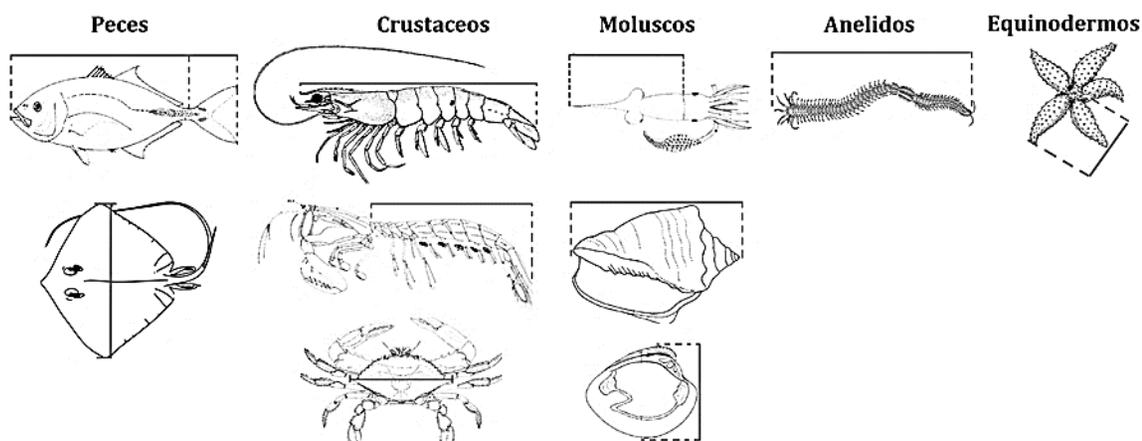


Figura 5. Medidas morfométricas realizadas a cada especie según su filo. (Modificado de: Carpenter, 2002).

5.2. ANÁLISIS DE DATOS

Para la estimación de la densidad y biomasa, el número y peso de cada uno de los componentes de la captura fue estandarizado a individuos y kilogramos por área barrida (Figura 6) en km^2 , la cual se calculó mediante la ecuación propuesta por Sparre & Venema (1997):

$$Ab = D * rs * x_2 * Ce$$

Donde:

D = es la distancia arrastrada, calculada a partir de la duración del lance (t) y la velocidad (v) de la embarcación durante los arrastres ($D = v * t$).

rs = longitud de la relinga superior.

x_2 = coeficiente de abertura de la red, tomado según lo propuesto por Klima (1976) para las redes de arrastre de fondo en el Caribe ($\mu = 0.6$).

Ce = coeficiente teórico de capturabilidad ($Ce = 1$), según lo propuesto por Dickson (1974).

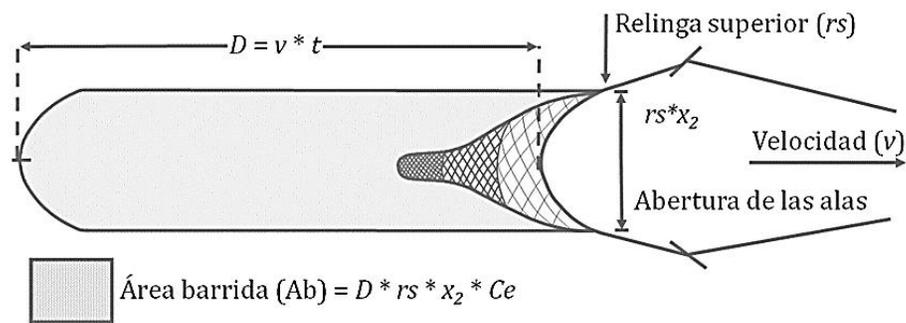


Figura 6. Representación del área barrida por la red de arrastre. (Modificado de: Sparre & Venema, 1997).

5.2.1. Caracterización y detección de cambios temporales:

Para cada época-año se caracterizó la estructura de la FAC de la pesca de arrastre de camarón con changa en GS, mediante los índices de:

- ✓ *Riqueza* (D_{Mg}): transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra (Margalef, 1995). Se formula de la siguiente manera:

$$D_{Mg} = \frac{(S - 1)}{\ln N}$$

Donde:

S = número de especies en cada lance.

N = número total de individuos en cada lance.

Este índice presenta su mínimo valor ($D_{Mg} = 0$) cuando hay una sola especie y varía con el tamaño de muestra de forma desconocida. Margalef (1995) planteó que valores menores a dos indican baja diversidad de especies, mientras que valores superiores a cinco representan una alta biodiversidad.



- ✓ *Dominancia* (D'): manifiesta la probabilidad que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie (Simpson, 1952; Magurran, 1988) y es un parámetro inverso al concepto de uniformidad (Moreno, 2001). Se representa como:

$$D' = \sum p_i^2$$

Donde:

p_i = proporción de individuos de la especie i en cada lance.

Este índice adquiere valores entre cero, cuando la distribución proporcional entre las especies se iguala y uno cuando hay una sola especie (Moreno, 2001).

La existencia de diferencias temporales en los parámetros de riqueza (D_{Mg}) y dominancia (D') fue evaluada mediante la prueba de Kruskal-Wallis (H), utilizada ya que los datos no cumplieron con el supuesto de normalidad y homogeneidad de varianza. Se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Dunn para establecer que grupos eran los responsables de dichas diferencias (Hollander & Wolfe, 1973).

- ✓ *Diversidad Taxonómica*: permite valorar la relación y complejidad filogenética de las comunidades explotadas, a partir de la distancia taxonómica entre cada par de individuos, definida a través de un árbol de clasificación linneana (Warwick & Clarke, 1998; Clarke & Warwick, 2001a; 2001b).

Para tal fin se utilizaron los índices de distinción taxonómica promedio y su respectiva variación, los cuales no son afectados por el tamaño de la muestra, ni el esfuerzo de muestreo y no requieren el cumplimiento de la normalidad de los datos (Warwick & Clarke, 1998). Estos fueron calculados a partir de una matriz de agregación taxonómica de las especies capturadas en los escenarios temporales evaluados, utilizando la siguiente clasificación jerárquica: especie, género, familia, orden, clase, filo y reino:



A. *Distinción taxonómica promedio* (Δ^+): indicador cualitativo basado en la presencia/ausencia de las especies (Warwick & Clarke, 1998; Clarke & Warwick, 2001a; Clarke & Gorley, 2006), y se obtiene mediante la suma de la longitud de las rutas a través del árbol taxonómico, conectando todos los pares de taxones en la lista y dividiéndolo por el número de rutas (Figura 7), se calcula como:

$$\Delta^+ = \frac{\sum \sum_{i < j} w_{ij}}{[s(s - 1)/2]}$$

Donde:

S = número de especies en cada época-año.

w_{ij} = peso distintivo o distancia taxonómica entre los taxones i y j a través de un árbol taxonómico.

Cada nivel jerárquico recibe un valor proporcional escalado a 100 (Clarke & Warwick, 1999). Por tanto $w_{ij} = 0$ si son de la misma especie, $w_{ij} = 14.3$ diferentes especies; $w_{ij} = 28.6$ mismo género, diferentes especies; $w_{ij} = 42.9$ misma familia, pero diferentes géneros, $w_{ij} = 57.1$ mismo orden, pero diferente familia, $w_{ij} = 71.4$ misma clase, pero diferente orden, $w_{ij} = 85.7$ mismo filo, pero diferente clase y $w_{ij} = 100$ mismo reino pero diferente filo.

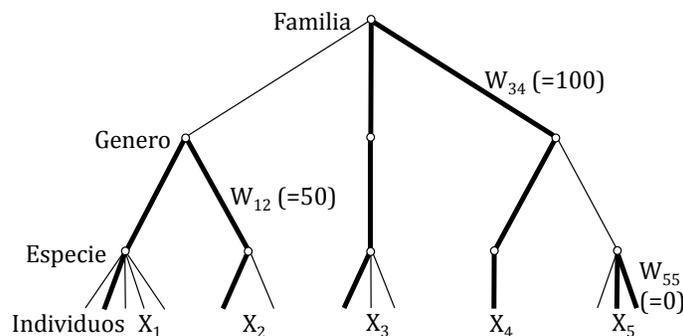


Figura 7. Representación conceptual de las distancias taxonómicas entre cada par de individuos, definida a través de un árbol de clasificación linneana. (Modificado de: Clarke & Warwick, 2001a). La línea gruesa de color negro indica el peso entre dos jerarquías taxonómicas (w_{ij}).



En comparación con los índices ecológicos tradicionales (*e.g.* Shannon, Margalef, Simpson, *etc.*) el índice de distinción taxonómica promedio es considerado como un método más apropiado para determinar y evaluar la biodiversidad de un ecosistema (Warwick & Clarke, 1998; Clarke & Warwick, 2001a; 2001b) debido a su baja sensibilidad al tipo de hábitat y esfuerzo de muestreo; y mayor sensibilidad al estrés ambiental y el impacto antropogénico (Abellan *et al.*, 2006; Xu *et al.*, 2012).

B. Variación de la distinción taxonómica (Λ^+): se razona como la variancia de Δ^+ (Warwick & Clarke, 1998; Clarke & Warwick, 2001a; Clarke & Gorley, 2006), se calcula como:

$$\Lambda^+ = \frac{\sum \sum_{i < j} (w_{ij} - \Delta^+)^2}{[s(s-1)/2]}$$

Tanto Δ^+ y Λ^+ fueron obtenidos mediante la rutina TAXDTEST contenida en programa Primer ® V.6.0 (Clarke & Gorley, 2006), que calcula y contrasta sus valores con el de la lista completa de las especies presentes en todas las épocas y años analizados, a través de una distribución de probabilidad esperada, derivada de un remuestreo (1000x) por medio de simulaciones aleatorias sin reemplazo (Clarke & Warwick, 2001b).

✓ *Importancia Relativa* (IR): determina la importancia de la especies a partir de la combinación de la frecuencia de ocurrencia, numérica y en peso (Pinkas *et al.*, 1971), se calcula como:

$$IR = \left(\sum_{i=1}^n Fi * \sum_{i=1}^n Ni + \sum_{i=1}^n Wi \right) 100$$

Donde:

F_i = número de lances con el taxón i sobre el número de lances total (Holden & Raïtt, 1975).



N_i = número de individuos del taxón i dividido por el número total de individuos de todas las especies (Hyslop, 1980).

W_i = peso húmedo de todos los individuos del taxón i dividido por el peso húmedo total de todas las especies (Hyslop, 1980).

El valor de IR fue graficado para cada taxón y se establecieron tres niveles de importancia (especies dominantes, secundarias y raras) de acuerdo a las discontinuidades en la pendiente de la curva, las especies con IR altos fueron asignadas al primer nivel de importancia (dominantes) y así sucesivamente (Assis, 1996; Vögler *et al.*, 2009).

Este índice fue calculado a nivel de especie y grupos ecológicos conformados a partir del nivel trófico (≤ 2.4 ; 2.5-2.9; 3.0-3.4; 3.5-3.9; ≥ 4) y posición en la columna de agua (Tabla 1) de las especies en su fase adulta. Dichos atributos fueron obtenidos de la bibliografía especializada y de *Fishbase* (Froese & Pauly, 1999).

Tabla 1. Tipos de agrupaciones de especies a partir de su posición en la columna de agua. (Modificado de: Cervigón & Fischer, 1979; Palacios-Salgado, 2011).

Agrupaciones	Características generales
Infaunales (IF)	Se ubican dentro el sedimento
Epibentónicas (EB)	Se ubican sobre el sedimento
Demersales (DE)	Se ubican cerca del fondo del mar
Pelágico costero (PC)	Se encuentran en las capas superficiales de las aguas sobre las plataformas continental e/o insular.
Bento-pelágico (BP)	Incursionan por toda la columna de agua.

Para visualizar de manera gráfica la semejanza entre las muestras considerando su similitud se aplicó un análisis multivariado de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) propuesto por Clarke (1993). El nMDS arroja un valor de “stress” que



permite juzgar la bondad de ajuste de éste. Kruskal (1964) plantea que valores bajos de “stress” indican un buen ajuste, mientras que valores altos (> 0.2) indican mucho “stress”, reflejando un mal ajuste.

A fin de detectar diferencias en la estructura de la FAC con changa en los cuatro escenarios temporales evaluados, se realizó un análisis de similitud ANOSIM. Esta prueba no paramétrica se basa en el re-muestreo multifactorial mediante permutaciones (Clarke, 1993) y consiste en el cálculo de un estadístico (R) que varía entre -1 y +1, alcanzando su valor mínimo y máximo cuando los grupos difieren en la composición de la comunidad de manera intra e inter-específica (respectivamente). R toma valores cercanos o iguales a cero, cuando no existen diferencias entre los grupos (Clarke & Warwick, 1994).

La contribución de las especies a la diferenciación o similitud, fue analizada mediante el análisis de similitud de porcentajes al 90 % (SIMPER), que permite evaluar la disimilitud entre los diferentes escenarios temporales y la contribución de cada componente a la similitud entre las muestras internas de cada escenario (Clarke, 1993). Este análisis al igual que el nMDS y ANOSIM, fueron realizados mediante el programa Primer ® V.6.0 (Clarke & Gorley, 2006).

5.2.2. Relación abundancia- biomasa:

En cada época-año, se realizaron curvas de comparación de abundancia y biomasa (ABC, por sus siglas en inglés), que comparan simultáneamente la dominancia en términos de abundancia con la dominancia en términos de biomasa (Warwick, 1986; Warwick & Clarke, 1994). Se calculó el descriptivo W, que representa el área de diferencia entre las dos curvas (Yemane *et al.*, 2005):

$$W = \sum_{i=1}^s \frac{B_i - A_i}{50(s-1)}$$



Donde:

S = describe el cambio en el número total de especies.

A = abundancia total (ind/km²) en cada época-año i .

B = biomasa total (kg/km²) en cada época-año i .

Valores positivos indican que la curva de la biomasa está por encima de la curva de densidad y sugiere una comunidad marina no alterada, valores iguales o cercanos a cero indican coincidencia de las dos curvas sugiriendo una comunidad moderadamente alterada, y valores negativos indican que la curva de la densidad está por encima de la curva de biomasa, reflejando una comunidad altamente alterada (Figura 8). Este análisis fue realizado mediante el programa Primer ® V.6.0 (Clarke & Gorley, 2006).

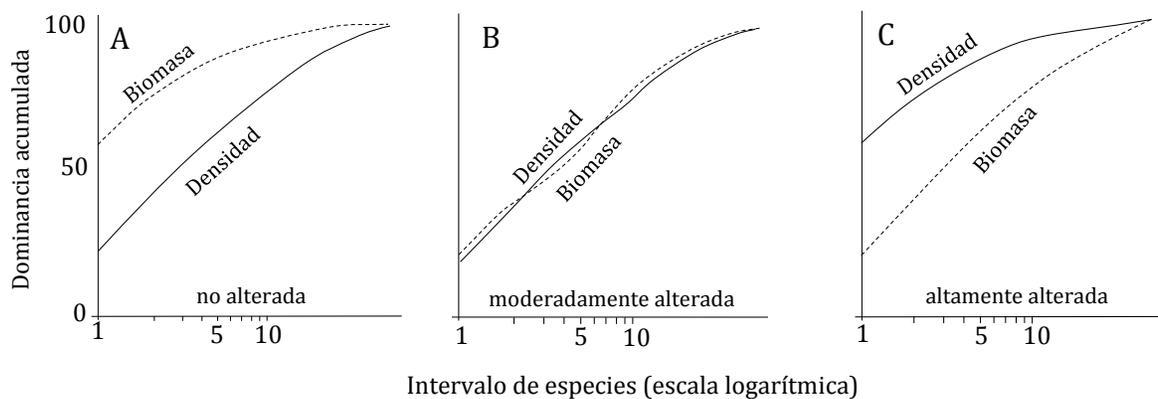


Figura 8. Diagrama conceptual de los estados teóricos de la comunidad reflejados en las curvas ABC. (Modificado de: Fulton *et al.*, 2004).

5.2.3. Estimación del porcentaje de juveniles capturados:

Se utilizaron los indicadores de talla promedio captura (TPC) y madurez sexual (L_{50}), para evaluar el estado de explotación de las poblaciones, al permitir determinar el porcentaje de extracción de individuos juveniles (Froese, 2004; Stern-Pirlot, 2005).



La L_{50} fue obtenida a partir de registros bibliográficos y cuando no se encontraron valores de L_{50} para una especie, se le asignó el valor de otra especie perteneciente al mismo género, preferiblemente de la misma zona. La TPC y su respectiva desviación estándar (DS) fueron calculadas según lo sugerido por Sparre & Venema (1997):

$$TPC = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n f_i * l_i \quad DS = \sqrt{\frac{1}{n-1} * \sum_{i=1}^n f_i * ((l_i - TPC)^2)}$$

Donde:

l_i = punto medio de la clase de talla.

f_i = frecuencia (número de individuos pertenecientes a cada l_i en el total de los lances).

n = número de individuos en el total de los lances.

El porcentaje de extracción de individuos juveniles fue obtenido mediante la comparación de la TPC de cada especie con su respectiva L_{50} , que fue tomada como punto de referencia límite para estimar el porcentaje de peces capturados por debajo y encima de ésta (Caddy & Mahon, 1995; Caddy, 1999; Rueda & Defeo, 2003), posteriormente se realizaron histogramas de frecuencias de longitudes para las especies que más aportaron a la densidad (ind/km²) y biomasa (kg/km²) global de la FAC, con sus respectivos porcentajes de individuos capturados por arriba y debajo de su L_{50} según lo propuesto por Narváez *et al.* (2008).



6. RESULTADOS

6.1. CARACTERIZACIÓN Y DETECCIÓN DE CAMBIOS TEMPORALES

La fauna objetivo de la pesca de arrastre camaronero con changa en el GS estuvo compuesta por los camarones *Xiphopenaeus kroyeri*, *Penaeus subtilis*, *P. notialis*, *P. monodon*, *Litopenaeus schmitti* y *Nematopalaemon schmitti*. El camarón titi (*X. kroyeri*) representó el 99 % de las capturas de dicha fracción. La captura acompañante estuvo conformada por 96 especies, en cinco filos, ocho clases, 23 órdenes, 51 familias y 80 géneros (Tabla 2), presentando una riqueza $D_{Mg} = 2.9$ ($0.7 \pm ds$) y una dominancia $D' = 0.2$ ($0.1 \pm ds$).

Los peces fueron el grupo con mayor representación (11 órdenes, 24 familias, 50 géneros y 65 especies), seguido por moluscos y crustáceos (Figura 9). De igual forma, los peces se ubicaron como el grupo con mayor aporte en términos de densidad (88.8 %) y biomasa (81.9 %), seguido por moluscos y crustáceos (Figura 10).

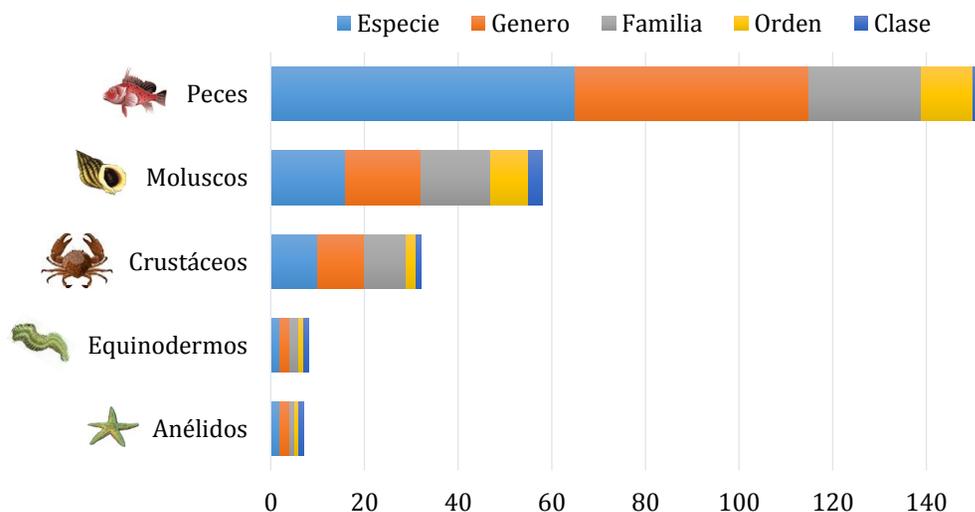


Figura 9. Número de taxa para cada grupo taxonómico mayor presente en la FAC de los arrastres de camarón con changa en el GS.

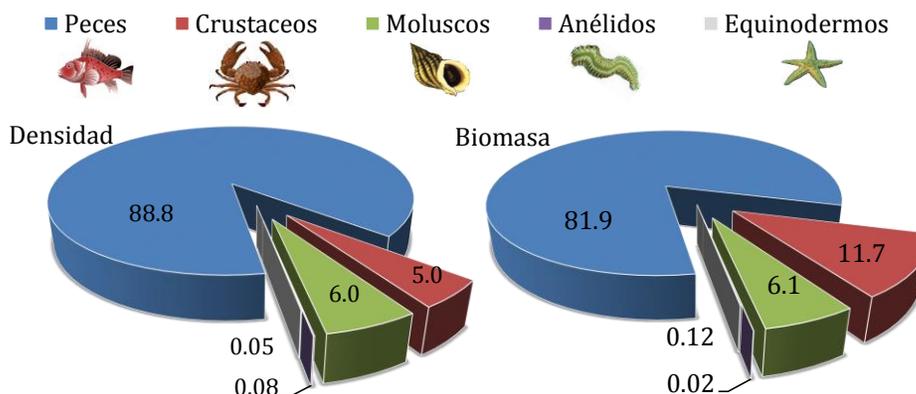


Figura 10. Contribución porcentual en términos de densidad (ind/km²) y biomasa (kg/km²) de los grandes grupos taxonómicos en la FAC de los arrastres de camarón con changa en el GS.

De las 96 especies que conformaron la FAC de la pesca con changa, diez (nueve peces y un crustáceo) aportaron 73 % de la biomasa y 80 % de la densidad. El bagre *Cathorops mapale* aportó 41.6 % a la biomasa y 28.7 % a la densidad (Figura 11).

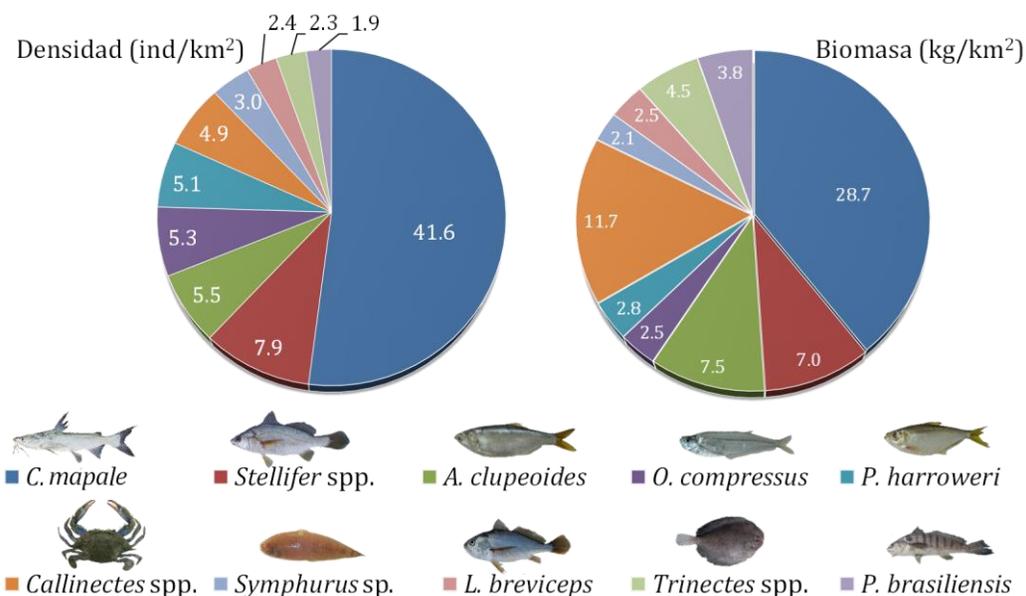


Figura 11. Contribución porcentual en términos de densidad (ind/km²) y biomasa (kg/km²) de las diez especies más abundantes en la FAC de los arrastres de camarón con changa en el GS.



Tabla 2. Composición faunística de los arrastres camaroneros con changa en el GS (2008-2011).

Filo	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	
Annelida	Errantia	Phyllodocida	Eunicidae	<i>Eunice</i>	<i>Eunice</i> sp.	Poliqueto	
				<i>Lysidice</i>	<i>Lysidice</i> sp.	Poliqueto	
Crustacea	Malacostraca	Decapoda	Calappidae	<i>Cyclozodion</i>	<i>C. angustum</i>	Cangrejo	
			Epialtidae	<i>Libinia</i>	<i>L. ferreirae</i>	Cangrejo araña	
			Hepatidae	<i>Hepatus</i>	<i>H. pudibundus</i>	Cajeta puntillada	
			Majidae	<i>Mithrax</i>	<i>Mithrax</i> spp.	Cangrejo araña	
			Parthenopidae	<i>Castalambrus</i>	<i>C. tommasii</i>	Cangrejo	
			Pinnotheridae	<i>Pinnixa</i>	<i>Pinnixa</i> sp.	Cangrejo	
			Portunidae	<i>Arenaeus</i>	<i>A. cribrarius</i>	Cangrejo	
				<i>Callinectes</i>	<i>Callinectes</i> spp.	Jaiba	
				<i>Speocarcinus</i>	<i>S. lobatus</i>	Cangrejo	
				Stomatopoda	Squillidae	<i>Squilla</i>	<i>Squilla</i> sp.
Echinodermata	Asteroidea	Paxillosida	Astropectinidae	<i>Astropecten</i>	<i>A. cingulatus</i>	Estrella de mar	
			Luidiidae	<i>Luidia</i>	<i>L. senegalensis</i>	Estrella de mar	
Mollusca	Bivalvia	Arcoida	Arcidae	<i>Anadara</i>	<i>Anadara</i> spp.	Concha negra	
		Myoida	Corbulidae	<i>Corbula</i>	<i>Corbula</i> sp.	Almeja	
		Nuculanoida	Nuculanidae	<i>Nuculana</i>	<i>N. acuta</i>	Almeja	
		Veneroida	Donacidae	<i>Donax</i>	<i>D. denticulatus</i>	Almeja	
			Psammobiidae	<i>Sanguinolaria</i>	<i>Sanguinolaria</i> spp.	Almeja	
			Tellinidae	<i>Tellina</i>	<i>Tellina</i> spp.	Almeja	
		Veneridae	<i>Chione</i>	<i>C. cancellata</i>	Almeja		
			<i>Tivela</i>	<i>Tivela</i> sp.	Almeja		
		Cephalopoda	Teuthida	Loliginidae	<i>Loligo</i>	<i>Loligo</i> sp.	Calamar
		Gastropoda	Cephalaspidea	Haminoeidae	<i>Atys</i>	<i>Atys</i> sp.	Gasterópodo



Tabla 2. Continuación... Composición faunística de los arrastres camaroneros con changa en el GS (2008-2011).

Filo	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	
Mollusca	Gastropoda	Neogastropoda	Cancellariidae	<i>Cancellaria</i>	<i>Cancellaria</i> sp.	Gasterópodo	
			Conidae	<i>Conus</i>	<i>Conus</i> sp.	Cono	
			Marginellidae	<i>Prunum</i>	<i>P. prunum</i>	Cono	
				<i>Melongena</i>	<i>M. melongena</i>	Caracol pala	
			Nassariidae	<i>Nassarius</i>	<i>N. vibex</i>	Caracol	
			Naticidae	<i>Natica</i>	<i>Natica</i> sp.	Caracol	
Chordata	Actinopterygii	Albuliformes	Notacanthidae	<i>Notacanthidae</i>	<i>Notacanthidae</i>	Culebra	
			Anguilliformes	Ophichthidae	<i>Ophichthus</i>	<i>Ophichthus</i> sp.	Culebra
			Clupeiformes	Engraulidae	<i>Anchoa</i>	<i>Anchoa</i> spp.	Sardina
		<i>Anchovia</i>			<i>A. clupeoides</i>	Sardina	
		<i>Cetengraulis</i>			<i>C. edentulus</i>	Bocona	
		<i>Harengula</i>			<i>H. clupeola</i>	Sardina	
		<i>Lycengraulis</i>			<i>L. grossidens</i>	Caballette	
		Pristigasteridae		<i>Chirocentrodon</i>	<i>C. bleekermanus</i>	Sardina	
				<i>Odontognathus</i>	<i>O. compressus</i>	Sardina	
				<i>Pellona</i>	<i>P. harroweri</i>	Sardina	
				<i>Pellona</i> sp.		Sardina	
				Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil</i>	<i>M. incilis</i>
			<i>M. liza</i>			Lebranche	
			<i>Mugil</i> sp.			Liza	
		Perciformes	Carangidae			<i>Caranx</i>	<i>C. caryos</i>
				<i>C. hippos</i>	Jurel		
				<i>Caranx</i> sp.	Jurel		
<i>Chloroscomburus</i>	<i>C. chrysurus</i>			Papeleta			



Tabla 2. Continuación... Composición faunística de los arrastres camaroneros con changa en el GS (2008-2011).

Filo	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	
Chordata	Actinopterygii	Perciformes	Carangidae	<i>Hemicaranx</i>	<i>H. amblyrhynchus</i>	Burrita	
				<i>Naucrates</i>	<i>N. ductor</i>	Pez piloto	
				<i>Selene</i>	<i>S. brownii</i>	Carecaballo	
					<i>S. setapinnis</i>	Carecaballo	
					<i>Selene</i> sp.	Carecaballo	
					<i>S. vomer</i>	Carecaballo	
				Ephippidae	<i>chaetodipterus</i>	<i>C. faber</i>	Monocolorao
				Gerreidae	<i>Diapterus</i>	<i>D. auratus</i>	Mojarra plateada
						<i>D. rhombeus</i>	Mojarra
				Gerreidae	<i>Eucinostomus</i>	<i>E. argenteus</i>	Mojarra
			<i>E. melanopterus</i>			Mojarra de ley	
			<i>Eucinostomus</i> sp.			Mojarra de ley	
			<i>Eugerres</i>			<i>E. plumieri</i>	Mojarra rayada
			Gobiidae	<i>Gobionellus</i>	<i>Gobionellus</i> sp.	Gobido	
			Haemulidae	<i>Conodon</i>	<i>C. nobilis</i>	Coco	
					<i>Pomadasys</i>	<i>P. corvinaeformis</i>	Ronco blanco
			Lutjanidae	<i>lutjanus</i>	<i>L. synagris</i>	Pargo rayado	
			Polynemidae	<i>Polydactylus</i>	<i>P. virginicus</i>	Barbul playero	
			Sciaenidae	<i>Bairdiella</i>	<i>B. ronchus</i>	Corvina	
					<i>Isopisthus</i>	<i>I. parvipinnis</i>	Corvineta alacorta
					<i>Larimus</i>	<i>L. breviceps</i>	Boquita de sábalo
					<i>Macrodon</i>	<i>M. ancylodon</i>	Dentona
					<i>Menticirrhus</i>	<i>M. americanus</i>	Coroncoro perro
		<i>M. littoralis</i>	Coroncoro rayado				



Tabla 2. Continuación... Composición faunística de los arrastres camaroneros con changa en el GS (2008-2011).

Filo	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común
Chordata	Actinopterygii	Perciformes	Sciaenidae	<i>Micropogonias</i>	<i>M. furnieri</i>	Coroncoro
				<i>Micropogonias</i>	<i>Micropogonias</i> sp.	Coroncoro
				<i>Paralanchurus</i>	<i>P. brasiliensis</i>	Corvina
				<i>Stellifer</i>	<i>Stellifer</i> spp.	Corvina
				<i>Umbrina</i>	<i>U. coroides</i>	Corvina
Chordata	Actinopterygii	Perciformes	Sphyraenidae	<i>Sphyraena</i>	<i>S. guachancho</i>	Picúa
			Trichiuridae	<i>Trichiurus</i>	<i>T. lepturus</i>	Sable
		Pleuronectiformes	Achiridae	<i>Achirus</i>	<i>Achirus</i> spp.	Lenguado
				<i>Trinectes</i>	<i>Trinectes</i> spp.	Lenguado
				Cynoglossidae	<i>Symphurus</i>	<i>Symphurus</i> sp.
			Paralichthyidae	<i>Citharichthys</i>	<i>C. spilopterus</i>	Lenguado
				<i>Cyclopsetta</i>	<i>Cyclopsetta</i> spp.	Lenguado
				<i>Etropus</i>	<i>Etropus</i> sp.	Lenguado
		Siluriformes	Ariidae	<i>Ariopsis</i>	<i>A. bonillai</i>	Chivo cabezón
				<i>Bagre</i>	<i>B. bagre</i>	Chivo
					<i>B. marinus</i>	Chinchorro
				<i>Cathorops</i>	<i>C. mapale</i>	Chivo mapale
					<i>C. mapale</i>	Chivo mapale
		Tetraodontiformes	Tetraodontidae	<i>Lagocephalus</i>	<i>L. laevigatus</i>	Sapo cabezón
				<i>Sphoeroides</i>	<i>Sphoeroides</i> sp.	Pejesapo
Chondrichthyes	Myliobatiformes	Dasyatidae	<i>Dasyatis</i>	<i>D. americana</i>	Raya	
				<i>D. guttata</i>	Raya hocicona	
			Urolophidae	<i>Urotrygon</i>	<i>U. venezuelae</i>	Raya redonda
	Rhinobatiformes	Rhinobatidae	<i>Rhinobatos</i>	<i>R. percellens</i>	Guitarra	
	Torpediniformes	Narcinidae	<i>Narcine</i>	<i>N. brasiliensis</i>	Torpedo	



De las 96 especies en la FAC de la pesca con changa en el GS, 38 estuvieron presentes en los cuatro escenarios temporales estudiados, 15 en tres épocas, 21 en dos y 24 en una. La época de lluvias presentó mayor número de especies (85) con respecto a la época seca (75), donde 21 especies estuvieron restringidas a la época seca y 11 a la temporada de lluvias.

La época lluvia-2010 y seca-2011 presentaron el mayor número de especies (73 cada una), seguidas por seca-2009 y lluvias-2008 (61 y 50 respectivamente). Los índices de riqueza y dominancia mostraron variaciones temporales estadísticamente significativas (Figura 12). La época lluvias-2008 y seca-2011 fueron los escenarios con mayor riqueza ($D_{Mg} = 3.1$ y 3.2 respectivamente), mientras que la época seca-2009 difirió significativamente del resto. En términos de dominancia (D') los mayores valores se presentaron en seca-2009 y lluvias-2010 (Figura 7), variando significativamente del resto de escenarios.

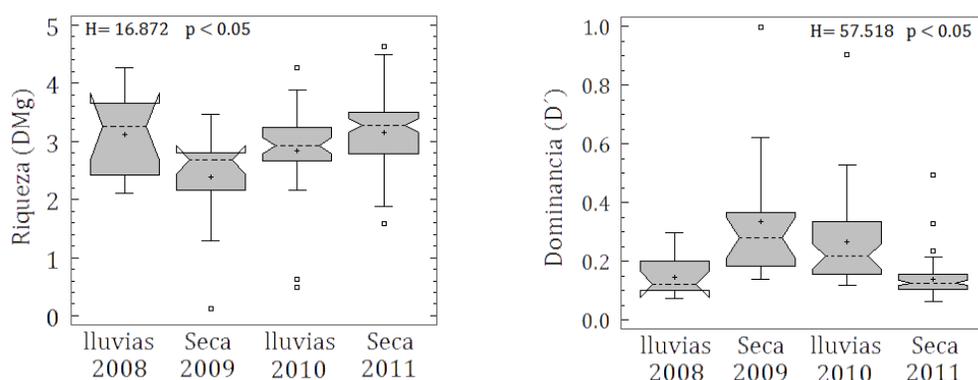


Figura 12. Variabilidad temporal de la riqueza (D_{Mg}) y dominancia (D') de la FAC en la pesca de pequeña escala changa en el GS. --- mediana; + promedio; □ valores atípicos.

Todos los valores del índice de distinción taxonómica promedio ($\Delta+$) y su respectiva variación ($\Lambda+$) se ubicaron alrededor del promedio y dentro de la distribución de probabilidad de 95 % para todos los escenarios temporales evaluados (Figura 13), sin embargo lluvias de 2010 y seca de 2011 estuvieron sobre el límite de dicha distribución.



En términos de Δ^+ la época seca de 2009 presentó el valor más alto ($\Delta^+ = 56.32$) y el resto de escenarios presentaron valores por debajo de este pero muy parecidos entre ellos (lluvias-2008 $\Delta^+ = 51.17$; lluvias-2010 $\Delta^+ = 50.99$ y secas-2011 $\Delta^+ = 50.59$).

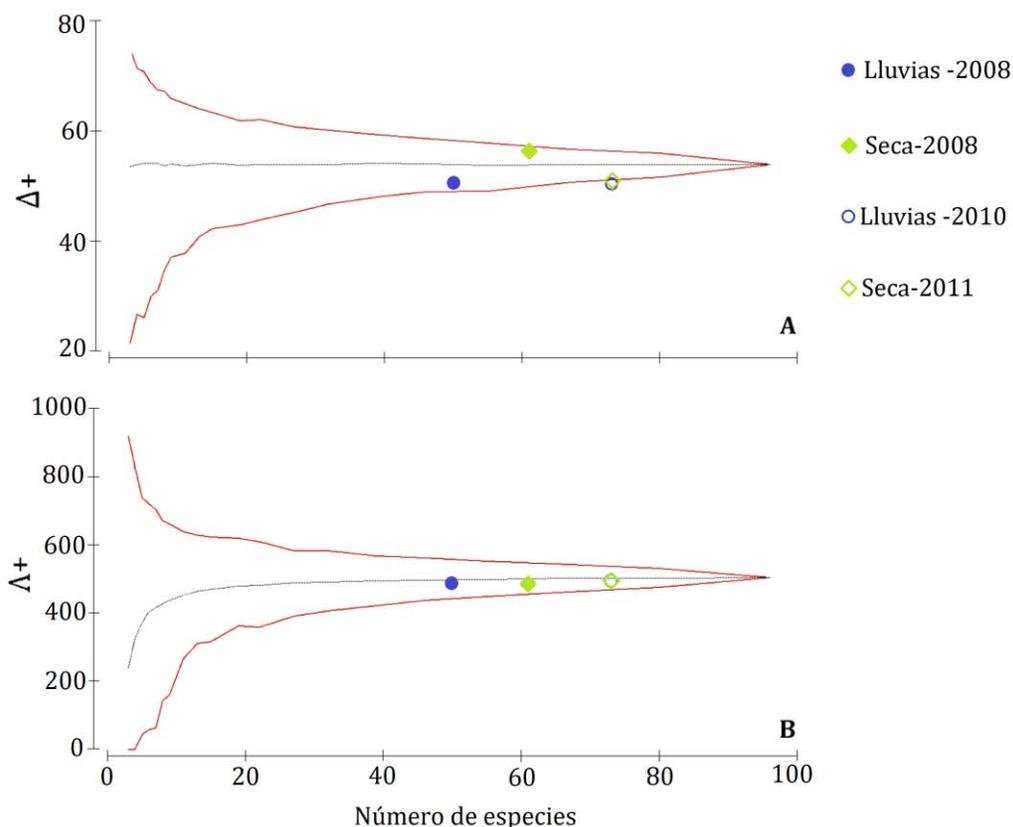


Figura 13. Relación del: (A) índice de distinción taxonómica promedio (Δ^+) y (B) la variación de la distinción taxonómica (Λ^+) con la riqueza específica de FAC de changa en cada época-año evaluada. promedio; — intervalos de confianza de 95 % para 1000x permutaciones de pares aleatorias de la lista completa de especies.

A partir de la representación bivalente de Δ^+ vs Λ^+ se pudo observar que todos los escenarios temporales analizados se encuentran dentro de los contornos de probabilidad de 95 % (Figura 14). De igual forma se puede considerar una posible disimilitud taxonómica de la época seca de 2011 con el resto de escenarios analizados, las cuales se agruparon de manera similar y con mayor semejanza taxonómica.

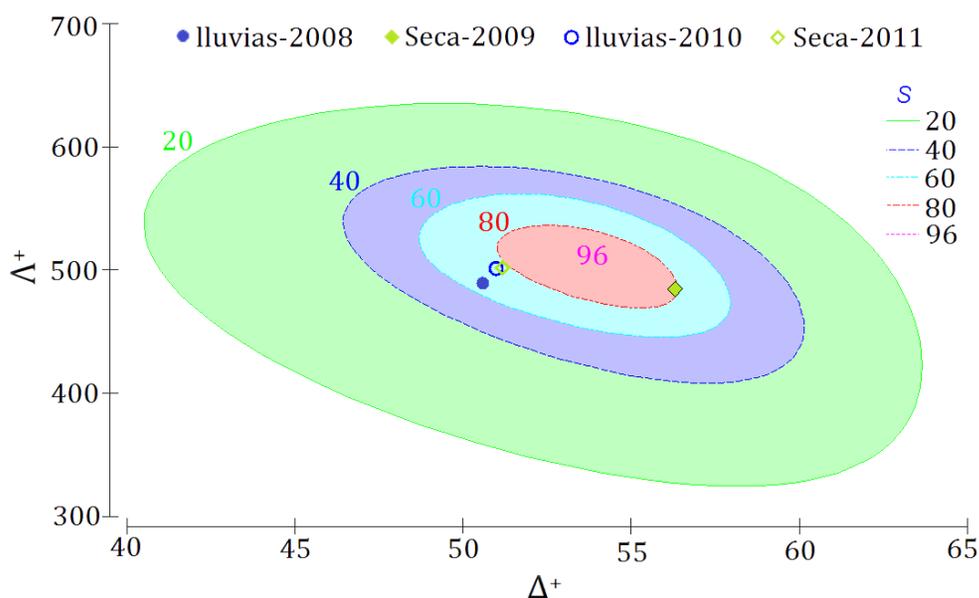


Figura 14. Representación del índice de distinción taxonómica promedio (Δ^+) contra la variación de la distinción taxonómica (Λ^+) para cada época-año evaluada en el GS. Las líneas representan elipses de probabilidad a 95 % de confianza obtenidas mediante 1000 simulaciones para un intervalo de 20 a 96 especies.

Las gráficas obtenidas a partir del índice de importancia relativa (IR) mostraron la existencia de cambios temporales en términos de magnitud, número de especies por nivel de importancia y el orden de especies dominantes o principales. El bagre *Cathorops mapale* pasó de ser la especie más importante en los tres primeros escenarios (2008, 2009 y 2010) a convertirse en una especie de menor importancia en el 2011 (Figura 15), mientras que la jaiba *Callinectes* spp. registró un comportamiento inverso, pasando de un nivel de importancia intermedio en 2008, 2009 y 2010, a ser la especie de mayor importancia en el 2011 (Figura 15).

En términos de agrupaciones por nivel trófico y posición en la columna de agua, las especies con nivel trófico 3.0-3.4 y de hábito demersal fueron las más comunes durante el tiempo de estudio (Figura 16).

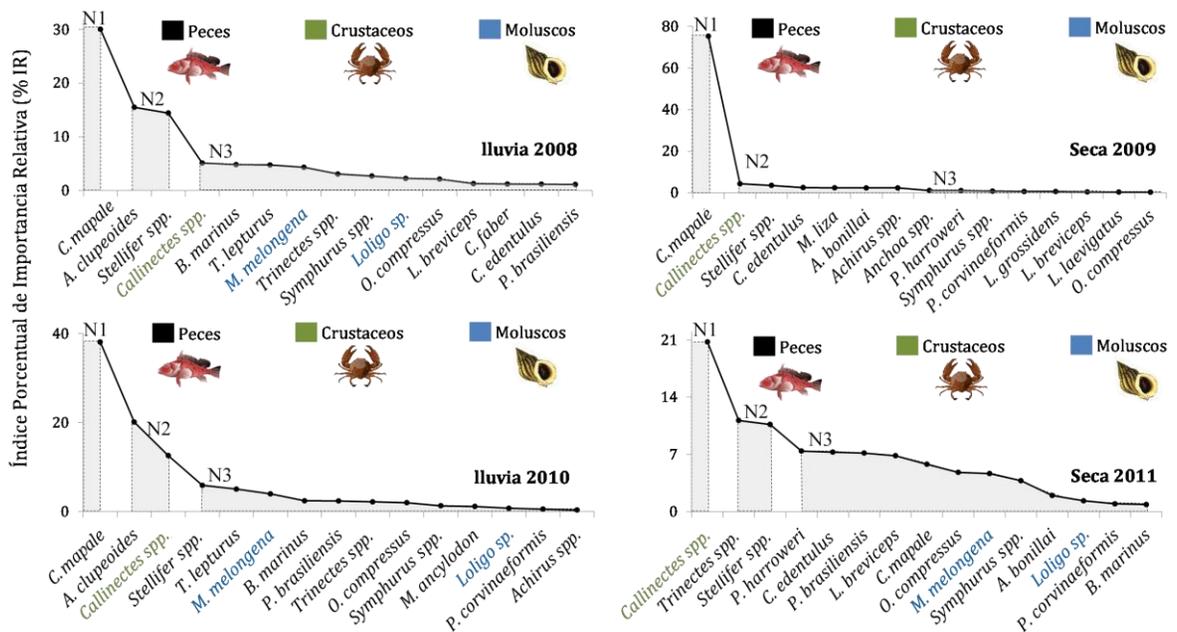


Figura 15. Variación temporal del nivel de importancia (IR) de las principales especies que componen la FAC de la pesca de arrastre camaronero de pequeña escala con changa en el GS. ■ Niveles de importancia: N1=alta (Especies dominantes o frecuentes); N2=media (especies comunes); N3=baja (especies raras).

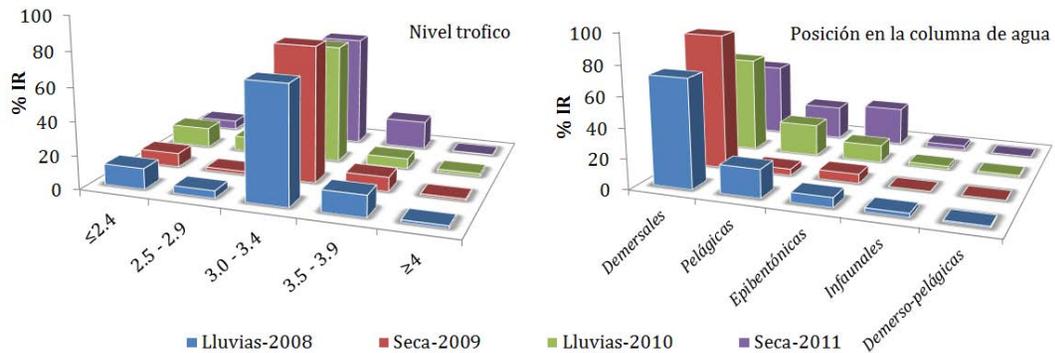


Figura 16. Variación de la importancia relativa (IR) por agrupación ecológica de la FAC en la pesca de arrastre de camarón con changa en el GS por época climática.

El análisis multivariado de escalamiento no métrico multidimensional (nMDS), con un valor de “stress” de 0.15 (Figura 17) mostró un ordenamiento, donde la fauna capturada en la época de lluvias de 2008 (●) y 2010 (○) presentó una agrupación



relativamente similar, mientras que la época seca de 2009 (◆) y 2011 (◇) fueron considerablemente diferentes; en 2009 no se mostró una agrupación clara, caso contrario a lo ocurrido en 2011.

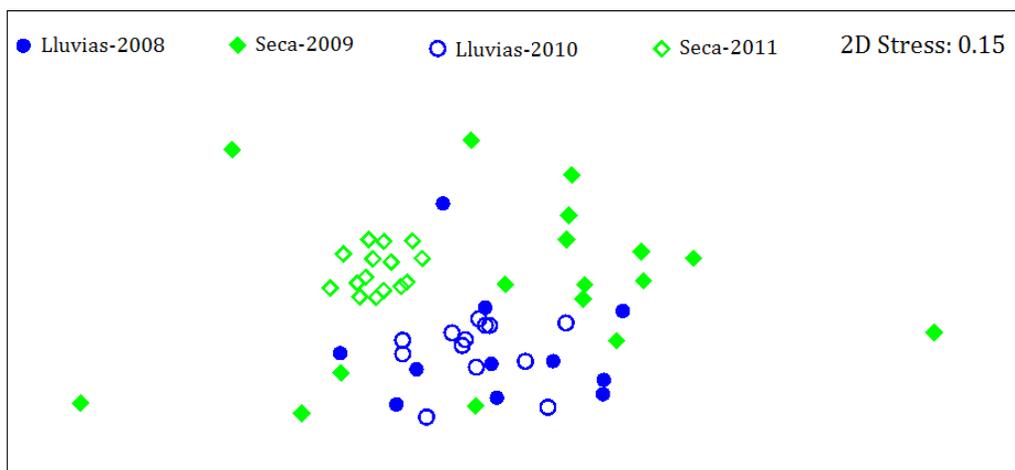


Figura 17. Análisis multivariado de escalamiento no métrico multidimensional (nMDS), de las faenas de pesca de arrastre de camarón de pequeña changea en el GS para cada época-año evaluada.

La prueba ANOSIM detectó diferencias estadísticamente significativas ($R = 0.69$; $p < 0.05$) en la composición de especies entre los escenarios temporales evaluados, principalmente por la época seca-2011, la cual difirió del resto de escenarios (Tabla 3).

A partir del análisis de porcentajes de similitud/disimilitud (SIMPER), se establecieron las especies que tipificaron cada escenario temporal, así como aquellas que contribuyeron a la diferenciación entre los grupos. El bagre *C. mapale* fue la especie que mayor aporte hizo a la diferenciación entre los escenarios temporales (Tabla 4) y a la tipificación (similitud) dentro los escenarios lluvia de 2008, 2010 y seca de 2009, siendo superada solamente por la jaiba *Callinectes* spp. en la época seca de 2011 (Figura 18).



Tabla 3. Matriz de similitud mostrando los valores R (ANOSIM) entre los escenarios temporales en los que se evaluó la estructura de la FAC en la pesca de arrastre de camarón de pequeña escala con changa en el GS.

	lluvias-2008	Seca-2009	lluvias-2010	Seca-2011
lluvias-2008	0			
Seca-2009	0.18*	0		
lluvias-2010	0.21	0.29	0	
Seca-2011	0.75	0.50	0.86	0

*p > 0.05; valores en **negrita** p < 0.05

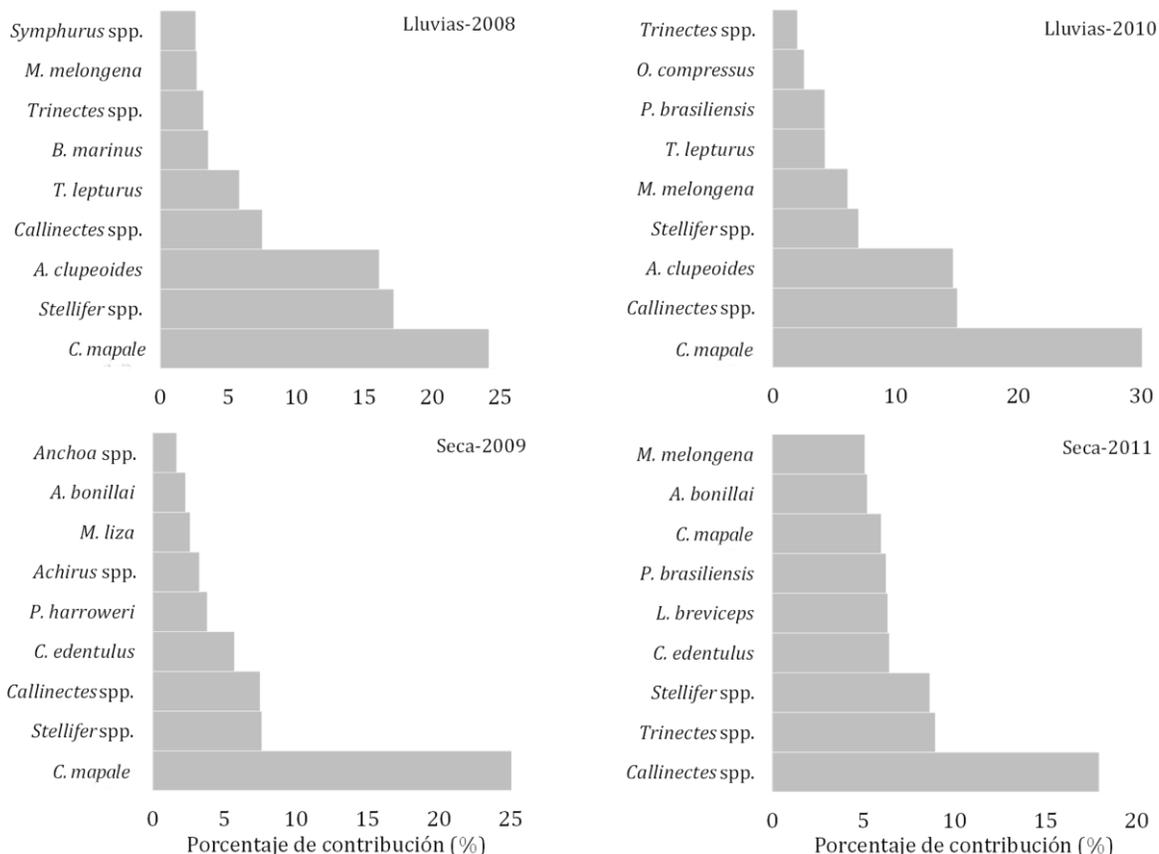


Figura 18. Principales especies que contribuyeron en mayor medida a la similitud (tipificación) dentro de cada escenario temporal evaluado.



Tabla 4. Principales especies que contribuyeron a la disimilitud (Dis) para cada par de escenarios temporales evaluados. DS: desviación estándar.

Época Año	Especies	Disimilitud Promedio	Dis/DS	Contribución (%)	Acumulado (%)
Lluvias-2008 vs Seca-2009	<i>Cathorops mapale</i>	22.1	1.1	29.7	29.7
	<i>Anchovia clupeioides</i>	7.2	1.1	9.7	39.4
	<i>Stellifer spp.</i>	4.7	1.3	6.4	45.8
	<i>Ariopsis bonillai</i>	4.3	0.6	5.9	51.6
Lluvias-2008 vs Lluvias-2010	<i>Cathorops mapale</i>	12.2	1.3	21.5	21.5
	<i>Anchovia clupeioides</i>	7.7	1.2	13.6	35.2
	<i>Stellifer spp.</i>	4.5	1.5	7.9	43.1
	<i>Callinectes spp.</i>	4.2	1.2	7.5	50.6
Lluvias-2008 vs Seca-2011	<i>Cathorops mapale</i>	12.1	1.2	17.6	17.7
	<i>Anchovia clupeioides</i>	8.4	1.2	12.2	29.9
	<i>Stellifer spp.</i>	4.9	1.5	7.2	37.1
	<i>Callinectes spp.</i>	3.8	1.1	5.6	42.7
	<i>Melongena melongena</i>	3.5	1.4	5.1	47.8
Seca-2009 vs Lluvias-2010	<i>Ariopsis bonillai</i>	3.4	1.0	4.9	52.8
	<i>Cathorops mapale</i>	22.6	1.1	31.3	31.3
	<i>Anchovia clupeioides</i>	7.8	1.1	10.8	42.0
	<i>Callinectes spp.</i>	5.6	1.2	7.7	49.7
	<i>Ariopsis bonillai</i>	3.6	0.5	4.9	54.7
Seca-2009 vs Seca-2011	<i>Cathorops mapale</i>	25.5	1.1	33.0	33.0
	<i>Callinectes spp.</i>	5.2	1.0	6.7	39.8
	<i>Ariopsis bonillai</i>	5.1	0.7	6.7	46.4
	<i>Trinectes spp.</i>	3.3	1.4	4.3	50.7
Lluvias-2010 vs Seca-2011	<i>Cathorops mapale</i>	13.6	1.4	21.9	21.9
	<i>Anchovia clupeioides</i>	9.2	1.2	14.8	36.8
	<i>Callinectes spp.</i>	4.6	1.3	7.4	44.2
	<i>Trinectes spp.</i>	2.4	1.2	3.9	48.2
	<i>Melongena melongena</i>	2.3	1.2	3.7	51.9

6.2. DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN ABUNDANCIA- BIOMASA

Las curvas ABC revelaron que en todos de los escenarios temporales analizados, existió una estrecha relación (casi solapadas) entre la biomasa y la abundancia, con pocas variaciones entre cada época-año evaluada y con los valores del descriptivo W cercanos a cero (Figura 19), lo cual indica una comunidad moderadamente alterada en todos los escenarios temporales.

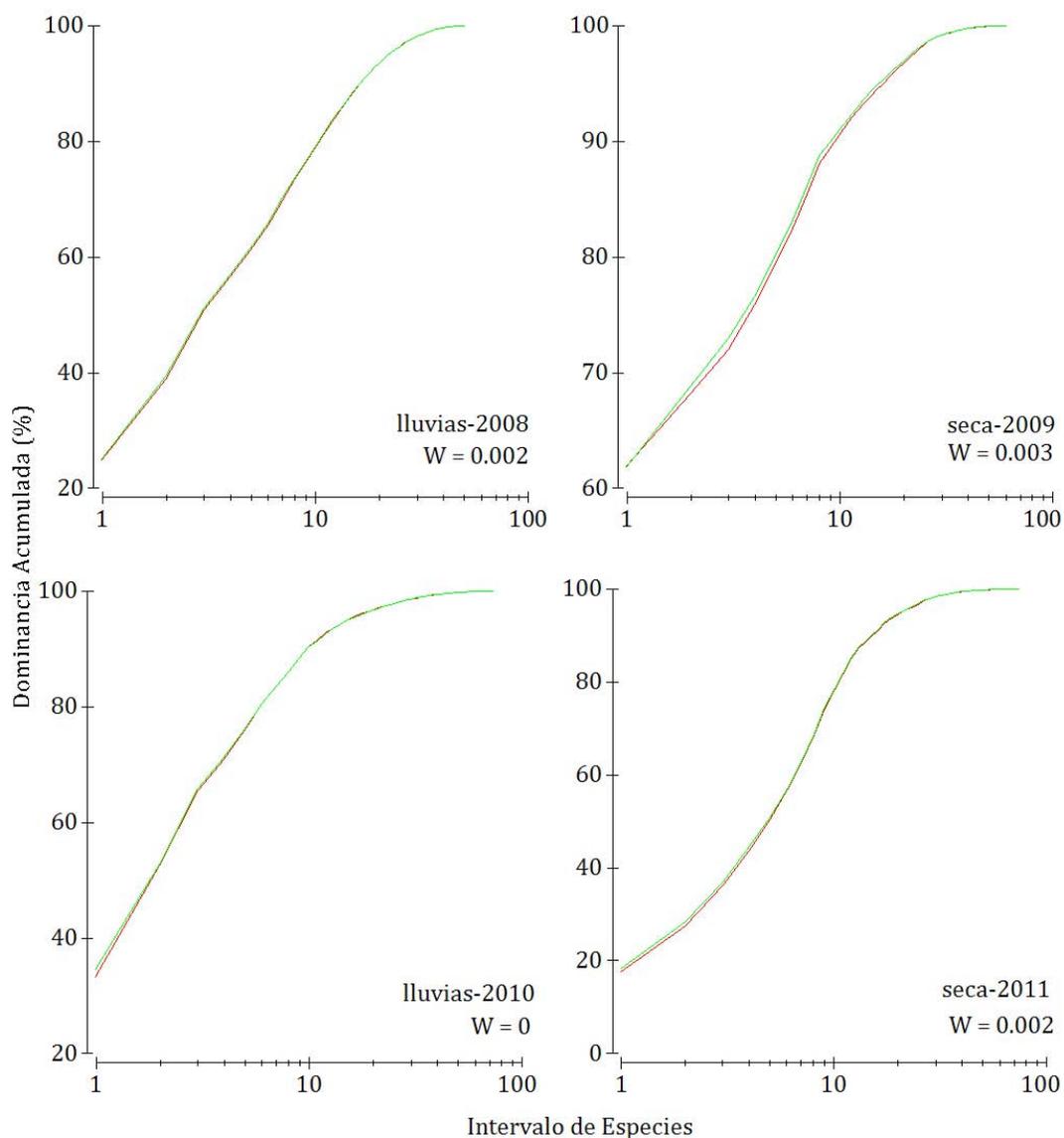


Figura 19. Relación de la abundancia-biomasa de la FAC de changa obtenida mediante las curvas ABC para cada época-año evaluada. — Abundancia; — Biomasa.

6.3. ESTIMACIÓN DEL PORCENTAJE DE JUVENILES CAPTURADOS.

Las comparaciones entre los indicadores TPC y L_{50} se realizaron para 62 especies (55 peces, cinco moluscos, un crustáceo y un equinodermo), ya que del resto de las especies no se encontraron registros de su L_{50} en la bibliografía especializada (Anexo 2).



El 93 % de las especies presentaron una TPC por debajo de su L_{50} . El gasterópodo *Chione cancellata*, el bivalvo *Donax denticulatus*, la mojarra *Diapterus rhombeus* y la sardina *Harengula clupeola* tuvieron una TPC superior a su L_{50} . El porcentaje de individuos juveniles capturados por la pesca con changa en el GS, se mantuvo relativamente constante durante el tiempo de estudio (Figura 20).

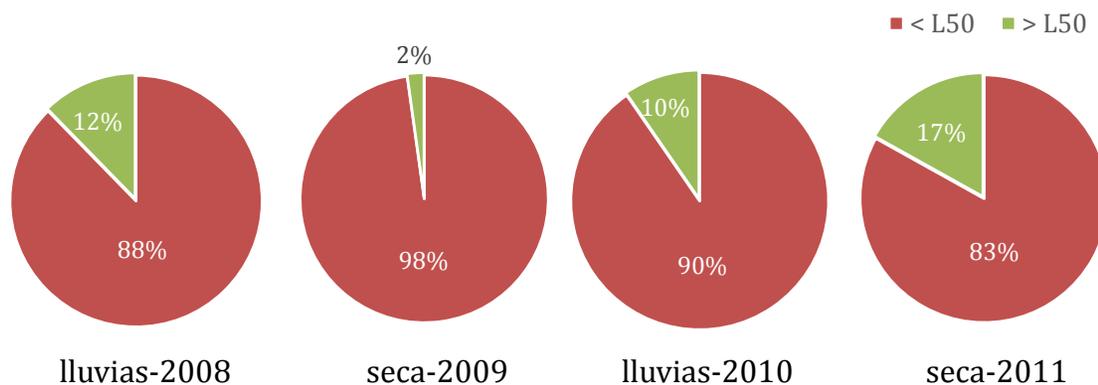


Figura 20. Porcentaje de individuos con longitudes $< L_{50}$ (■) y $> L_{50}$ (■) en la FAC de la pesca con changa en el GS, para cada escenario temporal.

De las diez especies que más aportaron en términos de densidad y biomasa global, ocho presentaron una TPC por debajo de su L_{50} . Destaca que ningún individuo del bagre *C. mapale* alcanzó su L_{50} de 23 cm y sólo el 2, 4 y 5 % de los individuos de *L. breviceps*, *Callinectes* spp. y *A. clupeoides* (respectivamente) superan su L_{50} (Figura 21).

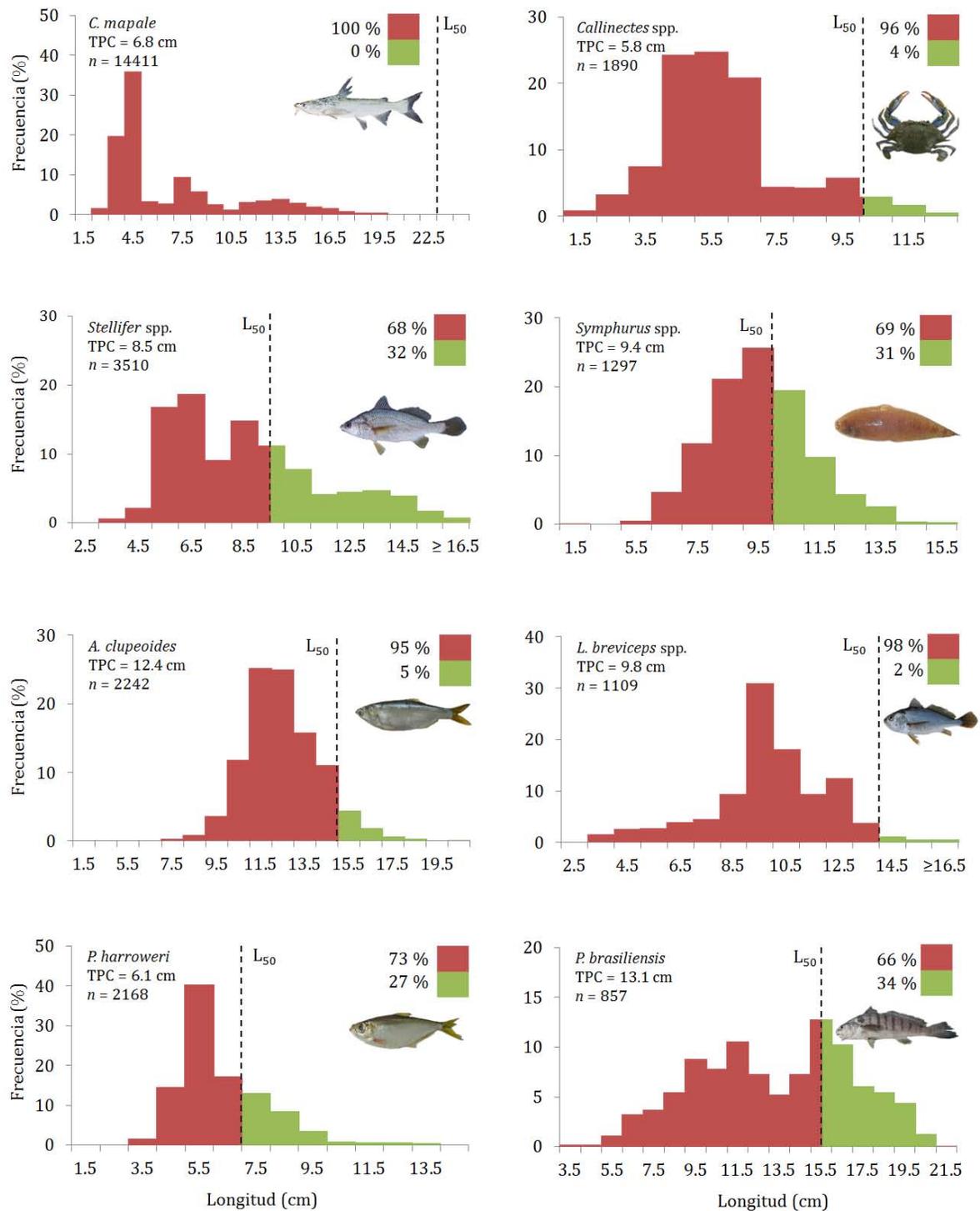


Figura 21. Estructura de tallas y porcentaje de individuos con longitudes L_{50} (■); >math>L_{50}</math> (■), para las principales especies que componen la FAC de los arrastres camaroneros con changa en el GS durante todo el tiempo de estudio.



7. DISCUSIÓN

La FAC asociada a la pesca de arrastre de pequeña escala con changa en el Golfo de Salamanca, presentó características concordantes con lo reportado en otros estudios de evaluación de FAC, al estar representada principalmente por peces, en su mayoría de hábitos demersales y asociados a zonas someras y fondos arenosos (Pinheiro & Martins, 2009; Samonte-Tan & Griffin, 2001; Amezcua *et al.*, 2006; Valdés *et al.*, 2011; Freitas *et al.*, 2011; Acevedo, 2012; Martínez-Muñoz, 2012; Payán, 2012; Duarte *et al.*, 2013; Branco *et al.*, 2015). De igual forma la alta contribución realizada por diez especies en términos densidad y biomasa global en la FAC, coincide con lo expuesto por Andrew & Pepperell (1992), quienes plantean que en muchas pesquerías un bajo número de especies aportan la mayor parte de la biomasa de la captura.

La dominancia de peces en la FAC de la pesca con changa, es preocupante desde el punto de vista de la supervivencia de los descartes ya que a diferencia de los crustáceos, los peces han sido reportados con altas tasas de mortalidad (hasta el 90 %) luego de ser descartados al mar (Hill & Wassenberg, 1990), esta supervivencia diferencial entre tipos de organismos, podría favorecer la aparición de especies carroñeras como cangrejos portúnidos (Stobutzki *et al.*, 2001). Steneck (1998) plantea que estos cambios pueden generar a futuro una respuesta en cascada en los ecosistemas, como consecuencia de las alteraciones sobre uno de los eslabones de la trama trófica, al remover especies de mayor nivel trófico, modificando la dominancia e impactos sucesivos en los niveles de los consumidores más bajos.

La pesca con changa en el GS presenta una relación FAC: camarón, que oscila entre 2.7:1 y 6.3:1 kg (Acevedo, 2012; Díaz-Vesga *et al.*, 2012), coincidiendo con lo reportado en otros estudios realizados en el caribe suramericano para la pesca de camarón de pequeña escala, pero relativamente inferior a lo reportado por la pesca industrial de camarón en otras regiones, exceptuando el sur del caribe colombiano (Tabla 5).



Partiendo de la premisa que la captura y posterior descarte de altos volúmenes de especies por parte de una pesquería, es considerada como un mal uso de la biomasa disponible (Melo *et al.*, 2003), se podría suponer que la pesca con changa en el GS y en general la pesca de camarón de pequeña escala no genera un impacto tan fuerte como la pesca industrial en términos proporción de FAC: camarón. Sin embargo esta baja proporción posiblemente este dada por la zona de influencia de esta pesquería, ya que al operar en estuarios, lagunas y zonas costeras, existe una mayor probabilidad de incidir sobre la fracción de juveniles (común en dichos hábitats), que es numéricamente dominante y baja en términos de biomasa, lo cual podría suponer un impacto equiparable al ocasionado por la pesquería industrial.

Tabla 5. Relación FAC: camarón reportada en diferentes estudios. Col.: Colombia.

Tipo	FAC: camarón	Especies Objetivo	Zona	Referencia
Pequeña escala	0.6:1	<i>X. kroyeri</i>	Caribe Sur (Brasil)	Cattani <i>et al.</i> , 2011
	1.3:1	<i>X. kroyeri</i>	Caribe Sur (Brasil)	Paiva-filho & Schmiegelow, 1986
	1.3:1	<i>X. kroyeri</i>	Caribe Sur (Brasil)	Graça-Lopes, 1996
	1.8:1	<i>X. kroyeri</i>	Caribe Norte (Brasil)	Santos, 1996
	3:1	<i>X. kroyeri</i>	Caribe Sur (Brasil)	Pinheiro & Martins, 2009
	3:1	<i>X. kroyeri</i>	Caribe Sur (Brasil)	Bail <i>et al.</i> , 2009
	3.3:1	<i>Farfantepenaeus</i> spp.	Caribe Sur (Brasil)	Carvalho-Braga, 2000
	5.6:1	<i>Artemesia longinaris</i>	Caribe Sur (Brasil)	Gentil-Avila, 2008
	6.6:1	<i>X. kroyeri</i>	Caribe Sur (Brasil)	Branco & Verani, 2006
	6.6:1	<i>X. kroyeri</i>	Caribe Sur (Brasil)	Sedrez <i>et al.</i> , 2013
	7.8:1	<i>X. kroyeri</i>	Caribe Sur (Brasil)	Branco, 1999
Industrial	4:1	<i>F. notialis</i>	Sur del Caribe (Col.)	Santacruz, 1989
	4:1	<i>F. notialis</i>	Sur del Caribe (Col.)	Herazo <i>et al.</i> , 2006
	4:1	<i>Farfantepenaeus</i> spp.	Sur del Caribe (Col.)	Escobar-Toledo, 2012
	9.3:1	Peneidos	Caribe (Brasil)	Alverson <i>et al.</i> , 1994
	9.8:1	<i>Farfantepenaeus</i> spp.	Pacífico (México)	Mellado <i>et al.</i> , 1983
	10.5:1	<i>Farfantepenaeus</i> spp.	Sur del Caribe (Brasil)	Vianna & Almeida, 2005
	11:1	<i>Farfantepenaeus</i> spp.	Caribe (Brasil)	Conolly, 1986
	11:1	<i>Farfantepenaeus</i> spp.	Caribe (Venezuela)	Cabello <i>et al.</i> , 2005
	13:1	<i>Farfantepenaeus</i> spp.	Caribe Sur (Brasil)	Kotas, 1998
	15:1	<i>Farfantepenaeus</i> spp.	Caribe Norte (México)	Wakida <i>et al.</i> , 2013
	16:1	<i>Farfantepenaeus</i> spp.	Caribe Norte (Col.)	Duarte <i>et al.</i> , 2010



Uno de los atributos principales para evaluar la biodiversidad, es la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica) y la estructura, es decir, la manera cómo se distribuye la abundancia de cada una de las especies con respecto a la abundancia total (equidad y/o dominancia; Moreno, 2001). En el caso de la FAC asociada a la pesca con changa en el GS, se presenta una riqueza intermedia ($D_{Mg} > 2$ < 5) y una baja dominancia (D'), reflejando una considerable diversidad de especies (Margalef, 1995) y un comportamiento homogéneo en las abundancias de la mayoría de las especies, indicando la presencia de pocas especies dominantes y muchas especies raras (Magurran, 2004).

La pesca de arrastre camaronero ha sido catalogada como una de las pesquerías que más afecta la biodiversidad, debido a la captura de gran cantidad de fauna acompañante y su alto impacto sobre el sustrato marino (Villaseñor-Talavera, 1997; García *et al.*, 2003; Challenger *et al.*, 2009). Sin embargo la diversidad de especies en la FAC de la pesca con changa en el GS es inferior a la reportada para otras pesquerías de peneidos tropicales ($D_{Mg} > 6$) en el mundo (*e.g.* Martínez-Muñoz, 2012; De la Rosa, 2005; Herazo *et al.*, 2006). Esta diferenciación, así como las variaciones interanuales en la diversidad de especies que componen la FAC en el GS, pueden ser originadas por las particularidades hidrográficas de cada región y sus respectivas variaciones temporales (Sunden *et al.*, 1981; Saul & Cunningham, 1995), así como a factores antropogénicos, incluyendo cambios en las características, composición y distribución espacio-temporal del esfuerzo de la flota pesquera (Schreck & Moyles, 1990; Hilborn & Walters, 1992).

Aunado a lo anterior, la presencia o ausencia de algunas especies las épocas climáticas que se dan en el GS, también podría estar dada por sus características fisiológicas, así como sus estrategias alimenticias y reproductivas, las cuales según Subrahmanyam & Drake (1975) y Claro (1994) pueden favorecer el establecimiento o migración de las especies a diferentes hábitats a lo largo de un año.



La determinación del carácter estacional o residente en las especies, puede ser potencialmente utilizada como una forma adicional para evaluar la calidad ecológica de un ecosistema, ya que un bajo porcentaje de especies residentes con una alta estacionalidad, indica hábitats probablemente estresados (Ramírez-Villarroel, 1994; Fry & Chumchal, 2011). Partiendo de lo propuesto por Modde (1980) y Koranteng (2001), quienes consideran que la presencia constante de algunas especies en determinada zona, podría señalar un estatus de especies residentes, se podría considerar que especies como *C. mapale*, *Stellifer* spp., *Callinectes* spp., *O. compressus*, *P. harroweri*, *Trinectes* spp., *Symphurus* spp., *L. breviceps*, *P. brasiliensis*, etc., presentan el carácter de residentes en el GS, debido a su presencia constante en la FAC de la pesca con changa. Sin embargo, ya que en el presente estudio no se realizó un muestreo continuo, no se puede aseverar este comportamiento.

La diversidad obtenida mediante el índice de distinción taxonómica promedio (Δ^+), fue similar y con poca variación (Δ^+) entre los escenarios temporales evaluados, lo cual refleja una estructura taxonómica parecida entre estos (Warwick & Clarke, 1995) y al estar ubicados dentro de la distribución de probabilidad, se podría considerar que la FAC de la pesca con changa en el GS no muestra signos claros de impactos, ya que Warwick & Clarke (1998) plantean que valores bajos de Δ^+ y por fuera de la distribución de probabilidad son aquellos característicos de zonas con algún nivel de estrés, ya sea por factores ambientales o antropogénico como contaminación y/o presión pesquera (Rogers *et al.*, 1999; Clarke & Warwick, 1999; Gristina *et al.*, 2006; Leonard *et al.*, 2006).

El bagre *C. mapale* se ubicó como la especie más abundante en la FAC de la pesca con changa en el GS. Debido a su abundancia y demanda en el mercado local el género *Cathorops* han sido catalogado de gran importancia biológica y comercial para el GS (Tíjaro *et al.*, 1998) y en general, para el pesca industrial y de pequeña escala en el sur del Caribe colombiano (Herazo *et al.*, 2006; Duarte *et al.*, 2006; Escobar-Toledo, 2012).



La alta densidad y biomasa registrada en esta tesis de *C. mapale* en el GS, posiblemente está dada por las características hidrológicas y oceanográficas que predominan en el GS, que concuerdan con las preferencias de hábitat reportadas por Carpenter (2002) para el género *Cathorops*, las cuales consisten en la presencia de aguas salobres y arenas finas y lodosas con altos porcentajes de materia orgánica (García, 1999).

Las variaciones a nivel de composición y abundancia de las especies dominantes pueden revelar signos de cambios a nivel del ecosistema, ya que éstas controlan gran parte del flujo de energía (Odum, 1972). El remplazo del bagre *C. mapale* por parte de la jaiba *Callinectes* spp. como la especie de mayor importancia en la FAC en el último escenario temporal evaluado, podría ser interpretado como un efecto indirecto de la pesquería de arrastre camaronero (Hutchings, 2000; Duarte *et al.*, 2010; Diamond *et al.*, 1999; Sparks-McConkey & Watling, 2001), ya que en áreas perturbadas por esta actividad pesquera, se ha reportado la aparición o incremento de especies carroñeras (*e.g.* portúnidos), como respuesta a la gran oferta alimenticia en dichas zonas, debido a la gran cantidad de fauna descartada durante las faenas de pesca (Kaiser *et al.*, 2002; Manickchand-Heileman *et al.*, 2004).

No obstante se requiere un análisis temporal más amplio para determinar si estos cambios se mantienen en el tiempo o son producto de evento puntual de la época seca de 2011, y evaluar el posible efecto de algunas variables ambientales, las cuales pueden jugar un papel importante sobre la presencia o ausencia de algunas especies (Castillo-Rivera *et al.*, 2002; Albaret *et al.*, 2004; Hossain *et al.*, 2012).

A pesar de los cambios temporales del % IR observados a nivel de especies, al analizar las agrupaciones por nivel trófico y ubicación en la columna de agua no se detectaron grandes variaciones. Walker (1992) argumenta que en sistemas biodiversos pueden existir especies con características ecológicas similares que compensen los impactos o



afectación de otra, lo que permitiría según Martínez (1996) perder especies hasta un punto dado, sin que se reflejen cambios significativos.

El comportamiento de las curvas ABC y sus correspondientes descriptivos W, muestran una relación altamente estrecha entre abundancia y biomasa, en todos los escenarios temporales evaluados, dicho comportamiento ha sido catalogado como típico de comunidades levemente estresadas o alteradas (Clarke & Warwick, 1994; Yemane *et al.*, 2005). Esto, partiendo del supuesto que una comunidad marina estable, se caracteriza por la presencia de especies de crecimiento lento y alta dominancia en términos de biomasa, por el contrario aquellas comunidades bajo perturbación por pesca muestran un desequilibrio competitivo, donde las especies pequeñas y de crecimiento lento son dominantes en número y biomasa (Fulton *et al.*, 2004).

Sin embargo este método presenta una serie de implicaciones que se deben tener en cuenta a la hora de analizar sus resultados: 1) se debe considerar si la fauna estudiada es representativa de las comunidades presentes en la zona de estudio o es una asociación de especies dada por la selectividad del método de muestreo. 2) al muestrear zonas de crianza o periodos de reclutamiento se podrían favorecer una dominancia numérica de especies y tamaños pequeños e interpretarse equivocadamente como un disturbio sobre la estructura de la comunidad (Beukema, 1988; Thrush *et al.*, 2006). Por tanto, teniendo en cuenta el alto porcentaje individuos juveniles presente en la FAC de la pesca con changa, y las características oceanográficas descritas para la región (típicas en zonas de crianza), es probable que la relación abundancia-biomasa observada en el presente estudio sea un reflejo de este factor más que de una comunidad estresada o alterada.

Los cambios en la dominancia, composición de especies y la relación abundancia-biomasa observada en la FAC de la pesca con changa en el GS, han sido interpretados como posibles signos de perturbación antropogénicas en otros estudios (*e.g.* Kaiser &



Ramsay, 1997; Jennings *et al.*, 1998; Enberg *et al.*, 2012), sin embargo se debe considerar que dicho comportamiento puede ser el resultado de factores ambientales (Cox & Hinch, 1997; Cardinale & Modin, 1999), por lo que es difícil establecer cuáles son las causas reales que generan dichas respuestas en la estructura comunitaria (Cerdenares-Ladrón de Guevara *et al.*, 2014).

Si se parte del ideal de mantener una TPC igual o superior a la L_{50} de las especies, es claro que la estructura de tallas de la FAC en las capturas de la pesca con changa en el GS, está siendo impactada, ya que gran parte de las especies están siendo capturadas por debajo de este límite. Esto puede afectar la posibilidad de renovación natural de las mismas, al no permitir que al menos el 50 % de la población se desarrollen completamente y se integre al stock desovador (Sparre & Venema, 1997; Froese, 2004), mostrando una ineficiencia por parte de este arte en términos de selectividad de tallas óptimas de captura, lo cual según Jennings *et al.* (1998) podría actuar como una fuerza de pesca selectiva sobre algunos rasgos de su historia de vida de las especies y una posible pérdida en el potencial de rendimiento que se puede lograr por la captura de dichos individuos en el futuro próximo (Najmudeen & Sathiadhas, 2008).

La extracción de altos porcentajes de individuos con tallas inferiores a la objetivo, por parte de la pesca con changa en el GS, es concordante con lo reportado para este tipo de pesquería en diferentes regiones del mundo (*e.g.* Rodríguez-Cajica, 1996; Liggins & Kennelly, 1996; Chuenpagdee *et al.*, 2003; Cochrane, 2005; Amezcua *et al.*, 2006; Keunecke *et al.*, 2007, Duarte *et al.*, 2013). El alto volumen de juveniles favorece el descarte de gran parte de la FAC, ya que los pescadores sólo aprovechan aquellos individuos de tallas grandes, por tanto la mayoría de las especies (de importancia comercial o no) son devueltas al mar.



En la actualidad el desarrollo tecnológico busca reducir el impacto de la pesca de arrastre sobre la fauna marina con la implementación de dispositivos que mejoren la selectividad de tallas y especies en las artes de pesca. En este sentido Acevedo (2012), valoró la utilización de dispositivos reductores (ojo de pescado, ventana de malla cuadrada y túnel con sección radial de escape) en las redes de arrastres camaronero de pequeña escala “changa” en el GS, y encontró que disminuyen significativamente la fauna acompañante, pero también reduce la captura de camarón, por lo que se hace evidente la necesidad de seguir explorando y mejorando la utilización de dichos dispositivos.



8. CONCLUSIONES

La composición faunística de la captura acompañante en la pesca con changa en el GS está compuesta principalmente por: peces de niveles tróficos intermedios y de hábitos demersales.

La fauna acompañante de la pesca de arrastre de camarón con changa en el GS, presenta variaciones interanuales en términos de composición e importancia de las especies, sin embargo estas no reflejan cambios significativos en la diversidad taxonómica y de especies.

Debido al gran número de especies e individuos capturados por debajo de su L_{50} , la pesca con changa en el GS, podría generar efectos sobre la fauna marina del GS al afectar la renovación de sus stocks.

Se debe implementar y evaluar estrategias combinadas como: vedas, cambios en los materiales de construcción de las redes de arrastres y/o utilización de dispositivos reductores, como acciones para disminuir o evitar impactos acumulados por parte de esta pesquería en el GS.



9. RECOMENDACIONES

Se recomienda la continuidad de investigaciones similares al presente estudio, así como el seguimiento continuo mediante observadores abordo de las lanchas changueras que operan en el GS, a fin de obtener mayores series temporales de captura (fauna objetivo y acompañante) para futuros análisis y evaluación de los recursos pequeros.

Es necesaria la realización de estudios que permitan caracterizar parámetros poblacionales (distribución, ciclo reproductivo, estructura de tallas, *etc.*) de las especies que habitan en el GS y evaluar su relación o posible respuesta ante factores antropogénicos (*e.g.* pesca, contaminación) y ambientales (*e.g.* temperatura, salinidad, pH, clorofila).



10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abellan, P., Bilton, D. T., Millán, A., Sánchez-Fernández, D. & Ramsay, M. 2006. Can taxonomic distinctness assess anthropogenic impacts in inland waters? A case study from a Mediterranean river basin. *Freshwater biology*, 51: 1744–1756.
- Acevedo, R. D. 2012. Evaluación experimental del efecto de la utilización de dispositivos reductores de fauna acompañante en la pesca artesanal de camarón por arrastre “changas” en el GS, Mar Caribe de Colombia. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Pesquero, Universidad del Magdalena, Santa Marta, pp. 103.
- Acevedo-Urzola, K. 2006. Aportes a la biología de la raya *Urotrygon venezuelae* Schultz, 1949, capturada incidentalmente en Playa Salguero, Santa Marta, Colombia. Trabajo de pregrado. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta, pp. 96.
- Albaret, J., Simier, M., Darboe, F. S., Ecoutin, J., Raffray, J. & De Morais, L. 2004. Fish diversity and distribution in the Gambia Estuary, West Africa, in relation to environmental variables. *Aquatic Living Resources*, 17: 35–46.
- Albieri, R. & Araújo, F. 2010. Reproductive biology of the mullet *Mugil liza* (Teleostei: Mugilidae) in a tropical Brazilian bay. *Zoologia*, 27 (3): 331–340.
- Alverson, D., Freeberg, M., Pope, J., Murawski, S. 1994. A global assessment of fisheries bycatch and discards. *FAO Fisheries Technical Paper*, 339: 1-42.
- Amaral, A. C. Z. & Jablonski, D. 2005. Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil. *Megadiversidade* 1: 44-51.
- Amezcuca, F., Madrid-Vera, J. & Aguirre-Villaseñor, H. 2006. Effect of the artisanal shrimp fishery on the ichthyofauna in the coastal lagoon of Santa María la Reforma, southeastern Gulf of California. *Ciencias Marinas*, 32 (1B): 97–109.



Amorim, J. H., Marcelino, C. A., Cordeiro, Tenório, G. D., De Farias, A., Nunes, E P., Rosa, R. S. & Lucena, I. 2012. Fish assemblage of the Mamanguape Environmental Protection Area, NE Brazil: abundance, composition and microhabitat availability along the mangrove-reef gradient. *Neotropical Ichthyology*, 10 (1): 109-122.

Andrew, N. L. & Pepperell, J. G. 1992. The by-catch of shrimp trawl fisheries. En: Barnes, M., Ansell, A. D. & Gibson, R. N. (Eds.). 1992. *Oceanographic and Marine Biology Annual Review*. University of California Press, Berkeley, CA., pp. 565.

Arnason, R., Kelleher, K. & Willmann, R. 2009. The sunken billons. The economic justification for fisheries reform. Washinton D. C., Roma: Banco Mundial & FAO., pp 100.

Arreguín-Sánchez, F., Schultz-Ruiz, L. E., Gracia, A., Sánchez, J. A. & Alarcón, T. 1997. Estado actual y perspectivas de las pesquerías de camarón del Golfo de México. En: Flores-Hernández, D., Sánchez-Gil, P., Seijo, J. C. & Arreguín-Sánchez, F. (eds.): *Análisis y diagnóstico de los recursos pesqueros críticos del Golfo de México*. EPOMEX. Serie Científica, 7: 145-172.

Assis, C. A. 1996. A generalized index for stomach contents analysis on fish. *Scientia Marina*, 60 (2-3): 385-38.

Bail, G. C., Branco, J. O., Freitas, F., Lunardon-Branco, M. J. & Braun, J. R. R. 2009. Fauna acompanhante do camarão sete barbas, na Foz do Rio Itajaí-Açú e sua contribuição na diversidade de crustáceos e peixes do ecossistema Saco da Fazenda. En: Branco, J. O., Lunardon-Branco, M. J. & Bellotto, V. R. 2009. *Estuário do Rio Itajaí-Açú, Santa Catarina: caracterização ambiental e alterações antrópicas*. Editora da UNIVALI, Itajaí, pp. 284-312.



Beserra, C. A., De Araújo, M. E. & Vieira-Feitosa, C. 2013. Sustainability of capture of fish bycatch in the prawn trawling in northeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 11 (1): 133-142.

Beukema, J. J. 1988. An evaluation of the ABC-method (abundance/biomass comparison) as applied to macrozoobenthic communities living on tidal flats in the Dutch Wadden Sea. *Marine Biology*, 99: 425-433.

Bianchi, G., Gislason, H., Graham, K., Hill, L., Jin, X., Koranteng, K., Manickchand-Heileman, S., Paya, I., Sainsbury, K., Sanchez, F. & Zwanenburg, K. 2000. Impact of fishing on size composition and diversity of demersal fish communities. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 558-571.

Blanchard, F., LeLoc'h, F., Hily, C. & Boucher, J. 2004. Fishing effects on diversity, size and community structure of the benthic invertebrate and fish megafauna on the Bay of Biscay coast of France. *Marine Ecology Progress Series*, 280: 249 -260.

Boehlert, G. W. 1996. Biodiversity and the sustainability of marine fisheries. *Oceanography*, 9 (1): 28-35.

Branco, J. O. 1999. *Biologia do Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda: penaeidae), análise da fauna acompanhante e das aves marinhas relacionadas a sua pesca, na região de Penha, SC – Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, pp. 122.

Branco, J. O., Freitas, F., Christoffersen, M. L. 2015. Fauna acompanhante em pescas de arrasto do camarão sete-barbas em Santa Catarina, Brasil. *Biota Neotropica*. 15 (2): 1-14.



Branco, J. O. & Verani, J. R. 2006. Análise quali-quantitativa da ictiofauna acompanhante na pesca do camarão sete-barbas, sete-barbas, na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina. *Revista Brasileira de Zoologia* 23 (2): 381-391.

Brewer, D., Rawlinson, N., Eayrs, S. & Burridge, C. 1998. An assessment of Bycatch Reduction Devices in a tropical Australian prawn trawl fishery. *Fisheries Research*, 36: 195-215.

Cabello, A. M., Martínez, Z., Villegas, L., Figuera, B. E., Marcano, L. A., Gómez, A & Vallenilla, O. 2005. Fauna acompañante del camarón como materia prima para la elaboración de productos pesqueros. *Zootecnia Tropical* 23 (3): 217-230.

Caddy, J. F. 1999. Fisheries management in the twenty-first century: will new paradigms apply? *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 9: 1-43.

Caddy, J. F. & Mahon, R. 1995. Reference points for fisheries management. FAO Fisheries Technical Paper. No. 347. Rome, pp. 83.

Camargo, M & Isaac, V. 2005. Biología reproductiva y la distribución espacio-temporal de *Stellifer rastrifer*, *Stellifer naso* y *Macrondon ancylodon* (Sciaenidae) en el estuario Caeté, norte de Brasil. *Brazil Journal Oceanography*, 53: 1-2.

Cardinale, M. & Modin, J. 1999. Changes in size-at-maturity of Baltic cod (*Gadus morhua*) during a period of large variations in stock size and environmental conditions. *Fisheries Research*, 41: 285-295.

Carpenter, K. E. (Ed.). 2002. The living marine resources of the Western Central Atlantic. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5. Rome: FAO., pp 601.



Carvalho-Braga, M. S. 2000. A pesca de arrasto de camarões na zona costeira do município de Fortaleza, estado do Ceará. Tesis para optar al grado de Maestro. Universidade Federal Do Ceará, pp. 155.

Caselles, A. & Acero, A. 1996. Reproducción de *Anchovia clupeioides* y *Anchoa parva* (Pisces: Engraulidae) en dos ciénagas del Caribe colombiano. *Revista Biología Tropical*, 44 (2): 781-793.

Castillo-Rivera, M., Zavala-Hurtado, J. A. & Zarate, R. 2002. Exploration of spatial and temporal patterns of fish diversity and composition in a tropical estuarine system of Mexico. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 12: 167–177.

Cattani, A. P., Santos, L., Spach, H. L., Budel, B. R. & Gondim-Guanais, J. H. D. 2011. Avaliação da ictiofauna da fauna acompanhante da pesca do camarão sete-barbas do município de Pontal do Paraná, Litoral do Paraná, Brasil. *Boletim Instituto Pesca, São Paulo*, 37 (2): 247 – 260.

CCI, 2009. Pesca y acuicultura Colombia 2009. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Instituto Colombiano de Desarrollo Rural-Incoder. Bogotá D.C. Informe Técnico Regional Litoral Caribe y Pacífico. Bogotá D. C., pp. 70.

Cerdenares-Ladrón de Guevara, G., Ramírez, E., Ramos, S., González, G., Anislado, V., López, D, Karam, S. 2014. Impacto de la actividad pesquera sobre la diversidad biológica Revisión para el Pacífico sur de México. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 96 (1): 2334-2501.

Cervigón, F. & Fischer, W. 1979. INFOPESCA. Catálogo de especies marinas de interés económico actual o potencial para América Latina. Parte 1. Atlántico centro y suroccidental. FAO/UNDP, SIC/79/1. FAO, Rome, pp. 372.



Cervigón, F. 1991. Los peces marinos de Venezuela. Vol. I. Caracas: Fundación Científica Los Roques. Caracas, pp. 423.

Cervigón, F. 1993. Los peces marinos de Venezuela. Vol. II Caracas: Fundación Científica Los Roques. Caracas, pp. 499.

Cervigón, F. 1994. Los peces marinos de Venezuela. Vol. III. Caracas: Fundación Científica Los Roques. Caracas, pp. 295.

Cervigón, F. 1995. Los peces marinos de Venezuela. Vol. IV. Caracas: Fundación Científica Los Roques. Caracas, pp. 231.

Challenger, A., Dirzo, R., López-Acosta, J. C., Mendoza, E., Lira-Noriega, A., & Cruz, I. 2009. Factores de cambio y estado de la biodiversidad, en Capital natural de México vol II: Estado de conservación y tendencias de cambio, CONABIO, México, pp. 37-73.

Chuenpagdee, R., Morgan, L., Maxwell, S., Norse, E. & Pauly, D. 2003. Shifting Gears: Assesing collaterall impacts of fishing métodos in us water. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 10 (1): 517-524.

Clarke, K. R. & Gorley, R. N, 2006. PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth.

Clarke, K. R. & Warwick, R. M. 1994. Relearning the ABC: taxonomic changes and abundance/biomass relationships in disturbed benthic communities. *Marine Biology*, 118: 739-744.

Clarke, K. R. & Warwick, R. M. 1999. The taxonomic distinctness measure of biodiversity: weighting of step lengths between hierarchical levels. *Marine Ecology Progress Series*, 184: 21–29.



Clarke, K. R. & Warwick, R. M. 2001a. Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation. 2nd edition. PRIMER-E Ltd, Plymouth Marine Laboratory. UK., pp. 86.

Clarke, K. R. & Warwick, R. M. 2001b. A further biodiversity index applicable to species lists: variation in taxonomic distinctness. *Marine Ecology Progress. Serie*, 216: 265-278.

Clarke, K. R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18: 117-143.

Claro, R. (Ed.). 1994. *Ecología de los peces marinos de Cuba*. Centro de investigaciones de Quintana Roo (CIQRO), Instituto de Oceanología, Academia de Ciencias de Cuba, México D.C., pp. 2-54.

Cochrane, K. L. (Ed.). 2005. *A Fishery manager is guidebook: management measures and their application*. FAO. Fisheries technical paper, No. 424. Roma, 231 p.

Cook, R. 2003. The magnitude and impact of by-catch mortality by fishing gear. 219-233. En: Sinclair, M. & Valdimarsson, G. (Eds.). *Responsible fisheries in the marine ecosystem*. FAO and CAB International, Roma y Wallingford, Reino Unido, pp. 426.

Conolly, P. C. 1986. Status of the Brazilian shrimp fishing operations and results of related research. *FAO General Contribution*, 3: 1-28.

Cox, S. P. & Hinch, S. G. 1997. Changes in size at maturity of Fraser River sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) (1952–1993) and associations with temperature. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54: 1159-1165.



Dayton, P. 2003. The importance of the natural sciences to conservation. *The American Naturalist*, 162: 1-13.

De la Rosa, K. 2005. Fauna de acompañamiento del camarón en Bahía Magdalena, B. C. S. México. Tesis para optar al grado de Maestro. Instituto Politécnico Nacional. México, pp. 75.

Diamond, S. L., Crowder, L. B. & Cowell, L. G. 1999. Catch and bycatch: the qualitative effects of fisheries on population vital rates of Atlantic croaker. *Transactions of the American Fisheries Society*, 128: 1085-1105.

Dias, J. F., Fiadi, C. B., Silbiger, H. L. N. & Soares, L. S. H. 2005. Reproductive and population dynamics of the Bay whiff *Citharichthys spilopterus* Günther, 1862 (Pleuronectiformes: Paralichthyidae) in the Mamanguá Inlet, Rio de Janeiro, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 3: 411-419.

Díaz, J. M. & Puyana, M. 1990. Estudio ecológico integrado de la zona costera de Santa Marta y Parque Nacional Natural Tayrona. Informe Final. INVEMAR. Santa Marta, pp. 439.

Díaz-Vesga, Roy., Acevedo, R., Cuello, F. & Duarte, L. O. 2012. Evaluación de la Pesca Acompañante en la Pesquería Artesanal de Arrastre de Camarón del Golfo de Salamanca, Caribe de Colombia. En: *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 65: 226.

Dickson, W. 1974. A review of the efficiency of bottom trawls. Bergen, Nmway, Institute of Fisheries Technology and Research, pp. 44.

Duarte, L. O. (Ed.). 2007. Construcción participativa de una propuesta integral para la conservación de los recursos hidrobiológicos en dos áreas protegidas del Caribe de



Colombia y para su uso sostenible en las zonas adyacentes. Universidad del Magdalena, Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, Colciencias, Santa Marta, pp. 316.

Duarte, L. O., Díaz-Vesga, R., Cuello, F. & Manjarrés, L. 2013. Cambio estacional en la fauna acompañante de la pesquería artesanal de arrastre de camarón del Golfo de Salamanca, Mar Caribe de Colombia. *Acta biológica Colombiana*, 18 (2): 319-328.

Duarte, L. O., Manjarrés, L., Gómez, P., Altamar, J., Viaña, J., Escobar-Toledo, F., Sánchez, J., Tejada, K., Cuello, F. & García, C. 2005. Estructura comunitaria de la fauna acompañante de camarón en el Mar Caribe de Colombia. Implicaciones para estrategias de manejo basadas en el ecosistema. XI Cong. Latinoamericano de Ciencias del Mar, Viña del Mar (Chile). Programa y Resúmenes, pp. 88.

Duarte, L. O., Gómez-Canchong, P., Manjarrés, L., García, C., Escobar-Toledo, F., Altamar, J., Viaña, J., Tejada, K., Sánchez, J. & Cuello, F. 2006. Variabilidad circadiana de la tasa de captura y la estructura de tallas de camarones e ictiofauna acompañante en la pesquería de arrastre del Mar Caribe de Colombia. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 34 (1): 23-42.

Duarte, L. O., Manjarrés, L. & Escobar-Toledo, F. 2010. Bottom trawl bycatch assessment of the shrimp fishery in the Caribbean Sea off Colombia. *Proceedings 62nd Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. Cumaná, Venezuela, pp. 114-119.

Eayrs, S. 2007. *A guide to bycatch reduction in tropical shrimp-trawl fisheries*. Revised Edition. Rome, FAO., pp. 108.

Enberg, K., Jorgensen, C., Dunlop, E. S., Varpe, O., Boukal, D. S., Baulier, L., Eliassen, S. & Heino, M. 2012. Fishing-induced evolution of growth: concepts, mechanisms and the empirical evidence. *Marine Ecology*, 33: 1-25.



Escobar-Toledo, F. & Duarte, L. O. 2009. Reducción de la pesca acompañante en una pesquería tropical de camarón: Resultados experimentales del cambio en el material de las redes de arrastre. Proceedings of the 62nd Gulf and Caribbean Fisheries Institute. Cumaná, Venezuela, pp. 83–89.

Escobar-Toledo, F., Parrado-Cortés, M., Duarte, L. O. & Zetina-Rejón, M. 2013. Incidencia de la pesca artesanal sobre la diversidad taxonómica y funcional de la comunidad de peces en el Mar Caribe de Colombia. Proceedings of the 65th Gulf and Caribbean Fisheries Institute, pp. 346-351.

Escobar-Toledo, F. 2012. Variación espacio-temporal de la diversidad de la comunidad de peces asociada a la pesquería de arrastre de camarón del Mar Caribe de Colombia. Tesis para optar al grado de Maestro. Instituto Politécnico Nacional. México, pp. 110.

FAO. 1999. Guidelines for the routine collection of capture fishery data. Fisheries Technical Paper. No. 382. Roma, FAO., pp. 132.

Farfante, I. P. 1988. Illustrated Key to Penaeoid Shrimps of Commerce in the Americas. NOAA Technical Report. NMFS., 64:1-32.

Fennessy, S. T, Mwatha, G. K. & Thiele, W. 2004. Report of the regional workshop on approaches to reducing shrimp trawl bycatch in the Western Indian Ocean, Mombasa, Kenya, April 2003. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. FAO Fisheries Report, 734: 1-49.

Foster, D. G. & Scott-Denton, E. 2004. Status of bycatch reduction device performance and research in north-central and western Gulf of Mexico. Southeast Data Assessment and Review, South Atl. Fish. Manage. Counc, Charleston, S.C., SEDAR 7- DW-38, pp. 50.

Foster, S. J. & Vincent, A. C. 2010. Tropical shrimp trawl fisheries: Fishers' knowledge of and attitudes about a doomed fishery. Marine Policy, 34 (3): 437-446.



Fraume, N. J. (Ed.). 2006. Diccionario ambiental, Ecoe Ediciones, Bogotá, Colombia, pp. 323.

Freitas, M. O., Spach, H. L. & Hostim-Silva, M. 2011 Variação espaço-temporal da assembléia de peixes demersais em uma área de pesca do camarão sete-barbas no sul do Brasil. *Biota Neotropica*, 6: 44-54.

Froese, R. & Pauly, D. (Eds.) 1999. FishBase 99: conceptos, estructura y fuentes de datos. ICLARM, Manila, Filipinas, pp. 322.

Froese, R. 2004. Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. *Fish and fisheries*. 5: 86-91.

Fry, B. & Chumchal, M. M. 2011. Sulfur stable isotope indicators of residency in estuarine fish. *American Society of Limnology and Oceanography*, 56(5): 1563–1576

Fulton, E. A., Fuller, M., Smith, A. D. M., & Punt, A. 2004. Ecological indicators of the ecosystem effects of fishing: Final report. AFMA Final Research Report, report Number R99: 1546.

García, S. M., Zerbi, A., Aliaume, C., Do Chi, T., Lasserre, G. 2003. The ecosystem approach to fisheries. Issues, terminology, principles, institutional foundations, implementation and Outlook. Fisheries Technical Paper. No. 443. Rome, FAO., pp. 71.

García, C. B. (Ed.). 1999. Estudio ecológico pesquero del Golfo de Salamanca. Caribe colombiano: primera aproximación a un estudio integral. Informe Técnico. Colciencias-Invemar, Santa Marta, pp. 120.

García-Caudillo, J. M., Cisneros-Mata, M. A. & Balmori-Ramírez, A. 2000. Performance of a bycatch reduction device in the shrimp fishery of the Gulf of California, México. *Biological Conservation*. 92: 99–205.



Garrison, L. P. & Link, J. S. 2000. Fishing effects on spatial distribution and trophic guild structure of the fish community in the Georges Bank region. *ICES Journal of Marine Science*; 57: 723-730.

Gentil-Avila, M. 2008. Aspectos bioecológicos da fauna de camarões pescados artesanalmente na praia da pinheira-palhoça/sc. Tesis para optar al grado de Maestro. Universidade do Vale do Itajaí, pp. 71.

Gómez & Guzmán, 1998. Relación longitud peso y talla de madurez de la petota (*Umbrina coroides*), en el Norte del estado Sucre, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 16 (2): 267-276.

Gómez-Canchong, P., Manjarrés, L., Duarte, L. O. & Altamar, J. 2004. Atlas pesquero del área norte del Mar Caribe de Colombia. Universidad del Magdalena, Santa Marta, pp. 230.

Góngora, M. E., Bovcon, N. D. & Cochia, P. D., 2009. Ictiofauna capturada incidentalmente en la pesquería de langostino patagónico *Pleoticus muelleri* Bate, 1888. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 44 (3): 583-593.

Graça-Lopes, R. 1996. A pesca do camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* Heller (1862) e sua fauna acompanhante no litoral do Estado de São Paulo, Tese de Doutorado Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Rio Claro, São Paulo, pp. 96.

Greenstreet, S. P. R., & Hall, S. J. 1996. Fishing and the ground-fish assemblage structure in the northwestern North Sea: an analysis of long-term and spatial trends. *Journal of Animal Ecology*, 65: 577-598.



Grijalba-Bendeck, M., Acero, A. & González, E. 2008. Biología reproductiva de *Rhinobatos percellens* (Walbaum, 1792) (Batoidea: Rajiformes) en el Caribe colombiano. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 43: 3.

Grijalba-Bendeck, M., Bustos-Montes, D., Posada-Peláez, C. & Santafé-Muñoz, A. M. 2012. La pesca artesanal marítima del departamento del Magdalena: una visión desde cuatro componentes. Bogotá: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, pp. 458.

Gristina, M., Bahri, T., Fiorentino, F. & Garofalo, G. 2006. Comparison of demersal fish assemblages in three areas of the Strait of Sicily under different trawling pressure. *Fisheries Research*, 81: 60–71.

Hall, M., Alverson, D. & Metuzals, K. 2000. By-Catch: Problems and Solutions. *Marine Pollution Bulletin*, 41: 204-219.

Hall, S. 1999. The effects of fishing on marine ecosystems and communities. Oxford, Blackwell Science, pp. 274.

Hall-Spencer, J. M. & Moore, P. G. 2000. Impact of scallop dredging on maerl grounds, In: Kaiser M., Ramsay K., Richardson C. A., Spence, F. E. & Brand A. R. 2000. The effects of fishing on non-target species and habitats: biological, conservation and socio-economic issues. Fishing News Books, pp. 105-117.

Herazo, D., Torres, A. & Olsen, E. 2006. Análisis de la composición y abundancia de la ictiofauna presente en la pesca del camarón rosado (*Penaeus notialis*) en el Golfo de Morrosquillo, Caribe Colombiano. *Rev. MVZ Córdoba*, 11 (1): 47–61.

Herrera-Valdivia, E., López-Martínez, J. & Vargasmachuca, S. 2015. Estrés en la comunidad íctica en la pesca de arrastre del camarón en el norte del Golfo de California. *Revista de Biología Tropical*, 63 (3): 741-754.



Hilborn, R. & Walters, C. 1992. Quantitative fisheries stock assessment. Chapman and Hall, New York, pp. 570.

Hill, B. J. & Wassenberg, T. J. 1990. Fate of discards from prawn trawlers in Torres Strait. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 41: 53–64.

Holden, M. J. & Raitt, D. F. S. 1975. Manual de ciencias pesqueras parte 2 – Métodos para investigar los recursos y su aplicación. Roma. FAO., pp. 216.

Hollander, M. & Wolfe, D. A. 1973. *Nonparametric Statistical Methods*. John Wiley and Sons. Nueva York, pp. 503.

Hossain, M. S., Das, N. G., Sarker, S. & Rahaman, M. Z. 2012. Fish diversity and habitat relationship with environmental variables at Meghna river estuary, Bangladesh. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 8: 213–226.

Hutchings, P. 1990. Review of the effects of trawling on Macrobenthic Epifaunal communities. *Australian Journal of Marine & Freshwater Research*, 41 (1): 111–120.

Hutchings, P. 2000. Collapse and recovery of marine fishes. *Nature*, 406: 882–885.

Hyslop, E. 1980. Stomach contents analysis – a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17: 411-429.

INPA. 2000. Boletín estadístico pesquero colombiano 1999-2000. INPA, Instituto de Pesca y Acuicultura. Bogotá, pp. 139.

Invemar, 2005. Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia: Año 2004. Serie de publicaciones periódicas No. 8. Panamericana Formas e Impresos. Santa Marta, pp. 210.



Jacobson, L. D. (Ed.) 2005. Essential Fish Habitat Source Document: Longfin Inshore Squid, *Loligo pealeii*, Life History and Habitat Characteristics. NOAA Technical Memorandum NMFS-NE., pp. 193

Jennings, S., Reynolds, J. D., Mills, S. C. 1998. Life history correlates of responses to fisheries exploitation. Proceedings of the Royal Society of: Biological Sciences, 68: 333-339.

Jennings, S. & Polunin, N. 1996. Effects of fishing effort and catch rate upon the structure and biomass of Fijian reef fisheries. Journal of Fish Biology, 46: 28-46.

Kaiser, M. J. & De Groot, S. J. 2000. The effects of fishing on non-target species and habitats: biological, conservation and socio-economic issues. Fishing News Books. Blackwell Science: Oxford, pp. 399.

Kaiser, M. J. & Ramsay, K. 1997. Opportunistic feeding by dabs within areas of trawl disturbance: possible implications for increased survival. Marine Ecology Progress Series, 152: 307-310.

Kaiser, M., Ramsay, K., Richardson C. A., Spence, F.E. & Brand A. R. 2000. Chronic fishing disturbance has changed shelf sea benthic community structure. Journal of Animal Ecology, 69: 494-503.

Kaiser, M. J., Collie, S. J., Hall, J. S., Jennings, S. & Poiner, R. I. 2002. Modification of marine habitats by trawling activities: prognosis and solutions. Fish and Fisheries, 3: 1-24.

Kelleher, K. 2005. Discards in the world's marine fisheries. An update. FAO Fisheries Technical Paper 470: 131.



Keunecke, K. A., Vianna, M., Fonseca, D. B., & D'Incao, F. 2007. The pink-shrimp trawling bycatch in the northern coast of São Paulo, Brazil, with emphasis on crustaceans. *Nauplius*, 15 (2): 49-55.

Klima, E. F. 1976. An assessment of the fish stocks and fisheries of the Campeche Bank. *WECAF Stud.*, (5): pp. 24.

Koranteng, K. A. 2001. Structure and dynamics of demersal assemblages on the continental shelf and upper slope off Ghana, West Africa. *Marine Ecology Progress Series*, 220: 1-12.

Kotas, J. E. 1998. Fauna Acompanhante nas pescarias de camarão em Santa Catarina. *Série Estudos de Pesca, Coleção Meio Ambiente, Brasília*, 24: 1-75.

Krebs, C. J. 1985. *Ecología: estudio de la distribución y la abundancia*. 2a Edición, Ed. Harla, México, pp. 753.

Kruskal, J. B. 1964. Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis. *Psychometrika*, 29 (1): 1-27.

Leonard, D. R. P., Clarke, K. R., Somerfield, P. J. & Warwick, R. M. 2006. The application of an indicator based on taxonomic distinctness for UK marine biodiversity assessments. *Environmental Management*, 78:52-62.

Lewis, D. dos S. & Fontoura, N. F. 2005. Maturity and growth of *Paralanchurus brasiliensis* females in southern Brazil (Teleostei, Perciformes, Sciaenidae). *Journal of Applied Ichthyology*, 21: 94-100.

Liggins, G. W. & Kennelly, S. J. 1996. Bycatch from prawn trawling in the Clarence River estuary, New South Wales, Australia. *Fisheries Research*, 25 (3-4): 347-367.



Lindeman, R. L. 1942. The trophic dynamic aspect of ecology. *Ecology*, 23: 399–418.

Lotze, H. K. & Milewski. I. 2004. Two centuries of multiple human impacts and successive changes in a North Atlantic food web. *Ecological Applications*, 14: 1428-1447.

Lotze, H. K., Lenihan, H. S., Bourque, B. J., Bradbury, R. H., Cooke, R. G., Kay, M. C., Susan M. Kidwell, 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.

Lucero-Rincón, C. H., Cantera, J. R., Gil-Agudelo, D. L., Muñoz, O., Zapata, L. A., Cortes, N. Gualteros, W. O. & Manjarrés, A. 2013. Análisis espacio temporal de la biología reproductiva y el reclutamiento del molusco bivalvo *Anadara tuberculosa* en la costa del Pacífico colombiano. *Revista de biología marina y oceanografía*, 48 (2): 321-334.

Madrid-Vera, J., Ruiz-Luna, A. & Rosado-Bravo, I. 1998. Peces de la plataforma continental de Michoacán y sus relaciones regionales en el Pacífico mexicano, *Revista de Biología Tropical*, 46: 2-11.

Madrid-Vera, J., Amezcua, F. & Morales-Bojórquez, E. 2007. An assessment approach to estimate biomass of fish communities from bycatch data in a tropical shrimp-trawl fishery. *Fisheries Research*, 83: 81–89.

Magurran, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, 179 p.

Magurran, E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell, Oxford, pp. 256.

Mancera, J. E. 1994. Hacia un ordenamiento pesquero de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Programa lagunas costeras. Informe técnico, INVEMAR, Santa Marta, pp. 19.



Manickchand-Heileman, S., Mendoza, J., Kong, A. L. & Arocha, F. 2004. A trophic model for exploring possible ecosystem impacts of fishing in the Gulf of Paria, between Venezuela and Trinidad. *Ecological Modelling*, 172: 307-322.

Manjarrés, L., Duarte, L. O., Altamar, J., Escobar-Toledo, F., García, C. & Cuello, F. 2008. Effects of using bycatch reduction devices on the Colombian Caribbean Sea shrimp fishery. *Ciencias Marinas*, 34 (2): 223–238.

Manjarrés, L. M. 1993. Aspectos biológico-pesqueros de las principales especies ícticas capturadas en el área de Santa Marta. 69-100. En: Correa, F. & Manjarrés, L. M. (Eds.). 1993. Informe técnico final. INPA - CIID - Universidad del Magdalena. Santa Marta, D. T. C. H., pp. 324.

Manjarrés, L. (Ed.). 2004. Pesquerías demersales del área norte del Mar Caribe de Colombia y parámetros biológico-pesqueros y poblacionales del recurso pargo (INPA-COLCIENCIAS), Gente Nueva, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Santa Marta, pp. 318.

Manjarrés, L., Duarte, L. O., García, C., Altamar, J., Cuello, F., Escobar, F., Gómez-Canchong, P., Zúñiga, H., Páramo, J., Viaña, J., Pérez, D., Tejada, K., Sánchez, J., Correa, N. & Egurrola, E. 2006. Informe Final del Proyecto “Valoración biológico pesquera y ecológica de la pesca industrial de arrastre camarero e impacto de la introducción de dispositivos reductores de fauna acompañante, en el mar Caribe colombiano”. UNIMAGDALENA–UNAL–COLCIENCIAS–INCODER, Santa Marta, pp. 363 + 2 cd-rom.

Margalef, R. 1995. *Ecología*. Ediciones Omega, SA. Barcelona. España, pp. 320.

Martinez, N. D. 1996. Defining and measuring functional aspects of diversity. Pages 114-148. En: Gaston, K. J. (Ed.). *Biodiversity: a biology of numbers and difference*. Blackwell Science, Cambridge, UK., pp. 387.



Martínez-Muñoz, M. A. 2012. Estructura y distribución de la comunidad íctica acompañante en la pesca del camarón. Golfo de Tehuantepec. Pacífico Oriental, México. Tesis para optar al grado de Ph. D. Universidad de Barcelona, España, pp. 635.

May, J. L. & Blaber, S. J. M. 1989. Benthic and pelagic fish biomass of the upper continental slope off eastern Tasmania. *Marine Biology*, Berlin, 101: 11-25.

McLachlan, A. & Brown, A. C. 2006. *The Ecology of Sandy Shores*. Second Edition. Elsevier, pp. 357.

Melo, T., Arana, P., Pavez, P., & Hurtado, C. 2003. Evaluación de dispositivos de reducción de fauna acompañante en las pesquerías de crustáceos demersales. Proyecto FIP N° 2001-23. Informe final. Valparaíso-Chile, pp. 42.

Mellado, J. P., Romero, J. M., Young, R. H. & Findley, L. T. 1983. Rendimientos y composición de la pesca acompañante del Golfo de California. p. 61-63, in FAO - Pesca acompañante del camarón... un regalo del mar. Informe de una Consulta Técnica sobre la Utilización de la Pesca Acompañante, Ottawa, pp. 175.

Modde, T. 1980. Growth and Residency of Juvenile Fishes Within a Surf Zone Habitat in the Gulf of Mexico. *Gulf Research Reports*, 6 (4): 377-385.

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, pp. 84.

Moreno-Rodríguez, F. 2007. Reproducción y hábitos tróficos de la raya eléctrica *Narcine bancroftii* (Griffith & Smith, 1834) en playa salguero, Santa Marta, Caribe de Colombia. Trabajo de grado para obtener el título de Biólogo Marino. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Facultad de Ciencias Naturales, Programa de Biología Marina, Santa Marta, pp. 102.



Najmudeen, T. M. & Sathiadhas, R. 2008. Economic impact of juvenile fishing in a tropical multi-gear multi-species fishery. *Fisheries Research*, 92 (2-3): 322-332.

Narváez, J. C., Herrera, F. A. & Racedo, J. B. 2008. Efecto de los artes de pesca sobre el tamaño de los peces en una pesquería artesanal del Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 37 (2) 163-187.

Nelson J. 2006. *Fishes of the World*. Four edition, John Wiley and Sons, Inc. New York, pp. 601.

Nieto, J. 2010. Estructura y organización de la ictiofauna de fondos blandos del sur de Sinaloa: análisis ecológico y topología de taxa. Tesis para optar al grado de. CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S., México, pp. 178.

Noriega, N. 2003. Reproductive cycle and gametogenesis of the caenogastropoda *Melongena melongena* in the Golfete de Vare, Venezuela. En: Ortíz-Ordoñez, E., Mendoza-Santana, E. L., Belmar-Pérez, J. & Padilla-Benavides, T. 2009. Histological Description of the Male and Female Gonads in *Tegula eiseni*, *T. funebris*, *T. aureotincta*, *T. gallina* and *T. regina* from Bahia Tortugas, B.C.S., Mexico. *International Journal of Morphology*, 27 (3): 691-697.

Odum, E. P. 1972. *Ecología*. Tercera edición. Editorial Interamericana, pp. 639.

Pacheco, M., Paramo, J. & Sánchez, C. 2010. Estructura espacial de *Eucinostomus argenteus* (Pisces: Gerreidae) en la zona norte del Caribe colombiano. *Acta biológica Colombiana*, 15 (1): 179-194.

Padilla-Galindo, S. 2012. Innovaciones tecnológicas en redes de arrastre camaroneras al sur del Golfo de California, México. Tesis para optar al grado de Maestro en Ciencias. CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S., México, pp. pp. 121.



Paiva-Filho, A. M. & Schmiegelow, J. M. M. 1986. Estudo sobre a ictiofauna acompanhante da pesca do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) nas proximidades da Baía de Santos - SP. I - Aspectos quantitativos. Boletim do Instituto Oceanográfico, São Paulo, 34: 79-85.

Palacios, P. & Ramírez, A. 2010. Aspectos biológico pesqueros de los batoideos de interés comercial (Chondrichthyes: Elasmobranchii), capturados artesanalmente en Mayapo, El pájaro y Manaure - Media Guajira, Caribe colombiano. Trabajo de grado para obtener el título de Biólogo. Universidad del Magdalena, Facultad de Ciencias Básicas, Programa de Biología, Santa Marta, pp. 140.

Palacios-Salgado, D. 2011. Patrones latitudinales de composición y diversidad funcional de peces asociados a la pesca de camarón del Pacífico mexicano. Tesis para optar al grado de Ph. D. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. México, pp. 129.

Páramo, J. 2007. Las áreas marina protegidas (AMPS): una herramienta de manejo para las pesquerías demersales en la La pesca artesanal en el departamento del Magdalena zona norte del Caribe colombiano. Informe final. CITEPT. Universidad del Magdalena. Colciencias, Invemar, Incoder. IRD., pp. 116.

Pauly, D., Dalsgaard, V. C. J., Froese, R. & Torres, F. 1998. Fishing down marine food webs. Science, 279: 860-863.

Payán, J. 2012. Estructura de la captura artesanal de peces en el sistema lagunar Santa María La Reforma, Angostura, Sinaloa, durante 2001-2002". Tesis para optar al grado de Maestro, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Autónoma Nacional de México. México, pp. 86.



Peckham, S. H, Díaz, D. M., Walli, A., Ruiz, G., Crowder, L. B. & Nichols, W. J. 2007. Small-Scale Fisheries Bycatch Jeopardizes Endangered Pacific Loggerhead Turtles. PLoS ONE 2 (10): 1041.

Peña-Alvarado, N., Figuerola-Fernández, M. & Torres-Ruiz, W. 2009. Reproductive Biology of Three Important Baitfishes (Clupeidae) in Puerto Rico. GCFI., 61: 10–14.

Pérez, F. D. 2011. Incidencia de la pesca industrial del camarón sobre los macroinvertebrados en el Caribe Colombiano. Tesis para optar al grado de Maestro. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, pp. 55.

Pinheiro, H. T. & Martins, A. S. 2009. Estudo comparativo da captura artesanal do camarão sete-barbas e sua fauna acompanhante em duas áreas de pesca no litoral do estado do Espírito Santo, Brasil. Boletim do Instituto de Pesca, 35 (2): 215–225.

Pinkas, L, Oliphant, M. S. & Iverson, L. R. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. Fishery Bulletin, 152: 1-105.

Ramírez-Villaruel, P. 1994. Structure of the fish communities of raya lagoon, Margarita Island, Venezuela, Ciencias Marinas, 20 (1): 1-16.

Ramos, L. A. 2005. Auto-ecología de *Lycengraulis grossidens* (Agassiz, 1829) (Clupeiformes, Engraulididae) em estuários do Rio Grande do Sul e sua pesca na barra do rio Tramandaí, RS, Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Rio Grande, pp. 180.

Ramos-Gutiérrez, A. & Duarte, L. O. 2010. Variación espacial y temporal de la captura de grupos funcionales en la pesca artesanal del área de surgencia del Mar Caribe de Colombia. En: Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute, 62: 457-462.



Rice, J. & Rochet, M. J. 2005. A framework for selecting a suite of indicators for fisheries management. *ICES Journal of Marine Science*, 62: 516-527.

Rice, J. C. 2000. Evaluating fishery impacts using metrics of community structure. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 682-688.

Rochet, M. J. & Trenkel, V. M. 2003. Which community indicator can measure the impact of fishing? A review and proposal. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 60: 86-99.

Rodrigues, M., Jardim, R., Mitrano, L., Braz, A. & Gerson, F. 2012. Distribution and size of the mojarra *Diapterus rhombeus* (cuvier) (Actinopterygii, Gerreidae) in a southeastern Brazilian Bay. *Brazilian journal of oceanography*, 60 (2): 199-207.

Rodríguez-Cajica, S. R. 1996. Contribución al conocimiento de la fauna de acompañamiento del camarón frente a la costa de Sinaloa, México. Tesis para optar al grado de Licenciado. Universidad Autónoma de Guadalajara, México, pp. 124.

Rogers, S. I., Clarke, K. R., Reynolds, J. D. 1999. The taxonomic distinctness of coastal bottom-dwelling fish communities of the Northeast Atlantic. *Journal Animal Ecology*, 68: 769-782.

Rosman, I. 1980. La pesca con redes de enmalle caladas en el fondo. FAO. Colección FAO: Capacitación, pp. 38.

Rothschild, S. B. 2004. Beachcomber's Guide to Gulf Coast Marine Life: Texas, Louisiana, Mississippi, Alabama, and Florida. Taylor Trade Publications, pp. 200.

Rueda, M. & Defeo, O. 2003. Linking fishery management and conservation in a tropical estuarine lagoon: biological and physical effects of an artisanal fishing gear. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 56: 935-942.



Rueda, M. & Santos, A. 1999. Population dynamics of the striped mojarra *Eugerres plumieri* from the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. *Fisheries Research*, 42: 155-166.

Samonte-Tan, G. P. B. & Griffing, W. L. 2001. Bycatch Reduction Impacts on the Shrimp Harvesting and Consumer Sectors in the Gulf of Mexico. *Society and Natural Resources*, 14: 223-237.

Sánchez, C. M., Rueda, M. & Santos, A. 1998. Dinámica poblacional y pesquería de la lisa *Mugil incilis*, en la Ciénaga Grande de Santa Marta. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 22 (85): 507-517.

Santacruz, A. 1989. Contribución al estudio biológico pesquero de la fauna íctica acompañante en la pesca de arrastre de camarón por barcos arrastreros en el Golfo de Morrosquillo, Mar Caribe colombiano. Trabajo de pregrado. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, pp. 130.

Santos, M. C. F. 1996. Participação da flora e fauna acompanhantes da pesca de camarões em Tamandaré (PE) e foz do Rio São Francisco (AL/SE). *Trabalhos do Instituto Oceanográfico. Universidade Federal, PE., Recife*, 24: 197-210.

Saul, A. & Cunninghann, P. T. M. 1995. Comunidade ictiofaunística da Ilha do Bom Abrigo, Sao Pablo, Brasil, *Arquivos de Biología e Tecnología, Curitiba*, 38 (4): 1053-1069.

Sedrez, M. C., Branco, J. O., Freitas Jr. F. Monteiro, H. S. & Barbieri, E. 2013. Ichthyofauna bycatch of sea-bob shrimp (*Xiphopenaeus kroyeri*) fishing in the town of Porto Belo, SC, Brazil, *Biota Neotrop*, 13 (1): 165-175.



Schreck, C. B., & Moyle, P. B. 1990. Methods for fish biology. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, USA., pp. 387.

Shin, Y. J., Rochet, M. J., Jennings, S., Field, J. G. & Gislason, H. 2005. Using size-based indicators to evaluate the ecosystem effects of fishing. ICES Journal of Marine Science, 62: 384-396.

Simpson, G. G. 1952. How many species?. Evolution, 6: 342.

Sirangelo, A. & Ferreira, N. 2004. Reproductive biology of *Menticirrhus littoralis* in southern Brazil (Actinopterygii: Perciformes: Sciaenidae). Neotropical Ichthyology, 2 (1): 31-36.

Smith, R. L. & Smith, T. M. 2001. Ecología. 4ª edición. Pearson Educación, S. A. Madrid, pp. 664.

Sparks-McConkey, P. J. & Watling, L. 2001. Effects on the ecological integrity of a soft-bottom habitat from a trawling disturbance. Hydrobiologia, 456: 73-85.

Sparre, P. & Venema, S. C. 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual Fish. FAO, Documento Técnico de Pesca. 306 (1): 420.

Steele, P., Bert, T., Johnston, K. & Levett, S. 2002. Efficiency of bycatch reduction devices in small otter trawls used in the florida shrimp fishery. Fishery Bulletin, 100: 338-350.

Steneck, R. 1998. Human influences on coastal ecosystems: does overfishing create trophic cascades? Trends in Ecology and Evolutions, 13: 429-430.



Stern-Pirlot, A. 2005. Work Package7. "Simple indicators for sustainable fisheries" of the INCOFISH project (Integrating Demands on Coastal Zones with Emphasis on Aquatic Ecosystems and Fisheries), pp. 12.

Stevens, J., Bonfil, R., Dulvy, N. & Walker, P. 2000. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (Chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *Journal of Marine Science*, 57: 476-494.

Stobutzki, I., Miller, M. & Brewer, D. 2001. Sustainability of fishery bycatch: a process for assessing highly diverse and numerous bycatch. *Environmental Conservation*, 28 (2): 167-181.

Subrahmanyam, C. B. & Drake, S. H. 1975. Studies on the animal communities in two North Florida salt marshes. *Bulletin of Marine Science*, 25: 445-465.

Sunden, P. N., Blackburn, M. & Williams, F. 1981. Tunas and their environment in the Pacific Ocean: a review. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 19: 443-512.

Terwilliger, M. R. & Munroe, T. A. 1999. Age, growth, longevity, and mortality of blackcheek tonguefish, *Symphurus plagiusa* (Cynoglossidae: Pleuronectiformes), in Chesapeake Bay, Virginia. *Fishery Bulletin*, 97: 340-361.

Thrush, S. F., Hewitt, J. E., Gibbs, M., Lundquist, C. & Norkko, A. 2006. Functional role of large organisms in intertidal communities: community effects and ecosystem function. *Ecosystems*, 9: 1029-1040.

Tíjaro, R., Rueda, M & Santos-Martínez, A. 1998. Dinámica poblacional del chivo mapale *Cathorops spixii* en la Ciénaga Grande de Santa Marta y complejo de pajarales, Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas Costeras*, 27: 87-102.



Torres, L., Santos-Martínez, A. & Acero, A. 1999. Reproducción de *Bairdiella ronchus* (Pisces: Sciaenidae) en la Ciénaga Grande de Santa Mar, Caribe Colombiano. *Revista de Biología Tropical*, 47 (3): 553-560.

Valdés, E., Villafuerte, V., Domínguez, H. & Pérez, A. 2011. Variabilidad temporal de la fauna acompañante del camarón *Farfantepenaeus notialis* en el Golfo de Ana María, Cuba. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*. 28 (2) 1-7.

Valencia, M. & Campos, N. 1995. Aspectos biológicos de las jaibas *Callinectes sapidus* y *Callinectes bocourti* de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe de colombiano (Crustacea: Decapoda: Portunidae). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, XIX, 75: 733-739.

Vera, M. 2006. Talla de primera madurez y época de desove de “anguila común” *Ophichthus remiger* (Valenciennes, 1842) en el litoral de la región tumbes. V Seminario virtual de las Ciencias del Mar – OANNES., pp. 8.

Vianna, M. & Almeida, T. 2005. Bony fish bycatch in the southern Brazil pink shrimp (*Farfantepenaeus brasiliensis* and *F. paulensis*) fishery. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, 48 (4): 611-623.

Villaseñor-Talavera, R. 1997. Dispositivos excluidores de tortugas marinas. FAO. Roma, pp. 116.

Vögler, R., Millessi, A. & Duarte, L. O. 2009. Changes in trophic level of *Squatina guggenheim* with increasing body length: relationships with type, size and trophic level of its prey. *Environmental Biology of Fishes*, 84: 41-52.

Wakida, A. T., Becerra-De La Rosa, I., González-Cruz, A. & Amador-Del Ángel, L. E. 2013. Distribución y abundancia de la fauna acompañante del camarón en la costa de



Tamaulipas, México (veda del 2005). *Universidad y Ciencia*, 29: 75-86.

Walker, B. H. 1992. Biodiversity and Ecological Redundancy. *Conservation Biology*, 6 (1): 18-23.

Warwick, R. M. & Clarke, K. R. 1994. Relearning the ABC: taxonomic changes and abundance/biomass relationships in disturbed benthic communities. *Marine Biology*, 118: 739-744.

Warwick, R. M. & Clarke, K. R. 1995. New 'biodiversity' measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 129: 301-305.

Warwick, R. M. & Clarke, K. R. 1998. Taxonomic distinctness and environmental assessment. *Journal of Applied Ecology*, 35: 532-543.

Warwick, R. M. 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Marine Biology*, 92: 557-562.

Watson, R. A., Cheung, W. L., Anticamara, J. A., Sumaila, R. U., Zeller, D. & Pauly, D. 2012. Global marine yield halved as fishing intensity redoubles. *Fish and fisheries*, 14: 493-503.

Williams, A. B. 1984. Shrimps, lobsters, and crabs of the Atlantic coast of the Eastern United States, Maine to Florida. Washington: Smithsonian institution press, pp. 545.

Willmann, R. S. & García, S. 1985. A bio-economic model of sequential artisanal and industrial fisheries for tropical shrimp (with a case study of Suriname shrimp fisheries). FAO. Fisheries Technical Paper, pp. 270.



Xu, G., He, C., Xu, H., Huang, Y. & Sun, H. 2012. Application of taxonomic distinctness indices of littoral macroinvertebrate communities for assessing long-term variation in ecological quality status of intertidal ecosystems, northern China. *Environmental Science and Pollution Research*, 19: 3859-3867.

Ye, Y., Alsaffar, A. H. & Mohammed, H. M. A. 2000. Bycatch and discards of the Kuwait shrimp fishery. *Fisheries Research*, 45: 9-19.

Ye, Y. 2002. Bias in estimating bycatch-to-shrimp ratios. *Aquat Living Resour*, 15 (3): 149-154.

Yemane, D., Field, J. G. & Griffiths, M. H. 2004. Effects of fishing on the size and dominance structure of linefish of the cape region, South Africa. *African Journal of Marine Science*, 26: 161-177.

Yemane, D., Field, J. G. & Leslie, R. W. 2005. Exploring the effects of fishing on fish assemblages using Abundance Biomass Comparison (ABC) curves. *ICES Journal of Marine Science*, 62: 374-379.



11. ANEXOS

Anexo 1. Importancia relativa (IR) por época-año para todas las especies que componen la fauna acompañante de la pesca de arrastre camaronero de pequeña escala en el GS, durante 2008-2011.

<i>Especie</i>	IR			
	Lluvia-2008	Seca-2009	Lluvia-2010	Seca-2011
<i>Cathorops mapale</i>	30.01	75.35	38.10	5.792
<i>Stellifer</i> spp.	14.42	3.539	5.863	10.661
<i>Callinectes</i> spp.	5.096	4.336	12.56	20.752
<i>Anchovia clupeioides</i>	15.48		20.10	0.001
<i>Odontognathus compressus</i>	2.103	0.282	1.968	4.803
<i>Pellona harroweri</i>	0.729	1.034	0.227	7.403
<i>Trinectes</i> spp.	3.049	0.003	2.154	11.15
<i>Symphurus</i> sp.	2.665	0.812	1.268	3.784
<i>Larimus breviceps</i>	1.258	0.437	0.192	6.835
<i>Paralonchurus brasiliensis</i>	1.103	0.207	2.345	7.160
<i>Cetengraulis edentulus</i>	1.153	2.514	0.097	7.275
<i>Melongena melongena</i>	4.302	0.035	3.947	4.655
<i>Trichiurus lepturus</i>	4.737	0.150	5.033	0.371
<i>Bagre marinus</i>	4.802	0.146	2.395	0.870
<i>Macrodon ancylodon</i>	0.972	0.002	1.117	0.002
<i>Loligo</i> sp.	2.230	0.027	0.712	1.328
<i>Lycengraulis grossidens</i>	0.085	0.611	0.051	0.389
<i>Achirus</i> spp.	0.532	2.334	0.313	0.834
<i>Conus</i> sp.	0.347	0.032	0.210	0.049
<i>Ariopsis bonillai</i>	0.778	2.360	0.010	1.969
<i>Anchoa</i> spp.	0.042	1.109	0.000	0.327
<i>Pomadasys corvinaeformis</i>	0.955	0.622	0.528	0.957
<i>Anadara</i> spp.	0.021	0.046	0.055	0.262
<i>Conodon nobilis</i>	0.568	0.167	0.156	0.393
<i>Tivela</i> sp.		0.062		0.060
<i>Selene</i> sp.			0.050	0.071
<i>Polydactylus virginicus</i>	0.252	0.192	0.033	0.455
<i>Mugil liza</i>		2.386		
<i>Corbula</i> sp.	0.027	0.021	0.005	0.008
<i>Chione cancellata</i>	0.038	0.000	0.002	0.037
<i>Chirocentron bleekermanus</i>			0.001	0.062



Continuación... **Anexo 1.** Nivel de importancia (IR), por época-año para todas las especies que componen la fauna acompañante de la pesca de arrastre camaronero de pequeña escala en el GS, durante 2008-2011.

<i>Especie</i>	IR			
	Lluvia-2008	Seca-2009	Lluvia-2010	Seca-2011
<i>Selene setapinnis</i>	0.1238	0.0543	0.0277	0.0004
<i>Pellona</i> sp.			0.0103	0.7499
<i>Chaetodipterus faber</i>	1.1830	0.0031	0.0918	0.0077
<i>Selene brownii</i>	0.0197	0.0065	0.0101	0.0021
<i>Lagocephalus laevigatus</i>	0.0010	0.3602	0.0824	0.0014
<i>Diapterus rhombeus</i>			0.0813	0.1319
<i>Nuculana acuta</i>			0.0278	
<i>Urotrygon venezuelae</i>	0.0406	0.0806	0.0011	0.0680
<i>Prunum prunum</i>	0.0705	0.0005	0.0104	0.0001
<i>Menticirrhus americanus</i>		0.0056	0.0010	0.1094
<i>Lutjanus synagris</i>	0.0409	0.0018	0.0678	0.0092
<i>Diapterus auratus</i>	0.4668	0.0806		
<i>Isopisthus parvipinnis</i>	0.0572		0.0002	0.0205
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	0.0047	0.0004		0.0157
<i>Natica</i> sp.	0.0029	0.0022	0.0057	0.0045
<i>Hepatus pudibundus</i>		0.0002	0.0005	0.0252
<i>Caranx</i> sp.			0.0092	0.0031
<i>Harengula clupeola</i>	0.0220		0.0117	0.0069
<i>Ophichthus</i> sp.		0.0051	0.0083	0.0601
<i>Luidia senegalensis</i>		0.1710	0.0003	
<i>Tellina</i> spp.	0.0034	0.0106	0.0024	0.0002
<i>Umbrina coroides</i>		0.2425		
<i>Caranx crysos</i>	0.1145		0.0002	0.0001
<i>Bairdiella ronchus</i>	0.0189	0.0006	0.0127	0.0000
<i>Citharichthys spilopterus</i>	0.0099		0.0010	0.0002
<i>Eucinostomus argenteus</i>	0.0051		0.0086	0.0004
<i>Cyclopsetta</i> spp.		0.0023	0.0001	0.0246
<i>Mugil incilis</i>			0.0017	0.0277
<i>Lysidice</i> sp.	0.0070	0.0002	0.0000	0.0023
<i>Sphoeroides</i> spp.	0.0015	0.0001	0.0042	0.0002
<i>Naucrates ductor</i>				0.0055
<i>Micropogonias furnieri</i>		0.0337	0.0008	0.0022



Continuación... **Anexo 1.** Nivel de importancia (IR), por época-año para todas las especies que componen la fauna acompañante de la pesca de arrastre camaronero de pequeña escala en el GS, durante 2008-2011.

<i>Especie</i>	IR			
	Lluvia-2008	Seca-2009	Lluvia-2010	Seca-2011
<i>Narcine brasiliensis</i>		0.0789		0.0001
<i>Dasyatis guttata</i>			0.0028	0.0038
<i>Eugerres plumieri</i>		0.0068		0.0004
<i>Mugil</i> sp.			0.0130	
<i>Sphyraena guachancho</i>	0.0159		0.0022	0.0000
<i>Notacanthidae</i>		0.0060		
<i>Donax denticulatus</i>	0.0027		0.0001	
<i>Caranx hippos</i>			0.0010	0.0010
<i>Selene vomer</i>			0.0003	
<i>Eunice</i> sp.		0.0018		0.00005
<i>Rhinobatos percellens</i>	0.0038		0.0018	
<i>Sanguinolaria</i> spp.	0.0199		0.0002	
<i>Astropecten cingulatus</i>		0.0034	0.0002	
<i>Hemicaranx amblyrhynchus</i>		0.0011		
<i>Menticirrhus littoralis</i>			0.0005	0.0001
<i>Cancellaria</i> sp.		0.0023		
<i>Gobionellus</i> sp.			0.0005	
<i>Eucinostomus</i> sp.			0.0002	
<i>Squilla</i> sp.			0.0003	
<i>Arenaeus cribrarius</i>				0.0005
<i>Eucinostomus melanopterus</i>			0.0004	
<i>Speocarcinus lobatus</i>		0.0004		
<i>Pinnixa</i> sp.		0.0001	0.0001	
<i>Bagre bagre</i>				0.0001
<i>Micropogonias</i> sp.				0.0001
<i>Dasyatis americana</i>				0.0001
<i>Mithrax</i> spp.				0.0001
<i>Etropus</i> sp.			0.0001	
<i>Atys</i> sp.				0.00004
<i>Cyclozodion angustum</i>		0.0001		
<i>Costalambrus tommasii</i>		0.0001		
<i>Nassarius vibex</i>				0.00001
<i>Libinia ferreirae</i>		0.0237		0.00001



Anexo 2. Relación entre la TPC de las especies que componen la FAC de la pesca con changa en el GS y la L_{50} reportada en la bibliografía. n : número de individuos medidos; DS: desviación estándar; ** No se encontraron registros; * valor de otra especie del mismo género.

Especie	n	TPC	DS \pm	L_{50}	Referencia	% Ind < L_{50}
<i>C. mapale</i>	14411	6.8	4.0	23.0	Tíjaro <i>et al.</i> , 1998	100 %
<i>Stellifer</i> spp.	3510	8.5	2.9	9.5*	Beserra <i>et al.</i> , 2013	68 %
<i>A. clupeioides</i>	2244	12.4	1.7	15.1	Gómez-Canchong <i>et al.</i> , 2004	95 %
<i>O. compressus</i>	2173	8.8	2.2	**		
<i>P. harroweri</i>	2168	6.1	1.6	7.0	Beserra <i>et al.</i> , 2013	73 %
<i>Symphurus</i> sp.	1297	9.4	1.7	10.1*	Terwilliger & Munroe, 1999	69 %
<i>L. breviceps</i>	1109	9.8	2.2	14.0	Beserra <i>et al.</i> , 2013	98 %
<i>Trinectes</i> spp.	990	10.7	1.5	**		
<i>P. brasiliensis</i>	857	13.1	3.7	15.4	Lewis <i>et al.</i> , 2005	66 %
<i>C. edentulus</i>	634	13.3	3.1	14.8	Gómez-Canchong <i>et al.</i> , 2004	54 %
<i>M. ancylodon</i>	618	6.8	1.8	22.1	Camargo & Isaac, 2005	100 %
<i>B. marinus</i>	581	10.9	3.1	48.0	Grijalba-Bendeck <i>et al.</i> , 2012	100 %
<i>T. lepturus</i>	480	27.0	12.6	78.0	Grijalba-Bendeck <i>et al.</i> , 2012	93 %
<i>L. grossidens</i>	468	7.4	2.0	11.2	Ramos, 2005	97 %
<i>Achirus</i> spp.	285	10.0	1.9	**		
<i>Anchoa</i> spp.	247	8.5	1.6	4.8*	Caselles & Acero, 1996	100 %
<i>P. corvinaeformis</i>	235	10.6	3.0	15.8	Beserra <i>et al.</i> , 2013	95 %
<i>C. nobilis</i>	214	8.4	2.5	24.6	Grijalba-Bendeck <i>et al.</i> , 2012	100 %
<i>Selene</i> sp.	198	6.3	2.4	20.5*	Beserra <i>et al.</i> , 2013	100 %
<i>P. virginicus</i>	172	10.4	2.8	**		
<i>A. bonillai</i>	147	19.8	3.9	41.0	Mancera, 1994	100 %
<i>C. bleekermanus</i>	137	7.1	0.8	**		
<i>S. setapinnis</i>	128	4.8	1.6	20.5	Beserra <i>et al.</i> , 2013	100 %
<i>M. liza</i>	99	15.1	2.2	35.0	Albieri & Araújo, 2010	99 %
<i>S. brownii</i>	77	4.9	1.6	20.5*	Beserra <i>et al.</i> , 2013	100 %
<i>D. rhombeus</i>	56	10.6	1.8	9.0	Rodrigues <i>et al.</i> , 2012	13 %
<i>C. faber</i>	53	8.6	4.9	12.0	Amorim <i>et al.</i> , 2012	87 %
<i>L. laevigatus</i>	48	8.6	4.3	41.9	Beserra <i>et al.</i> , 2013	100 %
<i>C. chrysurus</i>	44	5.6	2.0	12.4	Froese & Pauly, 1999	100 %
<i>Caranx</i> sp.	33	6.0	1.1	33.1*	Grijalba-Bendeck <i>et al.</i> , 2012	100 %
<i>I. parvipinnis</i>	32	10.4	1.1	15.9	Beserra <i>et al.</i> , 2013	100 %
<i>L. synagris</i>	29	11.1	3.1	28.0	Grijalba-Bendeck <i>et al.</i> , 2012	100 %
<i>M. americanus</i>	27	15.8	1.9	18.1	Beserra <i>et al.</i> , 2013	85 %

* *Stellifer rastrifer*, *Symphurus plagiusa*, *Anchovia clupeioides*, *Selene setapinnis*, *Caranx crysos*.



Continuación... Anexo 2. Relación entre la TPC de las especies que componen la FAC de la pesca de arrastre camaronero con changa en el GS y la L₅₀ reportada en la bibliografía. *n*: número de individuos medidos; DS: desviación estándar; ** No se encontraron registros; * valor de otra especie del mismo género.

Especie	<i>n</i>	TPC	DS±	L ₅₀	Referencia	% Ind < L ₅₀
<i>D. auratus</i>	26	8.4	1.2	9*	Rodrigues <i>et al.</i> , 2012	23 %
<i>C. crysos</i>	23	6.7	1.8	33.1	Grijalba-Bendeck <i>et al.</i> , 2012	100 %
<i>C. spilopterus</i>	22	8.6	1.9	11.7	Dias <i>et al.</i> , 2005	95 %
<i>U. venezuelae</i>	22	10.3	4.9	19.3	Acevedo-Urzola, 2006	95 %
<i>H. clupeola</i>	21	12.2	2.4	7.4	Peña-Alvarado <i>et al.</i> , 2009	14 %
<i>B. ronchus</i>	18	8.0	1.9	15.8	Torres <i>et al.</i> , 1999	100 %
<i>N. ductor</i>	18	6.3	0.9	**		
<i>Cyclopsetta</i> spp.	16	11.9	2.8	18.2*	Padilla-Galindo, 2012	100 %
<i>E. argenteus</i>	15	6.9	2.8	13.4	Pacheco <i>et al.</i> , 2010	93 %
<i>Sphoeroides</i> spp.	15	5.6	1.9	13*	Amorim <i>et al.</i> , 2012	100 %
<i>Ophichthus</i> sp.	12	44.5	6.6	55*	Vera, 2006	92 %
<i>U. coroides</i>	11	14.0	1.4	29.4	Gómez & Guzmán, 1998	100 %
<i>M. incilis</i>	9	21.5	3.6	25.7	Sánchez <i>et al.</i> , 1998	100 %
<i>E. plumieri</i>	7	8.5	2.1	22.0	Rueda & Santos, 1999	100 %
<i>M. furnieri</i>	7	14.7	4.0	34.0	Grijalba-Bendeck <i>et al.</i> , 2012	100 %
<i>S. vómer</i>	6	5.0	0.5	24.1	Beserra <i>et al.</i> , 2013	100 %
<i>Notacanthidae</i>	6	5.7	1.2	**		
<i>C. hippos</i>	4	11.4	4.7	65.9	Grijalba-Bendeck <i>et al.</i> , 2012	100 %
<i>D. guttata</i>	4	12.9	5.5	69.8	Palacios & Ramírez, 2010	100 %
<i>Mugil</i> sp.	4	18.4	3.4	25.7*	Sánchez <i>et al.</i> , 1998	100 %
<i>S. guachancho</i>	4	17.2	8.2	35.0	Grijalba-Bendeck <i>et al.</i> , 2012	100 %
<i>H. amblyrhynchus</i>	3	3.8	0.4	**		
<i>E. melanopterus</i>	2	9.2	0.8	11.0	Amorim <i>et al.</i> , 2012	100 %
<i>Eucinostomus</i> sp.	2	17.8	16.1	13.4*	Pacheco <i>et al.</i> , 2010	50 %
<i>N. brasiliensis</i>	2	16.1	13.3	32.2	Moreno-Rodríguez, 2007	100 %
<i>R. percellens</i>	2	20.1	4.9	47.4	Grijalba-Bendeck <i>et al.</i> , 2008	100 %
<i>Gobionellus</i> sp.	2	18.6	12.9	**		
<i>D. americana</i>	1	7.7	0.0	87.8	Palacios & Ramírez, 2010	100 %
<i>M. littoralis</i>	1	12.6	0.0	23.0	Sirangelo & Ferreira, 2004	100 %
<i>Micropogonias</i> sp.	1	8.5	0.0	34*	Grijalba-Bendeck <i>et al.</i> , 2012	100 %
<i>B. bagre</i>	1	14.4	0.0	**		
<i>Etropus</i> sp.	1	9.6	0.0	**		

* *Diapterus rhombeus*, *Cyclopsetta panamensis*, *Sphoeroides testudineus*, *Ophichthus remiger*, *Mugil incilis*, *Eucinostomus argenteus*, *Micropogonias furnieri*.



Continuación... Anexo 2. Relación entre la TPC de las especies que componen la FAC de la pesca de arrastre camaronero con changa en el GS y la L_{50} reportada en la bibliografía. *n*: número de individuos medidos; DS: desviación estándar; ** No se encontraron registros; * valor de otra especie del mismo género.

Especie	<i>n</i>	TPC	DS±	L_{50}	Referencia	% Ind < L_{50}
<i>Pellona</i> sp.	1	6.1	0.0	7*	Beserra <i>et al.</i> , 2013	100 %
<i>Loligo</i> sp.	493	4.6	3.0	20*	Jacobson, 2005	99 %
<i>M. melongena</i>	433	5.7	1.4	6.8	Noriega, 2003	100 %
<i>Conus</i> sp.	388	1.8	0.4	**		
<i>Anadara</i> spp.	307	1.9	0.6	4.3*	Lucero-Rincón <i>et al.</i> , 2013	99 %
<i>Tivela</i> sp.	243	1.5	0.5	**		
<i>Corbula</i> sp.	125	1.2	0.2	**		
<i>C. cancellata</i>	122	2.3	0.4	1.5	Rothschild, 2004	2 %
<i>N. acuta</i>	65	1.3	0.1	**		
<i>P. prunum</i>	46	2.2	0.4	**		
<i>Natica</i> sp.	36	1.5	0.3	**		
<i>Tellina</i> spp.	14	2.6	2.5	**		
<i>D. denticulatus</i>	4	1.7	0.6	1.0	McLachlan & Brown, 2006	50 %
<i>Sanguinolaria</i> spp.	3	6.9	3.5	**		
<i>Atys</i> sp.	1	2.6	0.0	**		
<i>Cancellaria</i> sp.	1	4.8	0.0	**		
<i>N. vibex</i>	1	1.9	0.0	**		
<i>Callinectes</i> spp.	1890	5.8	2.0	10.2*	Valencia & Campos, 1995	96 %
<i>H. pudibundus</i>	35	2.8	0.8	**		
<i>L. ferreirae</i>	10	1.6	1.4	**		
<i>Squilla</i> sp.	2	6.7	1.3	**		
<i>A. cribrarius</i>	1	7.6	0.0	**		
<i>C. tommasii</i>	1	1.1	0.0	**		
<i>C. angustum</i>	1	*	*	**		
<i>Mithrax</i> spp.	1	3.8	0.0	**		
<i>Pinnixa</i> sp.	1	1.1	0.0	**		
<i>S. lobatus</i>	1	2.0	0.0	**		
<i>L. senegalensis</i>	16	3.2	0.5	15.0		100 %
<i>A. cingulatus</i>	3	1.9	1.7	**		
<i>Eunice</i> sp.	1	23.5	0.0	**		
<i>Lysidice</i> sp.	18	14.6	4.3	**		

* *Pellona harroweri*, *Loligo pealeii*, *Anadara tuberculosa*, *Callinectes sapidus*.