

Fecha de presentación del Informe: Día Mes Año **1. Datos generales del Proyecto**

Código del proyecto: CI7968			
Título del proyecto: "variación espacial y temporal de las comunidades de parásitos metazoarios DE Carangoides caballus (günther, 1868) en el norte del pacífico colombiano			
Facultad o Instituto Académico: Ciencias Naturales y Exactas			
Departamento o Escuela: Biología			
Grupo (s) de investigación: Grupo Investigación Ciencias Oceanográficas			
Entidades: Universidad del Valle, Convocatoria Interna 2014			
Palabras claves: Parasitología, Diversidad, Salud, Recurso alimentario, Pesca artesanal			
Investigadores ¹	Nombre	Tiempo asignado	Tiempo dedicado
Investigador Principal	Alan Giraldo López	5 h/s	4 h/s
Coinvestigadores	Diego Cordoba (estudiante Maestría)	40h/s	40h/s
Otros participantes	Gustavo Ramírez (estudiante Maestría)		
	Melissa Moreno (estudiante pregrado)		
	Isabel Cristina calle (estudiante pregrado)		

¹ Todas las personas relacionadas en el informe y que participen en el proyecto deben haber suscrito el acta de propiedad intelectual de acuerdo con los formatos establecidos.

2. Resumen ejecutivo:

Se espera que describa el proyecto, planteamiento del problema, objetivos, metodología, principales resultados obtenidos y las conclusiones. La extensión debe ser de máximo de 500 palabras (en español y en inglés).

Resumen

Entender la estructura de la comunidad patrones y las variables ambientales que influyen en la composición, abundancia y diversidad de las comunidades de parásitos ha sido uno de los más importantes retos para la ecología de parásitos. Sin embargo, los estudios en comunidades de parásitos han mostrado que la estructura de la comunidad cambia en el tiempo y en espacio. El conocimiento de los parásitos, su biología y su ecología permite ampliar paralelamente el conocimiento sobre sus hospederos, su impacto sobre ellos, ya sea en la modelación de sus poblaciones, en las consecuencias derivadas de su consumo o en las consecuencias que la perturbación ambiental pueda estar generando. En el pacífico colombiano existen comunidades que dependen de la pesca artesanal para su subsistencia, consumiendo especies de peces que pueden ser capturadas con métodos tradicionales y que se constituyen en la más importante fuente de proteína animal de dichas comunidades. Una de esta especies es la Burica (*Caranx caballus*) un pez de la zona costera que es objeto de pesca y que es apreciado por los pescadores. En el norte del Chocó se ha declarado una Zona Exclusiva de Pesca Artesanal para proteger los recursos pesqueros para los asentamientos humanos que tradicionalmente han derivado sus sustento de la pesca en esta zona del Pacífico colombiano. En esta zona se establecieron tres sitios de muestreo: uno en el sector de Punta Piñas, otro Tebada y otro frente a Bahía Solano, en caladeros tradicionales de pesca de los pescadores de la región, con el fin de obtener individuos de *C. caballus* capturados por pescadores de la zona, a estos peces se les realizó un análisis parasitológico con el objetivo de determinar la diversidad de parásitos que se hospedan en él, su estructura comunitaria y su posible variación temporal y espacial. Los parásitos se detectaron mediante inspección visual con la ayuda de equipos estereoscópicos. Se fijaron y se identificaron hasta el nivel taxonómico más bajo posible. Se establecieron los parámetros de infección y se caracterizó la comunidad de parásitos a nivel de infracomunidad, donde se estableció su ubicación dentro de los órganos parasitados, y la comunidad componente para cada zona. Los resultados obtenidos por temporada fueron comparados. También se hizo un análisis alimentario de los peces capturados con el fin de relacionar los ítems alimentarios con la presencia de los parásitos encontrados.

Abstract

Understanding the structure of community patterns and environmental variables influencing the composition, abundance and diversity of the parasite communities has been one of the most important challenges for parasite ecology. However, studies in

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones

parasite communities have shown that the structure of the community changes in time and space. The knowledge of the parasites, their biology and their ecology allows to extend in parallel the knowledge about their hosts, their impact on them, either in the modeling of their populations, in the consequences derived from their consumption or in the consequences that the environmental disturbance can be generating. In the Colombian Pacific there are communities that depend on artisanal fishing for their subsistence, consuming species of fish that can be captured with traditional methods and that constitute the most important source of animal protein of these communities. One of this species is the Burica (*Caranx caballus*) a fish of the coastal zone that is object of fishing and that is appreciated by the fishermen. In the north of Chocó, an Exclusive Artisanal Fisheries Zone has been declared to protect the fishery resources for human settlements that have traditionally derived their livelihood from fishing in this area of the Colombian Pacific. In this area, three sampling sites were established: one in the Punta Piñas sector, another in Tebada and Bahía Solano and another in front of Bahía Solano, in traditional fishery fishing grounds of the region, in order to obtain individuals of *C. caballus* captured by fishermen in the area, a parasitological analysis was carried out to determine the parasite diversity, their community structure and their possible temporal and spatial variation. Parasites were detected by visual inspection with the aid of stereoscopic equipment. They were fixed and identified to the lowest possible taxonomic level. Infection parameters were established and the community of parasites was characterized at the infracommunity level, where their location was established within the parasitized organs, and the community component for each zone. The results obtained by season were compared. An alimentary analysis of the captured fish was also done in order to relate the food items with the presence of the parasites found.

3. Síntesis del proyecto:

Caranx caballus, Günther 1868 (PERCIFORMES; CARANGIDAE, sinónimo: *Carangoides caballus*) es un pez que se distribuye en toda la zona costera del norte del Pacífico Colombiano, y está presente durante todo el año, además, es objeto de pesca artesanal. Es una especie pelágica que habita en las aguas costeras del sur de California hasta Chile, las Islas Galápagos, Cocos, Mapelo, las Islas Revillagigedo y Hawai (Robertson y Allen 2008, Froese y Pauly 2010). Los juveniles se encuentran en aguas costeras y estuarios mientras que los adultos viven entre 30 y 100 m de profundidad formando cardúmenes en fondos blandos (Robertson & Allen 2008, Froese y Pauly 2010) se alimentan de crustáceos, moluscos, quetognatos, cnidarios y peces pelágicos como engráulidos y clupeidos (Saucedo- Lozano et al., 2012), y son presa de los tiburones, marlines y otros grandes depredadores (Robertson y Allen 2008). Debido a la importancia de la especie en las pesquerías de las zonas costeras del Pacífico Central Tropical, recientemente se han dirigido diferentes estudios para la especie en distintas zonas

donde se distribuye, entre estos se encuentra la caracterización de su pesquería en el archipiélago de Las Palmas en Panamá (Mair et al., 2012), sus hábitos alimentarios en la costa de Manzanillo, Colima, México (Saucedo- Lozano et al., 2012) y el más reciente que estudia y caracteriza su parasito fauna en tres localidades de las costas del Pacífico mexicano (Violante- Gonzales et al., 2016).

Particularmente, Las comunidades de parásitos son sistemas altamente complejos, determinados por múltiples procesos ecológicos y evolutivos, que interactúan a través de diferentes escalas espaciales y temporales, para crear ensamblajes dinámicos con muchas entidades interrelacionadas (Vales et al., 2011). Actualmente los estudios parasitológicos están tomando gran importancia. Del enfoque tradicional de la parasitología en términos de la salud humana o de su impacto sobre la economía cuando representan patologías que afectan el rendimiento de cultivos de cualquier clase, se está pasando a investigar sobre la biología y ecología de las especies parásitas y de esta manera conocer aspectos de la biología de sus hospederos, estudiar aspectos migratorios principalmente en pesquerías, estudiar redes tróficas, relaciones filogenéticas, análisis de calidad ambiental, predecir la dinámica de las poblaciones e incluso proyectar los patrones de distribución de especies en respuesta al cambio climático, etc. (Rohde, 1984; Pérez Ponce de León et al., 1996, Laffarty, 1997; Ottersen et al., 2001; Walther et al., 2002; Stenseth et al., 2002, Marcogliese et al., 2006).

En la zona norte de la Costa Pacífica colombiana la Autoridad Nacional de Pesca y Acuicultura (AUNAP) emitió la resolución 899 de 2013, donde se establece una área exclusiva destinada a la pesca artesanal en el Departamento del Chocó, denominada Zona Exclusiva de Pesca Artesanal – ZEPA, con el propósito de delimitar y ordenar la pesca artesanal. La Zepa va desde la línea de frontera con la República de Panamá hasta el límite norte del Parque Nacional Natural Utría, extendiéndose 2,5 náuticas hacia mar adentro. Al interior de la ZEPA se prohíbe el ejercicio de la pesca comercial industrial y comercial exploratoria, se prohíbe la utilización de artes de enmalle y chinchorros y solo se permite, además de la pesca artesanal de subsistencia, la pesca deportiva. Para el desarrollo del presente proyecto de investigación se realizaron capturas de Burica (*Caranx caballus*) con artes artesanales tradicionales de pesca en tres caladeros de la Zepa entre punta Solano y Punta Piñas: Solano, Tebada y Piñas, en dos periodos climáticos, correspondientes al periodo de menos lluvias (enero 2015) y el periodo de mayor precipitación (abril 2015), con el propósito de determinar la diversidad de parásitos que se hospedan en él, su estructura comunitaria y su posible variación temporal y espacial, para responder tres preguntas de investigación planteadas: 1. ¿Cuántas y cuáles son las especies de parásitos metazoarios asociadas a especímenes de *Caranx caballus* capturados durante las faenas de pesca artesanal en la región norte del Pacífico colombiano?, y 2.- ¿cuáles son los parámetros de infección por parásitos metazoarios de *Caranx caballus* capturados durante las faenas de pesca artesanal en la región norte del Pacífico colombiano?.

Se estandarizó el esfuerzo de captura en todas las localidades, dedicando 6 horas de pesca efectiva nocturna en cada punto. A cada hospedero capturado se le registró la longitud estándar (cm) y peso (g). La superficie externa (piel y aletas) fueron revisados en campo por inspección visual, después de eviscerado, aleatoriamente se tomaron muestras de músculo que fueron revisadas mediante aplastamiento entre dos vidrios. Los órganos internos se fijaron en formol al 4% caliente y se guardaron en bolsas zip-loc individuales. Las branquias y las aletas se guardaron en bolsas individuales. Durante la revisión de las muestras se estableció la ubicación de los parásitos en el órgano en que se colecta, particularmente en la branquias donde se encontraron la mayoría de estos, para ello se utilizó la metodología propuesta en Boada et al. 2015. El número de parásitos fue anotado considerando el lado del pez, el número del arco branquial, el lado y sección del arco branquial.

Para la identificación los monogeneos y digeneos fueron teñidos con paracarmín de Mayer y deshidratados (Vidal-Martínez et al. 2002), los copépodos fueron aclarados con pasos por soluciones de glicerina- etanol a diferentes proporciones (1:20, 1:10, 1:5 y 1:2). Las especies de parásitos se identificaron hasta el nivel taxonómico más bajo posible mediante el uso de claves taxonómicas por grupos (Anderson 1992, Moravec 1995, Moravec 1998, Hoffman 1999) y bibliografía existente para cada especie. Para la caracterización de las infecciones debidas a las especies de parásitos en cada muestra de hospedero, se siguió la propuesta de Bush et al. (1997), como, Prevalencia: Número de hospederos infectados con una especie particular de parásito dividido entre el número de hospederos revisados de una determinada especie. Usualmente se expresa como un porcentaje, Abundancia media: Número total de individuos de una especie particular de parásito dividido entre el número total de hospederos examinados de una determinada especie (infectados y no infectados) e Intensidad promedio: Número total de individuos de una especie particular de parásito dividido entre el número de hospederos infectados con tal especie de parásito, como: Prevalencia (Prev.) = $(h_i / n) \times 100$, Abundancia media = pt / n , e Intensidad promedio (Int.) = pt / h_i , donde: h_i = número de hospederos infectados. n = número de hospederos revisados. pt = número total de parásitos.

La comunidad de parásitos fue descrita considerando dos niveles de organización, el nivel de infracomunidad, el cual hace referencia a la comunidad formada por las infrapoblaciones (población de parásitos que incluye todos los individuos de una especie en un hospedero individual en un tiempo particular) de parásitos en un hospedero, y el nivel de comunidad componente, el cual hace referencia a todas las infrapoblaciones de parásitos asociados con algún subconjunto de hospederos o una colección de fases de vida libre asociadas con un subconjunto de factores ambientales. Además, Se realizó un análisis cuantitativo de la dieta de *C. caballus* en la zona de estudio con el propósito de establecer la preferencia de ítems alimentarios y su relación con la carga parasitaria de la especie, teniendo en cuenta que esta puede ser hospedador definitivo de especies de parásitos que utilicen como hospederos intermediarios algunos de estos ítems.

Se capturaron 46 peces, 18 en la primera temporada (lluviosa) y 28 en la segunda (menos lluviosa). La determinación del sexo fue posible solo para la captura de la primera temporada, en donde las gónadas fueron conspicuas e identificables por inspección visual debido al estado de madurez reproductiva de los peces. Para este periodo se identificaron 1 individuos inmaduro, 11 machos y 6 hembras, información que se utilizó para evaluar diferencias longitud total y peso entre sexos. Durante la segunda temporada, todos los peces estuvieron en estado de inmadurez o en regresión, pues sus gónadas no fueron identificables visualmente, lo que impidió la clasificación en macho o hembra. Se recolectaron 16 individuos de parásitos en la temporada 1 y 32 en la temporada 2. Se encontraron representantes de los filos Platyhelminthes: clases Monogenea y Trematoda, subclase Digénea, y Arthropoda: subfilo Crustacea, clase Maxillopoda, subclase Copepoda. Los copépodos fueron los mejor representados en cuanto a riqueza (55%) y Abundancia (56%). Los monogeneos siguen en orden de riqueza con el 30% y abundancia 31%. Los trematodos digeneos solo estuvieron representados por una especie (10%) y cuatro individuos (13%). Se identificaron nueve especies de parásitos: *Allopyragrophorus caballeroi*, *Pseudomazocraes selene*, *Monogénea sp.*, *Stephanostomum sp.*, *Caligus robustus*, *Caligus sclerotinosus*, *Caligus sp.*, *Caligus sp.1* y *Lernanthropus sp.* La prevalencia general y más alta la presentó el copépodo *Caligus sp.1* (31%), también fue esta especie la más prevalente durante cada temporada (Temporada 1: 27.7% y temporada 2: 16%) el monogeneo con la prevalencia más alta fue *P. selene* (10.87%). El valor de prevalencia más bajo lo compartieron un monogeneo (*Monogenea sp.*) y el copépodo *Lernanthropus sp.* (3.1%), siendo la similitud entre los dos periodos del 66% (Índice de similitud de Jaccard).

La riqueza media de parásitos a nivel de infracomunidad estuvo alrededor de 1.75 ± 0.7 especies por pez parasitado en la temporada 1 y 1.25 ± 0.45 especies por pez parasitado en la temporada 2. La abundancia media por pez parasitado fue de 1.9 ± 0.83 parásitos en la temporada 1 y 1.42 ± 0.51 en la temporada 2. El índice de Brillouin varió entre 0.597 y 0.3466 ± 0.2 , con los valores más altos en la temporada 1 ($t=1.93$, $p=0.07$). No hubo relación significativa de la prevalencia ni de la abundancia en la temporada 1 ($X^2=2$, $g.l=1$, $p=0.157$) entre los sexos. La riqueza de especies de parásitos a nivel de comunidad componente varió significativamente entre temporadas (Temporada 1: 7 spp, temporada 2: 9 spp, $t=0.73$, $p=0.469$). El número total de parásitos estuvo entre 15 en la temporada 1 y 17 en la temporada 2, presentando igualmente diferencias significativas entre temporadas (Kruskal- Wallis, $P=0.633$). El copépodo *Caligus sp.1* fue el más dominante (10 individuos, IBP= 0.31). La diversidad de Shannon- Wiener mostró diferencias significativas entre temporadas, en la primera el valor fue $H'=1.6171$ y en la segunda temporada $H'=1.9231$, siendo esta más alta ($t=-1.893$, $p=0.2433$).

En cuanto a la preferencia de hábitats particulares dentro de cada pez, se observó que la mayor proporción de especies de parásitos se encontraron en las branquias (88%) el resto se ubicaron en el esófago, en este caso fue una sola especie (*Stephanostomum*

sp.). Dentro de los hábitats espaciales disponibles en las branquias, los más utilizados fueron los arcos 1 y 2 del lado derecho, y en ellos la posición externa de la porción media (S2) fue donde se establecieron la mayoría de parásitos. La coocurrencia de especies de parásitos se presentó en cuatro peces de la temporada 1 y en tres de la temporada 2. La coocurrencia de individuos de la misma especie por su parte se presentó en dos peces de la primera temporada, en la segunda temporada se presentó en un solo individuo.

El análisis de contenido estomacal indicó que la dieta de los peces revisados estuvo conformado por 11 ítems alimentarios: crustáceos (Megalopas, Mysidaceos, Stomatopodos, Isopodos, Anfípodos y camarones), peces (larvas), salpas, escamas de pez, poliquetos y restos vegetales. El índice de vacuidad general fue del 69.5%, los ítems más abundantes en términos de número de individuos fueron los crustáceos y dentro de estos las Megalopas (estadio temprano de desarrollo del infraorden Brachyura, cangrejos). La comparación de la diversidad de los ítems alimentarios entre temporadas mostró diferencias significativas ($t = -3.38$, $p = 0.01$) siendo la diversidad de ítems en la temporada 2 más alta.

De acuerdo con Pérez- Ponce de León et al., (1999), en la burica han sido reportados cuatro trematodos monogéneos: *Allopyragrophorus caballeroi*, *Neomicrocotyle pacifica*, *Protomicrocotyle manteri* y *Pseudomazocraes selene*; cuatro trematodos digéneos: *Bucephalus varicus*, *Dactylostomum winteri*, *Pseudopecoelus priacanthi* y *Tergestia laticollis*; cuatro nematodos: *Anisakis sp.*, *Porrocaecum sp.*, *Pseudoterranova sp.*, *Raphidascaris sp.* y *Spinetectus sp.*, y un cestodo del género *Tetraphillidea*. Recientemente, este listado se amplió con el trabajo realizado por (Violante- Gonzales et al., 2016). en el Pacífico Mexicano, quienes reportan 24 especies de parásitos asociadas al *Caranx caballus*, 5 previamente registradas por Pérez- Ponce de León et al., (1999), y 19 especies adicionales: un monogéneos (*Pseudomazocraes selene*), tres digéneos (*Phyllodistomum carangis*, *Stephanostomum megacephalum*, *Stomachicola sp.*), un cestodo (*Nybelinia sp.*), tres nematodos (*Cucullanus sp.*, *Eustrongylides sp.*, *Philometra sp.*), ocho copépodos (*Caligus alalongae*, *Caligus mutabilis*, *Caligus robustus*, *Bomolochus exilipes*, *Ergasilus sp.*, *Ergasilus c.f. gibbus*, *Lernanthropus giganteus*, *Taeniacanthodes gracilis*) y dos isópodos (*Gnathia sp.* (larva), *Rocinella signata*).

En Colombia los estudios parasitológicos en peces se han concentrado en la región caribe (Vélez 1978; Bunkley-Williams et al. 1999; Álvarez-León & Overstreet, 2003) y en peces de agua dulce en la ciénaga grande, el río Magdalena (Galeano & Romero 1979), en la Orinoquía y Amazonía, tanto en peces de consumo como ornamentales. Además, de los estudios tradicionales asociados a patologías de origen parasitológico en peces de cultivo. Para peces marinos del Pacífico colombiano, solamente se registra el estudio realizado por Castañeda et al. (2003), en él se reportan siete especies de Trematodos digéneos (*Manterias brachyderus*, *Tergestia laticollis*, *Pseudoacanthostomum panamense*, *Proisorhynchus pacificum*, *Pseudocryptogonimus cirrhitis*, *Pleorchis*

americanus y *Megasolena* sp.) en nueve especies de peces (*Oligoplites* sp., *Epinephelus* sp., *Centropomus undecimalis*, *Centropomus pectinatus*, *Pomadasys* sp., *Lutjanus* sp., *Cynoscion* sp., *Arius jordani*, *Arius troscheli*), capturadas durante faenas de pesca artesanal en el norte del Pacífico colombiano.

El análisis cuantitativo determinó que en este caso en particular ni la longitud total (LT), ni el sexo de los peces estuvo significativamente relacionado con la prevalencia esto ya ha sido observado en otras localidades, particularmente el primer estudio de los parásitos de *C. caballus*, donde se encontró que no hubo relación de la LT dentro de dos de tres localidades estudiadas (Violante- Gonzales et al., 2016). Ha sido demostrado que la utilización diferencial de hábitats de los peces según su estado de desarrollo (juveniles o inmaduros) permite un uso diferencia de recursos con relación a los individuos adultos o en estados reproductivos, debido a necesidades particulares de alimento y protección. Esta estructuración diferencial de las poblaciones de peces se puede relacionar igualmente con la carga parasitaria, de tal manera que las infracomunidades y comunidades componentes de parásitos se modelarán por las condiciones propias de cada y hábitat y de los recursos que los hospederos aprovechan, además de la posición que estos ocupan en cada uno de ellos, donde la ubicación en la trama trófica puede tener una fuerte influencia en su papel de hospederos intermediarios o definitivos de cada especie parásita.

Holmes (1990) observó que la mayoría de los parásitos en asociaciones como las descritas en esta investigación, se comportan como especies generalistas, sin embargo, algunas son especialistas a nivel del género del hospedero, las cuales se presentan como especies dominantes. Además, se ha establecido que los parásitos tienen afinidad por ciertos hospederos así como por determinados órganos y que ésta preferencia espacial está correlacionada con factores fisiológicos, ambientales, ecológicos y físicos (Kennedy 1975). Por otro lado las preferencias de parásitos por algunas zonas de infestación no son consideradas, necesariamente, como resultado de un proceso de competencia interespecífica (Rhode 1982), puesto que cualquier proceso de competencia tiene como pre-requisito la saturación de los nichos o espacios disponibles, lo que es poco común en peces marinos (Rhode, 1991).

Se estableció además que a nivel de comunidad componente, el número de especies de parásitos varió significativamente, siendo similar a los registros previos obtenidos para otras especies de la familia Carangidae. Las comunidades componentes, al igual que las infracomunidades de parásitos de *C. caballus* presentaron un patrón similar: bajo número de especies, poca diversidad y dominancia de una sola especie. Los análisis para diferenciar poblaciones de *C. caballus* indicaron que cada localidad puede ser considerada como un stock de peces diferente y que en base a esto, la especie, no realiza migraciones entre las localidades estudiadas, aunque sean cercanas una de otra. Generalmente, a nivel de comunidad componente los valores de prevalencia y

abundancia de las especies dominantes muestran un patrón de estructuración basado en el dominio de las especies más abundantes. Violante- González (2016) encontró que las comunidades en los dos niveles (infracomunidad y comunidad componente) de todos los hospederos muestreados fueron pobres en cuanto a número de especies, con alta dominancia y no saturadas en especies.

Este es el primer estudio que reporta la parasitofauna para *C. caballus* en Colombia. En este caso la carga de parásitos estuvo representada por varias especies que ya han sido reportadas para este pez en otras latitudes, adicionándose cinco nuevas especies a la lista general de parásitos asociados al *C. caballus* en el Pacífico americano: tres copépodos (*Caligus sclerotinosus*, *Caligus* sp., *Caligus* sp.1), un monogéneo (*Monogenea* sp.) y un digeneo (*Stephanostomum coronatum* c.f.).

Literatura Citada

Álvarez-León, R. y Overstreet, R. M., 2003. First report of *Caranx hippos* (Pisces, Carangidae), as host of *Lernaeolopus striatus* (Copepoda, Lernaeolopidae), in the Colombian Caribbean coast. UCR-Rev. Biol. Trop., 51 (1): 275.

Anderson RC, 2000. Nematode parasites of vertebrates. Their development and transmission. Second edition. C. A. B. International, Wallingford, Oxon (UK), 578 p. Bunkley-Williams et al. 1999

Bush A.O., Lafferty K.D., Lotz J.M. y Shostak A.W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *J. Parasitol.*, 83: 575-583.

Castañeda-Valbuena, L. S., Carvajal, H. y Vélez, I., 2003. Algunos tremátodos digenéos de peces marinos de Charambirá. UDARev. Actualidades Biológicas, 25 (79): 147-155.

Froese, R. y D. Pauly. 2010. FishBase. World Wide Web Electronic Publication. www.fishbase.org. version (02/2014). Galeano & Romero 1979

Hoffman, G.L. 1999. Parasites of North American Freshwater Fishes. Cornell University Press, Ithaca y London. 539p.

Holmes, J.C. 1990. Helminth communities in marine fishes En: Parasites communities: patterns and processes. (Eds Esch, G. W., Bush, A. O. and Aho, J. M.). London: Chapman and Hall, pp. 101-130

Kennedy, C.R. 1995. Richness and diversity of macroparasite communities in tropical eels *Anguilla reinhardtii* in Queensland, Australia. *Parasitology* 111: 1-13., Laffarty, 1997;

Mair, J.M., Cipriani, R., Guzmán, H.M. y Usan, D. 2012. Fishery of the Green Jack *Caranx caballus* (Osteichytes: Carangidae) in Las Perlas Archipelago, Pacific Panama. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 60 (3): 1271- 1288. Marcogliese et al., 2006).

Moravec F, 1995. Parasitic nematodes of freshwater fishes of Europe. Prague and Dordrecht, Boston, London, Academia and Kluwer Academic publishers, 477 p.

Moravec F, 1998. Nematodes of freshwater fishes on the neotropical region. Academia, Prague, 464 pp. Ottersen et al., 2001

Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto, Osorio-Sanabria. D. y V. León Règagnón. 1996. Listado faunístico de México VI. Helmintos parásitos de peces de aguas continentales de México. Universidad Autónoma de México, Instituto de Biología, México. 100 pp

Robertson, D.R. y G.R. Allen. 2008. Shorefishes of the Tropical Eastern Pacific online information system. Version 1.0 (2008). Smithsonian Tropical Research Institute, Panamá. (<http://www.neotropicalfishes.org/sfstep>, www.stri.org/sfstep). (Rhode, 1982

Rohde, K. 1984. Ecology of marine parasites. *Helgol. Wiss. Meeresunters.* 37: 5-33.

Saucedo- Lozano, M., Bernal- Ornellas, I.H., Espino- Barr, E., Garcia- Boa, A., Puente-Gómez, M. 2012. Feeding Habits of the Green Jack (*Caranx caballus* Günther, 1868) on the Coast of Manzanillo, Colima, México. *The Open Marine Biology journal*, 6, pp 28-37.

Stenseth, N.C., A. Mysterud., G. Ottersen., J.W. Hurrell., K.S. Chan., M. Lima. 2002. Ecological effects of climate fluctuations. *Science* 297: 1292-1296.

Vales D.G., García NA, Crespo EA y Timi JT. 2011. Parasites of a marine benthic fish in the Southwestern Atlantic: searching for geographical recurrent patterns of community structure. *Parasitol Res* (2011) 108:261–272. Vélez 1978;

Vidal-Martínez VM, Aguirre-Macedo ML, Scholz T, González-Solís D, y Mendoza-Franco EF, 2002. - Atlas de los helmintos parásitos de cíclidos de México. Instituto Politécnico Nacional, México, 183 p.

Violante-González, J. 2006. Comunidades de parásitos metazoarios de peces, en dos lagunas costeras del estado de Guerrero, México. Tesis Doctoral, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad de Mérida – CINESTAV. 154 pp.)

Walther, G.R., E. Post., P. Convey., A. Menzel., C. Parmesan., T.J.C. Beebee., J.M. Fromentin., O. Hoegh-Guldberg., F. Bairlein. 2002. Ecological responses to recent climate change. *Natura* 416: 389-395.

4. Impactos actual o potencial:

Académicos:

Vinculación de 2 estudiantes de maestría (Diego Córdoba y Gustavo Ramírez) y formación de un estudiante de maestría (Diego Córdoba)
Vinculación 2 estudiantes de pregrado (Melissa Moreno, Isabel Cristina Calle, semillero de formación grupo investigación).

Investigativo

Divulgación resultados Coloquio Investigación Departamento de Biología
Generación de informe técnico científico
Redacción artículo científico

Impacto Social

Generación de información relevante para el proceso de conservación de ambientes costeros (zona exclusiva de pesca artesanal)
Disponibilidad de información técnica para procesos de fortalecimiento de manejo y conservación comunitaria en el Norte del Chocó.
Manejo integrado de zonas marino costeras del Pacífico colombiano

5. Productos:

Tabla No. 1. **Cantidad y tipo de productos pactados en el Acta de Trabajo y Compromiso y productos finalmente presentados**

TIPO DE PRODUCTOS	No. de PRODUCTOS PACTADOS				No. de PRODUCTOS PRESENTADOS			
Productos de nuevos conocimientos								
Artículo en revista ISI-SCOPUS:	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
Artículo completo publicado en revistas indexadas	A1	A2	B	C	A1	A2	B	C
Libros de autor que publiquen resultados de investigación								
Capítulos en libros que publican resultados de investigación								
Productos o procesos tecnológicos patentados o registrados								
• Prototipos y patentes								
• Software								
Productos o procesos tecnológicos usualmente no patentables o protegidos por secreto industrial								
Normas basadas en resultados de investigación								
Formación de recursos humanos	No. de estudiantes vinculados		No. de tesis		No. De estudiantes Vinculados		No. De tesis	
Estudiantes de pregrado	1				2			
Semillero de Investigación	0							

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones

TIPO DE PRODUCTOS	No. de PRODUCTOS PACTADOS		No. de PRODUCTOS PRESENTADOS	
Estudiantes de maestría	1		2	1
Estudiantes de doctorado				
Joven investigador				
Productos de divulgación				
Publicaciones en revistas no indexadas	1		1	
Ponencias presentadas en eventos (congresos, seminarios, coloquios, foros)	No. de ponencias nacionales	No. de ponencias internacionales	No. de ponencias nacionales	No. de ponencias internacionales
Propuesta de investigación	1	0	1	0
Propuestas presentadas en convocatorias externas para búsqueda de financiación.	1		1	0

Tabla No. 2. Detalle de productos

Para cada uno de los productos obtenidos y relacionados en la tabla anterior, indique la información solicitada para cada uno, anexando copia de las respectivas constancias. Como anexo a este formato encontrará el instructivo para instructivo para la revisión de informes finales y productos

Tipo de producto:	Tesis Maestría
Nombre General:	
Nombre Particular:	Parásitos metazoarios asociados a la Burica (<i>Caranx caballus gunther</i> , 1868) en el norte del pacífico colombiano.
Ciudad y fechas:	Santiago de Cali, Diciembre 2016
Participantes:	Diego Fernando Cordoba. Director: Alan Giraldo
Sitio de información:	Biblioteca central
Formas organizativas:	Postgrado en Ciencias Biología - Maestría Grupo de Investigación en Ciencias Oceanográficas

Tipo de producto:	Artículo científico
Nombre General:	
Nombre Particular:	Diversidad y estructura comunitaria de los parásitos metazoarios asociados a la Burica (<i>Caranx caballus gunther</i> , 1868) en el norte del Chocó, Pacífico colombiano
Ciudad y fechas:	Santiago de Cali, Diciembre 2016
Participantes:	Diego Fernando Cordoba y Alan Giraldo
Sitio de información:	Para ser sometido a la revista de Ciencias de la Universidad del Valle.
Formas organizativas:	Postgrado en Ciencias Biología - Maestría Grupo de Investigación en Ciencias Oceanográficas

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones

Tipo de producto:	Ponencia evento nacional
Nombre General:	
Nombre Particular:	Los parásitos metazoarios de la Burica en el norte del Pacífico colombiano
Ciudad y fechas:	Santiago de Cali, Junio 2016
Participantes:	Diego Fernando Cordoba y Alan Giraldo
Sitio de información:	XXIV Coloquio de investigación científica del Departamento de Biología
Formas organizativas:	Postgrado en Ciencias Biología - Maestría Grupo de Investigación en Ciencias Oceanográficas

La presente versión del informe contiene las observaciones de los evaluadores:



Firma del investigador principal

VoBo. Vicedecano de Investigaciones

Por favor presente su informe impreso y en formato digital en hoja tamaño carta, letra arial 11, con espacios de 1 1/2

PRODUCTOS CI7968

1. Documento de tesis de maestría redactado por el estudiante de maestría en ciencias Biología Diego Fernando Córdoba, bajo la dirección del Dr. Alan Giraldo. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Departamento de Biología, Grupo de Investigación en Ciencias Oceanográficas, de la Universidad del Valle.



**PARÁSITOS METAZOARIOS ASOCIADOS A LA BURICA (*Caranx caballus*
GUNTHER, 1868) EN EL NORTE DEL PACÍFICO COLOMBIANO.**

DIEGO FERNANDO CÓRDOBA ROJAS

**Director
Alan Giraldo López, Ph. D.**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS - BIOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS
SANTIAGO DE CALI
DICIEMBRE 12 DE 2016**

CONTENIDO

1. RESUMEN.....	2
2. INTRODUCCIÓN	4
3. ANTECEDENTES.....	8
4. OBJETIVOS	13
5. MÉTODOS	14
5.1. Análisis parasitológico	17
5.2. Distribución espacial de los parásitos	19
5.3. Análisis alimentario.....	21
6. RESULTADOS.....	22
6.1. Composición de especies de parásitos en la Burica (Caranx caballus)	24
6.2. Infracomunidad y comunidad componente en la Burica (Caranx caballus).....	25
6.3. Ubicación de los parásitos en la Burica (Caranx caballus)	27
6.4. Distribución espacial de los parásitos asociados a la Burica (Caranx caballus)	28
6.5. Composición de la dieta de la Burica (Caranx caballus).....	29
6.6. Registros de condiciones ambientales	32
7. DISCUSIÓN	33
8. CONCLUSIONES	37
9. LITERATURA CITADA.....	38

1. RESUMEN

Entender la estructura de la comunidad patrones y las variables ambientales que influyen en la composición, abundancia y diversidad de las comunidades de parásitos ha sido uno de los más importantes retos para la ecología de parásitos. Sin embargo, los estudios en comunidades de parásitos han mostrado que la estructura de la comunidad cambia en el tiempo y en espacio. El conocimiento de los parásitos, su biología y su ecología permite ampliar paralelamente el conocimiento sobre sus hospederos, su impacto sobre ellos, ya sea en la modelación de sus poblaciones, en las consecuencias derivadas de su consumo o en las consecuencias que la perturbación ambiental pueda estar generando. La Burica (*Caranx caballus*) es un pez de la zona costera que es objeto de pesca de subsistencia por parte de los pescadores artesanales. Con el propósito de dar respuesta a las siguientes preguntas de investigación: 1. ¿Cuántas y cuáles son las especies de parásitos metazoarios asociadas a especímenes de *Caranx caballus* capturados durante las faenas de pesca artesanal en la región norte del Pacífico colombiano?, 2.- ¿cuáles son los parámetros de infección por parásitos metazoarios de *Caranx caballus* capturados durante las faenas de pesca artesanal en la región norte del Pacífico colombiano?, y 3.- ¿existe una estructura comunitaria de parásitos metazoarios en los *Caranx caballus* capturados durante las faenas de pesca artesanal en la región norte del Pacífico colombiano, que pueda ser diferenciable espacial o temporalmente?, Para dar respuesta a estas preguntas se realizaron capturas de Burica (*C. caballus*) en tres sitios (Punta Pinas, Tebada y Bahía Solano) de la zona exclusiva de pesca artesanal (ZEPA), en el sector norte del Pacífico colombiano. A cada espécimen capturado se le realizó un análisis parasitológico con el objetivo de determinar la diversidad de parásitos que se

hospedan en él, su estructura comunitaria y su posible variación temporal y espacial. Los parásitos se detectaron mediante inspección visual utilizando equipos estereoscópicos. Se fijaron y se identificaron hasta el menor nivel taxonómico posible. Se analizó la estructura comunitaria a nivel de infracomunidad y comunidad componente basado en los índices de diversidad de Brillouin y Shannon- Wiener y parasitario como la abundancia media, la intensidad promedio y la prevalencia. Además, se establecieron índices de análisis espacial para determinar cómo es la distribución de los parásitos asociados a la Burica (*C. caballus*) en la zona de estudio. Se analizaron en total 46 peces de los cuales se encontraron parasitados 19, la prevalencia general fue del 41.3%, sin embargo las abundancias fueron bajas, siendo cuatro el número máximo de parásitos encontrados por hospedero y donde la composición incluía distintas especies. La diversidad entre temporadas fue significativamente diferente, siendo más alta en la segunda temporada, donde se recolectaron dos especies diferentes a la primera temporada. El análisis espacial indicó que los parásitos se distribuyeron espacialmente de forma contagiosa (agrupada).

2. INTRODUCCIÓN

Las comunidades de parásitos son sistemas altamente complejos, determinados por múltiples procesos ecológicos y evolutivos, que interactúan a través de diferentes escalas espaciales y temporales, para crear ensamblajes dinámicos con muchas entidades interrelacionadas (Vales *et al.*, 2011). Actualmente los estudios parasitológicos están tomando gran importancia. Del enfoque tradicional de la parasitología en términos de la salud humana o de su impacto sobre la economía cuando representan patologías que afectan el rendimiento de cultivos de cualquier clase, se está pasando a investigar sobre la biología y ecología de las especies parásitas y de esta manera conocer aspectos de la biología de sus hospederos, estudiar aspectos migratorios principalmente en pesquerías, estudiar redes tróficas, relaciones filogenéticas, análisis de calidad ambiental, predecir la dinámica de las poblaciones e incluso proyectar los patrones de distribución de especies en respuesta al cambio climático, etc. (Rohde, 1984; Pérez Ponce de León *et al.*, 1996, Lafferty, 1997;, Ottersen *et al.*, 2001; Walther *et al.*, 2002; Stenseth *et al.*, 2002, Marcogliese *et al.*, 2006).

El contexto espacial de la riqueza de especies y su abundancia es central para los enfoques modernos en biogeografía (Begon *et al.*, 1996), epidemiología (Grenfall y Harwood, 1997), coevolución (Thompson, 1994), la variación de historia de vida (Stearns, 1992) y ecología del paisaje (Turner, 1989). Desde hace algunas décadas, se han realizado estudios basados en el supuesto de una distribución aleatoria de los componentes comunitarios y poblacionales tanto de los parásitos como de sus hospederos (Holmes, 1990; Kennedy y Bush, 1994). Como consecuencia de estos estudios se ha establecido que las poblaciones y comunidades de

parásitos no se distribuyen necesariamente al azar, generándose la premisa de una relación espacial y temporal entre ellos que debe ser considerada, y que puede contribuir a la detección de estructuras espaciales y temporales en las comunidades así como a incrementar el grado de predictibilidad que existe entre ellas (Vidal-Martínez *et al.*, 2006).

La mayoría de los estudios referidos a la heterogeneidad espacial han sido desarrollados sobre organismos de vida libre que con frecuencia han sido relacionados con las propiedades físicas del ambiente y con procesos bióticos tales como la predación y la competencia (Thieltges y Reise, 2007). En sistemas acuáticos, las comunidades han representado modelos atractivos para estudios de escala, niveles de organización, dinámicas regionales o locales, debido a su naturaleza discreta. Sin embargo, en peces marinos y sus comunidades de parásitos, el aspecto espacial y temporal sigue siendo aún muy poco abordado (Barger, 2006).

El patrón de variación temporal de las comunidades de parásitos puede ser mensual, estacional o interanual, dependiendo de los cambios de diversos factores y su efecto en los parásitos. Usualmente, las investigaciones están dirigidas a las variaciones estacionales de poblaciones de parásitos, dado que éstos pueden asociarse a cambios ambientales y biológicos del hospedador (González & Oliva 2006, Herrmann & Sorensen 2009).

Caranx caballus, Günther 1868 (PERCIFORMES; CARANGIDAE) es un pez que se distribuye en toda la zona costera del norte del Pacífico Colombiano, y está presente durante todo del año, además, es objeto de pesca artesanal (Squalus, 2008). Es una especie pelágica que habita en las aguas costeras del sur de California hasta Chile, las Islas Galápagos, Cocos, Mapelo, las Islas Revillagigedo y Hawai (Robertson y Allen 2008, Froese y Pauly 2010). Los juveniles se encuentran en aguas costeras y estuarios, los adultos viven entre 30 y 100 m de profundidad formando cardúmenes en fondos blandos (Robertson & Allen 2008, Froese y

Pauly 2010) se alimentan de crustáceos, moluscos, quetognatos, cnidarios y peces pelágicos como engráulidos y clupeidos (Saucedo- Lozano *et al.*, 2012), y son presa de los tiburones, marlines y otros grandes depredadores (Robertson y Allen 2008). Debido a la importancia de la especie en las pesquerías de las zonas costeras del Pacífico Central Tropical, recientemente se han dirigido diferentes estudios para la especie en distintas zonas donde se distribuye, entre estos se encuentra la caracterización de su pesquería en el archipiélago de Las Palmas en Panamá (Mair *et al.*, 2012), sus hábitos alimentarios en la costa de Manzanillo, Colima, México (Saucedo- Lozano *et al.*, 2012) y el más reciente que estudia y caracteriza su parasito fauna en tres localidades de las costas del Pacífico mexicano, proponiendo algunas especies como marcadores biológicos para la utilización en la distinción de stocks pesqueros de la especie en las zona (Violante- Gonzales *et al.*, 2016).

En Colombia, los estudios sobre ecología de parásitos de peces son esporádicos, y generalmente se limitan a unas pocas especies de interés comercial del Caribe colombiano, mientras que para la región del Pacífico colombiano, región que soporta las mayores pesquerías, esta temática aún no sido abordada. Teniendo en cuenta lo hasta aquí expuesto, para el desarrollo de la presente tesis de maestría se plantearon tres preguntas de investigación direccionadas a la comunidad de parásitos asociados a un recurso pesquero de importancia comercial artesanal, la Burica. Específicamente las preguntas de investigación planeadas fueron 1. ¿Cuántas y cuáles son las especies de parásitos metazoarios asociadas a especímenes de *Caranx caballus* capturados durante las faenas de pesca artesanal en la región norte del Pacífico colombiano?, 2.- ¿cuáles son los parámetros de infección por parásitos metazoarios de *Caranx caballus* capturados durante las faenas de pesca artesanal en la región norte del Pacífico colombiano?, y 3.- ¿existe una estructura comunitaria de parásitos

metazoarios en los *Caranx caballus* capturados durante las faenas de pesca artesanal en la región norte del Pacífico colombiano, que pueda ser diferenciable espacial o temporalmente?

De acuerdo a estas preguntas, para el desarrollo de este trabajo de investigación de maestría se definió la siguiente hipótesis de investigación: “las comunidades de parásitos de la Burica (*C. caballus*) en la región norte del Pacífico colombiano estarán conformadas principalmente por especies de parásitos metazoarios que estarán localizados preferentemente en sus branquias. Estos parásitos serán especies generalistas, con ciclos de vida relacionados con los ítems alimentarios explotados por la Burica (*C. caballus*). Además, no variará espacial o temporalmente su estructura o composición comunitaria a nivel de infracomunidad o de comunidad componente”. Esta Hipótesis fue puesta a prueba mediante una aproximación experimental de campo implementada en la zona exclusiva de pesca artesanal de Chocó, sector norte del Pacífico colombiano.

3. ANTECEDENTES

Las especies del medio marino pueden estar infectadas por diversos parásitos (Poulin y Mouritsen, 2006). En los peces estos pueden generar cambios fisiológicos que en algunas condiciones pueden afectar la salud o supervivencia del animal. Estos efectos podrían ser de mayor impacto debido al cambio climático, al punto que conlleven al colapso las poblaciones de peces afectadas, e inclusive podrían causar alteraciones en el funcionamiento de los ecosistemas (Poulin y Mouritsen, 2006). Los peces para consumo humano que albergan parásitos presentan inconvenientes que se relacionan desde su forma de presentación como producto comercial, su calidad sanitaria con impacto directo sobre la salud humana, hasta la pérdida de su valor nutritivo. (Casas-Valdez, 2004)

Los estudios de dinámica de poblaciones de los parásitos en peces involucran determinar la extensión en el tiempo y en el espacio de los parámetros bioecológicos del pez hospedero que sean relevantes para examinar los engranajes biológicos de abundancia, composición, transmisión y distribución de los ensamblajes parasitarios (Rohde *et al.*, 1995; Chisholm & Whittington, 2003; Benz y Bullard, 2004; Poulin, 2010; Iannaccone *et al.*, 2010 a, b, Iannaccone y Alvarino, 2011; Wunderlin *et al.*, 2011). A una escala de infracomunidad y comunidad componente, los estudios se han enfocado en índices ecológicos (infección, riqueza, diversidad y distribución), comparaciones entre hábitats de los hospederos y factores ambientales que afectan la parasitofauna, principalmente helmintos gastrointestinales (Holmes, 1990).

Los estudios de las infracomunidades de parásitos en peces marinos de regiones tropicales muestran que existe una alta variación en composición de especies, riqueza y diversidad (Rohde *et al.*, 1994; Kennedy, 1995; Takemoto *et al.*, 1996; Knoff *et al.*, 1997; Rigby *et al.*, 1997; Rohde y Heap, 1998; Vidal-Martínez *et al.*, 1998; Luque y Oliva, 1999; Madhavi y Sai Ram, 2000), en ellas se reconoce un componente predecible formado por especies especialistas (Holmes, 1990; Kennedy, 1995; Vidal-Martínez *et al.*, 1998).

En los estudios del efecto de la temporalidad tropical (secas y lluvias) y sus efectos en la composición y estructura de la parasitofauna se ha observado que la respuesta de las comunidades de parásitos a la temporalidad se ve reflejada en la presencia y ausencia de especies, al igual que en la densidad de las mismas (Weins *et al.*, 1986; Putman, 1994) y en los valores de prevalencia e intensidad (Muñoz y Delorme, 2011).

Por ejemplo, Argáez-García (2003) encontró que la comunidad componente de *Lutjanus griseus* (Steindachner, 1869) en Yucatán es más rica que la de otros peces marinos de la misma zona. Además, encontró una variación temporal en las comunidades de helmintos, siendo registrada una mayor riqueza y abundancia de especies durante la temporada de lluvias aunque no detectó diferencias en diversidad. A nivel de infracomunidad, el estudio demostró que todas las especies de parásitos son generalistas, lo que indica una baja predictibilidad y una estructuración basada principalmente en el azar y la distribución de los hospederos intermediarios.

Por otro lado, un estudio de las variaciones temporales de las comunidades de parásitos de peces intermareales de Chile realizado por Muñoz y Delorme (2011), indicó que la abundancia y riqueza infracomunitaria promedio, así como la prevalencia total de parásitos,

fue variable en el tiempo. De acuerdo con estos autores en los peces residentes se identificaron patrones de variación estacional relativamente consistentes entre un año y otro, con valores máximos de prevalencia, abundancia y riqueza de parásitos en primavera-verano, y valores bajos en otoño-invierno, siendo la magnitud de estos descriptores comunitarios distinta entre un año y otro (Muñoz y Delorme 2011). Boada y colaboradores (2015) igualmente encontraron en su estudio con *C. ruber* en Venezuela, que las comunidades de monogéneos presentaron fluctuaciones estacionales donde la mayor riqueza de especies de parásitos se relacionó con un medio ambiente más diverso.

La Burica (*Caranx caballus*) es capturado en el norte del Chocó durante las faenas de pesca artesanal y de subsistencia. Generalmente se pesca mediante trasmallos, líneas de mano y palangres (Gallardo-Cabello *et al.* 2007; SQUALUS, 2008). Su alimentación incluye peces, crustáceos, moluscos y zooplancton (Saucedo- Lozano *et al.* 2012) Estudios realizados por Mair *et al.* en 2012 para caracterizar su pesquería en el archipiélago de Las Perlas- Panamá, lo muestran como una especie bajo intensa presión pesquera y sus parámetros revelaron que es una especie de larga vida con un crecimiento rápido que se reproduce de dos a tres veces por año con una talla media de madurez sexual de 38.8 cm de longitud estándar y una talla de maduración masiva de 33 cm LE.

En cuanto a su parasitología para la especie se han reportado cuatro trematodos monogéneos: *Allopyragrophorus caballeroi*, *Neomicrocotyle pacifica*, *Protomicrocotyle manteri* y *Pseudomazocraes selene*; cuatro tremátodos digéneos: *Bucephalus varicus*, *Dactylostomum winteri*, *Pseudopecoelus priacanthi* y *Tergestia laticollis*; cuatro nematodos: *Anisakis* sp., *Porrocaecum* sp., *Pseudoterranova* sp., *Raphidascaris* sp. y *Spinectectus* sp., y un céstodo del

género Tetraphyllidea (Pérez- Ponce de León *et al.*, 1999).

En un estudio reciente (Violante- Gonzales *et al.*, 2016) fueron reportadas 24 especies de parásitos asociadas al *C. caballus* en el Pacífico mexicano: dos monogéneos (*Allopyragraphorus caballeroi*, *Pseudomazocraes selene*), seis digéneos (*Bucephalus varicus*, *Dactylostomum winteri*, *Phyllodistomum carangis*, *Stephanostomum megacephalum*, *Stomachicola* sp., *Tergestia laticollis*), un cestodo (*Nybelinia* sp.), cinco nematodos (*Anisakis* sp., *Cucullanus* sp., *Eustrongylides* sp., *Philometra* sp., *Spinitectus* sp.) ocho copépodos (*Caligus alalongae*, *Caligus mutabilis*, *Caligus robustus*, *Bomolochus exilipes*, *Ergasilus* sp., *Ergasilus c.f. gibbus*, *Lernanthropus giganteus*, *Taeniacanthodes gracilis*) y dos isópodos (*Gnathia* sp. (larva), *Rocinella signata*).

En Colombia los estudios parasitológicos en peces se han concentrado en la región caribe (Vélez, 1978, Bunkley-Williams *et al.* 1999; Álvarez-León & Overstreet, 2003) y en peces de agua dulce en la ciénaga grande, el río magdalena (Galeano & Romero 1979), en la Orinoquía y Amazonía, tanto en peces de consumo como ornamentales. Además, de los estudios tradicionales asociados a patologías de origen parasitológico en peces de cultivo. Para peces marinos del Pacífico colombiano, solamente se registra el estudio realizado por Castañeda *et al.* (2003), en él se reportan siete especies de Trematodos digeneos (*Manterias brachyderus*, *Tergestia laticollis*, *Pseudoacanthostomun panamense*, *Proisorhynchus pacificum*, *Pseudocryptogonimus cirrhitia*, *Pleorchis americanus* y *Megasolena* sp.) en nueve especies de peces (*Oligoplites* sp., *Epinephelus* sp., *Centropomus undecimalis*, *Centropomus pectinatus*, *Pomadasy* sp., *Lutjanus* sp., *Cynoscion* sp., *Arius jordani*, *Arius troscheli*), capturadas durante faenas de pesca artesanal en el norte del Pacífico colombiano.

Para la burica (*C. caballus*) en Colombia no existe ningún estudio que reporte su carga parasitaria. Por lo tanto, la caracterización de la parasitofauna en esta especie y el análisis de la variación espacial y temporal de la comunidad de parásitos en zonas de pesca artesanal generarían información científica relevante para fortalecer los procesos de ordenamiento pesquero artesanal, seguridad alimentaria, efecto de los parásitos en la dinámica poblacional de este hospedero, estudios de calidad ambiental y estudios de caracterización de stocks pesqueros entre otros.

4. OBJETIVOS

Objetivo General

Caracterizar la estructura espacial y temporal de la comunidad de parásitos metazoarios de la Burica (*Caranx caballus*) en la zona norte del Pacífico colombiano.

Objetivos específicos

- Identificar y describir las especies de parásitos metazoarios de la Burica (*C. caballus*) capturados durante faenas de pesca artesanal en el norte del Pacífico colombiano.
- Cuantificar los parámetros de infección asociados a la comunidad de parásitos metazoarios de la burica (*C. caballus*) capturados durante faenas de pesca artesanal en el norte del Pacífico colombiano.
- Determinar la estructura comunitaria de los parásitos metazoarios de la burica (*C. caballus*) capturados durante faenas de pesca artesanal en el norte del Pacífico colombiano a nivel de infracomunidad y comunidad componente.
- Evaluar la variación espacial y temporal de la comunidad parasitaria metazoaria de la burica (*C. caballus*) capturados durante faenas de pesca artesanal en el norte del Pacífico colombiano en los niveles de infracomunidad y comunidad componente.
- Explorar la relación entre los ítem alimentarios explotados por la Burica (*C. caballus*) en la zona costera norte del Pacífico colombiano y las especies de parásitos identificados.

5. MÉTODOS

La zona de estudio se localizó en el Pacífico norte colombiano, Golfo de Cupica, desde el sector de Bahía Solano (6.3°N; 77.38°W) hasta Punta Piñas (6.7°N; 77.77°W). Esta zona está bajo la influencia de la Corriente del Golfo de Panamá y la Corriente de Colombia (Wooster, 1959, Wyrtki, 1965) y hace parte de una Zona Exclusiva de Pesca Artesanal (ZEPA) que comprende desde Punta Solano hasta Punta Ardita y tiene una amplitud de 2,5 millas náuticas (AUNAP, 2008). Se establecieron tres sitios de muestreo asociados los caladeros de pesca artesanal ubicados en Bahía Solano (1), La Tebada (2) y Punta Piñas (3) al interior de la ZEPA : (Figura 1). En estos sitios se realizaron faenas de pesca de Burica (*Caranx caballus*) en dos temporadas diferentes, una considerada de menos lluvias (enero 2015) y otra considerada en la época más lluviosa (abril 2015) (Giraldo *et al.*, 2008).

Las capturas de *C. caballus* se realizaron mediante anzuelo por pescadores artesanales en cada una de las localidades de estudio. Se estandarizó el esfuerzo de captura en todas las localidades, dedicando 6 horas de pesca efectiva nocturna en cada punto. A cada hospedero capturado se le registró la longitud estándar (cm) y peso (g). Se realizó una inspección visual de la superficie externa (piel y aletas) en el sitio de captura después de eviscerado, y aleatoriamente se tomaron muestras de músculo que fueron revisadas mediante aplastamiento entre dos vidrios. Los órganos internos se fijaron en formol al 4% caliente y se guardaron en bolsas sella fácil individuales. Las branquias y las aletas fueron separadas de cada individuo, almacenadas por separado en bolsas individuales para su transporte al laboratorio.

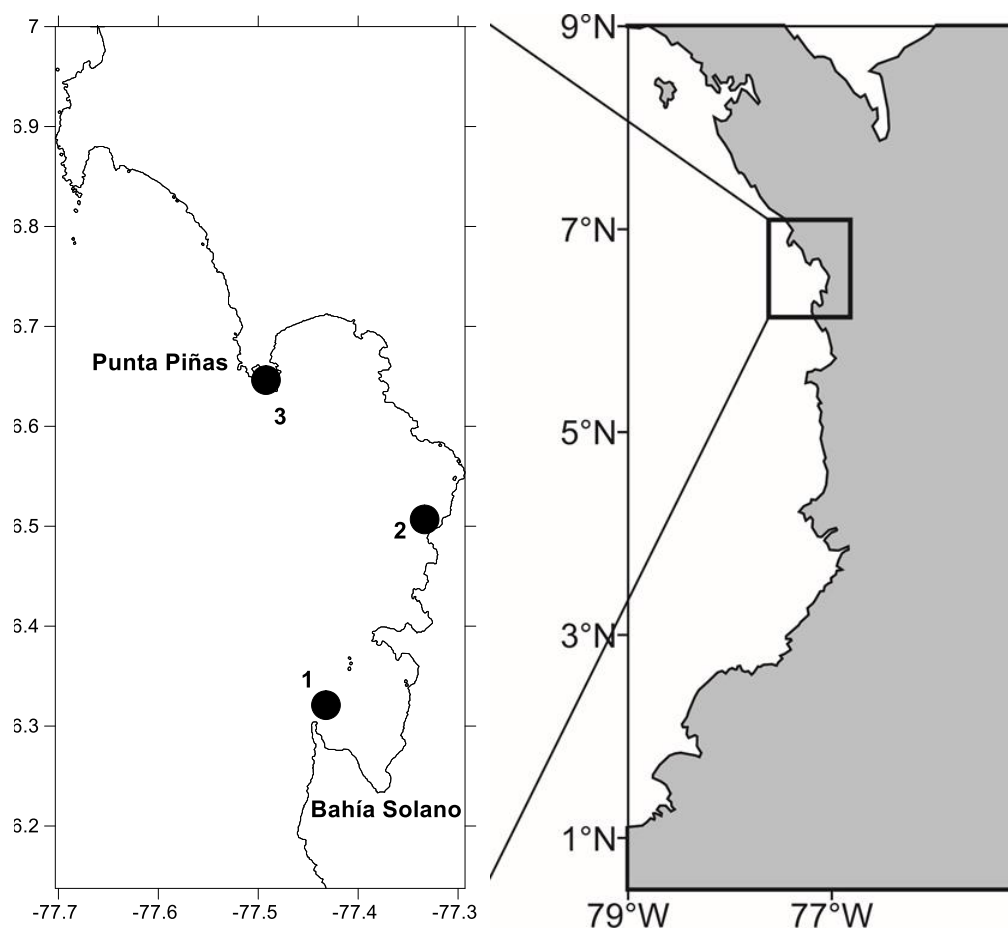


Fig. 1. Distribución espacial de las estaciones de muestreo en los sectores de Bahía Solano (1), la Tebada (2) y Punta Piñas (3), zona norte de la costa Pacífica Colombiana.

Durante la revisión de las muestras se estableció la ubicación de los parásitos en el órgano en que fuera colectado. Para procesar los parásitos detectados en las branquias se utilizó la metodología propuesta en Boada *et al.* (2015). El número de parásitos fue anotado considerando el lado del pez, el número del arco branquial, el lado y sección del arco branquial. La sección anterior del arco branquial incluyó desde el rudimento hasta la branquispina central; la sección media, desde la branquispina central hasta la espina ceratobranquial y la sección posterior, desde la espina ceratobranquial hasta la parte final de los filamentos en el arco branquial (Fig. 2).

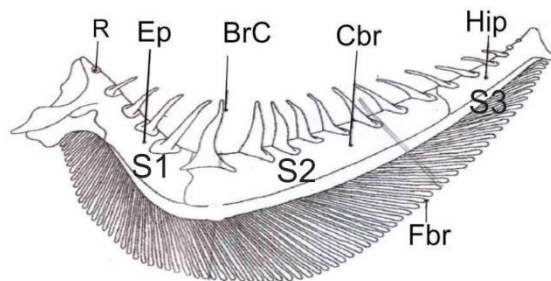


Figura 2. División de un arco branquial en secciones. S1: Sección anterior, S2: Sección media y S3: Sección posterior. R: Rudimento, Ep: Espina Epibranquial, Br C: Branquispina central; Cbr: Espina ceratobranquial, Hip: Espina hipobranquial, F Br: Filamentos branquiales (Cervigón 1993), adaptado de Boada *et al.* 2015.

La representatividad de la muestra se calculó usando un modelo de curva de acumulación de Clench la cual está recomendada para estudios en sitios de área extensa y para protocolos en los que, cuanto más tiempo se pasa en el campo, mayor es la probabilidad de añadir nuevas especies al inventario (Soberon y Llorente, 1993). Su expresión matemática es: $S_n = a * n / (1 + b * n)$, en donde, a es la tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del inventario y b es un parámetro relacionado con la forma de la curva, con estos parámetros se puede calcular la proporción de fauna muestreada ($P_f = S_{obs} / (a/b)$) y estimar el esfuerzo de muestreo necesario para conseguir determinada proporción de fauna ($n_q = q / [0.33 * (1 - q)]$) (Jiménez-Valverde y Hortal 2003). Se tomó información de variables oceanográficas de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto siguiendo los protocolos de monitoreo oceanográfico descritos por Giraldo *et al.* (2011), utilizando una sonda multiparamétrica YSI profesional Plus, previo al momento de inicio del esfuerzo de pesca.

5.1. Análisis parasitológico

Para la identificación los monogeneos y digeneos fueron teñidos con paracarmín de Mayer y deshidratados (Vidal-Martínez *et al.* 2002), los copépodos fueron aclarados con pasos por soluciones de glicerina- etanol a diferentes proporciones (1:20, 1:10, 1:5 y 1:2). Las especies de parásitos se identificaron hasta el nivel taxonómico más bajo posible mediante el uso de claves taxonómicas por grupos (Boxshall y Halsey, 2004, Thatcher, 1993) y se utilizó una prueba U de Mann- Whitney para evaluar las diferencias en longitud total entre machos y hembras debido a la falta de normalidad y homogeneidad de varianzas en los datos aún cuando fueron transformados con Log (x+1) y arcoseno.

Para la caracterización de las infecciones debidas a las especies de parásitos en cada muestra de hospedero, se siguió la propuesta de Bush *et al.* (1997), estableciendo la prevalencia (P) como el número de hospederos infectados con una especie particular de parásito dividido entre el número de hospederos revisados de una determinada especie $[(P) = (h_i / n) \times 100]$, la abundancia media (AM) como el número total de individuos de una especie particular de parásito dividido entre el número total de hospederos examinados de una determinada especie (infectados y no infectados) $[(AM) = p_t / n]$ y la intensidad promedio (IM) como el número total de individuos de una especie particular de parásito dividido entre el número de hospederos infectados con tal especie de parásito $[(IM) = p_t / h_i]$, donde h_i : número de hospederos infectados, n : número de hospederos revisados y p_t : número total de parásitos.

La comunidad de parásitos fue descrita considerando dos niveles de organización. El nivel de infracomunidad, el cual hace referencia a la comunidad formada por las infrapoblaciones (población de parásitos que incluye todos los individuos de una especie en un hospedero individual en un tiempo particular) de parásitos en un hospedero, y el nivel de comunidad

componente el cual hace referencia a todas las infrapoblaciones de parásitos asociados con algún subconjunto de hospederos o una colección de fases de vida libre asociadas con un subconjunto de factores ambientales.

Para describir la comunidad a estos dos niveles de organización, se calcularon los índices ecológicos de riqueza de especies: como el promedio de las especies de parásitos por hospedero (infracomunidad) (Kennedy, 1993) y número total de especies de parásitos por hospedero (comunidad componente). Dominancia numérica a nivel de infracomunidad como la especie de parásito dominante, es decir aquella cuya abundancia relativa domina en la mayoría de los peces examinados, y a nivel de comunidad componente como la especie con la mayor intensidad en la comunidad componente de acuerdo al índice de Berger- Parker (IBP), definido como $IBP = N_{\max} / N_t$, donde $N_{\max}$ = número de individuos de la especie de parásito más abundante y N_t = total de individuos en la muestra. La diversidad a nivel de infracomunidad con el índice de Brillouin el cuál es útil cuando la aleatoriedad de la muestra no puede garantizarse (Magurran, 1988; Moreno, 2000). Como $HB = (\ln N - \sum \ln n_i!)/N$, dónde: N es el número de individuos totales y n_i es el número de individuos de la especie i . y a nivel de comunidad componente con el índice de Shannon-Wiener, debido a que la muestra de hospederos que se recolectará es parte de una población de peces no completamente censada (Magurran, 1988; Moreno, 2000), como $H' = -\sum_i^s p_i \log p_i$ donde p_i es la proporción de la especie i en la comunidad.

Finalmente, se calculó el índice de importancia específica (IE) como la influencia de las especies parásitas en el ensamblaje ecológico. $IE = \text{Prevalencia} + (\text{abundancia media} \times 100)$ (Bursey *et al.*, 2001) con el fin de obtener un índice integrado de infección de ambos

descriptores ecológicos (Iannacone *et al.*, 2012). Se incluyó la clasificación de los parásitos por su prevalencia y abundancia considerando a Bush y Holmes (1986), designando a los parásitos con prevalencias mayores al 65% como especies primarias (comunes), aquellos con menos del 40% de prevalencia como especies satélites (raras) y a los que presenten valores intermedios como especies secundarias. La prevalencia y la abundancia total de parásitos fueron comparadas por sexos con tablas de contingencias de 2 x 2. Para esta prueba estadística, se usó el estadígrafo de Chi-cuadrado (χ^2) y el test exacto de Fisher el paquete estadístico IBM SPSS.

5.2. Distribución espacial de los parásitos

Para determinar el tipo de distribución espacial de los parásitos se aplicaron los criterios de Esch y Fernández (1993) para establecer el coeficiente de dispersión, el nivel de agregación de los parásitos y si existe relación entre la sección del órgano que parasitan y la especie, con base en la distribución de frecuencias del número de helmintos de cada especie en la población de hospederos (Poole, 1974), como $K = S^2/\bar{x}$, donde K : es el coeficiente de dispersión, S^2 : es la varianza de la distribución y $\bar{x}$: es la intensidad media. Cuando $K = 1$, se considera una distribución aleatoria, es decir que la posición de un individuo es completamente independiente de algún otro y cada segmento del hábitat tiene la misma probabilidad de ser colonizado. Cuando $K < 1$ la distribución será uniforme, es decir que existe competencia entre los individuos y están separados entre ellos, y cuando $K > 1$, la distribución será agregada, es decir que la mayor parte de los parásitos aparecen concentrados en pocas muestras, mientras que una gran cantidad de especímenes transportarán un número pequeño de parásitos. El valor de la significancia de K es evaluado mediante una prueba X^2

con $n-1$ grados de libertad.

Además, se calcularon otros índices derivados del coeficiente de dispersión K (también referenciado como Índice de Dispersión ID). En este caso los datos de entrada consisten en una columna de una matriz de datos en la que cada celda representa el recuento de un cuadrado único. Estos análisis se basan en la media y la varianza (s^2) de los recuentos de cuadrados y el número de cuadrados (n) y examinan principalmente la desviación de una distribución aleatoria (Poisson). Los índices adicionales de dispersión establecidos fueron, el índice del tamaño del agrupamiento ICS [$ICS = s^2/\bar{x} - 1 = ID - 1$], también referenciado como el índice de Agrupamiento (IC) (David y Moore 1954), es una función directa del Índice de Dispersión., el cual bajo una distribución aleatoria de puntos, se espera que sea igual a 0. Los valores positivos indicarán una distribución agrupada mientras que valores negativos una distribución regular. donde ID es igual al K calculado como coeficiente de dispersión.

El índice de Green (IG) [$GI = (s^2/\bar{x} - 1)/(n-1) = ICS/(n-1)$] (Green 1966), el cual es una modificación del índice de tamaño de agrupamiento, independiente de n . Varía entre 0 para las distribuciones aleatorias y 1 para las distribuciones uniformes. El índice de frecuencia de agrupamiento ICF [

$ICF = \bar{x}(s^2/\bar{x} - 1) = \bar{x}ICS$] (Douglas, 1975), el cual es una medida de agregación, siendo igual a k de una distribución binomial negativa. El ICF es proporcional al área del cuadrado y se relaciona con el índice del tamaño del agrupamiento. El índice de aglomeración media (IMC) [$IMC = \bar{x} + s^2/\bar{x} - 1 = \bar{x} + ICS$] (Lloyd 1967), el cual es el número medio de otros puntos contenidos en el cuadrado que contiene un punto elegido al azar. El índice de parche

(IP) [$IP = (x + s^2/x - 1)/x = IMC/x = 1 + 1/ICF$] (Lloyd 1967), el cual está relacionado con el Índice de Frecuencia de Cluster y el Índice de Crowding Medio, y es similar al Índice de Morisita. Es una medida de la intensidad del patrón que no se ve afectada por la eliminación aleatoria de los puntos, y el índice de Morisita (I_M) [$I_M = (n \sum x(x+1)) / (n \bar{x}(n \bar{x} - 1)) = (n \bar{x})^{-1} IP / ((n \bar{x} - 1))$] (Morisita 1959), el cual está relacionado con el Índice de Parche y considera la probabilidad escalada de que dos puntos elegidos al azar de toda la población estén en el mismo cuadrado. Cuanto más alto es el valor, más se agrupada será la distribución. Todos los índices de análisis de distribución espacial fueron calculados con el paquete PASSaGE2 (Pattern Analysis, Spatial Statistics, and Geographic Exegesis, 1998-2011, Rosenberg & Anderson, 2011)

5.3. Análisis alimentario

Se realizó un análisis cuantitativo de la dieta de *C. caballus* en la zona de estudio con el propósito de establecer la preferencia de ítems alimentarios y su relación con la carga parasitaria de la especie, teniendo en cuenta que esta puede ser hospedador definitivo de especies de parásitos que utilicen como hospederos intermediarios algunos de estos ítems. Para este propósito se analizó el contenido estomacal de cada individuo separando, identificando a la menor resolución taxonómica posible y enumerando cada presa, los cuales fueron agrupados categorías.

Se calculó el coeficiente de vacuidad (CV) de los estómagos siguiendo a Windell (1971) como $CV = 100 \times (\text{No. estómagos vacíos} / \text{No. total de estómagos analizados})$, y Se cuantificó el contenido estomacal, expresado como: frecuencia de ocurrencia (FA) y frecuencia numérica

(FN) (Windell, 1971; Windell y Bowen, 1978; Silva y Stuardo, 1985), como $FA = 100 \times$ (ocurrencia de presas del ítem A/No. total de estómagos con alimento) y $FN = 100 \times$ (No. de presas del ítem A/No. total de presas). Para establecer la importancia de cada presa en la composición de la dieta se estimó el índice de importancia relativa (IIR) siguiendo a Yáñez-Arancibia *et al.*, (1976) como: $IIR = (FA \times FN)/100$; en donde, FA es el porcentaje de la frecuencia de aparición FN es el porcentaje de la frecuencia numérica. Esta expresión es porcentual presentando valores de 0 a 100, donde 0 a 9.9% representa grupos tróficos de importancia relativa baja, de 10 a 40% grupos de importancia relativa secundaria y 40 a 100% grupos de importancia relativa alta (Yáñez *et al.*, 1976).

6. RESULTADOS

Se capturaron 46 peces, 18 en la primera temporada (lluviosa) y 28 en la segunda (menos lluviosa). La determinación del sexo fue posible solo para la captura de la primera temporada, en donde las gónadas fueron conspicuas e identificables por inspección visual debido al estado de madurez reproductiva de los peces. Para este periodo se identificaron 1 individuo inmaduro, 11 machos y 6 hembras, información que se utilizó para evaluar diferencias longitud total y peso entre sexos. Durante la segunda temporada, todos los peces estuvieron en estado de inmadurez o en regresión, pues sus gónadas no fueron identificables visualmente, lo que impidió la clasificación en macho o hembra (Tabla 1).

Tabla 1. Información de tallas, pesos, sexo e infección en los peces capturados para análisis parasitológico por temporadas.

	Temporada 1	Temporada 2
N	18	28
Longitud total (LT) mm	354.72 ± 27.3 (323-422)	252.88 ± 10.87 (230- 276)
Peso (g)	500 ± 78 (380- 660)	311.8 ± 60 (140- 390)
Machos	11	ND
Hembras	6	ND
No sexados	1	28
Infectados	8	11

No se detectaron diferencias significativas en la longitud total entre hembras y machos durante el periodo 1 (MW, U=26, p = 0.48), sin embargo las Buricas tuvieron una longitud total significativamente mayor durante la temporada 1 que durante la temporada 2 (MW, U= <0.01, p= <0.01).

En 19 de los 46 peces se encontraron parásitos (41%), la curva de acumulación de clench (Figura 3) indica que los datos se ajustaron al modelo ($a= 0.71$, $b= 0.06$, $R^2= 99.7\%$), la proporción de fauna registrada según el modelo es del 74% y de acuerdo a este la cantidad de unidades muestrales necesarias para registrar el 95% de la fauna parasitaria de *C. caballus* es de 324 peces.

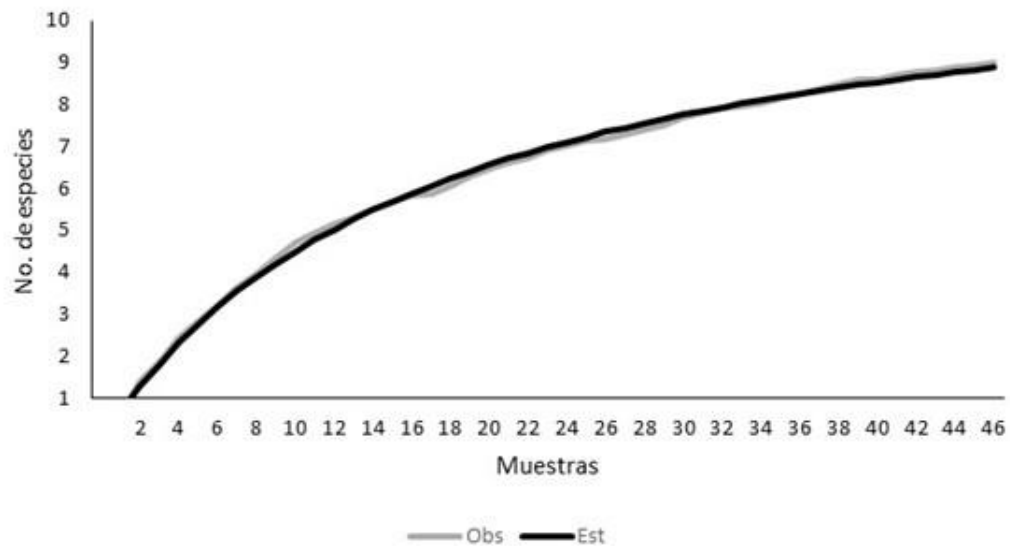


Figura 3. Curva de acumulación de Clench para los parásitos encontrados en *C. caballus*. Obs: especies observadas, Est: especies calculadas por el modelo.

6.1. Composición de especies de parásitos en la Burica (*Caranx caballus*)

Se recolectaron 16 individuos de parásitos en la temporada 1 y 32 en la temporada 2. Se encontraron representantes de los filos Platyhelminthes: clases Monogenea y Trematoda, subclase Digénea, y Arthropoda: subfilo Crustacea, clase Maxillopoda, subclase Copepoda. Los copépodos fueron los mejor representados en cuanto a riqueza (5 spp., 55%) y abundancia (18 individuos, 56%) respecto al total de parásitos observados. Los monogéneos siguen en orden de riqueza con el 30% (3 spp.) y abundancia 31% (9 individuos). Los trematodos digéneos solo estuvieron representados por una especie (10%) y cuatro individuos (13%).

Se identificaron nueve especies de parásitos (Tabla 2): *Allopyragrophorus caballeroi*, *Pseudomazocraes selene*, *Monogénea* sp., *Stephanostomum* sp., *Caligus robustus*, *Caligus*

sclerotinosus, *Caligus* sp., *Caligus* sp.1 y *Lernanthropus* sp. La similitud entre los dos periodos fue del 66% (Indice de Jaccard). La prevalencia general y más alta la presentó el copépodo *Caligus* sp.1 (31%), también fue esta especie la más prevalente durante cada temporada (Temporada 1: 27.7% y temporada 2: 16%) el monogeneo con la prevalencia más alta fue *P. selene* (10.87%). El valor de prevalencia más bajo lo compartieron un monogeneo (*Monogenea* sp.) y el copépodo *Lernanthropus* sp. (3.1%).

Tabla 2. Composición de la comunidad de parásitos metazoarios de *C. caballus* en la zona Norte del Pacífico Colombiano. N: Número de individuos, In: No. de peces infectados.

Taxón	Temporada 1		Temporada 2		Total	
	N	In	N	In	N	In
Monogenea						
<i>Monogenea</i> sp.	-	-	1	1	1	1
<i>Pseudomazocraes selene</i>	4	3	2	1	6	4
<i>Allopyragrophorus caballeroi</i>	1	1	2	1	3	2
Digenea						
<i>Stephanostomum</i> sp.	2	2	2	2	4	4
Copepoda						
<i>Caligus robustus</i>	1	1	3	3	4	4
<i>Caligus sclerotinosus</i>	1	1	1	1	2	2
<i>Caligus</i> cf. <i>bonito</i>	1	1	-	-	1	1
<i>Caligus</i> sp. 1	5	5	5	4	10	9
<i>Lernanthropus</i> sp.	-	-	1	1	1	1

6.2. Infracomunidad y comunidad componente en la Burica (*Caranx caballus*)

La riqueza media de parásitos estuvo alrededor de 1.75 ± 0.7 especies por pez parasitado en la temporada 1 y 1.25 ± 0.45 especies por pez parasitado en la temporada 2. La abundancia media por pez parasitado fue de 1.9 ± 0.83 parásitos en la temporada 1 y 1.42 ± 0.51 en la temporada 2. El índice de Brillouin estuvo entre $0.597 - 0.347 \pm 0.22$ en la temporada 1 y

0.347 ± 0 con los valores más altos en promedio en la temporada 1 (T1: 0.4, T2: 0.35. $t=1.93$, $p= 0.07$).

La riqueza de especies de parásitos a nivel de comunidad componente varió significativamente entre temporadas (Temporada 1: 7 spp, temporada 2: 9 spp, $t= 0.73$, $p=0.469$). El número total de parásitos estuvo entre 15 en la temporada 1 y 17 en la temporada 2, presentando igualmente diferencias significativas entre temporadas (Kruskall- Wallis, $P= 0.633$). El copépodo *Caligus* sp.1 fue el más dominante (10 individuos, $IBP= 0.31$), este parásito fue también el que presentó la prevalencia más alta, por temporada y en general (Tabla 3). La diversidad de Shannon- Wiener mostró diferencias significativas entre temporadas, en la primera el valor fue $H'= 1.617$ y en la segunda temporada $H'= 2.034$, siendo esta más alta ($t= -1.617$, $p= 0.116$). Los parásitos *A. caballeroi*, *P. selene*, *C. robustus*, *C. esclerotinosus*, *Caligus* sp.1 y *Stephanostomum* sp., se colectaron en las dos temporadas. Todos los parásitos de la temporada 1 se encontraron en la temporada 2. *Monogenea* sp. y *Lernanthropus* sp. se presentaron solo en la temporada 2. Solo se encontraron dos individuos en estado inmaduro, ambos pertenecen al grupo de los copépodos y a la especie *C. robustus*, uno en cada temporada; el estado de desarrollo de estos copépodos corresponde al estado de Chalimus totalmente desarrollado.

Tabla 3. Parámetros de infección de *C. caballus* por temporada y general.

Especie	n	N	P	AM	IM	Rango	IE
Temporada 1							
<i>Pseudomazocraes selene</i>	3	4	16.67	0.22	1.33	1	38.89
<i>Allopyragrophorus caballeroi</i>	1	1	5.56	0.06	1	1	11.11
<i>Stephanostomum</i> sp.	2	2	11.11	0.11	1	1	22.22
<i>Caligus robustus</i>	1	1	5.56	0.06	1	1	11.11
<i>Caligus sclerotinosus</i>	1	1	5.56	0.06	1	1	11.11
<i>Caligus</i> sp. 1	5	5	27.78	0.28	1	1	55.56
<i>Caligus</i> sp.	1	1	5.56	0.06	1	1	11.11
Temporada 2							
<i>Monogéneo</i> sp.	1	1	3.57	0.04	1	1	7.14
<i>Pseudomazocraes selene</i>	2	1	3.57	0.04	1	1	7.14
<i>Allopyragrophorus caballeroi</i>	1	2	3.57	0.07	2	1-2	10.71
<i>Stephanostomum</i> sp.	2	2	7.14	0.07	1	1	14.29
<i>Caligus robustus</i>	3	3	10.71	0.11	1.25	1	21.43
<i>Caligus sclerotinosus</i>	1	1	3.57	0.04	1	1	7.14
<i>Caligus</i> sp. 1	4	5	14.29	0.18	1	1-2	32.14
<i>Caligus</i> sp.	1	1	3.57	0.04	1	1	7.14
<i>Lernanthropus</i> sp.	1	1	3.57	0.04	1	1	7.14
General (T1+T2)							
General	19	32	41.30	0.70	1.68	1-4	
<i>Monogéneo</i> sp.	1	1	2.17	0.02	1	1	4.35
<i>Pseudomazocraes selene</i>	4	6	10.87	0.13	0.83	1-2	23.91
<i>Allopyragrophorus caballeroi</i>	2	3	4.35	0.07	0.67	1-2	10.87
<i>Stephanostomum</i> sp.	3	4	6.52	0.09	0.75	1-2	15.22
<i>Caligus robustus</i>	4	4	8.70	0.09	1	1	13.04
<i>Caligus sclerotinosus</i>	2	2	4.35	0.04	1	1	8.70
<i>Caligus</i> sp. 1	9	10	17.39	0.22	0.8	1-2	39.13
<i>Caligus</i> sp.	1	1	2.17	0.02	1	1	4.35
<i>Lernanthropus</i> sp.	1	1	41.30	0.70	1.68	1	8.70

n: número de peces infectados, *N*: número de parásitos, *P*: prevalencia, *AM*: abundancia media, *IM*: intensidad promedio, *IE*: importancia específica. General: incluye todos los parásitos sin discriminar especie o grupo taxonómico.

6.3. Ubicación de los parásitos en la Burica (*Caranx caballus*)

La mayor proporción de especies de parásitos se encontraron en las branquias (88%) el resto se ubicaron en el esófago, en este caso fue una sola especie (*Stephanostomum* sp.). Dentro

de los hábitats espaciales disponibles en las branquias, los más utilizados fueron los arcos 1 y 2 del lado derecho, y en ellos la posición externa de la porción media (S2) fue donde se establecieron la mayoría de parásitos (Tabla 4).

Tabla 4. Distribución espacial de los parásitos en las branquias de *C. caballus*

Parásito	Lado		Arco				Posición		Sección		
	Der	Izq	1	2	3	4	Int	Ext	1	2	3
<i>Pseudomazocraes selene</i>	3	1	1	3	-	-	3	2	2	3	-
<i>Allopyragrophorus caballeroi</i>	3	-	-	3	-	-	3	-	3	-	-
<i>Monogeneo</i> sp.	-	1	-	1	-	-	1	-	-	1	-
<i>Caligus robustus</i>	3	-	2	1	-	-	2	1	-	2	1
<i>Caligus sclerotinosus</i>	2	-	-	3	-	-	-	2	-	-	4
<i>Caligus</i> cf. <i>bonito</i> .	-	1	-	1	-	-	1	-	-	1	-
<i>Caligus</i> sp 1	7	2	2	5	2	-	3	6	1	6	1
<i>Lernanthropus</i> sp.	1	-	-	1	-	-	-	1	1	-	-
Total	19	5	5	18	2	0	13	12	7	13	6

6.4. Distribución espacial de los parásitos asociados a la Burica (*Caranx caballus*)

El análisis de la distribución espacial de los parásitos mediante índices de dispersión la cual se aplicó a las especies con mayor prevalencia en general, mostró que los parásitos se ubican en su mayoría de una forma contagiosa o agrupada. Particularmente *P. selene*, *A. caballeroi* y *Caligus* sp. 1 mostraron este patrón consistente para cada índice. Las especies *Stephanostomum* sp. y *C. robustus* por su parte mostraron diferentes formas de distribución según cada índice (Tabla 5).

Tabla 5. Índices de agregación espacial de los parásitos más prevalentes de *C. caballus*. S1: *P. selene*, S2: *A. caballeroi*, S3: *Stephanostomum* sp., S4: *C. robustus* y S5: *Caligus* sp.1. Int: Interpretación.

Índice	S1	Int	S2	Int	S3	Int	S4	Int	S5	Int	General	Int
<i>K (ID)</i>	1.23	c	1.64	c	0.93	u	0.91	u	1.27	c	1.21	c
<i>p</i>	0.14		0.00		0.60		0.64		0.16		0.16	
<i>ICS</i>	0.23	c	0.64	c	-0.70	u	-0.09	u	0.00	a	0.21	c
<i>IG</i>	0.01	c	0.01	c	0.00	a	0.00	a	0.01	c	3.38	c
<i>ICF</i>	0.57		0.10		-1.30		-1.22		48.91		3.38	
<i>IMC</i>	0.36	c	0.70	c	0.03	c	0.02	c	0.22	c	0.9	c
<i>IP</i>	2.76	c	10.77	c	0.23	c	0.18	c	2.49	c	1.29	c
<i>I_m</i>	3.07	c	15.33	c	0.00	u	0.00	a	2.80	c	1.3	c

Int: Uniforme (u), Conglomerada (c), Aleatoria (a). *K*: <1=u, >1=c, =1=a, *ICS*: <0=u, >0=c, =0=a, *IG*: <0=u, >0=c, =0=a, *IMC*: <AM=u, >AM=c, =AM=a (donde AM es la abundancia media), *IP*: <1=u, >1=c, =1=a, *I_m*: <1=u, >1=c, =1=a.

La coocurrencia de especies de parásitos se presentó en cuatro peces de la temporada 1 y en tres de la temporada 2. La coocurrencia de individuos de la misma especie por su parte se presentó en dos peces de la primera temporada, en la segunda temporada se presentó en un solo individuo.

6.5. Composición de la dieta de la Burica (*Caranx caballus*)

El análisis alimentario mostró que la dieta de los peces revisados incluyó 11 items: crustáceos (Megalopas, Mysidaceos, Stomatopodos, Isopodos, Anfípodos y camarones, peces (larvas), salpas, escamas de pez, poliquetos y restos vegetales (Figura 3, Tabla 6). El índice de vacuidad general fue del 69.5%, los ítems más abundantes en términos de número de individuos fueron los crustáceos y dentro de estos las Megalopas (estadio temprano de desarrollo del infraorden Brachyura, cangrejos) (Figura 3).

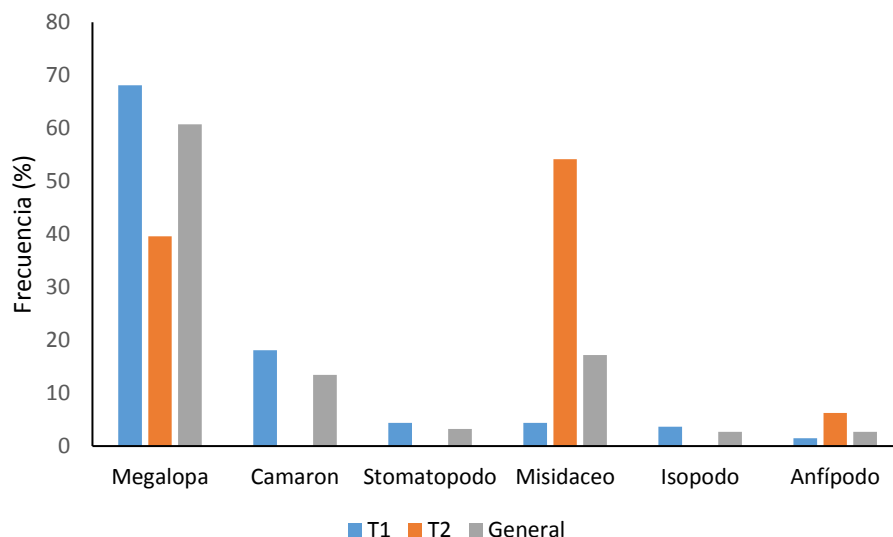


Figura 3. Composición de los crustáceos en la dieta de *C. caballus* en las temporadas 1 y 2 (T1 y T2).

Tabla 6. Composición de la dieta de *C. caballus*. Fr: frecuencia %, N: Número de individuos que pertenecen a la categoría.

Categoría	T1		T2		General	
	Fr (%)	N	Fr (%)	N	Fr (%)	N
Crustáceos	44.44	48	78.57	138	30	42.86
Salpas	5.56	2	21.43	10	7	10.00
Escamas	5.56	1	39.29	38	12	17.14
Poliquetos	-	-	14.29	5	4	5.71
Larvas de pez	5.56	1	53.57	27	16	22.86
Restos vegetales	5.56	1	14.29	5	1	1.43

La comparación de la diversidad de los ítems alimentarios entre temporadas mostró diferencias significativas ($t = -3.38$, $p = 0.01$) siendo la diversidad de ítems en la temporada 2 más alta (Tabla 7).

Tabla 7. Comparación del índice de diversidad de Shannon- Wiener para los ítem alimentarios de *C. caballus* encontrados en las dos temporadas. S: riqueza, N: No. de individuos, Var: Varianza

Temporada	S	N	H'	Var
T1	7	53	1.23	0.018
T2	10	218	1.73	0.004
Comparación				
t:	-3.377	df:	80.97	p: 0.001

En cuanto al cálculo de la importancia relativa de cada presa en la dieta de *C. caballus*, los crustáceos fueron el único ítem que reportaron un valor alto, aportando el 60% de la abundancia de individuos observados. Las escamas de pez y las larvas de peces siguieron en orden de importancia pero reportando porcentajes muy bajos (Tabla 8).

Tabla 8. Importancia de los ítem alimentarios observados en *C. caballus*.

	Fr	FA	N	FR	IIR	Importancia
Crustáceos	30	93.75	186	68.63	64.35	Alta
Salpa	7	21.87	12	4.43	0.97	Baja
Escamas	12	37.5	39	14.39	5.40	Baja
Resto vegetal	1	3.12	1	0.37	0.01	Baja
Larva pez	16	50	28	10.33	5.17	Baja
Poliqueto	4	12.5	5	1.85	0.23	Baja

Fr: Frecuencia (No. de estómagos con el ítem), FA: Frecuencia numérica, N: Abundancia, FN: Porcentaje de frecuencia numérica, IIR: índice de importancia relativa.

6.6. Registros de condiciones ambientales

Los datos de variables ambientales fueron puntuales por cada sitio de muestreo al momento de iniciar la pesca, por lo tanto no se componen de datos consecutivos lo cual no permite el análisis estadístico y la comparación se limita a lo que se puede observar al comparar los valores registrados (Tabla 9)

Tabla 9. Registro de variables ambientales por sitio de muestreo y temporada.

Localidad	T (°C)		OD%		OD (mg/L)		C (μS/cm ²)		S (PSS)	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
La Tebada	27.1	28.9	84.5	165	5.79	10.51	42728	45295	26.24	26.96
Punta Piñas	27.2	28	90	169.3	6.16	11.42	43528	44908	26.7	27.15
Bahía Solano	27.4	28.1	130.6	160	8.4	9.58	24094	44123	25.68	26.7

T: temperatura, OD%: saturación de OD, OD: oxígeno disuelto, C: conductividad, S: salinidad.

7. DISCUSIÓN

Este es el primer estudio que reporta la parasitofauna para *C. caballus* en Colombia. En este caso la carga de parásitos está representada por varias especies que ya han sido reportadas para este pez en otras latitudes, aun así tres copépodos (*Caligus sclerotinosus*, *Caligus* sp., *Caligus* sp.1), un monogéneo (*Monogenea* sp.) y un digeneo (*Stephanostomum* sp.) son nuevos reportes.

El análisis cuantitativo determinó que en este caso en particular ni la longitud total (LT), ni el sexo de los peces estuvo significativamente relacionado con la prevalencia esto ya ha sido observado en otras localidades, particularmente el primer estudio de los parásitos de *C. caballus*, donde se encontró que no hubo relación de la LT dentro de dos de tres localidades estudiadas (Violante- Gonzales *et al.*, 2016).

Los crustáceos, principalmente el infraorden Brachiura son el ítem más importante. Este resultado es consistente con lo reportado por el análisis alimentario realizado en 2012 por Saucedo- Lozano y colaboradores, al menos para el mes de abril. Sin embargo para el mes de enero en su estudio la composición de la dieta estuvo dominada por cnidarios y moluscos, situación diferente a lo encontrado en este análisis donde los crustáceos igual que en abril fueron predominantes.

Se observa también que en la dieta encontrada en ambas temporadas todos los peces

consumidos que se identificaron estaban en estado larval, situación que puede explicar la ausencia de parásitos nematodos, los cuales normalmente utilizan a peces (e.g. Engraulidos y Clupeidos) como hospederos intermediarios, los cuales pueden ser parasitados en estados más avanzados de desarrollo (Anderson, 2000).

La asociación significativa de la LT con la temporada y la localidad puede estar relacionada con la utilización diferencial de hábitats de los peces según su estado de desarrollo. Se ha demostrado que los peces en estados juveniles o inmaduros pueden hacer uso de recursos diferentes a los que de las poblaciones adultas o en estado reproductivo, debido a necesidades particulares de alimento y protección. Esta estructuración diferencial de las poblaciones de peces se puede relacionar igualmente con la carga parasitaria, de tal manera que las infracomunidades y comunidades componentes de parásitos se modelarán por las condiciones propias de cada y hábitat y de los recursos que los hospederos aprovechan, además de la posición que estos ocupan en cada uno de ellos, donde la ubicación en la trama trófica puede tener una fuerte influencia en su papel de hospederos intermediarios o definitivos de cada especie parásita (Lafferty, 2013).

Se ha establecido que los parásitos tienen afinidad por ciertos hospederos así como por determinados órganos y que ésta preferencia espacial está correlacionada con factores fisiológicos, ambientales, ecológicos y físicos (Kennedy 1975). Por otro lado las preferencias de parásitos por algunas zonas de infestación no son consideradas, necesariamente, como resultado de un proceso de competencia interespecífica (Rhode 1982), puesto que cualquier proceso de competencia tiene como pre-requisito la saturación de los nichos o espacios disponibles, lo que es poco común en peces marinos (Rhode, 1991) y que en este estudio

también fue observado, basados en la poca abundancia y riqueza de parásitos por hospedero y los valores bajos de las prevalencias en cada temporada.

Holmes (1990) observó que la mayoría de los parásitos se comportan como especies generalistas, sin embargo, algunas son especialistas a nivel del género del hospedero, las cuales se presentan como especies dominantes. En este caso se confirma para parásitos como los Calígidos, *C. robustus* y *C. sclerotinosus* que han sido reportados para otras especies y en los que se confirma su amplia distribución. Violante- González (2006) encontró que las comunidades en los dos niveles (infracomunidad y comunidad componente) de todos los hospederos muestreados fueron pobres en cuanto a número de especies, con alta dominancia y no saturadas en especies. Se estableció además que a nivel de comunidad componente, el número de especies de parásitos varió significativamente, siendo similar a los registros previos obtenidos para otras especies de la familia Carangidae. Las comunidades componentes, al igual que las infracomunidades de parásitos de *C. caballus* presentaron un patrón similar: bajo número de especies, poca diversidad y dominancia de una sola especie.

Ambientalmente hablando cuando las especies responden de manera similar a las características específicas de sus ambientes (e.g. productividad, disponibilidad de alimento, perturbación) se espera que sitios similares contengan especies similares que potencialmente interactúan, de acuerdo a esto las comunidades podrían mostrarse reguladas con estructura equilibrada (Sousa, 1994), si no, entonces lo que se busca es saber si no hay una estructura identificable en absoluto, esto con base en la presencia de especies, riqueza y/o la diversidad entre comunidades definidas en la misma escala (Rosenzweig, 1995), de esta manera la

variación ambiental observada entre los parámetros medidos en cada temporada explicaría la diferencia en la diversidad de la comunidad componente de parásitos de *C. caballus*.

8. CONCLUSIONES

- La fauna parasitaria de *C. caballus* a nivel de infracomunidad se compuso especies con intensidades bajas y poca coocurrencia por hospedero.
- La comunidad componente se caracterizó por estar compuesta de pocas especies (9 en total) y por la ausencia de grupos taxonómicos de parásitos que han sido importantes en reportes previos como es el caso de los nematodos.
- Los copépodos fueron el grupo mejor representado en la comunidad de parásitos de *C. caballus*.
- De las nueve especies encontradas, tres son nuevos reportes para la especie.
- Todos los parásitos encontrados se constituyen en nuevos reportes para la fauna colombiana.
- Los análisis espaciales mediante índices mostraron que la mayoría de parásitos presentaron una distribución agregada (contagiosa)
- El análisis de la dieta de *C. caballus*, mostró que el ítem más importante en la dieta de los peces analizados son los crustáceos, principalmente del infraorden brachyura, en estado larval. La composición dietaria puede explicar la ausencia de grupos como los nematodos.

9. LITERATURA CITADA

- Álvarez-León, R. y Overstreet, R. M., 2003. First report of *Caranx hippos* (Pisces, Carangidae), as host of *Lernaeolopus striatus* (Copepoda, Lernaeolopidoidae), in the Colombian Caribbean coast. *UCR-Rev. Biol. Trop.*, 51 (1): 275.
- Anderson RC, 2000. *Nematode parasites of vertebrates. Their development and transmission*. Second edition. C. A. B. International, Wallingford, Oxon (UK), 578 p.
- Argáez-García, N. 2003. Comunidades de helmintos parásitos intestinales del “pargo mulato” *Lutjanus griseus* Linneo, 1758 (Pisces: Lutjanidae) en un ambiente marino y uno estuarino del Estado de Yucatán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, México. 157 pp.
- Barger, M. A. 2006. Spatial heterogeneity in the parasite communities of Creek chub (*Semotilus atromaculatus*) in southeastern Nebraska. *Journal of Parasitology* 92: 230-235.
- Begon M., Harper, J. L. y Townsend, C. R. 1996. *Ecology: Individuals, populations and communities*. Third Edition. Blackwell Scientific Publications.
- Benz, G.W. y Bullard, S.A. 2004. Metazoan parasites and associates of Chondrichthyans with emphasis on taxa harmful to captive host. pp. 325-416. In: The elasmobranch husbandry Manual: Captive care of sharks, Rays and their Relatives. *Ohio Biological Survey*, USA.
- Boada, M., Bashirullah, A., Alió J., Ortíz, L. 2015. Distribución espacial y descriptores comunitarios de ectoparásitos en branquias de Cojinúa, *Caranx ruber* (Bloch, 1973) de Santa Cruz, Estado Sucre, Venezuela. *Saber, Universidad de Oriente, Venezuela*. Vol. 27 No. 2: 242- 252.
- Boxshall, G.A., Halsey, S.H. 2004. *An introduction to copepod diversity*, vol 1 and 2. The Ray Society, London
- Bunkley-Williams, L. B.; Williams, E. H. y Garzón-Ferreira, J., 1999. Some isopods and copepod parasites Crustacea of Colombian marine fishes. *Carib. J. Sci.*, 35 (3-4): 311-314.

- Burseý C.R., Goldberg S.R., Parmelee J.R. 2001. Gastrointestinal helminths of 51 species of anurans from Reserva Cuzo Amazonico, Peru. *Comp Parasitol* 68: 21-35.
- Bush, A.; Holmes, J. Intestinal parasites of lesser scaup ducks: patterns of association. *Can. J. Zool.* 64: 132-141. 1986.
- Bush A.O., Lafferty K.D., Lotz J.M. y Shostak A.W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *J. Parasitol.*, 83: 575-583.
- Casas-Valdez, M. 2004. La region marina del noroeste de Mexico: Oportunidades, su potencial y necesidades de investigacion cientifica y tecnologica. En 3a Reunion sobre legislacion y politica enciencia, tecnologia y educacion superior en la region noroeste . IPN. http://www.foroconsultivo.org.mx/eventos_realizados/10_agosto/presentaciones/casas.pdf.: Ultimo acceso: Diciembre 25, 2007.
- Castañeda-Valbuena, L. S., Carvajal, H. y Vélez, I., 2003. Algunos tremátodos digenéos de peces marinos de Charambirá. *UDAREv. Actualidades Biológicas*, 25 (79): 147-155.
- Chisholm, L.A. y Whittington, I.D. 2003. Invasion of the shovelnose ray (*Rhinobatos typus*) by *Neoheterocotyle rhinobatidis* and *Merizocotyle icopae* (Monogenea: Monocotylidae). *Parasitology*, vol. 127, pp. 561-570.
- Clarkc, K.R., Gorley, R.N. 2006 *PRIMER v6: User Manuall Tutorial* PRIMER-E: Plymouth
- Clarke, K.R., Warwick, R.M., 2001 *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edition*. PRIMER-E: Plymouth
- Esch. G.W y J.C. Fernández. 1993. *A functional biology of parasitism: Ecology and Evolutionary implications*. Chapman and Hall. London. 337 pp.
- Eslava J, 1993. Climatología. En Leiva P (ed). *Colombia Pacífico*. Fondo para la protección del medio Ambiente, FEN. Bogotá, Colombia. 137- 147 pp.
- Froese, R. y D. Pauly. 2010. FishBase. World Wide Web Electronic Publication. www.fishbase.org. version (02/2014).
- Fundación SQUALUS, 2008. Pesquería Artesanal de la Zona Norte del Pacífico Colombiano: Aportando herramientas para su co-manejo, Informe Técnico Final. 43 p.

- Galeano, M. L. y Romero, M. 1979. Contribución al conocimiento de parásitos de peces en la Ciénaga Grande de Santa, I. Familia Acanthocolpidae (Trematoda, Digenea). *An. Inst. Invest. Mar. Punta de Betín*, 11: 195-217.
- Gallardo-Cabello, M., E. Espino-Barr, A. García-Boa, E.G. Cabral-Solís y M. Puente-Gómez. 2007. Study of the Growth of the Green Jack *Caranx caballus* Günther 1868, in the coast of Colima, Mexico. *J. Fish. Aquat. Sci.* 2: 131-139.
- Giraldo A., Valencia B., Martínez T. y Ramírez D. 2008. Condiciones Oceanográficas en Punta Cruces y Cabo Marzo. En Giraldo A y Valencia B (eds). *Chocó, Paraíso por Naturaleza: Punta Cruces y Cabo Marzo*. Departamento de Biología, universidad del Valle. Cali- Colombia. 93 p.
- Giraldo A., Valencia B., Acevedo J.D. y Rivera M. 2011. Protocolo para la obtención de datos oceanográficos y de plancton. En: Giraldo A. y Moreno X., Ed. *Protocolos de investigación en ecosistemas terrestres, intermareales, submareales y pelágicos para el Parque Nacional Natural Gorgona*. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad del Valle. Cali, Colombia. 218 p.
- González M. y Oliva M. 2006. Similarity and structure of the ectoparasite communities of rockfish species from the southern Chilean coast in a temporal scale. *Parasitology* 133: 335-343.
- Grenfall B, y Harwood H, 1997. (Meta) population dynamics of infectious diseases. *Trends in Ecology and Evolution*, 12(10): 395-399.
- Herrmann K. y Sorensen R. 2009. Seasonal dynamics of two mortality-related trematodes using an introduced snail. *The Journal of Parasitology* 95(4): 823-828.
- Hoffman, G.L. 1999. *Parasites of North American Freshwater Fishes*. Cornell University Press, Ithaca y London. 539p.
- Holmes, J.C. 1961. Effects of concurrent infections on *Hymenolepis diminuta* (Cestoda) and *Moniliformis dubius* (Acanthocephala). I. General effects and comparison with crowding. *Journal of Parasitology* 47: 209-216.

Holmes, J.C. 1962. Effects of concurrent on *Hymenolepis diminuta* (Cestoda) and *Monileformis dubius* (Acanthocephala). II. Effects on growth. *Journal of Parasitology* 48: 87-96.

Holmes, J.C. 1973. Host selection and its consequences. En: *Ecological aspects of parasitology* (ed C. R. Kennedy). North-Holland Publ. Co. Amsterdam 21-39 p.

Holmes, J.C. 1987. The structure of helminth communities. *International Journal for Parasitology* 17: 203–208.

Holmes, J.C. 1990. Helminth communities in marine fishes En: *Parasites communities: patterns and processes*. (Eds Esch, G. W., Bush, A. O. and Aho, J. M.). London: Chapman and Hall, pp. 101-130.

Holmes, J.C. y P. W. Price. 1986. Communities of parasites. En: Anderson D. J. y J. Kikkawa (eds) *In community ecology: pattern and processes*: 187-213. Blackwell Scientific Publications, Oxford, United Kingdom.

Iannacone, J., Alvarino, L. y Bolognesi, B. 2007. Aspectos cuantitativos de los metazoos parásitos del muy muy Emerita análoga (*Stimpson*) (*Decapoda, Hippidae*) en Chorrillos, Lima, Perú. *Neotropical Helminthology*, vol. 1, pp. 59-67.

Iannacone, J., Cárdenas-Callirgos, J. y Alvarino, L. 2010a. Ecología comunitaria de los parásitos de la chilindrina *Stromateus stellatus* (Cuviers, 1829) (Perciformes: Stromateidae) de la zona costera de Chorrillos, Lima, Perú. *Neotropical Helminthology*, vol. 4, pp. 159-167.

Iannacone, J, Morón, L & Guizado, S. 2010b. Variación entre años de la fauna de parásitos metazoos de *Sciaena deliciosa* (Tschudi, 1846) (Perciformes: Sciaenidae) en Lima, Perú. *Latin American Journal of Aquatic Research*, vol. 38, pp. 218-226.

Iannacone, J y Alvarino, L. 2011. Aspectos cuantitativos de los parásitos del pejesapo *Sicyases sanguineus* (Müller & Troshel, 1843) (Perciformes: Gobiesocidae) de la zona costera de Chorrillos, Lima, Perú. *Neotropical Herlminthology*, vol. 5, pp. 56- 72.

Iannacone, J., Sánchez, V., Olazábal, n., Salvador, C., Alvarino, L., Molano, J. 2012. Indices Ecológicos de los Parásitos de *Scartichthys gigas* (STEINDACHNER, 1876)

(PERCIFORMES: BLENNIIDAE) de las costas de Lima, Perú. *Neotrop. Helminthol.*, 6(2), 2012

Jiménez- Valverde, A. y Hortal, j. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, Vol. 8, 31- XII- Pp. 151- 161.

Kennedy C. 1975. *Ecological Animal Parasitology*. Blackwell Scientific Publication, London, England, pp. 163.

Kennedy, C.R., J. Bush y M. Aho. 1986. Patterns in helminth communities: Why are bird and fishes different?. *Parasitology* 93: 205-215.

Kennedy, C.R., y H. Williams. 1989. Helminth parasite community diversity in a marine fish *Raja batis*. L. *Journal of Fish Biology* 34: 971-972

Kennedy, C.R. 1993. The dynamics of intestinal helminth communities in eels *Anguilla Anguilla* in a small stream: Long-term changes in richness and structure. *Parasitology* 111: 233-245.

Kennedy, C.R. y A.O. Bush. 1994. The relationship between pattern and scale in parasites communities: A stranger in a strange land. *Parasitology* 109: 187-196.

Kennedy, C.R. 1995. Richness and diversity of macroparasite communities in tropical eels *Anguilla reinhardtii* in Queensland, Australia. *Parasitology* 111: 1-13.

Knoff, M., J.L. Luque, y J.F.R. Amato. 1997. Community ecology of the metazoan parasites of grey mullets, *Mugil platanus* (Osteichthyes: Mugilidae) from the littoral of the state of Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 57: 441–454.

Lafferty, K.D. 1997. Environmental parasitology; what can parasites tell us about human impacts on the environment? *Parasitol Today* 13: 251-255.

Luque, J.L., y M.E. Oliva. 1999. Metazoan parasite infracommunities of *Menticirrhus* (Teleostei: Sciaenidae): An amphi-oceanic approximation. *Journal of Parasitology* 85: 379-381.

- Luque JL y R Poulin, 2007. Metazoan parasite species richness in Neotropical fishes: hotspots and the geography of biodiversity. *Parasitology* 34: 865-878.
- Madhavi, R., y B.K. Sai Ram. 2000. Community structure of helminth parasites of the tuna, *Euthynnus affinis*, from the Visakhapatnam coast, Bay of Bengala. *Journal of Helminthology* 74: 337-342.
- Magurran. A. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 175 pp.
- Mair, J.M., Cipriani, R., Guzmán, H.M. y Usan, D. 2012. Fishery of the Green Jack *Caranx caballus* (Osteichytes: Carangidae) in Las Perlas Archipelago, Pacific Panama. *Rev. Biol. Trop. Vol. 60 (3): 1271- 1288*.
- Marcogliese D.J. 1995: The role of zooplankton in the transmission of helminth parasites to fish. *Rev. Fish Biol. Fish.* 5: 336–371.
- Marcogliese, D.J., A.D. Gendron., C. Plante., M.Cyr.D. Fournier. 2006. Parasites of spottail shiners (*Notropis hudsonius*) in the St. Lawrence Reiver: effects of municipal effluents and habitat. *Can. J. zool.* 84: 1461-1481.
- Moravec F, 1995. *Parasitic nematodes of freshwater fishes of Europe*. Prague and Dordrecht, Boston, London, Academia and Kluwer Academic publishers, 477 p.
- Moravec F, 1998. *Nematodes of freshwater fishes on the neotropical region*. Academia, Prague, 464 pp.
- Moreno. C.E. 2000. *Manual de métodos para medir la biodiversidad*. Editorial Xalapa, Universidad de Veracruz, México. Vol 1, 84p.
- Mouritsen, K.N., Tompkins, D.M., Poulin, R. 2005. Climate warming may cause a parasite-induced collapse in coastal amphipod populations. *Oecologia*. 146(3):476-483.
- Muñoz, G. y Delorme, M. 2011. Variaciones temporales de las comunidades de parásitos en peces intermareales de Chile central: hospedadores residentes vs temporales. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, Vol. 46, N°3: 313-327.

- Ottersen, G., B. Planque., A. Belgrano., E. Post., P.C. Reid., N.C. Stenseth. 2001. Ecological effects of the North Atlantic Oscillation. *Oecologia* 128: 1-14.
- Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto, Osorio-Sanabria. D. y V. León Règagnón. 1996. Listado faunístico de México VI. Helmintos parásitos de peces de aguas continentales de México. Universidad Autónoma de México, Instituto de Biología, México. 100 pp.
- Pérez-Ponce de León, G., García-Prieto, L., Mendoza-Garfias, B., León-Règagnon, V., Pulido-Flores, G., Aranda-Cruz, C., et al. (1999). *I.X. Biodiversidad de helmintos parásitos de peces marinos, estuarinos de la Bahía de Chamela, Jalisco. Listados Faunísticos de México*. México, D.F.:Universidad Nacional Autónoma de México.
- Perez-del-Olmo A., Fernandez M., Raga J.A., Kostadinova A., Morand S. 2009. Not everything is everywhere: the distance decay of similarity in a marine host– parasite system. *J. Biogeogr.* 36, 200–209.
- Poole, R.W. 1974. *An introduction to quantitative ecology*. New York, McGraw-Hill Book Company. 532 p.
- Poulin R, Valtonen ET, 2002. The predictability of helminth community structure in space: a comparison of fish populations from adjacent lakes. *Int. J. Parasitol.* 32, 1235–1243.
- Poulin R, 2003. The decay of similarity with geographical distance in parasite communities of vertebrate hosts. *J. Biogeogr.* 30, 1609–1615.
- Poulin, R., Mouritsen, K.N. 2006. Climate change, parasitism and the structure of intertidal ecosystems. *Journal of Helminthology*. 80(2):183-191.
- Poulin R. 2007. Are there general laws in parasite ecology?. *Parasitology* 134: 763 -776.
- Poulin, R. 2010. Latitudinal gradients in parasite diversity: bridging the gap between temperate and tropical areas. *Neotropical Helminthology* 4: 169-177.
- Putman, R.J. 1994. *Community ecology*. Chapman and Hall Press. London 178 pp.
- Reiczigel J, Rózsa L 2005. Quantitative Parasitology 3.0. Budapest. Distributed by the authors.

Rigby, M.V., Zj. C. Holmes, T.H. Cribb, y S. Morand. 1997. Pattern of species diversity in the gastrointestinal helminths of coral reef fish, *Epinephelus merra* (Serranidae), from French Polynesia and South Pacific Ocean. *Canadian Journal of Zoology* 75: 1818-1827.

Robertson, D.R. y G.R. Allen. 2008. Shorefishes of the Tropical Eastern Pacific online information system. Version 1.0 (2008). Smithsonian Tropical Research Institute, Panamá. (<http://www.neotropicalfishes.org/sftep>, www.stri.org/sftep).

Rohde, K. 1982. Ecology of marine parasites. University of Queensland Press, New York. 345 p.

Rohde, K. 1984. Ecology of marine parasites. *Helgol. Wiss. Meeresunters.* 37: 5-33.

Rhode K. 1991. Intraspecific and interspecific interactions in low density populations in resource-rich habitats. *Oikos*. 60(1):91-104.

Rohde, K. Hayward, M. Heap y D. A. Gosper. 1994. A tropical assemblage of ectoparasites: Gill and head parasites of *Lethrinus miniatus* (Teleostei: Lethrinidae). *Internacional Journal for Parasitology* 24: 1031-1053.

Rohde, K, Hayward, C y Heap, M. 1995 Aspects of the ecology of metazoan ectoparasites of marine fishes. *International Journal for Parasitology*, vol. 25, pp. 945-970.

Rohde, K., y M. Heap. 1998. Latitudinal differences in species and community richness and in community structure of metazoan endo and ectoparasites of marine teleost fish. *International Journal of Parasitology* 28: 464-474.

Rosenberg, MS & Anderson, CD. 2011. PASSaGE: Pattern Analysis, Spatial Statistics and Geographic Exegesis. Version 2. *Methods in Ecology & Evolution*, vol. 2, pp. 229-232.

Rosenzweig, M. L. 1995. *Species diversity in space and time*. Cambridge University Press, New York.

- Rózsa L, Reiczig J, Majoros G 2000. Quantifying parasites in samples of hosts. *Journal of Parasitology* 86: 228-232.
- Saucedo- Lozano, M., Bernal- Ornellas, I.H., Espino- Barr, E., Garcia- Boa, A., Puente- Gómez, M. 2012. Feeding Habits of the Green Jack (*Caranx caballus* Günther, 1868) on the Coast of Manzanillo, Colima, México. *The Open Marine Biology journal*, 6, pp 28-37.
- Soberón, J. y J. Llorente 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conserv. Biol.*, 7: 480-488.
- Sousa, W. P. 1994. Patterns and processes in communities of helminth parasites. *Trends in Ecology and Evolution*, 9:52-57.
- Stearns, S.C. 1992. *The evolution of life histories*. Oxford University Press, Oxford.
- Stenseth, N.C., A. Mysterud., G. Ottersen., J.W. Hurrell., K.S. Chan., M. Lima. 2002. Ecological effects of climate fluctuations. *Science* 297: 1292-1296.
- Takemoto, R.M., J.F.R. Amato, y J.L. Luque. 1996. Comparative analysis of the metazoan parasite communities of leatherjackets, *Oligoplites palometa*, *O. saurus*, and *O. saliens* (Osteichthyes: Carangidae) from Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 56: 639 – 650.
- Thatcher V. 1993. Trematódeos neotropicais. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia, Presidencia de la Republica, Ministerio de Ciencia e Tecnología. Editora *Calderaro* 553 p.
- Thieltges, D. W. y K. Reise. 2007. Spatial heterogeneity in parasite infections at different spatial scales in an intertidal bivalve. *Oecologia* 150: 569-581.
- Thompson, J.N. 1994. *The coevolutionary process*. The University of Chicago Press, Chicago.

Timi JT, Poulin R, 2003. Parasite community structure within and across host populations of a marine pelagic fish: how repeatable is it? *Int. J. Parasitol.* 33, 1353–1362.

Timi J.T., Lanfranchi A.L. y Luque J.L. 2010. Similarity in parasite communities of the teleost fish *Pinguipes brasilianus* in the southwestern Atlantic: Infracommunities as a tool to detect geographical patterns. *International Journal for Parasitology* 40: 243-254.

Turner, M.G. 1989. *Landscape ecology*: The effect of pattern and process. *Annual Review of Ecological Systems*, 20:171-197.

Vales D.G., García NA, Crespo EA y Timi JT. 2011. Parasites of a marine benthic fish in the Southwestern Atlantic: searching for geographical recurrent patterns of community structure. *Parasitol Res* (2011) 108:261–272.

Vélez, I., 1978. Algunos tremátodos (Digenea) de peces marinos del norte de Colombia. *An Inst. Invest. Mar. Punta de Betín*, 10: 223-243.

Vidal-Martínez VM, Aguirre-Macedo ML, Scholz T, González-Solís D, y Mendoza-Franco EF, 2002. - *Atlas de los helmintos parásitos de cíclidos de México*. Instituto Politécnico Nacional, México, 183 p.

Vidal-Martínez, V. y C. R. Kennedy. 1998. Potential interactions between the intestinal helminths of the cichlid fish *Cichlasoma synspilum* from southeastern Mexico. *Journal of Parasitology* 86: 691-695.

Vidal-Martínez V, Poulin R, 2003. Spatial and temporal repeatability in parasite community structure of tropical fish hosts. *Parasitology* 127, 387–398.

Vidal-Martínez, V. M., M. L. Aguirre-Macedo, R. Del Rio-Rodríguez, G. Gold-Bouchot, J. O. Rendón-von y G. A. Miranda-Rosas. 2006. The pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum*, its symbionts and helminths as biondicators of chemical pollution in Campeche Sound, Mexico. *Journal of Helminthology* 80: 1-17.

Violante-González, J. 2006. Comunidades de parásitos metazoarios de peces, en dos lagunas costeras del estado de Guerrero, México. Tesis Doctoral, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad de Mérida – CINVESTAV. 154 pp.

- Violante- Gonzáles, j., Gallegos- Navarro, Y., Monks, S., García- Ibañez, S., Rojas- Herrera, A., Pulido- Flores, G., Villerías- Salinas, S., Larumbe- Morán, E. 2016. Parasites of the green jack *Caranx caballus* (Pisces: Carangidae) in three locations from Pacific coasts of Mexico, and their utility as biological tags. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87: 1015–1022
- Walther, G.R., E. Post., P. Convey., A. Menzel., C. Parmesan., T.J.C. Beebee., J.M. Fromentin., O. Hoegh-Guldberg., F. Bairlein. 2002. Ecological responses to recent climate change. *Natura* 416: 389-395.
- Silva, M. y J. Stuardo. 1985. Alimentación y relaciones tróficas generales entre algunos peces demersales y el bentos de Bahía Coliumo (Provincia de Concepción, Chile). *Gayana Zool.*, 49 (3-4): 77-102.
- Weins, J.A., J.F. Addicot, T.J. Case y J. Diamond. 1986. Overview: The importance of spatial and temporal scale in ecological investigations. En: *Community ecology*. (eds J. Diamond and T. J. Case) Harppper and Row, Publications, London 145–153.
- Windell, J. T. 1971. Food analysis and rate of digestion. 215-226. En: Ricker, W. E. (Ed). *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. Segunda edición, Blackwell Scientific Publications, Oxford. 313 p.
- Windell, J. T. y S. H. Bowen. 1978. Methods for study of fish diets based on analysis of stomach contents. 219-226. En: Bagenal, T. (Ed.). *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. Tercera edición, Blackwell Scientific Publications, Oxford. 365 p.
- Wunderlin, AC, Gadig, OBF y Vaske, Jr T. 2011. Annelidae, Hirudinida, Stibarobdella moorei (Oka, 1910): New distribution and host records. *Check List*, vol. 7, pp. 360- 362.
- Wooster W, 1959. Oceanographic observation in the Panama Bight “Askoy” Expedition, 1941. *Bull. Amer. Mus. Nature. Hist.* 118(3): 113- 152.
- Wyrtki K, 1965. Surface Currents of the Eastern Tropical Pacific Ocean. *Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.* 9(5): 271- 304.
- Yáñez-Arancibia, A., J. Curiel-Gómez y V. Leyton. 1976. Prospección biológica y ecología del bagre marino *Galeichthys caerulescens* (Günther) en el sistema lagunar costero de

Guerrero, México (Pisces: Ariidae). *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 3 (1): 125-180.

PRODUCTOS CI7968

2. Documento tipo Artículo Científico escrito por Diego Fernando Córdoba y Alan Giraldo, Grupo de Investigación en Ciencias Oceanográficas (Colciencias A), para ser sometido a la revista de Ciencias.

**Diversidad y estructura comunitaria de los parásitos metazoarios asociados a la
Burica (*Caranx caballus* Gunther, 1868) en el norte del Chocó, Pacífico colombiano**

Diego Fernando Córdoba-Rojas¹, Alan Giraldo¹

¹ Universidad del Valle, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Departamento de Biología, Grupo de Investigación en Ciencias Oceanográficas. Calle 13# 100-00. Cali.
deigo.cordoba@correounivalle.edu.co, alan.giraldo@correounivalle.edu.co

Resumen

Entender la estructura de la comunidad patrones y las variables ambientales que influyen en la composición, abundancia y diversidad de las comunidades de parásitos ha sido uno de los más importantes retos para la ecología de parásitos. El conocimiento de los parásitos, su biología y su ecología permite ampliar paralelamente el conocimiento sobre sus hospederos, su impacto sobre ellos, ya sea en la modelación de sus poblaciones, en las consecuencias derivadas de su consumo o en las consecuencias que la perturbación ambiental pueda estar generando. En el pacífico colombiano existen comunidades que dependen de la pesca artesanal para su subsistencia, consumiendo especies de peces que pueden ser capturadas con métodos tradicionales y que se constituyen en la más importante fuente de proteína animal de dichas comunidades. Con el propósito de determinar la diversidad de parásitos asociados a un especie de importancia para los pescadores artesanales de la región norte del Pacífico colombiano, la Burica (*Caranx caballus*), se recolectaron especímenes entres caladeros de pesca artesanal el sector: Punta Piñas, Tebada, y Bahía Solano. Se realizó un análisis parasitológico de cada espécimen capturado mediante inspección visual y con revisión de órganos bajo estereoscopio. con la ayuda de equipos estereoscópicos. Se fijaron y se identificaron hasta el nivel taxonómico más bajo posible. Se establecieron los parámetros de

infección y se caracterizó la comunidad de parásitos a nivel de infracomunidad, donde se estableció su ubicación dentro de los órganos parasitados, y la comunidad componente para cada zona. Los resultados obtenidos por temporada fueron comparados. También se hizo un análisis alimentario de los peces capturados con el fin de relacionar los ítems alimentarios con la presencia de los parásitos encontrados.

Palabras Claves: Parasitología, Diversidad, Salud, Recurso alimentario, Pesca artesanal

Introducción

Las especies del medio marino pueden estar infectadas por diversos parásitos (Poulin y Mouritsen, 2006). En los peces estos pueden generar cambios fisiológicos que en algunas condiciones pueden afectar la salud o supervivencia del animal. Estos efectos podrían ser de mayor impacto debido al cambio climático, al punto que conlleven al colapso las poblaciones de peces afectadas, e inclusive podrían causar alteraciones en el funcionamiento de los ecosistemas (Poulin y Mouritsen, 2006, Mouritsen *et al.*, 2005). Los peces para consumo humano que albergan parásitos presentan inconvenientes que se relacionan desde su forma de presentación como producto comercial, su calidad sanitaria con impacto directo sobre la salud humana, hasta la pérdida de su valor nutritivo. (Casas-Valdez 2004).

Las comunidades de parásitos son sistemas altamente complejos, determinados por múltiples procesos ecológicos y evolutivos, que interactúan a través de diferentes escalas espaciales y temporales, para crear ensamblajes dinámicos con muchas entidades interrelacionadas (Vales *et al.*, 2011). Actualmente los estudios parasitológicos están tomando gran importancia. Del

enfoque tradicional de la parasitología en términos de la salud humana o de su impacto sobre la economía cuando representan patologías que afectan el rendimiento de cultivos de cualquier clase, se está pasando a investigar sobre la biología y ecología de las especies parásitas y de esta manera conocer aspectos de la biología de sus hospederos, estudiar aspectos migratorios principalmente en pesquerías, estudiar redes tróficas, relaciones filogenéticas, análisis de calidad ambiental, predecir la dinámica de las poblaciones e incluso proyectar los patrones de distribución de especies en respuesta al cambio climático, etc. (Rohde, 1984; Pérez Ponce de León *et al.*, 1996, Laffarty, 1997;, Ottersen *et al.*, 2001; Walther *et al.*, 2002; Stenseth *et al.*, 2002, Marcogliese *et al.*, 2006).

El contexto espacial de la riqueza de especies y su abundancia es central para los enfoques modernos en biogeografía (Begon *et al.*, 1996), epidemiología (Grenfall y Harwood, 1997), coevolución (Thompson, 1994), la variación de historia de vida (Stearns, 1992) y ecología del paisaje (Turner, 1989). Desde hace algunas décadas, se han realizado estudios basados en el supuesto de una distribución aleatoria de los componentes comunitarios y poblacionales tanto de los parásitos como de sus hospederos (Holmes, 1990; Kennedy y Bush, 1994). Como consecuencia de estos estudios se ha establecido que las poblaciones y comunidades de parásitos no se distribuyen necesariamente al azar, generándose la premisa de una relación espacial y temporal entre ellos que debe ser considerada, y que puede contribuir a la detección de estructuras espaciales y temporales en las comunidades así como a incrementar el grado de predictibilidad que existe entre ellas (Vidal-Martínez *et al.*, 2006).

En peces marinos y sus comunidades de parásitos, el aspecto espacial y temporal sigue siendo aún muy poco abordado (Barger, 2006). En este sentido, ha sido establecido que el patrón de variación temporal de las comunidades de parásitos puede ser mensual, estacional o interanual, dependiendo de los cambios de diversos factores y su efecto en los parásitos. De ahí que usualmente, las investigaciones están dirigidas a las variaciones estacionales de poblaciones de parásitos, dado que éstos pueden asociarse a cambios ambientales y biológicos del hospedador (González & Oliva 2006, Herrmann & Sorensen 2009).

Cuando las especies responden de manera similar a las características específicas de sus ambientes (e.g. productividad, disponibilidad de alimento, perturbación) se espera que sitios similares contengan especies similares que potencialmente interactúan, de acuerdo a esto las comunidades podrían mostrarse reguladas con estructura equilibrada (Sousa, 1994), si no, entonces lo que se busca es saber si no hay una estructura identificable en absoluto (Simberloff, 1990), esto con base en la presencia de especies, riqueza y/o la diversidad entre comunidades definidas en la misma escala (Rosenzweig, 1995).

Caranx caballus, Günther 1868 (PERCIFORMES; CARANGIDAE) es un pez que se distribuye en toda la zona costera del norte del Pacífico Colombiano, y está presente durante todo del año, además, es objeto de pesca artesanal (Squalus 2008). Es una especie pelágica que habita en las aguas costeras del sur de California hasta Chile, las Islas Galápagos, Cocos, Mapelo, las Islas Revillagigedo y Hawai (Robertson y Allen 2008, Froese y Pauly 2010). Los juveniles se encuentran en aguas costeras y estuarios (Smith- Vaniz 1995), los adultos viven

entre 30 y 100 m de profundidad formando cardúmenes en fondos blandos (Robertson & Allen 2008, Froese y Pauly 2010) se alimentan de crustáceos, moluscos, quetognatos, cnidarios y peces pelágicos como engráulidos y clupeidos (Saucedo- Lozano *et al.*, 2012), y son presa de los tiburones, marlines y otros grandes depredadores (Robertson y Allen 2008).

Considerando que en Colombia, los estudios sobre ecología de parásitos de peces son esporádicos, y generalmente se limitan a unas pocas especies de interés comercial del Caribe colombiano, mientras que, para la región del Pacífico colombiano, región que soporta las mayores pesquerías, esta temática aún no sido abordada. En la presente investigación se presentan los resultados del primer esfuerzo de investigación sistemático de la comunidad de parásitos asociados a un pez de interés para la pesquería artesanal del Norte del Chocó, con el propósito de responder dos preguntas de investigación 1. ¿Cuántas y cuáles son las especies de parásitos metazoarios asociadas a especímenes de *Caranx caballus* capturados durante las faenas de pesca artesanal en la región norte del Pacífico colombiano?, y 2.- ¿cuáles son los parámetros de infección por parásitos metazoarios de *Caranx caballus* capturados durante las faenas de pesca artesanal en la región norte del Pacífico colombiano?.

Materiales y Métodos

La zona de estudio se localizó en el Pacífico norte colombiano, Golfo de Cupica, desde el sector de Bahía Solano (6.3°N; 77.38W) hasta Punta Piñas (6.7°N; 77.77°W). Esta zona está bajo la influencia de la Corriente del Golfo de Panamá y la Corriente de Colombia (Woster, 1959, Wyrski, 1965) y hace parte de una Zona Exclusiva de Pesca Artesanal (ZEPA) que

comprende desde Punta Solano hasta Punta Ardita y tiene una amplitud de 2,5 millas náuticas (AUNAP, 2008). Se establecieron tres sitios de muestreo asociados los caladeros de pesca artesanal ubicados al interior de la ZEPA : en Bahía Solano (Punto 1), en la Tebada (Punto 2), y en Punta Piñas (Punto 3) (Figura 1). En estos sitios se realizaron faenas de pesca de Burica (*Caranx caballus*) en dos temporadas diferentes, una considerada de menos lluvias (enero 2015) y otra considerada en la época más lluviosa (abril 2015) (Giraldo *et al.*, 2008).

Las capturas de *C. caballus* se realizaron mediante anzuelo por pescadores artesanales en cada una de las localidades de estudio. Se estandarizó el esfuerzo de captura en todas las localidades, dedicando 6 horas de pesca efectiva nocturna en cada punto. A cada hospedero capturado se le registró la longitud estándar (cm) y peso (g). Se realizó una inspección visual de la superficie externa (piel y aletas) en el sitio de captura después de eviscerado, y aleatoriamente se tomaron muestras de músculo que fueron revisadas mediante aplastamiento entre dos vidrios. Los órganos internos se fijaron en formol al 4% caliente y se guardaron en bolsas sella fácil individuales. Las branquias y las aletas fueron separadas de cada individuo, almacenadas por separado en bolsas individuales para su transporte al laboratorio.

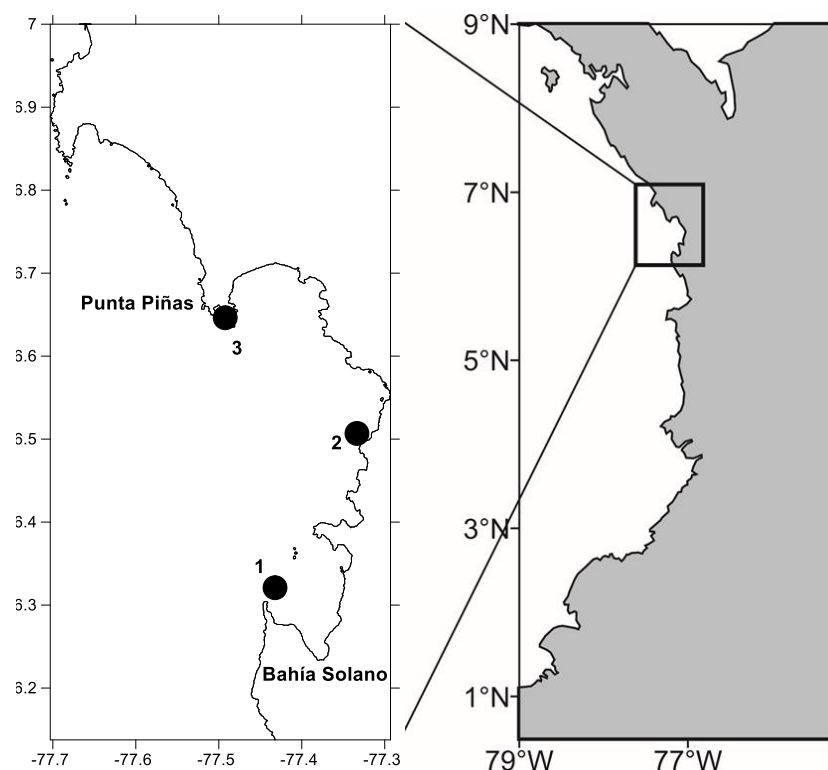


Figura 1. Distribución espacial de las estaciones de muestreo en los sectores de Bahía Solano (1), la Tebada (2) y Punta Piñas (3), zona norte de la costa Pacífica Colombiana.

Durante la revisión de las muestras se estableció la ubicación de los parásitos en el órgano en que fuera colectado. Para procesar los parásitos detectados en las la branquias se utilizó la metodología propuesta en Boada *et al.* (2015). El número de parásitos fue anotado considerando el lado del pez, el número del arco branquial, el lado y sección del arco branquial. La sección anterior del arco branquial incluyó desde el rudimento hasta la branquispina central; la sección media, desde la branquispina central hasta la espina ceratobranquial y la sección posterior, desde la espina ceratobranquial hasta la parte final de los filamentos en el arco branquial (Fig. 2).

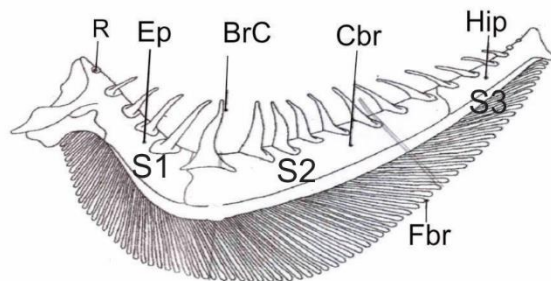


Figura 2. Division de un arco branquial en secciones. S1: Sección anterior, S2: Sección media y S3: Sección posterior. R: Rudimento, Ep: Espina Epibranquial, Br C: Branquispina central; Cbr: Espina ceratobranquial, Hip: Espina hipobranquial, F Br: Filamentos branquiales (Cervigón 1993), adaptado de Boada *et al.* 2015.

La representatividad de la muestra se calculó usando un modelo de curva de acumulación de Clench la cual está recomendada para estudios en sitios de área extensa y para protocolos en los que, cuanto más tiempo se pasa en el campo, mayor es la probabilidad de añadir nuevas especies al inventario (Soberon y Llorente, 1993), como $S_n = a * n / (1 + b * n)$, donde: a es la tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del inventario y b es un parámetro relacionado con la forma de la curva (Jiménez-Valverde y Hortal 2003). Se tomó información de variables oceanográficas de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto siguiendo los protocolos de monitoreo oceanográfico descritos por Giraldo *et al.* (2011), utilizando una sonda multiparamétrica YSI profesional Plus, previo al momento de inicio del esfuerzo de pesca.

Para la identificación los monogeneos y digeneos fueron teñidos con paracarmín de Mayer y deshidratados (Vidal-Martínez *et al.* 2002), los copépodos fueron aclarados con pasos por

soluciones de glicerina- etanol a diferentes proporciones (1:20, 1:10, 1:5 y 1:2). Las especies de parásitos se identificaron hasta el nivel taxonómico más bajo posible mediante el uso de claves taxonómicas por grupos bibliografía existente para cada especie.

Para la caracterización de las infecciones debidas a las especies de parásitos en cada muestra de hospedero, se siguió la propuesta de Bush *et al.* (1997), como, Prevalencia: Número de hospederos infectados con una especie particular de parásito dividido entre el número de hospederos revisados de una determinada especie. Usualmente se expresa como un porcentaje, Abundancia media: Número total de individuos de una especie particular de parásito dividido entre el número total de hospederos examinados de una determinada especie (infectados y no infectados) e Intensidad promedio: Número total de individuos de una especie particular de parásito dividido entre el número de hospederos infectados con tal especie de parásito, como:

$$\text{Prevalencia (Prev.)} = (h_i / n) \times 100$$

$$\text{Abundancia media} = p_t / n$$

$$\text{Intensidad promedio (Int.)} = p_t / h_i$$

donde: h_i = número de hospederos infectados. n = número de hospederos revisados. p_t = número total de parásitos.

La comunidad de parásitos fue descrita considerando dos niveles de organización, el nivel de infracomunidad, el cual hace referencia a la comunidad formada por las infrapoblaciones (población de parásitos que incluye todos los individuos de una especie en un hospedero individual en un tiempo particular) de parásitos en un hospedero, y el nivel de comunidad componente, el cual hace referencia a todas las infrapoblaciones de parásitos asociados con

algún subconjunto de hospederos o una colección de fases de vida libre asociadas con un subconjunto de factores ambientales.

Para describir la comunidad a estos dos niveles de organización, se calcularon los índices ecológicos de riqueza de especies como el promedio de las especies de parásitos por hospedero (infracomunidad) (Kennedy, 1993) y número total de especies de parásitos por hospedero (comunidad componente). Dominancia numérica a nivel de infracomunidad como la especie de parásito dominante, es decir aquella cuya abundancia relativa domina en la mayoría de los peces examinados, y a nivel de comunidad componente como la especie con la mayor intensidad en la comunidad componente de acuerdo al índice de Berger- Parker (IBP), definido como $IBP = N_{\max} / N_t$, donde $N_{\max}$ = número de individuos de la especie de parásito más abundante y N_t = total de individuos en la muestra.

La diversidad a nivel de infracomunidad se estableció con el índice de Brillouin el cuál es útil cuando la aleatoriedad de la muestra no puede garantizarse (Magurran, 1988; Moreno, 2000). Como $HB = (\ln N - \sum \ln n_i!)/N$ donde: N es el número de individuos totales y n_i es el número de individuos de la especie i , y a nivel de comunidad componente con el índice de Shannon-Wiener, debido a que la muestra de hospederos que se recolectará es parte de una población de peces no completamente censada (Magurran, 1988; Moreno, 2000), como $H' = -\sum_i^s p_i \log p_i$ donde p_i es la proporción de la especie i en la comunidad.

Finalmente, se calculó el índice de importancia específica (IE) como la influencia de las especies parásitas en el ensamblaje ecológico. $IE = \text{Prevalencia} + (\text{abundancia media} \times 100)$ (Burse et al., 2001) con el fin de obtener un índice integrado de infección de ambos

descriptores ecológicos (Iannacone *et al.*, 2012). Se incluyó la clasificación de los parásitos por su prevalencia y abundancia considerando a Bush y Holmes (1986), designando a los parásitos con prevalencias mayores al 65% como especies primarias (comunes), aquellos con menos del 40% de prevalencia como especies satélites (raras) y a los que presenten valores intermedios como especies secundarias. La prevalencia y la abundancia total de parásitos fueron comparadas por sexos con tablas de contingencias de 2 x 2. Para esta prueba estadística, se usó el estadígrafo de Chi-cuadrado (χ^2) y el test exacto de Fisher el paquete estadístico IBM SPSS.

Se realizó un análisis cuantitativo de la dieta de *C. caballus* en la zona de estudio con el propósito de establecer la preferencia de ítems alimentarios y su relación con la carga parasitaria de la especie, teniendo en cuenta que esta puede ser hospedador definitivo de especies de parásitos que utilicen como hospederos intermediarios algunos de estos ítems. Para este propósito se analizó el contenido estomacal de cada individuo separando, identificando a la menor resolución taxonómica posible y enumerando cada presa, las cuales fueron agrupados en categorías.

Se calculó el coeficiente de vacuidad (CV) de los estómagos siguiendo a Windell (1971) como $CV = 100 \times (\text{No. estómagos vacíos} / \text{No. total de estómagos analizados})$, y Se cuantificó el contenido estomacal, expresado como: frecuencia de ocurrencia (FA) y frecuencia numérica (FN) (Windell, 1971; Windell y Bowen, 1978; Silva y Stuardo, 1985), como $FA = 100 \times (\text{ocurrencia de presas del ítem A} / \text{No. total de estómagos con alimento})$ y $FN = 100 \times (\text{No. de presas del ítem A} / \text{No. total de presas})$ Para establecer la importancia de cada presa en la composición de la dieta se estimó el índice de importancia relativa (IIR) siguiendo a Yáñez-

Arancibia *et al.*, (1976) como: $IIR = (FA \times FN)/100$; en donde, FA es el porcentaje de la frecuencia de aparición FN es el porcentaje de la frecuencia numérica. Esta expresión es porcentual presentando valores de 0 a 100, donde 0 a 9.9% representa grupos tróficos de importancia relativa baja, de 10 a 40% grupos de importancia relativa secundaria y 40 a 100% grupos de importancia relativa alta (Yáñez *et al.*, 1976).

Resultados

Se capturaron 46 peces, 18 en la primera temporada (lluviosa) y 28 en la segunda (menos lluviosa). La determinación del sexo fue posible solo para la captura de la primera temporada, en donde las gónadas fueron conspicuas e identificables por inspección visual debido al estado de madurez reproductiva de los peces. Para este periodo se identificaron 1 individuos inmaduro, 11 machos y 6 hembras, información que se utilizó para evaluar diferencias longitud total y peso entre sexos. Durante la segunda temporada, todos los peces estuvieron en estado de inmadurez o en regresión, pues sus gónadas no fueron identificables visualmente, lo que impidió la clasificación en macho o hembra. La longitud entre machos y hembras fue significativamente diferente, siendo los machos los de mayor tamaño (MW, $U=26$, $p = 0.0481$), como se observa en la tabla 1. Las Buricas también mostraron una longitud total significativamente mayor durante la temporada 1 que durante la temporada 2 (Kruskall- Wallis, $p= <0.001$).

En 19 de los 46 peces se encontraron parásitos (41%), la curva de acumulación de Clench indica que los datos se ajustaron al modelo ($a= 0.71$, $b= 0.06$, $R^2= 99.7\%$), la proporción de fauna registrada según el modelo es del 74% y de acuerdo a este la cantidad de unidades muestrales necesarias para registrar el 95% de la fauna parasitaria de *C. caballus* es de 324

peces.

Se recolectaron 16 individuos de parásitos en la temporada 1 y 32 en la temporada 2. Se encontraron representantes de los filos Platyhelminthes: clases Monogenea y Trematoda, subclase Digénea, y Arthropoda: subfilo Crustacea, clase Maxillopoda, subclase Copepoda. Los copépodos fueron los mejor representados en cuanto a riqueza (5 spp, 55%) y Abundancia (56%). Los monogeneos siguen en orden de riqueza con el 30% y abundancia 31%. Los trematodos digeneos solo estuvieron representados por una especie (10%) y cuatro individuos (13%).

Tabla 1. Información de tallas, pesos, sexo e infección en los peces capturados para análisis parasitológico por temporadas.

	Temporada 1	Temporada 2
N	18	28
Longitud total (LT) mm	354.72 ± 27.3 (323-422)	252.88 ± 10.87 (230- 276)
Peso (g)	500 ± 78 (380- 660)	311.8 ± 60 (140- 390)
Machos	11	ND
Hembras	6	ND
No sexados	1	28
Infectados	8	11

Se identificaron nueve especies de parásitos: *Allopyragrophorus caballeroi*, *Pseudomazocraes selene*, *Monogénea sp.*, *Stephanostomum sp.*, *Caligus robustus*, *Caligus sclerotinosus*, *Caligus sp.*, *Caligus sp.1* y *Lernanthropus sp.* La prevalencia general y más alta la presentó el copépodo *Caligus sp.1* (31%), también fue esta especie la más prevalente

durante cada temporada (Temporada 1: 27.7% y temporada 2: 16%) el monogeneo con la prevalencia más alta fue *P. selene* (10.87%). El valor de prevalencia más bajo lo compartieron un monogeneo (*Monogenea* sp.) y el copépodo *Lernanthropus* sp. (3.1%), siendo la similitud entre los dos periodos del 66% (Indice de similitud de Jaccard).

Tabla 2. Composición de la comunidad de parásitos metazoarios de *C. caballus* en la zona Norte del Pacífico Colombiano. N: Número de individuos, In: No. de peces infectados.

Taxón	Temporada 1		Temporada 2		Total	
	N	In	N	In	N	In
Monogenea						
<i>Monogenea</i> sp.	-	-	1	1	1	1
<i>Pseudomazocraes selene</i>	4	3	2	1	6	4
<i>Allopyragrophorus caballeroi</i>	1	1	2	1	3	2
Digenea						
<i>Stephanostomum</i> sp.	2	2	2	2	4	4
Copepoda						
<i>Caligus robustus</i>	1	1	3	3	4	4
<i>Caligus sclerotinosus</i>	1	1	1	1	2	2
<i>Caligus</i> cf. <i>bonito</i>	1	1	-	-	1	1
<i>Caligus</i> sp. 1	5	5	5	4	10	9
<i>Lernanthropus</i> sp.	-	-	1	1	1	1

La riqueza media de parásitos a nivel de infracomunidad estuvo alrededor de 1.75 ± 0.7 especies por pez parasitado en la temporada 1 y 1.25 ± 0.45 especies por pez parasitado en la temporada 2. La abundancia media por pez parasitado fue de 1.9 ± 0.83 parásitos en la temporada 1 y 1.42 ± 0.51 en la temporada 2. El índice de Brillouin varió entre 0.597 y 0.347 ± 0.2 , con los valores más altos en la temporada 1 ($t=1.93$, $p= 0.07$). No hubo relación significativa de la prevalencia ni de la abundancia en la temporada 1 ($X^2 = 2$, $g.l = 1$, $p = 0.157$) entre los sexos.

La riqueza de especies de parásitos a nivel de comunidad componente varió significativamente entre temporadas (Temporada 1: 7 spp, temporada 2: 9 spp, $t= 0.73$, $p=0.469$). El número total de parásitos estuvo entre 15 en la temporada 1 y 17 en la temporada 2, presentando igualmente diferencias significativas entre temporadas (Kruskall- Wallis, $P= 0.633$). El copépodo *Caligus* sp.1 fue el más dominante (10 individuos, $IBP= 0.31$). La diversidad de Shannon- Wiener mostró diferencias significativas entre temporadas, en la primera el valor fue $H'= 1.6171$ y en la segunda temporada $H'= 1.9231$, siendo esta más alta ($t= -1.893$, $p= 0.2433$).

Los parásitos *A. caballeroi*, *P. selene*, *C. robustus*, *C. esclerotinosus*, *Caligus* sp.1 y *Stephanostomum* sp., se colectaron en las dos temporadas. Todos los parásitos de la temporada 1 se encontraron en la temporada 2. Monogenea sp. y *Lernanthropus* sp. se presentaron solo en la temporada 2. Solo se encontraron dos individuos en estado inmaduro, ambos pertenecen al grupo de los copépodos y a la especie *C. robustus*, uno en cada temporada; el estado de desarrollo de estos copépodos corresponde al estado de Chalimus totalmente desarrollado.

En cuanto a la preferencia de hábitats particulares dentro de cada pez, se observó que la mayor proporción de especies de parásitos se encontraron en las branquias (88%) el resto se ubicaron en el esófago, en este caso fue una sola especie (*Stephanostomum* sp.). Dentro de los hábitats espaciales disponibles en las branquias (Tabla 3), los más utilizados fueron los arcos 1 y 2 del lado derecho, y en ellos la posición externa de la porción media (S2) fue donde se establecieron la mayoría de parásitos.

Tabla 3. Distribución espacial de los parásitos en las branquias de *C. caballus*.

Parásito	Lado		Arco				Posición		Sección		
	Der	Izq	1	2	3	4	Int	Ext	1	2	3
<i>Pseudomazocraes selene</i>	3	1	1	3	-	-	3	2	2	3	-
<i>Allopyragrophorus caballeroi</i>	3	-	-	3	-	-	3	-	3	-	-
<i>Monogeneo</i> sp.	-	1	-	1	-	-	1	-	-	1	-
<i>Caligus robustus</i>	3	-	2	1	-	-	2	1	-	2	1
<i>Caligus sclerotinosus</i>	2	-	-	3	-	-	-	2	-	-	4
<i>Caligus</i> cf. <i>bonito</i> .	-	1	-	1	-	-	1	-	-	1	-
<i>Caligus</i> sp 1	7	2	2	5	2	-	3	6	1	6	1
<i>Lernanthropus</i> sp.	1	-	-	1	-	-	-	1	1	-	-
Total	19	5	5	18	2	0	13	12	7	13	6

La coocurrencia de especies de parásitos se presentó en cuatro peces de la temporada 1 y en tres de la temporada 2. La coocurrencia de individuos de la misma especie por su parte se presentó en dos peces de la primera temporada, en la segunda temporada se presentó en un solo individuo.

El análisis de contenido estomacal indicó que la dieta de los peces revisados estuvo conformado por 11 items alimentarios: crustáceos (Megalopas, Mysidaceos, Stomatopodos, Isopodos, Anfípodos y camarones), peces (larvas), salpas, escamas de pez, poliquetos y restos vegetales (Tabla 4). El índice de vacuidad general fue del 69.5%, los ítems más abundantes en términos de número de individuos fueron los crustáceos y dentro de estos las Megalopas (estadio temprano de desarrollo del infraorden Brachyura, cangrejos).

Tabla 4. Composición de la dieta de *C. caballus*. Fr: frecuencia %, N: Número de individuos que pertenecen a la categoría.

Categoría	T1		T2		General	
	Fr (%)	N	Fr (%)	N	Fr (%)	N
Crustáceos	44.44	48	78.57	138	30	42.86
Salpas	5.56	2	21.43	10	7	10.00
Escamas	5.56	1	39.29	38	12	17.14
Poliquetos	-	-	14.29	5	4	5.71
Larvas de pez	5.56	1	53.57	27	16	22.86
Restos vegetales	5.56	1	14.29	5	1	1.43

La comparación de la diversidad de los ítems alimentarios entre temporadas mostró diferencias significativas ($t = -3.38$, $p = 0.01$) siendo la diversidad de ítems en la temporada 2 más alta (Tabla 5).

Tabla 5. Comparación del índice de diversidad de Shannon- Wiener para los ítem alimentarios de *C. caballus* encontrados en las dos temporadas. S: riqueza, N: No. de individuos, Var: Varianza

Temporada	S	N	H'	Var
T1	7	53	1.23	0.018
T2	10	218	1.73	0.004
Comparación				
<i>t</i> :	-3.377	<i>df</i> :	80.97	<i>p</i> : 0.001

Discusión

Este es el primer estudio que reporta la parasitofauna para *C. caballus* en Colombia. En este caso la carga de parásitos está representada por varias especies que ya han sido reportadas para este pez en otras latitudes, aun así tres copépodos (*Caligus sclerotinosus*,

Caligus sp., *Caligus* sp.1), un monogéneo (*Monogenea* sp.) y un digeneo (*Stephanostomum* sp.) son nuevos reportes.

De acuerdo con Pérez- Ponce de León *et al.*, (1999), en la burica han sido reportados cuatro trematodos monogéneos: *Allopyragrophorus caballeroi*, *Neomicrocotyle pacifica*, *Protomicrocotyle manteri* y *Pseudomazocraes selene*; cuatro tremátodos digéneos: *Bucephalus varicus*, *Dactylostomum winteri*, *Pseudopecoelus priacanthi* y *Tergestia laticollis*; cuatro nematodos: *Anisakis* sp., *Porrocaecum* sp., *Pseudoterranova* sp., *Raphidascaris* sp. y *Spinetectus* sp., y un céstodo del género Tetraphillidea. Recientemente, este listado se amplió con el trabajo realizado por Violante- Gonzáles *et al.* (2016) en el Pacífico Mexicano, quienes reportan 24 especies de parásitos asociadas al *C. caballus*, 5 previamente registradas por Pérez- Ponce de León *et al.*, (1999), y 19 especies adicionales: un monogéneo (*Pseudomazocraes selene*), tres digéneos (*Phyllodistomum carangis*, *Stephanostomum megacephalum*, *Stomachicola* sp.), un cestodo (*Nybelinia* sp.), tres nematodos (., *Cucullanus* sp., *Eustrongylides* sp., *Philometra* sp.), ocho copépodos (*Caligus alalongae*, *Caligus mutabilis*, *Caligus robustus*, *Bomolochus exilipes*, *Ergasilus* sp., *Ergasilus c.f. gibbus*, *Lernanthropus giganteus*, *Taeniacanthodes gracilis*) y dos isópodos (*Gnathia* sp. (larva), *Rocinella signata*).

En Colombia los estudios parasitológicos en peces se han concentrado en la región caribe (Vélez 1978; Bunkley-Williams *et al.* 1999; Álvarez-León & Overstreet, 2003) y en peces de agua dulce en la ciénaga grande, el río magdalena (Galeano & Romero 1979), en la Orinoquía y Amazonía, tanto en peces de consumo como ornamentales. Además, de los estudios tradicionales asociados a patologías de origen parasitológico en peces de cultivo.

Para peces marinos del Pacífico colombiano, solamente se registra el estudio realizado por Castañeda *et al.* (2003), en él se reportan siete especies de Trematodos digeneos (*Manterias brachyderus*, *Tergestia laticollis*, *Pseudoacanthostomum panamense*, *Proisorhynchus pacificum*, *Pseudocryptogonimus cirrhitia*, *Pleorchis americanus* y *Megasolena* sp.) en nueve especies de peces (*Oligoplites* sp., *Epinephelus* sp., *Centropomus undecimalis*, *Centropomus pectinatus*, *Pomadasys* sp., *Lutjanus* sp., *Cynoscion* sp., *Arius jordani*, *Arius troscheli*), capturadas durante faenas de pesca artesanal en el norte del Pacífico colombiano.

El análisis cuantitativo determinó que en este caso en particular ni la longitud total (LT), ni el sexo de los peces estuvo significativamente relacionado con la prevalencia esto ya ha sido observado en otras localidades, particularmente el primer estudio de los parásitos de *C. caballus*, donde se encontró que no hubo relación de la LT dentro de dos de tres localidades estudiadas (Violante- Gonzales *et al.*, 2016).

Los crustáceos, principalmente el infraorden Brachiura fueron el ítem alimentario más importante. Este resultado es consistente con lo reportado por el análisis alimentario realizado en 2012 por Saucedo- Lozano y colaboradores, al menos para el mes de abril. Sin embargo para el mes de enero en su estudio la composición de la dieta estuvo dominada por cnidarios y moluscos, situación diferente a lo encontrado en este análisis donde los crustáceos igual que en abril fueron predominantes. Se observó también que en la dieta encontrada en ambas temporadas todos los peces consumidos por la Burica que pudieron ser identificados estaban en estado larval, situación que puede explicar la ausencia de parásitos nematodos, los cuales normalmente utilizan a peces (e.g. Engraulidos y Clupeidos) como hospederos intermediarios, los cuales pueden ser parasitados en estados más avanzados de desarrollo

(Anderson, 2000).

La asociación significativa de la LT con la temporada y la localidad puede estar relacionada con la utilización diferencial de hábitats de los peces según su estado de desarrollo. Se ha demostrado que los peces en estados juveniles o inmaduros pueden hacer uso de recursos diferentes a los que de las poblaciones adultas o en estado reproductivo, debido a necesidades particulares de alimento y protección. Esta estructuración diferencial de las poblaciones de peces se puede relacionar igualmente con la carga parasitaria, de tal manera que las infracomunidades y comunidades componentes de parásitos se modelarán por las condiciones propias de cada y hábitat y de los recursos que los hospederos aprovechan, además de la posición que estos ocupan en cada uno de ellos, donde la ubicación en la trama trófica puede tener una fuerte influencia en su papel de hospederos intermediarios o definitivos de cada especie parásita.

Holmes (1990) observó que la mayoría de los parásitos se comportan como especies generalistas, sin embargo, algunas son especialistas a nivel del género del hospedero, las cuales se presentan como especies dominantes. Además, se ha establecido que los parásitos tienen afinidad por ciertos hospederos así como por determinados órganos y que ésta preferencia espacial está correlacionada con factores fisiológicos, ambientales, ecológicos y físicos (Kennedy 1975). Por otro lado las preferencias de parásitos por algunas zonas de infestación no son consideradas, necesariamente, como resultado de un proceso de competencia interespecífica (Rhode 1982), puesto que cualquier proceso de competencia tiene como pre-requisito la saturación de los nichos o espacios disponibles, lo que es poco común en peces marinos (Rhode, 1991).

Se estableció además que a nivel de comunidad componente, el número de especies de parásitos varió significativamente, siendo similar a los registros previos obtenidos para otras especies de la familia Carangidae. Las comunidades componentes, al igual que las infracomunidades de parásitos de *C. caballus* presentaron un patrón similar: bajo número de especies, poca diversidad y dominancia de una sola especie. Los análisis para diferenciar poblaciones de *C. caballus* indicaron que cada localidad puede ser considerada como un stock de peces diferente y que en base a esto, la especie, no realiza migraciones entre las localidades estudiadas, aunque sean cercanas una de otra.

Generalmente, a nivel de comunidad componente los valores de prevalencia y abundancia de las especies dominantes muestran un patrón de estructuración basado en el dominio de las especies más abundantes. Violante- González (2006) encontró que las comunidades en los dos niveles (infracomunidad y comunidad componente) de todos los hospederos muestreados fueron pobres en cuanto a número de especies, con alta dominancia y no saturadas en especies.

Literatura Citada

Álvarez-León, R. y Overstreet, R. M., 2003. First report of *Caranx hippos* (Pisces, Carangidae), as host of *Lernaeolopus striatus* (Copepoda, Lernaeolopidoidae), in the Colombian Caribbean coast. *UCR-Rev. Biol. Trop.*, 51 (1): 275.

Anderson RC, 2000. *Nematode parasites of vertebrates. Their development and transmission*. Second edition. C. A. B. International, Wallingford, Oxon (UK), 578 p.

Argáez-García, N. 2003. Comunidades de helmintos parásitos intestinales del “pargo mulato” *Lutjanus griseus* Linneo, 1758 (Pisces: Lutjanidae) en un ambiente marino y uno estuarino del Estado de Yucatán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, México. 157 pp.

Barger, M. A. 2006. Spatial heterogeneity in the parasite communities of Creek chub (*Semotilus atromaculatus*) in southeastern Nebraska. *Journal of Parasitology* 92: 230-235.

Begon M., Harper, J. L. y Townsend, C. R. 1996. *Ecology: Individuals, populations and communities*. Third Edition. Blackwell Scientific Publications.

Benz, G.W. y Bullard, S.A. 2004. Metazoan parasites and associates of Chondrichthyans with emphasis on taxa harmful to captive host. pp. 325-416. In: The elasmobranch husbandry Manual: Captive care of sharks, Rays and their Relatives. *Ohio Biological Survey*, USA.

Boada, M., Bashirullah, A., Alió J., Ortiz, L. 2015. Distribución espacial y descriptores comunitarios de ectoparásitos en branquias de Cojinua, *Caranx ruber* (Bloch, 1973) de Santa Cruz, Estado Sucre, Venezuela. *Saber, Universidad de Oriente, Venezuela*. Vol. 27 No. 2: 242- 252.

Bunkley- Williams, L. B.; Williams, E. H. y Garzón-Ferreira, J., 1999. Some isopods and copepod parasites Crustacea of Colombian marine fishes. *Carib. J. Sci.*, 35 (3-4): 311-314.

Bush A.O., Lafferty K.D., Lotz J.M. y Shostak A.W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *J. Parasitol.*, 83: 575-583.

Casas-Valdez, M. 2004. La region marina del noroeste de Mexico: Oportunidades, su potencial y necesidades de investigacion cientifica y tecnologica. En 3a Reunion sobre legislacion y politica enciencia, tecnologia y educacion superior en la region noroeste . IPN.

[Http://www.foroconsultivo.org.mx/eventos_realizados/10_agosto/presentaciones/](http://www.foroconsultivo.org.mx/eventos_realizados/10_agosto/presentaciones/casas.pdf)

casas.pdf.: Ultimo acceso: Diciembre 25, 2007.

Castañeda-Valbuena, L. S., Carvajal, H. y Vélez, I., 2003. Algunos tremátodos digenéos de peces marinos de Charambirá. *UDARev. Actualidades Biológicas*, 25 (79): 147-155.

Chisholm, L.A. y Whittington, I.D. 2003. Invasion of the shovelnose ray (*Rhinobatos typus*) by *Neoheterocotyle rhinobatidis* and *Merizocotyle icopae* (Monogenea: Monocotylidae). *Parasitology*, vol. 127, pp. 561-570.

Clarkc, K.R., Gorley, R.N. 2006 *PRIMER v6: User Manuall Tutorial* PRIMER-E: Plymouth

Clarke, K.R., Warwick, R.M., 2001 *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edition*. PRIMER-E: Plymouth

Eslava J, 1993. Climatología. En Leiva P (ed). *Colombia Pacífico*. Fondo para la protección del medio Ambiente, FEN. Bogotá, Colombia. 137- 147 pp.

Froese, R. y D. Pauly. 2010. FishBase. World Wide Web Electronic Publication. www.fishbase.org. version (02/2014).

Fundación SQUALUS, 2008. Pesquería Artesanal de la Zona Norte del Pacífico Colombiano: Aportando herramientas para su co-manejo, Informe Técnico Final. 43 p.

GALEANO, M. L. y ROMERO, M. 1979. Contribución al conocimiento de parásitos de peces en la Ciénaga Grande de Santa, I. Familia Acanthocolpidae (Trematoda, Digenea). *An Inst. Invest. Mar. Punta de Betín*, 11: 195-217.

Gallardo-Cabello, M., E. Espino-Barr, A. García-Boa, E.G. Cabral-Solís y M. Puente-Gómez. 2007. Study of the Growth of the Green Jack *Caranx caballus* Günther 1868, in the coast of Colima, Mexico. *J. Fish. Aquat. Sci.* 2: 131-139.

Giraldo A., Valencia B., Martínez T. y Ramírez D. 2008. Condiciones Oceanográficas en Punta Cruces y Cabo Marzo. En Giraldo A y Valencia B (eds). *Chocó, Paraíso por Naturaleza: Punta Cruces y Cabo Marzo*. Departamento de Biología, universidad del Valle. Cali- Colombia. 93 p.

Giraldo A., Valencia B., Acevedo J.D. y Rivera M. 2011. Protocolo para la obtención de datos oceanográficos y de plancton. En: Giraldo A. y Moreno X., Ed. *Protocolos de investigación en ecosistemas terrestres, intermareales, submareales y pelágicos para el Parque Nacional Natural Gorgona*. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad del Valle. Cali, Colombia. 218 p.

Grenfall B, y Harwood H, 1997. (Meta) population dynamics of infectious diseases. *Trends in Ecology and Evolution*, 12(10): 395-399.

Hoffman, G.L. 1999. *Parasites of North American Freshwater Fishes*. Cornell University Press, Ithaca y London. 539p.

Holmes, J.C. 1961. Effects of concurrent infections on *Hymenolepis diminuta* (Cestoda) and *Moniliformis dubius* (Acanthocephala). I. General effects and comparison with crowding. *Journal of Parasitology* 47: 209-216.

Holmes, J.C. 1962. Effects of concurrent on *Hymenolepis diminuta* (Cestoda) and *Monileformis dubius* (Acanthocephala). II. Effects on growth. *Journal of Parasitology* 48: 87-96.

Holmes, J.C. 1973. Host selection and its consequences. En: *Ecological aspects of parasitology* (ed C. R. Kennedy). North-Holland Publ. Co. Amsterdam 21-39 p.

Holmes, J.C. 1987. The structure of helminth communities. *International Journal for Parasitology* 17: 203–208.

Holmes, J.C. 1990. Helminth communities in marine fishes En: Parasites communities: patterns and processes. (Eds Esch, G. W., Bush, A. O. and Aho, J. M.). London: Chapman and Hall, pp. 101-130.

Holmes, J.C. y P. W. Price. 1986. Communities of parasites. En: Anderson D. J. y J. Kikkawa (eds) *In community ecology: pattern and processes*: 187-213. Blackwell Scientific Publications, Oxford, United Kingdom.

Iannacone, J., Alvarino, L. y Bolognesi, B. 2007. *Aspectos cuantitativos de los metazoos parásitos del muy muy Emerita análoga (Stimpson) (Decapoda, Hippidae) en Chorrillos, Lima, Perú. Neotropical Helminthology*, vol. 1, pp. 59-67.

Iannacone, J., Cárdenas-Callirgos, J. y Alvarino, L. 2010a. Ecología comunitaria de los parásitos de la chilindrina *Stromateus stellatus* (Cuviers, 1829) (Perciformes: Stromateidae) de la zona costera de Chorrillos, Lima, Perú. *Neotropical Helminthology*, vol. 4, pp. 159-167.

Iannacone, J, Morón, L & Guizado, S. 2010b. Variación entre años de la fauna de parásitos metazoos de *Sciaena deliciosa* (Tschudi, 1846) (Perciformes: Sciaenidae) en Lima, Perú. *Latin American Journal of Aquatic Research*, vol. 38, pp. 218-226.

Iannacone, J & Alvarino, L. 2011. Aspectos cuantitativos de los parásitos del pejesapo *Sicyases sanguineus* (Müller & Troshel, 1843) (Perciformes: Gobiesocidae) de la zona costera de Chorrillos, Lima, Perú. *Neotropical Herlminthology*, vol. 5, pp. 56- 72.

Jiménez- Valverde, A. y Hortal, j. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, Vol. 8, 31- XII- Pp. 151- 161.

Kennedy, C.R., J. Bush y M. Aho. 1986. Patterns in helminth communities: Why are bird and fishes different?. *Parasitology* 93: 205-215.

Kennedy, C.R., y H. Williams. 1989. Helminth parasite community diversity in a marine fish *Raja batis*. L. *Journal of Fish Biology* 34: 971-972

Kennedy, C.R. 1993. The dynamics of intestinal helminth communities in eels *Anguilla* *Anguilla* in a small stream: Long-term changes in richness and structure. *Parasitology* 111: 233-245.

Kennedy, C.R. y A.O. Bush. 1994. The relationship between pattern and scale in parasites communities: A stranger in a strange land. *Parasitology* 109: 187-196.

Kennedy, C.R. 1995. Richness and diversity of macroparasite communities in tropical eels *Anguilla reinhardtii* in Queensland, Australia. *Parasitology* 111: 1-13.

Knoff, M., J.L. Luque, y J.F.R. Amato. 1997. Community ecology of the metazoan parasites of grey mullets, *Mugil platanus* (Osteichthyes: Mugilidae) from the littoral of the state of Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 57: 441–454.

Laffarty, K.D. 1997. Environmental parasitology; what can parasites tell us about human impacts on the environment? *Parasitol Today* 13: 251-255.

Luque, J.L., y M.E. Oliva. 1999. Metazoan parasite infracommunities of *Menticirrhus* (Teleostei: Sciaenidae): An amphi-oceanic approximation. *Journal of Parasitology* 85: 379-381.

Luque JL y R Poulin, 2007. Metazoan parasite species richness in Neotropical fishes: hotspots and the geography of biodiversity. *Parasitology* 34: 865-878.

Madhavi, R., y B.K. Sai Ram. 2000. Community structure of helminth parasites of the tuna, *Euthynnus affinis*, from the Visakhapatnam coast, Bay of Bengala. *Journal of Helminthology* 74: 337-342.

Magurran. A. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 175 pp.

Mair, J.M., Cipriani, R., Guzmán, H.M. y Usan, D. 2012. Fishery of the Green Jack *Caranx caballus* (Osteichytes: Carangidae) in Las Perlas Archipelago, Pacific Panama. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 60 (3): 1271- 1288.

Marcogliese D.J. 1995: The role of zooplankton in the transmission of helminth parasites to fish. *Rev. Fish Biol. Fish.* 5: 336–371.

Marcogliese, D.J., A.D. Gendron., C. Plante., M.Cyr.D. Fournier. 2006. Parasites of spottail shiners (*Notropis hudsonius*) in the St. Lawrence Reiver: effects of municipal effluents and habitat. *Can. J. zool.* 84: 1461-1481.

Moravec F, 1995. *Parasitic nematodes of freshwater fishes of Europe*. Prague and Dordrecht, Boston, London, Academia and Kluwer Academic publishers, 477 p.

Moravec F, 1998. *Nematodes of freshwater fishes on the neotropical region*. Academia, Prague, 464 pp.

Moreno. C.E. 2000. *Manual de métodos para medir la biodiversidad*. Editorial Xalapa, Universidad de Veracruz, México. Vol 1, 84p.

Mouritsen, K.N., Tompkins, D.M., Poulin, R. 2005. Climate warming may cause a parasite-induced collapse in coastal amphipod populations. *Oecologia*. **146**(3):476-483.

Ottersen, G., B. Planque., A. Belgrano., E. Post., P.C. Reid., N.C. Stenseth. 2001. Ecological effects of the North Atlantic Oscillation. *Oecologia* 128: 1-14.

Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto, Osorio-Sanabria. D. y V. León Règagnón. 1996. Listado faunístico de México VI. Helminthos parásitos de peces de aguas continentales de México. Universidad Autónoma de México, Instituto de Biología, México. 100 pp.

Perez-del-Olmo A., Fernandez M., Raga J.A., Kostadinova A., Morand S. 2009. Not everything is everywhere: the distance decay of similarity in a marine host– parasite system. *J. Biogeogr.* 36, 200–209.

Poulin R, Valtonen ET, 2002. The predictability of helminth community structure in space: a comparison of fish populations from adjacent lakes. *Int. J. Parasitol.* 32, 1235–1243.

Poulin R, 2003. The decay of similarity with geographical distance in parasite communities of vertebrate hosts. *J. Biogeogr.* 30, 1609–1615.

Poulin, R., Mouritsen, K.N. 2006. Climate change, parasitism and the structure of intertidal ecosystems. *Journal of Helminthology*. **80**(2):183-191.

Poulin R. 2007. Are there general laws in parasite ecology?. *Parasitology* 134: 763 -776.

Poulin, R. 2010. Latitudinal gradients in parasite diversity: bridging the gap between temperate and tropical areas. *Neotropical Helminthology* 4: 169-177.

Putman, R.J. 1994. *Community ecology*. Chapman and Hall Press. London 178 pp.

Reiczigel J, Rózsa L 2005. Quantitative Parasitology 3.0. Budapest. Distributed by the authors.

Rózsa L, Reiczigel J, Majoros G 2000. Quantifying parasites in samples of hosts. *Journal of Parasitology* 86: 228-232.

Rigby, M.V., Zj. C. Holmes, T.H. Cribb, y S. Morand. 1997. Pattern of species diversity in the gastrointestinal helminths of coral reef fish, *Epinephelus merra* (Serranidae), from French Polynesia and South Pacific Ocean. *Canadian Journal of Zoology* 75: 1818-1827.

Robertson, D.R. y G.R. Allen. 2008. Shorefishes of the Tropical Eastern Pacific online information system. Version 1.0 (2008). Smithsonian Tropical Research Institute, Panamá. (<http://www.neotropicalfishes.org/sftep>, www.stri.org/sftep).

- Rohde, K. 1984. Ecology of marine parasites. *Helgol. Wiss. Meeresunters.* 37: 5-33.
- Rohde, K. Hayward, M. Heap y D. A. Gosper. 1994. A tropical assemblage of ectoparasites: Gill and head parasites of *Lethrinus miniatus* (Teleostei: Lethrinidae). *Internacional Journal for Parasitology* 24: 1031-1053.
- Rohde, K, Hayward, C y Heap, M. 1995 Aspects of the ecology of metazoan ectoparasites of marine fishes. *International Journal for Parasitology*, vol. 25, pp. 945-970.
- Rohde, K., y M. Heap. 1998. Latitudinal differences in species and community richness and in community structure of metazoan endo and ectoparasites of marine teleost fish. *International Journal of Parasitology* 28: 464-474.
- Rosenzweig, M. L. 1995. *Species diversity in space and time*. Cambridge University Press, New York.
- Saucedo- Lozano, M., Bernal- Ornellas, I.H., Espino- Barr, E., Garcia- Boa, A., Puente- Gómez, M. 2012. Feeding Habits of the Green Jack (*Caranx caballus* Günther, 1868) on the Coast of Manzanillo, Colima, México. *The Open Marine Biology journal*, 6, pp 28-37.
- Soberón, J. y J. Llorente 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conserv. Biol.*, 7: 480-488.
- Sousa, W. P. 1994. Patterns and processes in communities of helminth parasites. *Trends in Ecology and Evolution*, 9:52-57.
- Stearns, S.C. 1992. *The evolution of life histories*. Oxford University Press, Oxford.

Stenseth, N.C., A. Mysterud., G. Ottersen., J.W. Hurrell., K.S. Chan., M. Lima. 2002. Ecological effects of climate fluctuations. *Science* 297: 1292-1296.

Takemoto, R.M., J.F.R. Amato, y J.L. Luque. 1996. Comparative analysis of the metazoan parasite communities of leatherjackets, *Oligoplites palometa*, *O. saurus*, and *O. saliens* (Osteichthyes: Carangidae) from Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 56: 639 – 650.

Thieltges, D. W. y K. Reise. 2007. Spatial heterogeneity in parasite infections at different spatial scales in an intertidal bivalve. *Oecologia* 150: 569-581.

Thompson, J.N. 1994. *The coevolutionary process*. The University of Chicago Press, Chicago.

Timi JT, Poulin R, 2003. Parasite community structure within and across host populations of a marine pelagic fish: how repeatable is it? *Int. J. Parasitol.* 33, 1353–1362.

Timi J.T., Lanfranchi A.L. y Luque J.L. 2010. Similarity in parasite communities of the teleost fish *Pinguipes brasilianus* in the southwestern Atlantic: Infracommunities as a tool to detect geographical patterns. *International Journal for Parasitology* 40: 243-254.

Turner, M.G. 1989. *Landscape ecology*: The effect of pattern and process. *Annual Review of Ecological Systems*, 20:171-197.

Vales D.G., García NA, Crespo EA y Timi JT. 2011. Parasites of a marine benthic fish in the Southwestern Atlantic: searching for geographical recurrent patterns of community structure. *Parasitol Res* (2011) 108:261–272.

Vélez, I., 1978. Algunos tremátodos (Digenea) de peces marinos del norte de Colombia. *An Inst. Invest. Mar. Punta de Betín*, 10: 223-243.

Vidal-Martínez VM, Aguirre-Macedo ML, Scholz T, González-Solís D, y Mendoza-Franco EF, 2002. - *Atlas de los helmintos parásitos de cíclidos de México*. Instituto Politécnico Nacional, México, 183 p.

Vidal-Martínez V, Poulin R, 2003. Spatial and temporal repeatability in parasite community structure of tropical fish hosts. *Parasitology* 127, 387–398.

Violante-González, J. 2006. Comunidades de parásitos metazoarios de peces, en dos lagunas costeras del estado de Guerrero, México. Tesis Doctoral, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad de Mérida – CINVESTAV. 154 pp.

Walther, G.R., E. Post., P. Convey., A. Menzel., C. Parmesan., T.J.C. Beebee., J.M. Fromentin., O. Hoegh-Guldberg., F. Bairlein. 2002. Ecological responses to recent climate change. *Natura* 416: 389-395.

Weins, J.A., J.F. Addicot, T.J. Case y J. Diamond. 1986. Overview: The importance of spatial and temporal scale in ecological investigations. En: *Community ecology*. (eds J. Diamond and T. J. Case) Harper and Row, Publications, London 145–153.

Wunderlin, AC, Gadig, OBF y Vaske, Jr T. 2011. Annelidae, Hirudinida, Stibarobdella moorei (Oka, 1910): New distribution and host records. *Check List*, vol. 7, pp. 360- 362.

Wooster W, 1959. Oceanographic observation in the Panama Bight “Askoy” Expedition, 1941. *Bull. Amer. Mus. Nature. Hist.* 118(3): 113- 152.

Wyrtki K, 1965. Surface Currents of the Eastern Tropical Pacific Ocean. *Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.* 9(5): 271- 304.

PRODUCTOS CI7968

3. Certificado de divulgación de los resultados a través de una ponencia en evento nacional



El Departamento de Biología y El Grupo de Investigación en Ecología Animal

Certifican que

DIEGO FERNANDO CORDOBA

Expuso el trabajo titulado "Los parásitos metazoarios de la Burica en el norte del Pacífico Colombiano", en el

**XXIV Coloquio de Investigación Científica
en el Departamento de Biología**

Para constancia se firma en Santiago de Cali a los 11 días de julio de 2016

Dr. ALAN GIRALDO
Líder grupo de Investigación
Ecología Animal
Departamento de Biología

PRODUCTOS CI7968

4. Certificado de vinculación de estudiantes de postgrado y pregrado al desarrollo del proyecto de investigación



Universidad del Valle
Facultad de Ciencias
Departamento de Biología
Grupo Investigación en Ciencias Oceanográficas

CERTIFICACION

Por medio de la presente, en calidad de Director del Grupo de Investigación en Ciencias Oceanográficas del Departamento de Biología de la Universidad del Valle, certifico que los estudiantes que se relacionan a continuación estuvieron vinculados al proyecto de investigación "VARIACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LAS COMUNIDADES DE PARÁSITOS METAZOARIOS DE *Carangoides caballus* (GÜNTHER, 1868) EN EL NORTE DEL PACÍFICO COLOMBIANO - CI7968", proyecto que fue dirigido por el Dr. Alan Giraldo López como Investigador Principal:

Nombre	Programa	Actividad	Descripción
Diego Córdoba	Maestría Ciencias Biología	Tesista	Muestreo, análisis de muestra y redacción de documentos
Gustavo Ramírez	Maestría Ciencias Biología	Asistente de campo	Muestreo parámetros oceanográficos, apoyo muestreos de peces.
Isabel Cristina Calle	Programa Biología	Ayudante laboratorio	Procesamiento de muestras
Melissa Morena	Programa Biología	Ayudante laboratorio	Procesamiento de muestras

Atentamente,

Alan Giraldo, B.Sc., Ph.D.
Universidad del Valle
Departamento de Biología
Líder Grupo Investigación en Ciencias Oceanográficas
Email: alan.giraldo@correounivalle.edu.co

cc. Archivo personal

PRODUCTOS CI7968

**5. Respuesta presentación propuesta a
convocatoria nacional**

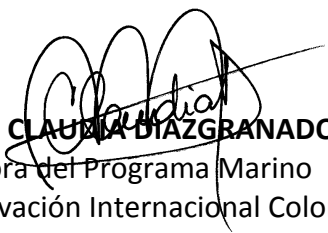
Bogotá, 18 diciembre de 2015

Profesor
Alan Giraldo López
Grupo de Investigación en Ciencias Oceanográficas
Universidad del Valle

Estimado Profesor :

Por medio de la presente lamento comunicarles que su propuesta de investigación titulada "Variación espacial y temporal de las comunidades de parásitos metazoarios de Carangoides caballus (Günther, 1868) en el norte del pacífico colombiano" no fue seleccionada por el comité técnico de la convocatoria permanente del programa marino de Conservación Internacional Colombia, para su financiación parcial. Esperamos continuar contando con sus iniciativas.

Atentamente,


MARÍA CLAUDIA DÍAZGRANADOS
Directora del Programa Marino
Conservación Internacional Colombia
mdiazgranados@conservation.org
