

# Selección y distribución del hábitat de especies del género *Stegastes* en el Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos, Quintana Roo

Sergio Marcos-Camacho, Elsa Enriquez-Hernandez, Mariana Solís-Mendoza y Luis Mendoza-Cuenca✉

Laboratorio de Ecología de la Conducta, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Edificio "R", Ciudad Universitaria, Av. Francisco J. Múgica s/n. Col. Felicitas del Río, C.P. 58030. Morelia, Michoacán, México.

## Resumen

La conducta territorial implica la defensa de un área con el propósito de conseguir el acceso exclusivo a recursos presentes, por lo cual se asocia con competencia por recursos y puede afectar importantes componentes de la adecuación de los individuos, así como determinar la distribución y abundancia de las especies competidoras. El presente estudio evaluó la composición estructural de un vecindario de peces arrecifales del género *Stegastes* (*S. diencaeus* y *S. planifrons*), determinando si las diferencias en el potencial de mantenimiento de recursos (PMR) y los niveles de agresión de los individuos determinan la distribución de las especies en el vecindario. Los resultados muestran que los adultos de *S. planifrons* al ser los individuos más agresivos, establecen sus territorios en las mejores áreas dentro del arrecife, lo que les permite optimizar el tamaño de su territorio y reducir el porcentaje de traslape con los co-específicos. Mientras que los individuos adultos de *S. diencaeus* y los juveniles de *S. planifrons* se establecen en sitios alejados, lo que en el caso de los primeros implica defender territorios de mayor tamaño, y resulta en un mayor porcentaje de traslape con los territorios de otros *Stegastes* adultos y un mayor gasto de defensa territorial. Nuestros resultados sugieren que los niveles de agresividad asociados a las preferencias por recursos son los factores primordiales que explican la estructura de los vecindarios de peces del género *Stegastes* en los arrecifes.

**Palabras Clave:** Agresividad, Competencia por recursos, Potencial de Mantener un Recurso, *Stegastes*, Territorialidad.

## Abstract

Territorial behavior implies the defense of an area in order to get exclusive access to resources. It is involved with competition for resources, and can affect important fitness components of the individuals as well as to determine the distribution and abundance of species competing. The present study evaluated the structural composition of a reef fish neighborhood of the genus *Stegastes* (*S. diencaeus* and *S. planifrons*), assessing whether the differences in the potential resources maintenance (PRM) and levels of aggression by individuals determine the distribution of the species in the neighborhood. Results show that more aggressive *S. planifrons* adults establish their territories in the best areas in the reef, allowing them to optimize the size of its territory and reduce the percentage of overlap with conspecifics. While individuals of *S. diencaeus* and juveniles of *S. planifrons* settle in nearby sites, which in the case of the first, imply the defence of bigger territories, resulting in a higher percentage of overlap with other adult territories and thereby a greater territorial defense spending. Our results suggest that aggression levels associated with preferences for resources are the main factors that explain the structure of the neighborhoods of fish of the genus *Stegastes* on reefs.

**Keywords:** Aggression, competition for resources, potential to maintain a resource, *Stegastes*, territoriality.

## Introducción

La conducta territorial, se asocia con competencia por defensa de recursos, que pueden incluir alimento y/o áreas de alimentación, refugio y sitios de descanso, cópulas o sitios de apareamiento, huevos y progenie. Asumiendo que su función primordial es brindar acceso prioritario a recursos limitados, presentes en un área particular (Matthews & Matthews, 2010).

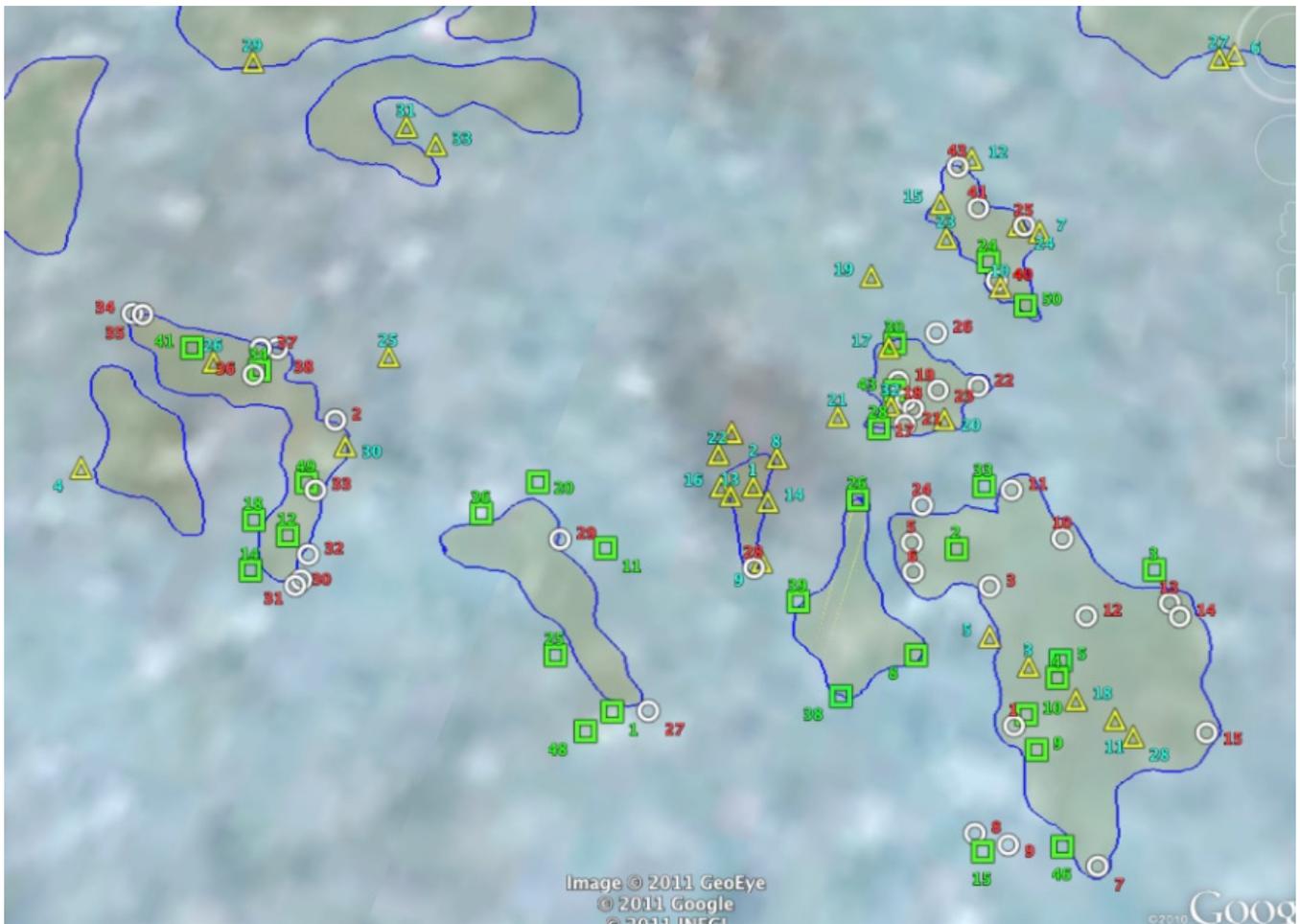
Begon *et al.* (1990) definen la competencia como una interacción entre individuos que comparten necesidades por un recurso limitado. Esta interacción puede afectar componentes de la adecuación de los individuos, así como de la dinámica poblacional de las especies, la distribución y abundancia de las especies competidoras (Begon *et al.*, 1990). Los procesos de competencia basados en las diferentes habilidades competitivas

de las especies (Reese, 1978) resultan en la repartición de recursos y permiten la coexistencia de especies que compiten por recursos similares (MacArthur y Levins, 1987).

En peces, la territorialidad es común y se encuentra estrechamente relacionada al sistema de apareamiento de las poblaciones (Jones, 1981). En algunas especies, el tamaño y la calidad del territorio pueden ser caracteres incluso más relevantes que las características morfológicas de los machos durante la elección de pareja por parte de las hembras (Alatalo *et al.*, 1986, Danchin *et al.*, 2008). La calidad del territorio puede ser independiente de los recursos que contiene y estar determinado por características particulares (Jones, 1981). La evolución de las conductas territoriales en los machos es moldeada por intensas presiones selectivas incluyendo la interacción entre la selección natural y la selección sexual (Krebs & Davies, 1994, Alcock, 2009).

En el caso de la territorialidad, la competencia por acceder

✉ Autor de correspondencia: Luis Mendoza-Cuenca. email: lmendoza@lca.unam.mx



**Figura 1.** Mapa de la distribución de los territorios de *Stegastes* en arrecife posterior de Puerto Morelos, Quintana Roo. *S. diencaeus*=cuadros y números en verde, *S. planifrons* adulto=Círculos blancos y números en rojo, *S. planifrons* juveniles=triángulos amarillos y números en azul.

a recursos limitados frecuentemente son resueltos a través de interacciones directas conocidas como combates (Krebs & Davies, 1994). El resultado de un combate puede estar basado en reglas de decisión de los oponentes moldeadas por selección natural y basadas en balance del costo-beneficio en los que incurre un individuo al enfrascarse en una pelea (Briffa & Sneddon 2010). Teóricamente se asume que la habilidad o capacidad para pagar los costos y realizar conductas agonísticas son los factores que determinan la habilidad de pelea o el potencial de un individuo para mantener un recurso (PMR, Maynard Smith & Parker, 1976). El PMR y los niveles de agresividad de los individuos pueden producir jerarquías de dominancia intra e interespecíficas entre individuos cuyos territorios están contiguos, pudiendo determinar la estructura de los vecindarios reproductivos de especies territoriales (Briffa & Sneddon 2010).

Las especies del género *Stegastes* son un grupo modelo en el estudio de territorialidad (Helfman *et al.*, 2009) incluyendo una gran diversidad de tópicos en investigaciones con este género.

El presente trabajo pretendemos evaluar si las diferencias en PMR y niveles de agresividad de las diferentes especies y estadios ontogenéticos, son caracteres que explican e incluso permiten predecir la distribución de los individuos de las especies del género *Stegastes* cuando compiten por recursos en un arrecife.

Específicamente nos interesa contestar: ¿La conducta agresiva de los individuos, pueden determinar la distribución espacial de sus territorios? y ¿los individuos modulan su conducta agresiva en respuesta a las características del intruso (i.e. especie y estadio ontogenético)?

## Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en el Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos, Quintana Roo. Se delimitó un vecindario de peces del género *Stegastes* mediante un polígono ubicado en las siguientes coordenadas Norte 20°50'43.69"N, 86°52'17.06"W, y Sur 20°50'42.90"N 86°52'18.55"W con una extensión de aproximadamente 1320 m<sup>2</sup>.

Al interior del vecindario se ubicaron y marcaron los territorios de todos los individuos de la especie *S. diencaeus* adultos y *S. planifrons* adultos y juveniles (estableciéndose estas tres categorías en todas las pruebas) con un número consecutivo utilizando flagging biodegradable (diferente color por especie). Se georeferenció cada territorio, midiéndose la distancia y dirección entre territorios, posteriormente cada individuo propietario fue capturado registrando: estadio ontogenético, longitud, sexo y una fotografía. Y marcado mediante un PIT Tags electrónico. Se corroboró diariamente mediante inspección visual la ocupación

y semanalmente la identidad del propietario del territorio. Con los datos anteriores se elaboró un mapa utilizando Google Earth localizando los territorios de cada individuo en el vecindario.

Con el propósito de estimar la intensidad en la respuesta agresiva se utilizó una metodología estándar que consiste en capturar y colocar en frasco de vidrio a un individuo y situarlo en el centro del territorio del individuo focal registrándose el número de mordidas que este último propinaba al frasco durante un lapso de 2 minutos (Santangelo, 2002). Los individuos dentro del frasco correspondían al mismo estadio de desarrollo que el individuo propietario del territorio y fueron colocados en intervalos no menores a un día .

Otro estimador del nivel de agresividad de los individuos fue el tamaño de su territorio (Tt), como área defendida, se realizaron observaciones de cada individuo por 5 minutos en condiciones naturales, estableciendo el centro del territorio y midiendo a partir de ese punto, la distancia máxima de salida en la cual se realizo un despliegue agresivo hacia un intruso y considerando este dato como el radio de territorio, y estimando el Tt como el diámetro (Mendoza-Cuenca & Ríos-Cárdenas, 1994; Santodomingo et. al. 2002).

Como estimadores de PMR se midió el tamaño (i.e. longitud total), y el ancho total en centímetros de cada individuo.

Las estimaciones de campo de niveles de agresividad, tamaño del territorio y PMR se analizaron posteriormente mediante prueba de análisis de varianza, y los casos en que se encontraron diferencias significativas se realizaron pruebas a posteriori de Tukey-Kramer ( $\alpha = 0.05$ ), para determinar los tratamientos que diferían significativamente.

Se determino el nivel de tolerancia de cada individuo/especie, como el porcentaje del territorio que permite ser trasgredido por otros individuos del mismo género. Utilizando el mapa de la distribución, se trazo el tamaño de territorio de cada individuo, y determinó el porcentaje de traslape y la categoría con la cual se sobrelapa el territorio de cada individuo, los datos se normalizaron utilizando la trasformación arcoseno (Zar, 1999) y se compararon los niveles entre especies/estadios utilizando un ANOVA.

Para determinar la distribución de los individuos ya sea central o en la periferia de los cabezos de coral utilizamos el mapa del vecindario localizando a los individuos y asignándolos a una de las dos categorías. Y utilizando análisis de percentiles de la distribución de  $\chi^2$ , para considerar la distribución de los tres grupos.

## Resultados

Se marcaron 102 territorios en el área de estudio (Figura 2), correspondientes a 38 individuos adultos de *S. planifrons*, 31 juveniles de *S. planifrons* y 33 adultos de *S. diencaeus* (No se encontró ningún individuo juvenil de *S. diencaeus*). En los 30 días de muestreo, ninguno de estos individuos abandono su territorio original.

El análisis de varianza para evaluar la intensidad de agresión entre los tres tratamientos (*S. diencaeus* adultos y *S. planifrons* adultos y juveniles), mostró diferencias significativas ( $F = 10.9$ , g.l. = 2,  $P < 0.0001$ ). Siendo los adultos de *S. planifrons* los más agresivos, y no encontrándose diferencia en la agresividad de *S. diencaeus* y *S. planifrons* en estadios juveniles (Figura 2).

Al comparar el tamaño del territorio entre las tres categorías

de *Stegastes* el análisis de varianza de una vía mostro diferencias significativas ( $F = 59.3$ , g.l. = 2,  $P < 0.0001$ ), en donde el tamaño de territorio de *S. diencaeus* es mayor a comparación con los de *S. planifrons* juveniles y adultos (Figura 3).

Al analizar el traslape de territorios de los adultos de *Stegastes*

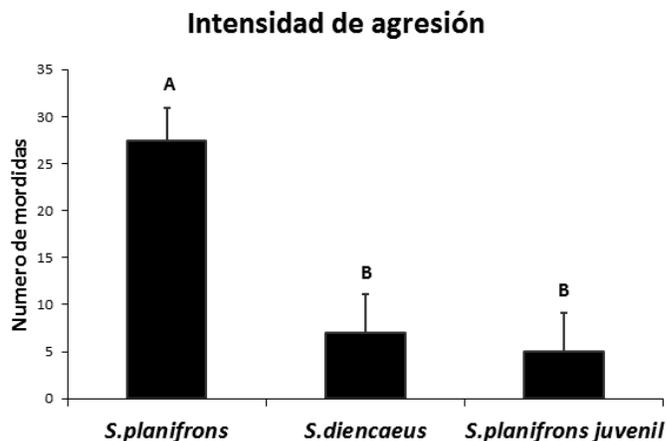


Figura 2. Niveles de agresión de *S. planifrons* adulto, *S. diencaeus* adulto y *S. planifrons* juvenil medido en mordidas propinada. Siendo significativamente distinta y de mayor intensidad la agresión presentada por *S. planifrons* adulto.

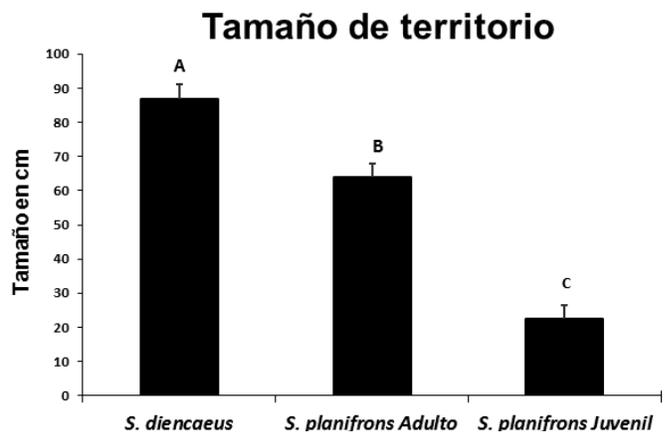


Figura 3. Tamaños de los territorios de *S. diencaeus*, *S. planifrons* adulto y *S. planifrons* juvenil. Los territorios de *S. diencaeus* son mayores, seguidos por *S. planifrons* adulto y los menores territorios son los de *S. planifrons* juveniles. Todos los territorios son significativamente distintos.

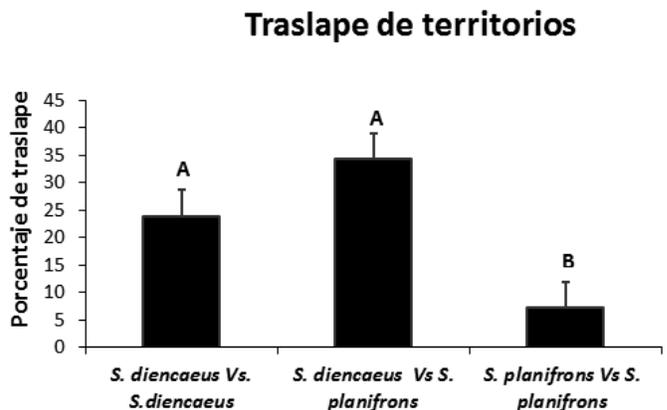


Figura 4. Nivel de traslape de los territorios cuantificado en porcentaje de area territorial compartida entre las especies de *Stegastes*, (Sd=*S. diencaeus*, Sp=*S. planifrons*).

*diencaeus* y *Stegastes planifrons* el análisis de varianza demostró diferencias significativas ( $F = 8.7$ , g.l. = 2,  $P < 0.0003$ ), siendo los territorios de *S. planifrons* adultos los que presentaron menor nivel de transape (Figura 4).

El análisis de varianza para evaluar la distancia al vecino más cercano de cada especie de *Stegastes* dentro del vecindario, demostró diferencias significativas ( $F = 6.0$ , g.l. = 8,  $P < 0.0001$ ). Los individuos juveniles de *S. planifrons* se encuentran más cercanos a los territorios de *S. planifrons* adultos, y los territorios *S. diencaeus* adultos tienen como vecino más cercanos los *S. planifrons* adultos (Tabla 1).

El análisis de percentiles de la distribución de  $\chi^2$ , mostró que la distribución (i.e. central o periférica), de los tres grupos es diferencial en los cabezos de coral. Los adultos *S. planifrons* prefieren ubicar sus territorios en el centro de los cabezos de coral ( $\chi^2 = 10.5262$ , g.l. = 1,  $P < 0.05$ ), mientras que los juveniles *S. planifrons* ( $\chi^2 = 2.4544$ , g.l. = 1,  $P > 0.05$ ) y los adultos *S. diencaeus* ( $\chi^2 = 0.8064$ , g.l. = 1,  $P > 0.05$ ) se distribuyen aleatoriamente en la periferia de los cabezos de coral.

## Discusión

Dada la gran diversidad de características y/o recursos que puede tener los territorios de las especies del género *Stegastes*, las decisiones de elección, tamaño, defensa y mantenimiento de un territorio dependen de diversos rasgos determinados por la capacidad de los individuos de establecer y mantener el recurso, entre los que destacan las características intrínsecas del individuo (e.g. tamaño, edad, agresividad), la densidad, especie y PMR de los machos competidores que establecen territorios en áreas contiguas, la calidad del territorio así como el beneficio neto de la conducta territorial en base a costos/beneficios, principalmente en términos de los beneficios reproductivos y los costos en sobrevivencia de mantener un territorio (Danchin *et al.*, 2008, Alcock, 2009).

Estudios previos sugieren que *S. planifrons* es una de las especies más agresivas en este género de peces (Itzkowitz, 1977). Sin embargo, a nuestro conocimiento este trabajo es el primero que realiza una comparativa en la intensidad de agresión intra e interespecífica y que corrobora que los individuos adultos de *S. planifrons* son más agresivos que los adultos de *S. diencaeus* y sus propios juveniles, lo que podría ser explicado por las diferencias de PMR.

Nuestros resultados son acordes con lo planteado por Cheney y Côté (2009), respecto a la preferencia de establecimiento de *S. planifrons* adulto en las áreas centrales de los cabezos de coral. Mientras el presente estudio muestra que los territorios de los juveniles de *S. planifrons* y los adultos *S. diencaeus*, pueden encontrarse tanto en el centro como en la periferia. Lo que sugiere que los individuos adultos de *S. planifrons* por su mayor agresividad podrían tener un mayor PMR y ocupar los mejores territorios en el arrecife, desplazando a sus competidores hacia la periferia.

Respecto al tamaño territorial, los individuos de *S. diencaeus* mantienen territorios más grandes que los adultos de *S. planifrons*, lo cual es acorde con lo que algunos autores han planteado en el sentido de que los territorios de mayor calidad deberían ser pequeños (Meadows, 2001), pues los individuos con

**Tabla 1. Distancias al vecino más cercano de cada una de las especies de *Stegastes* presentes en el área de estudio.** Las letras diferentes entre columnas indican diferencias significativas entre tratamientos y las celdas en color indican la especie del vecino más cercano. El ANOVA se muestra en los resultados.

Dueño del territorio	Distancia al vecino más cercano (cm)		
	<i>S. planifrons</i> (media ± E.E.)	<i>S. planifrons</i> juvenil (media ± E.E.)	<i>S. diencaeus</i> (media ± E.E.)
<i>S. planifrons</i>	(76.0 ± 65.70) A B C	(28.42 ± 18.96) B C	(107.8 ± 13.14) A
<i>S. planifrons</i> juvenil	(32.85 ± 14.69) C	(131.14 ± 24.84) A	(130.5 ± 26.63) A B
<i>S. diencaeus</i>	(32.15 ± 14.69) C	(143.0 ± 46.46) A B C	(141.25 ± 23.23) A

mejores territorios requieren de menor área para satisfacer sus requerimientos energéticos diarios, lo cual además redundará en un menor esfuerzo de defensa y por lo tanto eficientar el balance energético (Helfman *et al.*, 2009). Lo cual es acorde al relacionarse con los patrones de agresión exhibidos por los tres grupos, ya que los adultos de *S. planifrons* al ser más agresivos les permite poseer territorios de mayor calidad y menor tamaño relegando a juveniles de su misma especie y a adultos de *S. diencaeus*.

El porcentaje de trasape territorial es bastante pequeño entre los individuos de *S. planifrons* en comparación con los observados entre individuos de *S. diencaeus*, lo cual podría ser resultado en el caso de los adultos de *S. planifrons*, sus altos niveles de agresividad se traducen en baja tolerancia a los intrusos, mientras que en los adultos de *S. diencaeus*, su mayor tolerancia ante coespecíficos y hetero-específicos podría ser resultado de los menores niveles de agresividad mostrados o porque al ser zonas de menor calidad los individuos requieren defender áreas mayores (Krebs y Davies, 1994; Meadows, 2001; Helfman *et al.*, 2009). Los altos porcentajes de trasape territorial observados entre adultos heteroespecíficos en el caso de *S. diencaeus*, podrían deberse a que la intensidad de la competencia por recursos es menor entre heteroespecíficos que entre coespecíficos (Gutiérrez, 1998; Itzkowitz, *et al.* 1995), por lo cual podría pensarse que el trasape territorial podría deberse al menor trasape de recursos necesarios para cada especie.

En el caso del trasape entre los territorios de adultos y juveniles en *Stegastes planifrons*, corresponden con lo reportado en la literatura y sugiere que los juveniles de esta especie prefieren establecerse dentro de los territorios de los adultos de su propia especie (Lirman, 1994; Santodomingo, 2002; Sammarco *et al.*, 1986; Shpigel y Fishelson, 1986; Sweatman, 1988). Lo anterior se ha sugerido que es resultado de una mayor tolerancia intraespecífica de los adultos de *Stegastes* asociado a un menor trasape por recursos (i.e. nula competencia por apareamientos y diferencia de alimentación) (Itzkowitz, 1977; Letourneur *et al.* 1997; Choat, 1991). Aunque evidencia reciente sugieren que los adultos de *S. planifrons* no permiten el establecimiento de nuevos juveniles dentro de sus territorios (Marcos-Camacho, *en prep.*). Por lo que la presencia de los juveniles dentro de los territorios de los adultos podría ser resultado de la preferencia asociada a aprendizaje de las estrategias de defensa de los adultos o por el reconocimiento de su progenie.

Por lo que en general las preferencias de hábitat y los niveles de agresión combinados, son los factores que determinan la distribución de los individuos de este género en los sistemas arrecifales.

*S. planifrons* adultos presentan un nivel de agresión mayor que *S. diencaeus*. Siendo de mayor la intensidad de agresión presentada por adultos que por juveniles.

Los adultos de *S. planifrons* tienden a establecerse en las zonas centrales de los cabezos de coral, no encontrándose este mismo patrón en juveniles de la misma especie ni en *S. diencaeus*.

La capacidad para mantener un territorio puede medirse mediante las características físicas de un individuo y por la agresión exhibida por este. Por lo cual individuos más agresivos tienden a ocupar los mejores territorios, los cuales al contener más recursos por área son de menor área que los territorios pobres. Acorde con lo anteriormente mencionado *S. planifrons* posee territorios de menor área que *S. diencaeus*.

Nuestros resultados muestran que si bien la elección de los territorios en los peces del género *Stegastes* esta asociada a sus preferencias por recursos. La distribución de los territorios en el arrecife, son modulados por los niveles de agresividad y diferencias en PMR de los individuos.

## Agradecimientos

A los compañeros del Laboratorio de Ecología de la conducta que colaboraron en la colecta de datos. A la Coordinación de la Investigación Científica, UMSNH por el apoyo económico para la realización del proyecto y becas otorgadas a Sergio Marcos y Elsa Enríquez. A las autoridades del Parque Nacional Arrecifes de Puerto Morelos, CONAP, y a la Capitanía de Puerto Morelos, por los permisos para la toma de datos y a la U. A. Sistemas Arrecifales Puerto Morelos, UNAM, por el préstamo de la embarcación.

## Referencias

- Begon M, J Harper y C Townsend** (1990) *Ecology*. Individuals, populations and communities. Blackwell Scientific Publications. USA. 945 pp
- Cheney K y Côté I** (2003) Indirect consequences of parental care: sex differences in ectoparasite burden and cleaner-seeking activity in longfin damselfish. *Marine Ecology Progress Series*, 262: 267–275
- Choat JH** (1991) the biology of herbivorous fishes on coral reefs. En P Sale (ed), *The ecology of fishes on coral reefs*. Academic Press, San diego, pp 120-155
- Cleveland AL, Luddlow AM, Itzkowitz M, Draud M, Haley M** (2003) Dominance relationships between male territorial neighbors in the beaugregory damselfish (*Stegastes leucostictus*). *Behaviour*, 140: 1021-1037
- Danchin E, Giraldeau L, Cézilly F** (2008) *Behavioral Ecology*. Editorial Oxford
- Foster SA** (1985) Size-dependent territory defense by a damselfish. *Oecologia* 67:499-505
- Gutiérrez, L.** (1998) Habitat selection by recruits establishes local patterns of adult distribution in two species of damselfishes: *Stegastes dorsopunicans* and *S. planifrons*. *Oecologia*, 115:268±277
- Harrington ME** (1993) Aggression in damselfish: adulto-juvenil interaction. *Copeia* 1993: 64-74
- Itzkowitz M, Itzkowitz DE y Shelley D** (1995) Territory use and disuse in the beaugregory damselfish. *Bulletin of Marine Science* 57:653-662
- Itzkowitz M y Haley H** (1999) Are males with more attractive resources more selective in their mate preferences? A test in a polygynous species. *Behavioral Ecology* 10:366-371
- Krebs JR y Davies NB** (1994) *An Introduction to Behavioural Ecology*. Tercera edición, The Alden Press, Oxford, Reino Unido
- Letourneur Y, Galzin R y Harmelin-Vivien M** (1997) Temporal changes in the diet of the damselfish *Stegastes nigricans* (Lacepède) on a Réunion fringing reef. *Journal of Experimental Marine Biology Ecology*. 217: 1-18
- Letourneur Y** (2000) Spatial and temporal variability in territoriality of a tropical benthic damselfish on a coral reef (Réunion Island). *Environmental Biology of Fishes* 57: 377-391
- Lirman D** (1994) Ontogenic shifts in habitat preferences in the threespot damselfish, *Stegastes planifrons* (Cuvier), in Roatan island, Honduras. *Journal of Experimental Marine Biology Ecology* 180: 71-81
- Santodomingo N, Rodríguez-Ramírez A y Garzón-Ferreira J** (2002) Territorios del pez *Stegastes planifrons* en formaciones coralinas del Parque Nacional Natural Tayrona, Caribe colombiano: un panorama general. *Biology Investigation Marine Cost*. 31:65-84
- Macarthur R y Levins R** (1967) The limiting similarity, convergence and divergence of coexisting species. *The American Naturalist*. 101(921):377-385
- Matthews RW y Matthews JR** (2010) *Insect Behavior*. 2ª edición. Springer. London.
- Meadows P** (2001) Centre-edge differences in behaviour, territory size and fitness in clusters of territorial damselfish: patterns, causes and consequences. *Behaviour*, 138(9):1085-1116
- Mendoza-Cuenca LF y Ríos-Cárdenas O** (1994) *Tamaño del territorio, agresividad y esfuerzo de defensa en Stegastes planifrons*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Naim O** (1993) Seasonal responses of a fringing reef community to eutrophication (Reunion Island, Western Indian Ocean). *Marine Ecology Progress Series*. 99: 307-315
- Sammarco PW, Carleton JH, y Risk MJ** (1986) Effects of grazing and damselfish territoriality on bioerosion of dead corals: direct effects. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 98:1-19
- Santangelo N, Itzkowitz M, Richter M, y Haley M** (2002) Resource attractiveness of the male beaugregory damselfish and his decision to court or defend. *Behavioral Ecology* 13(5): 676–681
- Shpigel M y Fishelson L** (1986) Behavior and physiology of coexistence in two species of Dascyllus (Pomacentridae, Teleostei). *Environmental Biology of Fishes*. 17: 253-
- Weatman HPA** (1988) Field evidence that settling coral reef fish larvae detect resident fishes using dissolved chemical cues. *Journal of Experimental Marine Biology Ecology*, 124: 163-174