

# Patrones Ontogénicos y Estacionales de Peces Cirujano (Acanthuridae) según el Uso de Hábitat en un Paisaje Insular: Reserva de Biosfera Seaflower, Caribe Colombiano

## Ontogenetic Patterns of Surgeonfish (Acanthuridae) According to Use of Habitat in an Island Caribbean Seascape: Biosphere Reserve Seaflower, Colombian Caribbean

## Patróns Ontogéniques et Stationnaire des Poissons Chirurugiens (Acanthuridae) Selon L'usage D'hábitat dans un Paysage Insulaire: Réserve de Biosphère Seaflower, Caraïbe Colombienne

NATALIA RINCÓN - DIAZ\*, OMAR SIERA-ROZO y ADRIANA SANTOS-MARTÍNEZ,  
Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe, Instituto de Estudios Caribeños y Jardín Botánico,  
Carretera circunvalar San Luis, San Andrés isla, Colombia.

\*[natisea@gmail.com](mailto:natisea@gmail.com), [oasierrar@unal.edu.co](mailto:oasierrar@unal.edu.co), [asantosma@unal.edu.co](mailto:asantosma@unal.edu.co).

### RESUMEN

Este estudio estableció los patrones ontogénicos de peces de la familia Acanthuridae según el uso que hacen de diferentes hábitats costeros dependiendo de su fase de vida y la época climática. Se realizaron censos visuales con transectos de banda, en tres paisajes costeros: manglares - pastos marinos - arrecifes, pastos- arrecife y arrecife durante dos épocas de lluvia y sequía del año 2009 a 2011, en la isla de San Andrés Reserva de Biosfera *Seaflower*. En total se identificaron 96 especies y 24828 individuos, siendo la familia Acanthuridae la tercera en abundancia promedio, con 2416 individuos, de las especies *Acanthurus coeruleus* (61%), *Acanthurus bahianus* (26%) y *Acanthurus chirurgus* (13%). El índice de diversidad global Shannon, fue de 0.90 para ésta familia y se presentó una presencia casi exclusiva de juveniles en praderas próximas al arrecife, lo que indica patrones de distribución ligados a la ontogenia. Los valores de la riqueza media, fueron similares para los hábitats arrecifales conectados  $2,26 \pm 0,25$  especies/100 m<sup>2</sup>, así mismo, existe similitud entre las variables ambientales entre éstos sitios. No se presentaron diferencias significativas en la densidad y abundancia de acantúridos entre las épocas climáticas. La presencia de juveniles en los arrecifes conectados, indica que la dependencia por hábitats de praderas no es obligada, de esta manera juveniles pueden desarrollarse en ambientes arrecifales. Los resultados obtenidos contribuyen a corroborar el conocimiento sobre los vínculos funcionales entre hábitats, importante para la gestión ambiental en las áreas marinas protegidas.

PALABRAS CLAVE: Conectividad ecosistémica, Acantúridos, ontogenia, paisaje costero marino

### INTRODUCCIÓN

El uso diferencial de los hábitats marinos por parte de organismos como los peces, ha permitido el desarrollo de sus estadios de vida, desde la fase larval hasta los estados adultos tardíos (Appeldoorn et al. 1997, Lindeman 1997). La preferencia de los peces por el hábitat seleccionado está dada entonces, por un balance entre la necesidad por refugio mientras se maximice su crecimiento (Werner y Gilliam 1984).

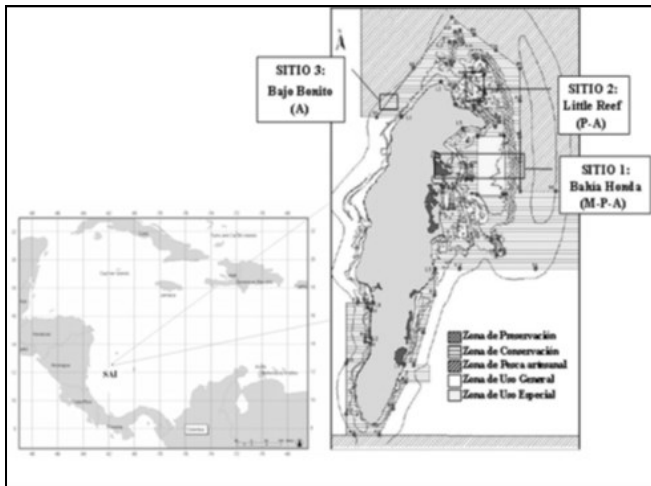
Dicho vínculo funcional entre hábitats fue considerado como un paradigma ecológico (Adams et al. 2006), sin embargo este mosaico de interacciones entre hábitats de manglares, pastos marinos y arrecifes de coral y las especies de peces que se solapan entre ellos, muestran evidencias indirectas de conectividad, que se basan en estudios de 1) densidad de peces juveniles y adultos, y 2) efecto de la ausencia de la zona de cría, su tamaño y distancia al arrecife sobre las densidades de peces arrecifales (Nagelkerken 2007). En paisajes marinos complejos, las especies son flexibles en el uso que hacen del hábitat, y este uso puede ser variable entre familias y especies, así mismo el tipo de hábitat suele ser importante en la determinación de la distribución de los peces arrecifales (Grober-Dunsmore y Keller 2008).

El conocimiento de la conectividad en ecosistemas de arrecifes de coral puede ayudar a decidir sobre la creación de Áreas Marinas protegidas AMP's de gran tamaño, o varias pequeñas en un lugar en particular. Asimismo, el entendimiento de la conectividad, es fundamental para la conservación de la biodiversidad marina y los recursos pesqueros en el Caribe (Grober-Dunsmore y Keller 2008).

Mientras que en algunas regiones del Caribe, se ha documentado el uso del hábitat por parte de los peces en su ciclo de vida, existe una carencia de información sobre el uso diferencial que realizan los peces durante las migraciones ontogénicas en términos del gradiente de conectividad entre biotopos (Cervený 2006). Es así como esta investigación estableció los patrones ontogénicos de peces cirujano (Acanthuridae) según el uso de hábitat en San Andrés isla, en las épocas de lluvia y sequía, para contribuir al manejo sostenible en la Reserva de Biosfera *Seaflower*.

### ÁREA DE ESTUDIO

El presente estudio se realizó en San Andrés, Caribe insular colombiano (12°28'-12°36'N y 81°40'-81°44' W) y parte de la Reserva de Biosfera *Seaflower* –RBS- (CORALINA 2000) (Figura 1).



**Figura 1.** Ubicación de San Andrés isla en el mar Caribe colombiano e imagen ampliada de la localización y zonación de los sitios y hábitats de estudio (imágenes tomadas de la Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe–SIG UN, y CORALINA, 2008 en [www.coralina.gov.co](http://www.coralina.gov.co). SAI: San Andrés isla. A: arrecife; P: pradera; M: manglar.

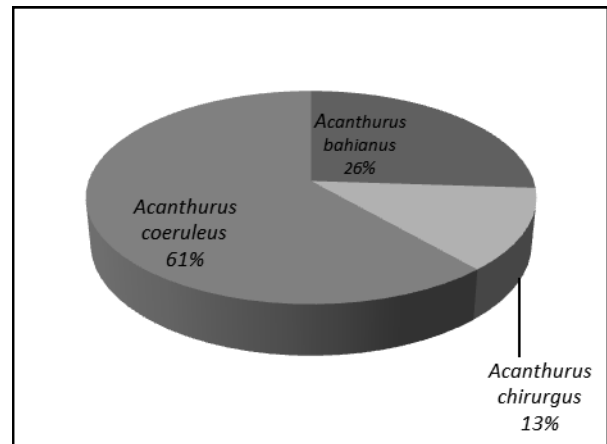
**DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se realizaron censos de peces de 30 familias en cuatro épocas climáticas: lluvia de 2009 y 2010, sequía de 2010 y 2011 (seis transectos de 2 x 50 m en cada hábitat) (WWF 2006), discriminando el estado juvenil o adulto de los individuos. Además, se midieron los atributos fisicoquímicos en todos los hábitats: oxígeno disuelto, pH, temperatura, profundidad, transparencia y salinidad. Los censos se realizaron en tres sitios (Bahía Honda, BH; Bajo Bonito, BB y Little Reef, LR) y en tres hábitats diferentes, praderas, arrecifes y manglares (Figura 1).

Para la familia Acanthuridae, se contrastó la abundancia (densidad) usando la prueba *t. student*, y la composición (riqueza y diversidad) dentro y entre sitios discriminando clases de tamaño mediante el índice de diversidad de Shannon y análisis de clúster usando los software para análisis estadístico R versión 2.15.1 y PAST versión 2.16. Se realizó también un análisis de componentes principales (PCA), con el fin de reconocer la relación de las variables fisicoquímicas tomadas para cada sitio de estudio.

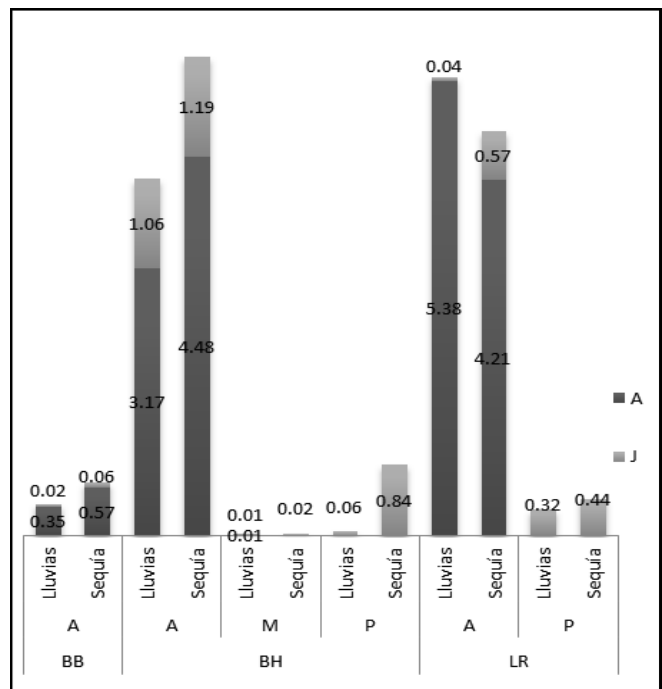
**RESULTADOS**

Se registró un total de 2416 individuos pertenecientes a tres especies (*Acanthurus coeruleus*, *Acanthurus chirurgus* y *Acanthurus bahianus*) (Figura 2). La especie más abundante fue *A. coeruleus* (1485 ind/100 m<sup>2</sup>), la menos abundante fue *A. chirurgus* (302 ind/100 m<sup>2</sup>). Las tres especies de peces cirujano, fueron encontradas en los tres sitios de estudio; sin embargo la mayor diversidad la presentó la pradera de Little Reef y el arrecife de Bajo Bonito. Los valores de la riqueza media, fueron similares para los arrecifes de Bahía Honda, Little Reef y Bajo Bonito: 2.5 ± 0.51, 2.3 ± 0.76 y 2 ± 0.90 especies/100 m<sup>2</sup> respectivamente (Tabla 1).



**Figura 2.** Porcentaje de abundancia de los Acanthúridos registrados en el periodo 2009 – 2011.

La diversidad global fue de 0.90 y se observó una tendencia en la que los adultos predominaron en los ecosistemas arrecifales, y los juveniles en praderas y manglares. La densidad de juveniles a lo largo de los dos años, fue mayor que la de adultos en las praderas de los sitios conectados (Tabla1). En el caso del manglar en Bahía Honda, se encontró que a pesar de presentar baja densidad tanto en adultos como en juveniles, se evidenció una mayor presencia de estos últimos en el área muestreada (0.02 ind/m<sup>2</sup>) (Figura 3). La densidad de adultos siempre fue predominante en arrecifes próximos a manglar y/o praderas (Little Reef y Bahía Honda) con algunas variaciones estacionales (Figura 3).



**Figura 3.** Densidad íctica (ind./m<sup>2</sup>) para cada época de los diferentes hábitats y sitios estudiados. M: manglar; P: pradera; A: arrecife; J: juveniles; A: adultos.

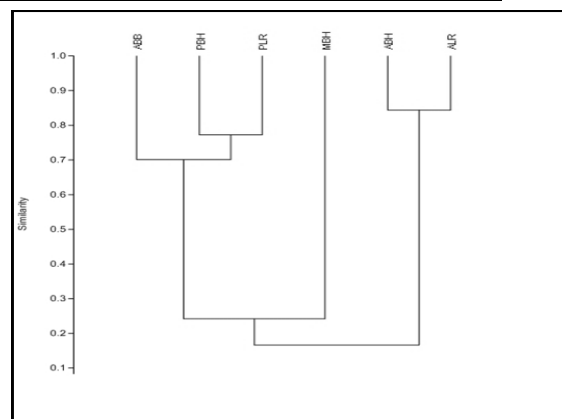
**Tabla 1.** Riqueza, riqueza media, densidad (ind./m<sup>2</sup>) y diversidad (Shannon) de los diferentes hábitats. MBH: manglar de Bahía Honda; PBH: pradera de Bahía Honda; PLR: pradera de Little Reef; ABH: arrecife de Bahía Honda; ALR: arrecife de Little Reef y ABB: arrecife de Bajo Bonito. Juveniles; A. adultos.

Sitio/ Hábitat	Riqueza	Riqueza media	Densidad J	Densidad A	Densidad total	Diversidad Shannon
MBH	2	0.16±0.54	0.00	0.00	0.00	0.46
PBH	3	0.83±0.85	0.02	0	0.02	0.93
PLR	2	0.72±0.75	0.01	0	0.01	1.04
ABH	3	2.5±0.51	0.03	0	0.03	0.92
ALR	3	2.3±0.76	0.00	0.13	0.13	0.71
ABB	3	2±0.90	0.00	0.01	0.01	1.02

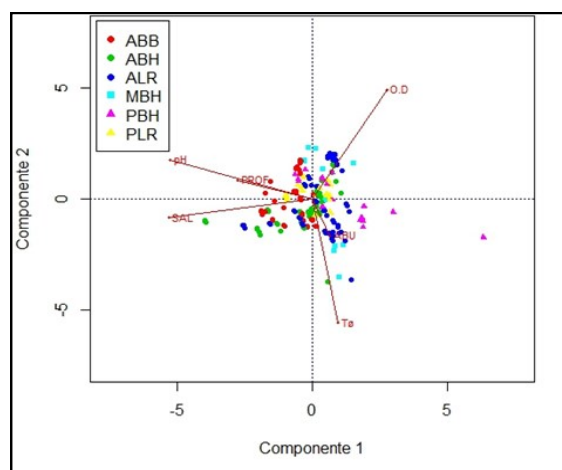
No se encontraron diferencias significativas entre la densidad y abundancia de individuos de las tres especies entre la época de lluvia y sequía ( $p$ -value = 0.68 > 0.05 y  $p$ -value = 0.68 > 0.05). En el análisis de cluster se encontró mayor similitud en la densidad de la ictiofauna entre los arrecifes de Little Reef y Bahía Honda, formando un primer grupo. Asimismo se observó la formación de un segundo grupo donde se incluye el arrecife de Bajo Bonito, y las praderas de Bahía Honda y Little Reef. El manglar de Bahía Honda, presentó un comportamiento aislado respecto a los otros hábitats (Figura 4).

El análisis en el espacio, evidenció que la salinidad y el pH, disminuyeron con la profundidad, así como la abundancia disminuía con el aumento en la concentración de oxígeno disuelto y la disminución de la temperatura, situación que se observó en los arrecifes de Little Reef y Bahía Honda (Figura 5), sitios que presentaron similitud en la abundancia promedio (6.97 y 7.08 ind/100 m<sup>2</sup> respectivamente) y la misma riqueza de Acanthúridos. La temperatura promedio de los ecosistemas arrecifales fue de 28.7°C, las variaciones de profundidad en manglar y pradera fueron de 0.31 m, y se mantuvo una temperatura promedio de 28.16°C.

En Little Reef se encontró que las poblaciones de las tres especies presentan diferencias en la abundancia según su estado y hábitat. La abundancia de adultos fue mayor en el arrecife, y en la pradera predominan los individuos jóvenes (Figura 6). En la pradera de Little Reef, *Acanthurus chirurgus* tuvo la abundancia más alta (45 ind/100 m<sup>2</sup>), incluyendo únicamente peces juveniles (Figura 6). Los individuos adultos fueron más abundantes que los juveniles en el arrecife de Bajo Bonito (92 y 8 ind/100 m<sup>2</sup> respectivamente) y no se encontraron juveniles de la especie *A. chirurgus* (Figura 7). En Bahía Honda, la población de peces adultos y juveniles se vio concentrada en el hábitat arrecifal. (765 ind/100 m<sup>2</sup> adultos y 225 ind/100 m<sup>2</sup>). Las poblaciones de juveniles fueron vistas en el manglar y pradera pero la abundancia fue menor comparada con la del arrecife (93 ind/100 m<sup>2</sup>) (Figura 8).



**Figura 4.** Dendrograma de clúster de las densidades de especies en los hábitats basado en el algoritmo paired group y la medida de similitud de Bray-Curtis. Coef. Corr: 0.979 Abreviaturas como en la Tabla 1.

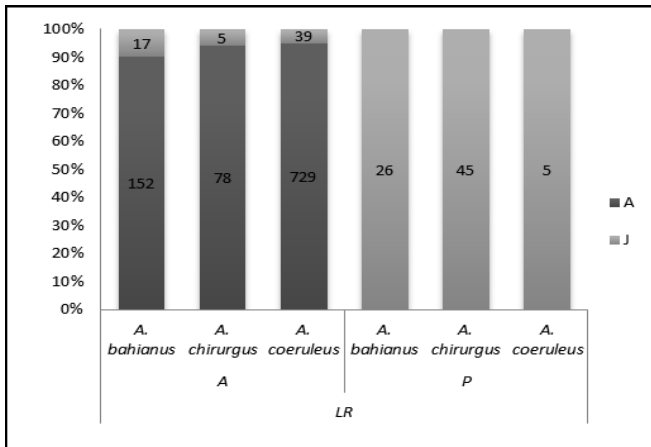


**Figura 5.** Análisis de componentes principales: ABU: abundancia; PROF: profundidad; O.D: oxígeno disuelto; SAL: salinidad; Te: temperatura y pH. Relación de las variables con cada uno de los sitios de estudio. Manglar de Bajo Bonito, MBH; Pradera de Bahía Honda, PBH; Arrecife de Bajo Bonito, ABB; Pradera de Bahía Honda, PBH; Arrecife de Bahía Honda, ABH; y Arrecife de Little Reef, ALR. La variabilidad explicada por los dos componentes es de 43% aproximadamente. 23% en el primer componente y 20% en el segundo componente.

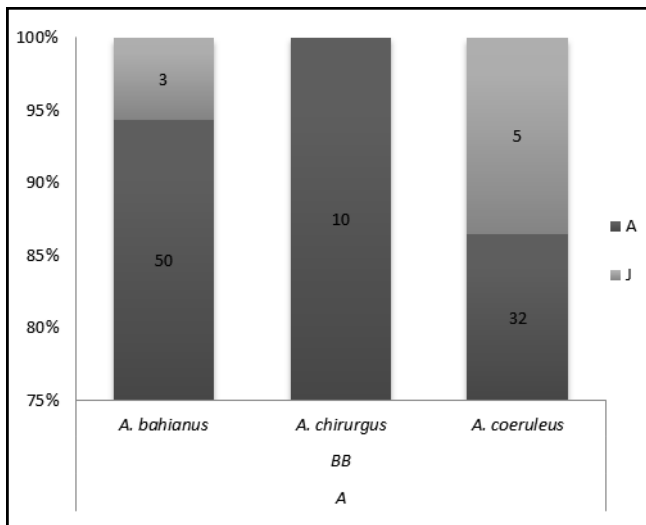
**DISCUSIÓN**

La presencia casi exclusiva de juveniles en los ecosistemas de pradera y manglares conectados a arrecifes, como se presento en Bahía Honda y Little Reef, corrobora la teoría de conectividad ecosistémica, indicando patrones de distribución ligados a la ontogenia. Es así como los estadios juveniles pueden desarrollarse en hábitats como praderas y manglares para luego migrar hacia arrecifes al incrementar su talla (Rooker y Dennis 1991, Nagelkerken et al. 2000, Christensen et al. 2003).

La menor abundancia de peces la tuvo *A. chirurgus*. Este comportamiento se resaltó en Bajo Bonito, lugar donde se presentaron las menores abundancias. Esto puede



**Figura 6.** Abundancia relativa de las especies halladas en Little Reef. Las etiquetas corresponden a las abundancias absolutas. Para cada hábitat las abundancias son individuos en 600 m<sup>2</sup>. M: manglar; P: pradera; A: arrecife. J: juveniles; A: adultos.

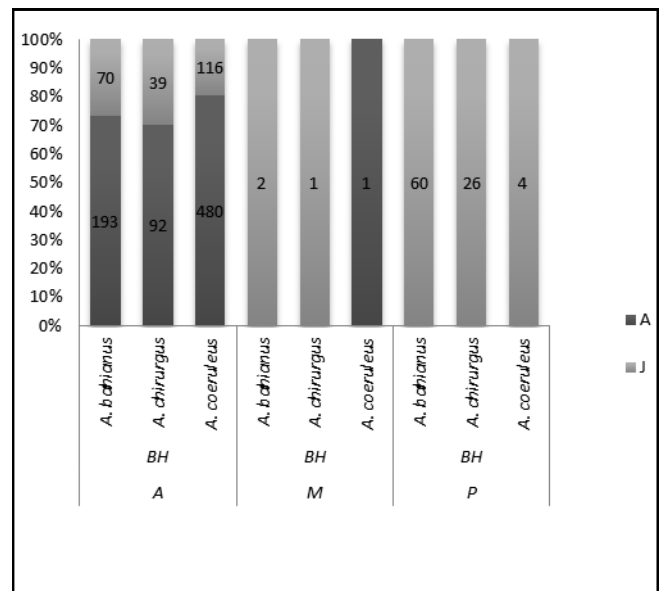


**Figura 7.** Abundancia relativa de las especies halladas en Bajo Bonito. Las etiquetas corresponden a las abundancias absolutas. Para cada hábitat las abundancias son individuos en 600 m<sup>2</sup>. M: manglar; P: pradera; A: arrecife. J: juveniles; A: adultos.

indicar que tal hábitat no constituye un ambiente que fomente la conectividad con hábitats de praderas o manglares; de esta manera es posible que los juveniles empleen otro tipo de hábitat para su desarrollo incorporando poblaciones poco abundantes de peces al sistema arrecifal (Nagelkerken 2007).

La baja densidad y abundancia de las tres especies en el hábitat de manglar, puede sugerir que dichas especies usan y prefieren hábitats de praderas para el desarrollo juvenil (Figura 5), por las condiciones ambientales particulares que presentan. Para el caso de *A. chirurgus*, las praderas constituyeron el hábitat más importante para los juveniles, situación que también reporta Nagelkerk et al. (2000). Existe entonces una amplia variedad de respuestas por parte de las especies de peces lo cual se ve reflejado en el uso diferencial que hacen del hábitat de acuerdo a su fase de vida, y presencia de recursos, dando como resultado variación en las densidades y abundancias dentro de los hábitats (Dennis et al. 2005).

A pesar de que los manglares son potenciales criaderos para varias especies importantes de peces comerciales en el Caribe; la dependencia por éstos hábitats parece no ser obligada (Nagelkerken 2008). Thollot (1992), reportó en Nueva Caledonia, el solapamiento de 43 especies entre dos tipos de hábitats. De éstas especies, 13 fueron encontradas como juveniles en el manglar y como adultos en el arrecife de coral. Entre ellas, algunas especies de Acantúridos, junto con otras, también fueron encontradas como juveniles en hábitats como praderas de pastos marinos, fondos



**Figura 8.** Abundancia relativa de las especies halladas en Bahía Honda. Las etiquetas corresponden a las abundancias absolutas. Para cada hábitat las abundancias son individuos en 600 m<sup>2</sup>. M: manglar; P: pradera; A: arrecife. J: juveniles; A: adultos

blandos y arrecifes de coral. En Nueva Guinea, arrecifes de coral localizados adyacentes a los manglares no muestran alta densidad de adultos aislados del arrecife de coral, sugiriendo así que los manglares no contribuyen significativamente con la población de peces del arrecife de coral (Birkeland y Amesbury, 1988), situación que pudo también evidenciarse para los Acantúridos en este caso.

La presencia de juveniles en el arrecife de Bahía Honda y Little Reef (Figuras 6 y 8), indica que las praderas contribuyen significativamente a la población de peces arrecifales sin embargo, esta dependencia tampoco parece ser obligada. Esto mismo fue reportado por Sierra – Roza et al. (2011) para juveniles de *Scarus taeniopterus* y *Scarus vetula* encontrados en estos mismos arrecifes. Asimismo, Nagelkerken et al. (2000), obtuvo que para *A. coeruleus* no existe preferencia por el hábitat de crianza, pudiendo utilizar como recursos en su estadio juvenil cualquiera de los tres hábitats costeros.

La supervivencia de pocos juveniles que se desarrollan directamente en el arrecife puede potencialmente ser suficiente para mantener las poblaciones de peces adultos en los arrecifes, esto puede deberse a que la superficie total del área del arrecife puede ser mayor o estar en mejores condiciones que la de los hábitats de praderas o manglares cercanos. (Nagelkerken 2007). Así mismo el hábito herbívoro de estas especies pudo favorecer la alta abundancia en los ambientes arrecifales por la oferta de macroalgas, otorgando beneficio a las especies de Acantúridos juveniles y adultos para su permanencia y supervivencia.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo agradecen a la Universidad Nacional de Colombia sede Caribe, por la financiación del proyecto Conectividad Ecosistémica a partir de la Ontogenia de Peces Arrecifales en la Reserva de Biosfera *Seaflower*, Caribe Insular Colombiano: Fase II, del cual se derivó la presente investigación. Se agradece también al grupo de consultoría en Estadística del Departamento de Estadística de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá.

#### LITERATURA CITADA

- Adams, A.J., C.P. Dahlgren, G.T. Kellison, M.S. Kendall, C.A. Layman, J.A. Ley, I. Nagelkerken y J.E. Serafy. 2006. Nursery function of tropical back-reef systems. *Marine Ecology Progress Series* **318**:287-301.
- Appeldoorn, R.S., C.W. Recksiek, R.L. Hill, F.E. Pagan u G.D. Dennis. 1997. Marine protected areas and reef fish movements: the role of habitat in controlling ontogenetic migration. *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium* **2**:1917-1922.
- Birkeland, C. y S. S. Amesbury. 1988. Fish-transect surveys to determine the influence of neighboring habitats on fish community structure in the tropical Pacific. Páginas 195–202 en: A.L. Dahl (ed.) *Cooperation for Environmental Protection in the Pacific*. UNEP Regional Seas Reports and Studies No. 97.
- Cervený, K. 2006. Distribution patterns of reef fishes in southwest Puerto Rico, relative to structural habitat, cross-shelf location, and ontogenetic stage. M.S. Thesis, UPR-Mayagüez. 60 p. + appendices.
- Christensen, J.D., C.F.G. Jeffrey, C. Caldwell, M.E. Monaco, M.S. Kendall y R. S. Appeldoorn. 2003. Cross-shelf habitat utilization patterns of reef fishes in southwestern Puerto Rico. *Gulf and Caribbean Research* **14**:9-27.

- CORALINA. 2000. UNESCO Biosphere Reserve Nomination form. San Andrés Isla (Colombia).
- Dennis, G.D., W.F. Smith-Vaniz, P.L. Colin, D.A. Hensley y M.A. McGehee. 2005. Shore fishes from islands of the Mona passage, greater Antilles with comments on their zoogeography. *Caribbean Journal of Science* **41**:716-743.
- Grober-Dunsmore, R. y B.D. Keller (eds.). 2008. Caribbean connectivity: Implications for marine protected area management. Proceedings of a Special Symposium, 9-11 November 2006, 59th Annual Meeting of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute, Belize City, Belize. Marine Sanctuaries Conservation Series ONMS-08-07. U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, Office of National Marine Sanctuaries, Silver Spring, Maryland USA. 195 pp.
- Lindeman, K.C. 1997. *Development and Cross-shelf Habitat Use of Haemulids and Lutjanids: Effects of Differing Shoreline Management Policies*. Ph.D. Dissertation. University of Miami, Miami, Florida USA. 420 pp.
- Nagelkerken, I., G. Van der Velde, M. Gorissen, G. Meijer, T. Van Hof y C. Den Hartog. 2000. Importance of mangroves, seagrass beds and the shallow coral reef as a nursery for important coral reef fishes, using a visual census technique. *Estuarine and Coastal Shelf Science* **51**:31-44.
- Nagelkerken, I. 2007. Are non-estuarine mangroves connected to coral reefs through fish migration? *Bulletin of Marine Science* **80**:595-607.
- Nagelkerken, I. 2008. Connectivity Between Non-Estuarine Mangroves, Seagrass Beds, and Coral Reefs by Fishes?. Caribbean Connectivity: Implications for Marine Protected Area Management. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* **59**:633.
- Rooker, J. R. y G. D. Dennis. 1991. Diel, lunar and seasonal changes in a mangrove fish assemblage off southwestern Puerto Rico. *Bulletin of Marine Science* **49**:684-698.
- Sierra-Roza, O., A. Santos-Martínez, y A. Acero-Pizarro. 2011. Patrones ontogénicos de peces loro según el uso de hábitat en San Andrés Isla (Reserva de Biósfera *Seaflower*), en época de lluvias. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* **63**:305-309.
- Tollot, P. 1992. Importance of mangroves for Pacific reef fish species, myth or reality? *Proceedings of the 7th International Coral Reef Symposium* **2**:934-941.
- Werner, E.E. y J.F. Gilliam. 1984. The ontogenetic niche and species interactions in sized-structured populations *Annual Review of Ecological Systematics* **15**:393-425.
- WWF. 2006. *Mejores Prácticas de Pesca en Arrecifes Coralinos. Guía para la Colecta de Información que Apoye el Manejo de Pesquerías Basado en Ecosistemas*. World Wildlife Foundation – México/Centroamérica. 81 pp.