

Patrones Ontogénicos de Peces Loro Según el Uso de Hábitat en San Andrés Isla (Reserva de Biósfera *Seaflower*), en Época de Lluvias

OMAR SIERRA-ROZO^{1*}, ADRIANA SANTOS-MARTÍNEZ^{1*}, y ARTURO ACERO PIZARRO²

¹ Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe, Instituto de Estudios Caribeños, Carretera circunvalar San Luis, San Andrés isla, Colombia, ² Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe, Centro de Estudios en Ciencias del Mar – Santa Marta Punta Betín, Colombia. *oasierrar@unal.edu.co, and asantosma@unal.edu.co.

RESUMEN

Se estudió la importancia de los enlaces ecológicos entre manglares, pastos marinos y arrecifes de coral para la ontogenia de scáridos en San Andrés isla, Caribe colombiano, en temporada de lluvias (octubre-diciembre) de 2009. En sitios donde los arrecifes están próximos a manglares y/o pastos, y sitios donde están aislados, se evaluó composición, abundancia y estado de desarrollo de los peces en cada hábitat mediante censos visuales con transectos de banda. Estadísticamente se compararon estas variables entre hábitats y se correlacionaron con atributos físicoquímicos y fisiográficos. Adicionalmente, usando análisis de similitud se relacionó la estructura ictica entre hábitats. Se observó una riqueza de siete especies, una abundancia de 322 individuos, y un índice de Shannon de 1.73. La riqueza media en praderas y manglar fue similar, y en arrecifes próximos a estos hábitats fue mayor al igual que la diversidad. Las densidades de adultos fue mayor en arrecifes conectados al manglar y/o praderas para *Scarus iseri*, *Sparisoma chrysopteron* y *Sparisoma viride*, evidenciándose patrones de distribución ligados a la ontogenia. Los análisis de similitud agruparon praderas y manglar, mostrando a los arrecifes relativamente independientes. La profundidad varió entre manglares y praderas aproximadamente un metro, y para arrecifes entre 5 y 13 m. La longitud de hojas de *Thalassia testudinum* entre praderas, y la cobertura de coral blando, esponjas y macroalgas, y la complejidad topográfica entre arrecifes variaron significativamente. Se constató la función como hábitats de cría de manglares y praderas para algunos scáridos y la influencia de la complejidad del biotopo sobre la composición ictica. Los resultados concuerdan con la literatura, enriquecen esta con nuevas observaciones y son insumo para la gestión ambiental.

PALABRAS CLAVE: Conectividad ecosistémica, peces loro, hábitats de cría

Ontogenetic Patterns of Parrotfishes According to Use of Habitat in San Andres Island (Biosphere Reserve *Seaflower*), in the Rainy Season

The importance of the ecological connections was studied among mangroves, seagrasses and coral reefs for the ontogeny of Scaridae in San Andrés island, Colombian Caribbean, in rain season (October-December) of 2009. In places where the reefs are next to swamps and/or grasses, and places where they are isolated, it was evaluated composition, abundance and state of development of the fish in each habitat by means of visual censuses with band transects. These variables were compared statistically among habitats and they were correlated with physical-chemical and physiographic attributes. Additionally, using analysis of similarity was related the ichthyof structure among habitats. It was observed a richness of seven species, an abundance of 322 individuals, and a Shannon's index of 1.73. The half richness in seagrasses and mangrove was similar, and in reefs next to these habitats, the half richness and diversity was bigger. The densities of adults of *Scarus iseri*, *Sparisoma chrysopteron* and *Sparisoma viride* were bigger in reefs connected to the swamp and/or seagrasses, being evidenced distribution patterns bound to the ontogeny. The analyses of similarity contained seagrasses and mangrove, showing to the reefs relatively independent. The depth varied approximately a meter between swamps and seagrasses, and between 5 and 13 m in reefs. The length of leaves of *Thalassia testudinum* among seagrasses, and the covering of soft coral, spongy and macroalgas, and the topographical complexity among reefs varied significantly. It was verified that mangrove and seagrasses serve as functional nursery habitats for some parrotfishes and the influence of the biotope complexity on the ichthyof composition. The results agree with the literature, they enrich this with new observations, and they provide input for the environmental administration.

KEY WORDS: Ecosystem connectivity, parrotfishes, nursery habitats

Patron Ontogénétiques des Poissons Perroquets Selon L'utilisation D'habitat dans L'île de San Andres (Réserve de Biosphère *Seaflower*) en Époque de Pluie

Nous avons étudié l'importance des rapports écologiques entre mangroves, pâturages marins et récifs coralliens, a fin de bien connaître l'ontogénie des scaridés a San Andrés, Island, Caraïbe colombien, dans la saison de pluies (octobre- décembre) de 2009. Dans les lieux ou les récifs sont a proximité de mangroves et/ou récifs coralliens ou les lieux ou ils sont isolés, nous avons évalué la composition, abondance et l'état de développement des poissons dans chaque habitat moyenne, par des recensements a vue, moyennent des transects composés de franges. Statistiquement nous avons comparés ces variables entre habitats et nous avons fait des corrélations avec des conditions physicochimiques et physiographiques. En plus, en utilisant des taux de similarités, nous avons établie des rapports entre l'structure ichtyologique étudiée et ses habitats. Nous avons renseigné 7 espèces, avec 322 individus, et selon l'indicateur de Shannon leur taux a été de 1.73. La richesse moyen dans les pâturages marins et/ou les mangroves a été presque la même, mais dans les récifs coralliens a été plus grande ou égal a sa diversité. La diversité des aînés a été plus grande dans les récifs coralliens proches aux mangroves et/ou les pâturages marins pour *Scarus iseri*, *Sparisoma chrysopteron* y *Sparisoma viride*, ont relevé des patrons de distribution très proches de leur ontogénie. Les analyses de similarité en groupent mangroves et/ou pâturages marins, montrent la relative indépendance des récifs coralliens. Le niveau d'eau entre mangroves et pâturages marins change de un mètre, plus ou moins, mais pour les récifs change entre 5 et 13 mètres. La longueur de feuilles de *Thalassia testudinum* entre pâturages marins, la couverture de récifs moles, éponges et des algues supérieures, et la complexité topographique par rapport aux récifs, elles ont changé significativement. Nous avons en plus constaté, la fonction des habitats d'élevage des mangroves et/ou des pâturages marins pour quelques uns des scaridés et l'influence de la complexité du biotope, sur la composition

de la richesse ichthyologique. Finalement les résultats énoncés, sont tout a fait d'accord avec la littérature scientifique, et nos relevés nous ont permis de proposer des mesures relatives à la gestion de l'environnement.

MOTS CLÉS: Connectivité d'ecosistema, poissons perroquets, habitats d'élevage

INTRODUCCIÓN

Un gran componente de la alta biodiversidad tropical es el complejo mosaico de ecosistemas en interacción, o “paisaje marino”, de la zona marina costera. Este paisaje típicamente contiene alguna combinación entre arrecifes coralinos, praderas de fanerógamas, manglares, parches arrecifales y fondos duros y blandos (Ogden et al. 2005). Las comunidades de peces en manglares y praderas asociados a los arrecifes coralinos suelen mostrar un solapamiento o conectividad entre estos y el arrecife como resultado de migraciones de peces (Blaber 2000). Hoy este vínculo funcional entre hábitats es considerado un paradigma ecológico (Adams et al. 2006). Las evidencias indirectas sobre conectividad se basan en estudios de 1) densidad de peces juveniles y adultos, y 2) efecto de la ausencia de la zona cría, su tamaño y distancia al arrecife sobre las densidades de peces arrecifales (Nagelkerken 2007). En el Caribe, varios estudios en lagunas, bahías y estuarios con manglares y/o praderas de pastos marinos suelen mencionar que se hallan altas densidades de peces juveniles y que esos biotopos serían áreas de cría para varias especies arrecifales (Sedberry and Carter 1993, Mumby et al. 2004). Esta investigación estableció los patrones ontogénicos de peces loro (Scaridae) según el uso de hábitat en San Andrés isla en época de lluvias, para contribuir al manejo sostenible en la Reserva de Biosfera *Seaflower*.

MÉTODOS

Área de Estudio

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).

Diseño Experimental

Se registraron en época de lluvias (octubre-diciembre de 2009) y mediante censos visuales (6 transeptos de 2x50m en cada hábitat) (WWF 2006), la abundancia y el estado juvenil o adulto de las especies de scáridos. Además, se midieron los atributos:

Fisicoquímicos — En todos los hábitats: oxígeno disuelto, pH, temperatura, profundidad, transparencia y salinidad

Fisiográficos — En praderas: cobertura de pastos, arena y macroalgas; longitud de hojas y número de vástagos de *Thalassia testudinum* (cuadrantes, 0.5 x 0.5 m); En arrecifes: cobertura de coral duro, coral blando, arena, cascajo y otra biota (método del punto intercepto), y la complejidad topográfica (mediante cadena).

Se contrastó abundancia (densidad) y la composición (riqueza y diversidad) dentro y entre sitios discriminando clases de tamaño mediante pruebas de U-Mann Withney ($\alpha = 0.05$), el índice de diversidad de Shannon, análisis de clúster y análisis de componentes principales (PCA).

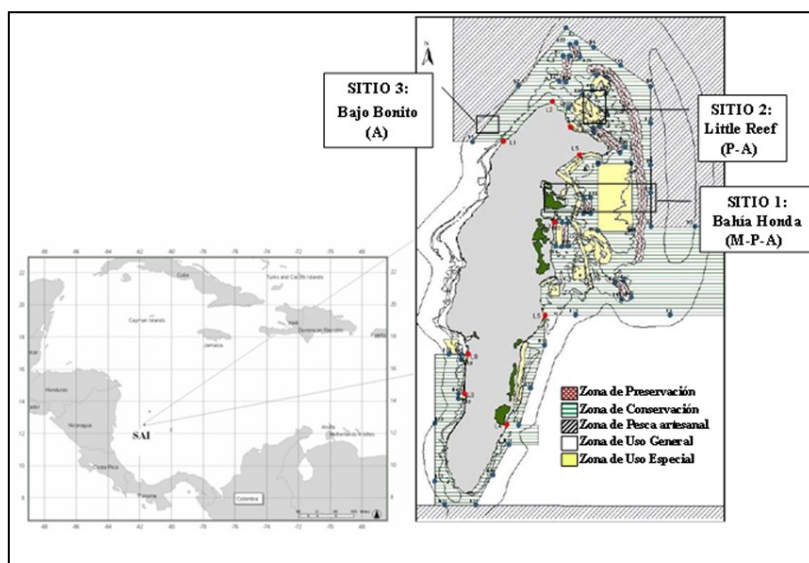


Figura 1. Ubicación de San Andrés isla en el mar Caribe colombiano e imagen ampliada de la localización y zonación de los sitios y hábitats de estudio (imágenes tomadas de la Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe–SIG UN, y CORALINA, 2008 en www.coralina.gov.co. SAI: San Andrés isla. A: arrecife;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

RESULTADOS

Se registraron 322 individuos pertenecientes a siete especies de scáridos (Figura 2), y un índice de diversidad global de 1.73. El manglar y praderas presentaron exclusivamente individuos juveniles, y los arrecifes juveniles y adultos. Manglar y praderas presentaron una riqueza media similar. Los arrecifes próximos al manglar y/o praderas (Little Reef y Bahía Honda) presentaron mayores densidades de adultos (0.06 y 0.08 ind./m²) (Figura 3), mayores diversidades (1.82 y 1.52) y mayores riquezas (7 y 7 especies) y riquezas medias (4.67 ± 1.63 y 4.33 ± 1.21 especies/100 m²) (Tabla 1).

Las poblaciones de juveniles de *S. iseri*, *S. chrysotermum* y *S. viride* en el manglar y/o praderas fueron tan o más altas a las vistas en el arrecife, y la poblaciones arrecifales de estas especies se favorecieron en ambientes interconectados (Figuras 4, 5 y 6), especialmente en Little Reef. *S. rubripinne* también presentó este comportamiento, aunque con sólo un juvenil en la pradera de Bahía Honda. Se presentó una notable similitud de ictiofauna entre manglar y pradera (Figura 7).

S. taeniopterus presentó una alta densidad de juveniles y adultos en Bajo Bonito. La población juvenil de *S. aurofrenatum* en praderas y la población general en sus arrecifes contiguos fueron importantes. Sin embargo, en el arrecife de Bajo Bonito (aislado) la población de este pez loro fue más alta que la de los arrecifes conectados. *S. vetula* sólo fue visto en arrecifes interconectados (juveniles y adultos) pero no en las praderas o manglar cercanos a estos.

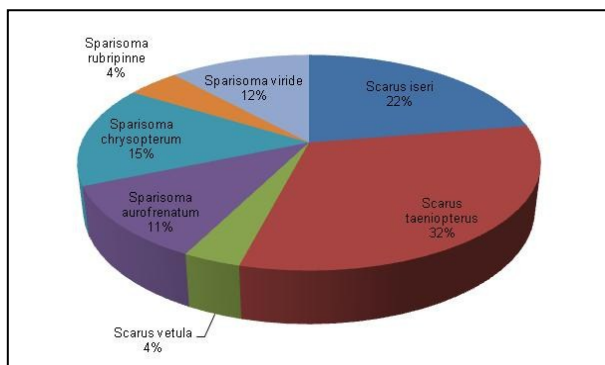


Figura 2. Porcentaje de abundancia de los scáridos registrados.

Tabla 1. Riqueza, riqueza media, densidad (ind./m²) 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; ABB: arrecife de Bajo Bonito. J: juveniles; A: adultos.

	Riqueza	Riqueza media	Densidad J	Densidad A	Densidad Total	Diversidad
MBH	2	0.83±0.75	0.00	0.02	0.02	0.67
PBH	5	1.50±0.84	0.00	0.04	0.04	1.29
PLR	3	1.00±0.00	0.00	0.02	0.02	1.09
ABH	7	4.33±1.21	0.04	0.08	0.12	1.52
ALR	7	4.67±1.63	0.14	0.06	0.20	1.82
ABB	5	3.17±1.17	0.10	0.05	0.15	1.13

Para manglar y praderas la profundidad varió aproximadamente un metro y la temperatura entre 29 - 30°C, y para arrecifes la profundidad entre 5 y 13 m, y la temperatura entre 28 - 29°C. Abundancia y riqueza se incrementaron

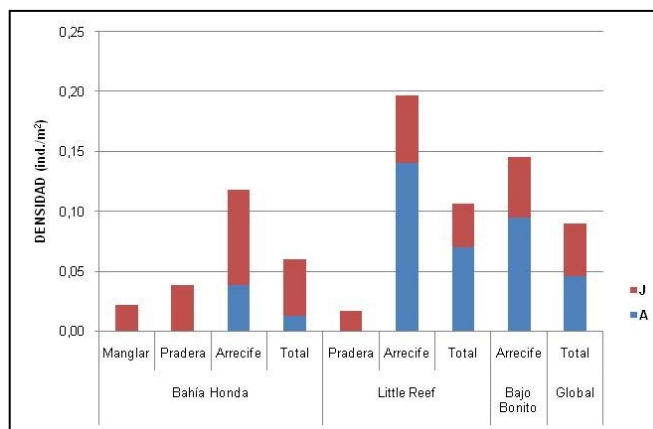


Figura 3. Densidad íctica (ind./m²) de los diferentes hábitats y sitios estudiados. J: juveniles; A: adultos.

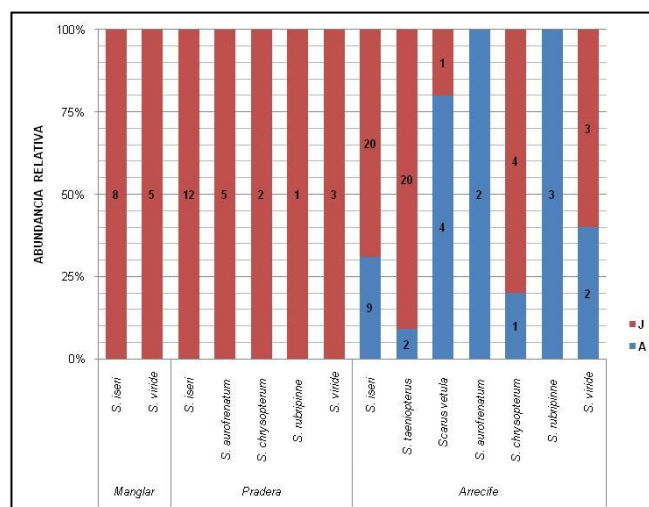


Figura 4. Abundancia relativa de las especies halladas en Bahía Honda. Las etiquetas corresponden a las abundancias absolutas. Para cada hábitat las abundancias son individuos en 600 m². M: manglar; P: pradera; A: arrecife. J: juveniles; A: adultos.

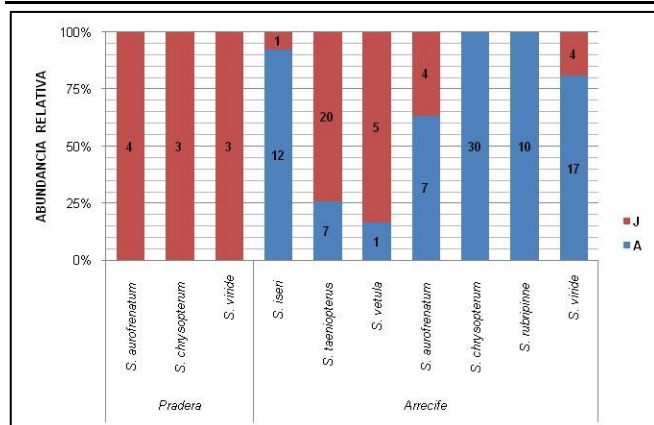


Figura 5. Abundancia relativa de las especies halladas en Little Reef. Las etiquetas corresponden a las abundancias absolutas. Para cada hábitat las abundancias son individuos en 600 m². M: manglar; P: pradera; A: arrecife. J: juveniles; A: adultos.

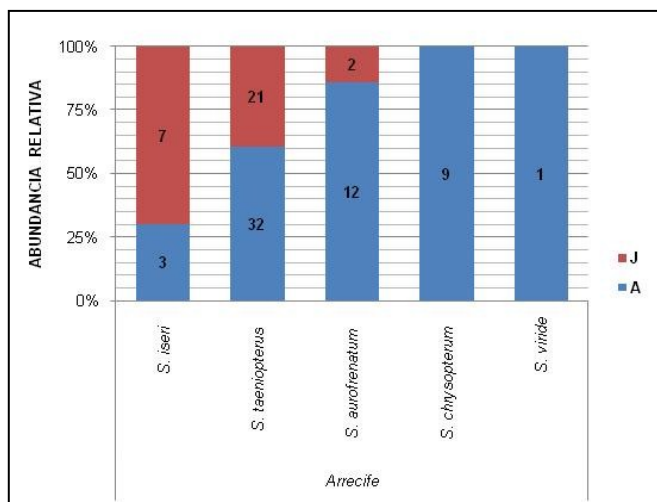


Figura 6. Abundancia relativa de las especies halladas en Bajo Bonito. Las etiquetas corresponden a las abundancias absolutas. Para cada hábitat las abundancias son individuos en 600 m². M: manglar; P: pradera; A: arrecife. J: juveniles; A: adultos.

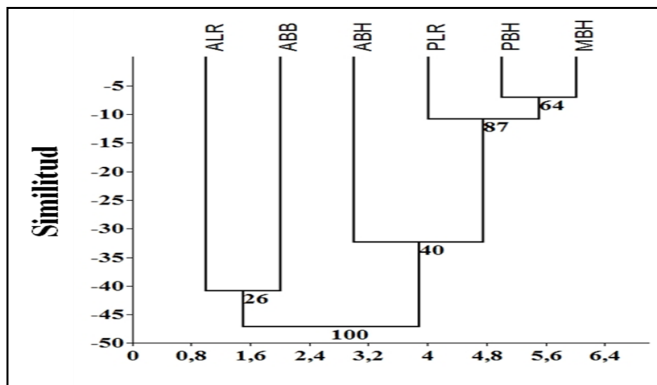


Figura 7. Dendrograma de clúster de las densidades de especies en los hábitats basado en el algoritmo paired group y la medida de similitud Euclidiana (bootstrap: 10000), Coef. Corr: 0.94. Abreviaturas como en la Tabla 1.

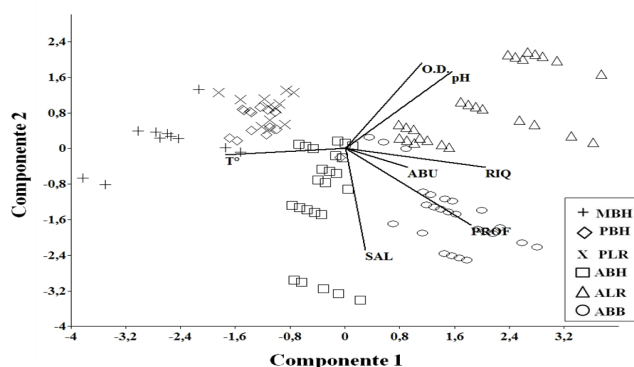


Figura 8. Análisis de componentes principales para las variables fisicoquímicas, la abundancia y la riqueza en relación con los hábitats. ABU: abundancia; RIQ: riqueza; PROF: profundidad; O.D: oxígeno disuelto; SAL: salinidad; T°: temperatura. Demás abreviaturas como en la Tabla 1.

con la profundidad y la disminución de la temperatura, y son mayores en ambientes con profundidad media alta y temperatura media baja, como es el caso del arrecife de Little Reef (Figura 8). La longitud de hojas de *Thalassia testudinum* fue mayor en Bahía Honda (24 ± 6.1 cm) que en Little Reef (17.2 ± 1.6 cm), y la cobertura de macroalgas fue más alta en el arrecife de Bahía Honda ($27.7 \pm 8.0\%$) y de Little Reef ($25.2 \pm 11.1\%$) que en el de Bajo Bonito ($14.7 \pm 8.4\%$).

DISCUSIÓN

La elevada densidad de juveniles de *S. iseri*, *S. chrysoternum* y *S. viride* en manglar y praderas, y de la población general en arrecifes interconectados manifiesta patrones de distribución ligados a la ontogenia, conectividad ecosistémica, y apoya la función como hábitats de cría del manglar y praderas de San Andrés (siguiendo la pauta de Beck et al. 2001). Se ha indicado que la densidad de *S. iseri* se favorece marcadamente al haber manglares próximos al hábitat de los adultos (Mumby et al. 2004). La similitud en ictiofauna entre manglar y pradera (Figura 7) indica conectividad y función compartida como hábitats de cría entre estos hábitats (si son contiguos, p.e. en Bahía Honda) (Verweij et al. 2006). La baja densidad de juveniles de *S. rubripinne* en hábitats de cría aún no permite aseverar su dependencia de estos hábitats.

La elevada densidad de *S. taeniopterus* en Bajo Bonito compuesta por juveniles y adultos indica que no es una especie que requiera del manglar y/o pastos, y que no fomenta la conectividad. Es posible que aparte del arrecife esta especie emplee biotopos como fondos duros y/o blandos y canales para el desarrollo de juveniles, como se ha establecido para algunas especies arrecifales (Nagelkerken 2007). Dado que la población de *S. aurofrenatum* en Bajo Bonito es mayor que la de arrecifes interconectados, pese al aporte de juveniles provenientes de praderas, es posible que este pez pueda prescindir del manglar y praderas, y que eventualmente desde estos

hábitats el arrecife reciba un importante insumo de juveniles. Ya que *S. vetula* se registró en continuos ecosistémicos pero sólo en el hábitat arrecifal, no se pudo determinar dependencia de hábitats de cría.

La presencia de juveniles de *S. taeniopterus* y *S. vetula* en los arrecifes, y de *S. aurofrenatum* en praderas y arrecife enriquece la revisión sobre hábitats de desarrollo juvenil de peces arrecifales realizada por Nagelkerken (2007). De acuerdo a Adams et al. (2006) la estrategia de vida del estado bentónico de las dos primeras especies es especialista y de la tercera generalista.

Aparte del crecimiento poblacional impulsado por la conectividad, el mayor desarrollo vegetal en la pradera y el arrecife de Bahía Honda y en el arrecife de Little Reef, pudo promover la mayor diversidad de peces loro y la mayor densidad de juveniles en estos hábitats al brindar protección, alimentación e interceptación de larvas (Parrish 1989).

CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

Este estudio corroboró el paradigma de la conectividad ecosistémica, demostrando el valor de manglares y praderas como áreas de cría para peces loro en San Andrés isla. Estableció que la complejidad de los biotopos influye notablemente en la composición de la ictiofauna.

Los resultados concuerdan con la literatura, enriquecen esta con nuevas observaciones y son insumo para la gestión ambiental. La interconexión funcional entre hábitats evidenciada, sugiere que para preservar la biodiversidad de la isla es importante incluir la mayor variedad de hábitats, antes que privilegiar alguno por poseer más diversidad.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo agradecen a la Universidad Nacional de Colombia sede Caribe, por la financiación del proyecto Patrones estacionales y ontogénicos de peces arrecifales según el uso de hábitat en San Andrés, Caribe insular colombiano (Santos-Martínez, 2009), del cual se derivó la presente investigación.

LITERATURA CITADA

- Adams, A.J., C.P. Dahlgren., G.T. Kellison, M.S. Kendall., C.A. Layman., J.A. Ley., I. Nagelkerken, and J.E. Serafy. 2006. Nursery function of tropical back-reef systems. *Marine Ecology Progress Series* **318**:287-301.
- Beck, M.W., K.L. Heck., K.W. Able., D.L. Childers., D.B. Eggleston., B.M. Gillanders., B. Halpern., C.G. Hays., K. Hoshino., T.J. Minello., R.J. Orth., P.F. Sheridan, and M.P. Weinstein. 2001. The identification, conservation and management of estuarine and marine nurseries for fish and invertebrates. *BioScience* **51**:633-641.
- Blaber, S.J.M. 2000. *Tropical Estuarine Fishes. Ecology, Exploitation and Conservation. Fish and Aquatic Resources Series 7*. Blackwell Science, Oxford, England. 372 pp.
- CORALINA. 2000. UNESCO Biosphere Reserve Nomination form. San Andrés Isla (Colombia).
- Mumby, P.J., A.J. Edwards., J.E. Arias-González., K.C. Lindeman., P.G. Blackwell., A. Gall., M.I. Gorczynska., A.R. Harborne., C.L. Pescod., H. Renken., C.C. Wabnitz, and G. Llewellyn. 2004. Mangroves enhance the biomass of coral reef fish communities in the Caribbean. *Nature* **427**:533-536.
- Nagelkerken, I. 2007. Are non-estuarine mangroves connected to coral reefs through fish migration? *Bulletin of Marine Science* **80**:595-607.
- Ogden, J.C., I. Nagelkerken, and C.C. McIvor. 2005. Ecosystem Interactions in the Tropical Coastal Seascape (Final Draft). Pages 288-297 in: C. Birkeland (ed.) *Life and Death of Coral Reefs, 2nd Edition*. Springer-Verlag Publishing, New York, New York USA.
- Parrish, J.D. 1989. Fish communities of interacting shallow-water habitats in tropical oceanic regions. *Marine Ecology Progress Series* **58**:143-160.
- Sedberry, G.R. and J. Carter. 1993. The fish community of a shallow tropical lagoon in Belize, Central America. *Estuaries* **16**:198-215.
- Verweij, M.C., I. Nagelkerken., D. de Graaff., M. Peeters., E.J. Bakker, and G. van der Velde. 2006. Structure, food and shade attract juvenile coral reef fish to mangrove and seagrass habitats: a field experiment. *Marine Ecology Progress Series* **306**:257-268.
- WWF. 2006. Mejores prácticas de pesca en arrecifes coralinos. Guía para la colecta de información que apoye el Manejo de Pesquerías Basado en Ecosistemas. WWF México/Centroamérica. 81 pp.