



Habilidad del pez arrecifal *Stegastes diencaeus* (Pisces: Pomacentridae) para regresar a su territorio

Sergio López¹, Eduardo Cuevas²
Genaro Hernández Castillo³, David Ramírez Sánchez³
Eduardo Espinoza Medinilla⁴, Tamara Rioja Paradela¹
Arturo Carrillo Reyes⁴

RESUMEN

Se realizó un estudio experimental para probar la habilidad de un pez arrecifal, *Stegastes diencaeus*, para regresar a su territorio. Se desplazaron peces arrecifales a 5, 10 y 15 metros de distancia de los territorios observados para cada uno de ellos, en el arrecife de coral de Puerto Morelos, Quintana Roo, durante el día. Se siguió a cada pez *Damisela* desplazado hasta que regresara a su territorio u ocupara uno nuevo. La mayoría de los peces regresó a su territorio original, excepto para la distancia de 15 m. Aun los peces que regresaron a territorios cercanos al original se consideraron dentro del estudio, cuando el territorio estaba ocupado por un nuevo residente. Este estudio demuestra que la conducta de retorno al territorio es una habilidad para orientarse y navegar dentro de ciertos ambientes, y que la memoria espacial les permite a los animales la localización

de sus territorios. Además, demuestra que esta habilidad decrece conforme se incrementa la distancia de desplazamiento del territorio original.

Palabras clave: Filopatría, desplazamientos, conducta territorial, Puerto Morelos, Quintana Roo.

ABSTRACT

We carried out the first experimental study testing a dusky damselfish ability to return home. We displaced individual Coral reef fishes, *Stegastes diencaeus*, five, 10 and 15 m from their observed territories at Puerto Morelos coral reef, Quintana Roo during daylight. We tracked all fishes back to their territories and most returned to their home ranges observed before displacement, except at 15 m distance. Even fishes displaced to a site closer to another territory, with suitable habitat for dusky damselfishes returned to their home ranges at the reef, when territory was occupied by a new resident. This study demonstrates that the homing behavior is an ability to orient and navigate within a certain environment, and spatial memory enables animals to remember the locations of home. Here we report that homing ability decrease with displacement distance from the territory.

Key words: Philopatry, displacement, territorial behavior, Puerto Morelos, Quintana Roo.

¹Facultad de Ingenierías, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Libramiento Norte Poniente #1150 col. Lajas Maciel C.P. 29039. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Tel. 01 (961) 6170440

E-mail: sergio.lopez@UNICACH.mx, tamararioja@gmail.com

²Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México

E-mail: ecuevas@ecologia.unam.mx

³Departamento de Biología, Facultad de Ciencias UNAM. México DF.

E-mail: d-arasa@hotmail.com, genarohc@gmail.com

⁴Dirección de Investigación y Posgrado, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. 1ª Sur-Poniente # col. Centro C.P. 29000 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Tel. 01 (961) 6170440

E-mail: eduardo.espinoza@UNICACH.mx

arturocarrilloreyes@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Los estudios ecológicos se han convertido en un área muy dinámica de investigación para tratar de entender los factores ambientales que influyen en la distribución y abundancia de los peces (Backiel y Welcomme, 1978, Day *et al.*, 1989, Allen *et al.*, 1992, Poizat y Baran, 1997, Casaux *et al.*, 2003). Los organismos acuáticos se enfrentan de manera simultánea a una gran variedad de factores ambientales (Yamanaka *et al.*, 2010), de tal forma que la presencia de una población particular de peces, en un lugar determinado, es el resultado de una serie de filtros a través de los cuales los peces han pasado durante su historia reciente (Moyle y Chech, 1988). En este sentido, la familia Pomacentridae ha sido un grupo clave para entender desde patrones conductuales hasta interacciones bióticas, tanto de especies territoriales como errantes (Choat, 1991).

Por otra parte, se considera que la territorialidad es una conducta que presentan algunas especies animales y que se caracteriza por la defensa activa de una porción del espacio físico en contra de otros individuos (denominados como intrusos en el territorio). Los intrusos pueden ser de la misma o de otras especies (Drickamer y Vessey, 2001). Shapiro (1991) menciona que generalmente los peces tienden a maximizar el tamaño de sus territorios, cuando los machos son territoriales y las hembras eligen pareja con base en las características del macho y su territorio, como sucede en el área del mar Caribe (Itzkowitz; *com. per.*), donde los peces Damisela de tres manchas (*Stegastes planifrons*; Pomacentridae) realizan ajustes tácticos en sus conductas relacionadas con la competencia por sitios de mayor calidad como territorios (Itzkowitz, 1979). Actualmente se sabe que muchas especies de peces seleccionan y defienden ciertos sustratos del fondo acuático (Itzkowitz, 1977a; Itzkowitz, 1977b; Hahn e Itzkowitz, 1986; Loreto, 1989). Estos sitios son utilizados para refugiarse de depredadores, reproducirse (cortejo, apareamiento, oviposición e incubación) o

para mantener recursos alimenticios (Itzkowitz, 1989); por lo que los peces territoriales pueden ser utilizados como modelos para poner a prueba hipótesis sobre la importancia del territorio.

Debido a que la adquisición de un territorio representa beneficios (por ejemplo, se incrementa la probabilidad de reproducirse), pero también implica costos (como los relacionados con el gasto energético y de tiempo invertido en la defensa del territorio contra intrusos), a partir de estas premisas se plantean las siguientes preguntas: ¿qué sucedería si se aleja (de manera artificial) a un pez de su territorio?, ¿a qué distancia del territorio ya no es conveniente regresar y conviene buscar un nuevo territorio?

La capacidad de un animal para regresar a su territorio se define (en inglés) como *homing* (Gerkin, 1959). Ha sido demostrada en una gran variedad de peces asociados al sustrato (Thompson, 1983; Moyle y Chech, 1988; Gilk *et al.*, 2004; Clermont-Edrén y Gruber, 2005; Devine *et al.*, 2012). Por ejemplo, los experimento de desplazamientos artificiales han demostrado que *Fosterygion varium* puede regresar a su territorio después de haberlo alejado a más de 700 m de distancia, y que los peces machos regresan con mayor frecuencia que las hembras (Thompson, 1983). Sin embargo, a la fecha no hay estudios de desplazamientos artificiales en peces Damisela del Caribe mexicano, que son de los peces territoriales más abundantes en el arrecife y que influyen en los patrones de distribución abundancia de otras especies marinas, como herbívoros competidores, depredadores, comensales y mutualistas.

Por lo anterior, este estudio evalúa de manera detallada la habilidad de los peces Damisela pardos (*Stegastes diencaeus*) para regresar al territorio, después de haber sido desplazados artificialmente del mismo.

MÉTODO

Área de estudio. Este trabajo se realizó en la barrera arrecifal de Puerto Morelos, que se localiza entre los

20° 40' y 20° 52' de latitud norte y los 86° 54' de latitud oeste (figura 1), y cubre una extensión de 6 km aproximadamente (Jordán, 1979). La zona posterior del arrecife se caracteriza por el desarrollo de corales escleractinios, no sólo en cobertura sino también verticalmente (Espejel-Montes, 1983).

Biología del pez *Damisela S. diencaeus*. El pez *Damisela* pardo (*S. diencaeus*), es pequeño, mide desde 15 hasta 25 cm de longitud (figura 2), comúnmente habita áreas de pedacera y cabezos de coral en la zona posterior (sotavento) de los arrecifes (Loreto, 1989; Jones, 1991). De acuerdo con Loreto (1989), es una de las especies más abundantes del arrecife e interactúa con diversas especies marinas como erizos, caracoles, corales y otras especies de peces, tanto territoriales como no territoriales. Sólo los machos de esta especie buscan y se establecen en los recovecos del coral, con porciones de algas verdes y cafés adheridas al sustrato, las hembras buscan activamente a los machos territoriales y se aparean con ellos, depositando los huevecillos en el fondo del territorio, donde se desarrolla la progenie hasta que eclosiona y se vuelven alevines. Una vez que los alevines maduran, se desprenden del sustrato y permanecen en grupo cerca del territorio hasta que comienzan a madurar sexualmente y se vuelven solitarios. Los machos maduros comienzan a buscar territorios donde establecerse.

Diseño experimental. Para determinar el efecto de la distancia sobre la habilidad de regresar al territorio en *S. diencaeus*, se realizaron experimentos de desplazamientos artificiales de machos adultos (que son los que defienden los territorios) a diferentes distancias (cinco, 10 y 15 metros de distancia del territorio original), durante dos temporadas de trabajo de campo (febrero y mayo). Mediante el uso de equipo de buceo libre se realizaron observaciones en campo. Cada pez fue observado durante 10 o 15 min, en espera a que defendiera el territorio, ya sea mediante desplantes de aletas ante el intruso, mordidas y persecuciones o agresiones directas; mediante una red de mano, se capturó

cada organismo y por medio de una cuerda marcada a cada 5 m se determinó la distancia (previamente escogida al azar) a la que se liberó el pez. Una vez liberado en el fondo, cada pez fue seguido buceando hasta que este regresó a su territorio o hasta que ocupó un nuevo territorio y comenzara a defenderlo de intrusos, tanto de machos de su misma especie, como hembras y machos de otra. Todos los peces se liberaron en la misma dirección (al sur de cada territorio y en línea paralela a la rompiente del arrecife) y de cada distancia se realizaron pruebas control, que consistieron en realizar los mismos desplazamientos, pero con la diferencia de que al llegar a la distancia determinada los peces no se liberaron en el fondo, sino que se regresaron a sus respectivos territorios originales, donde se liberaron sin que la manipulación los ahuyentara.

Para cada distancia se anotó el número de peces totales capturados (N), el número de peces que sí regresó a su territorio original (K) y el número de peces que no regresó (N-K). Cada pez capturado sólo se utilizó en una ocasión, y los peces que regresaron a ocupar otros territorios, diferentes a donde originalmente fueron capturados, se consideraron dentro de la categoría de no regreso al territorio original (N-K). Ninguno de los peces utilizados fue marcado, debido a que no se contó con el material adecuado (tinturas y jeringas).

Análisis estadístico. Los datos obtenidos se analizaron mediante una prueba estadística no paramétrica, de distribución binomial, ya que se presentó una variable categórica de dos estados (Siegel y Castellan, 1988). Siendo la distancia de desplazamiento una variable independiente de tipo nominal y el número de peces que sí regresó (K) como la variable dependiente de tipo categórica.

RESULTADOS

Los resultados de los experimentos de desplazamientos artificiales, a diferentes distancias del territorio original, se resumen en el cuadro 1. Al liberar en el fondo a los peces, la mayoría se desplazó inmediatamente

a protegerse entre los corales más cercanos, donde permanecieron alrededor de dos o tres minutos, para después comenzar a nadar en diferentes direcciones, hasta que encontraron sus territorios originales o un nuevo territorio disponible. Sólo unos cuantos peces nadaron directamente hacia los territorios originales (8 individuos). En algunos casos, si los peces encontraban ocupado su territorio por otro pez, entonces lo ahuyentaban por medio de mordidas y otras agresiones para recuperar el territorio (70%). En otros casos los ahuyentados por el nuevo residente del territorio fueron los peces utilizados en los desplazamientos (30%). Estos casos se contabilizaron en la categoría de los que sí regresaron (K), debido a que en el diseño original no se consideró esta posibilidad. Alrededor del 90% (50 de 56 casos) de los territorios seleccionados para este trabajo fueron ocupados inmediatamente por nuevos residentes.

De acuerdo a las preguntas planteadas inicialmente, los resultados de este trabajo muestran que la distancia tiene un efecto sobre la probabilidad de regresar al territorio. A 5 y 10 m de distancia del territorio, no se encontraron diferencias significativas entre los peces que regresaron al territorio y los que no regresaron ($P=0.996$ y 0.412 , respectivamente). Mientras que a 15 m de distancia, los peces que no regresaron fueron más que los que sí regresaron (figura 3).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los machos del pez Damisela pardo *S. diencaeus* generalmente forma territorios estables en asociación con ciertas especies de corales (principalmente escleractinios que crecen en forma de cabezos), erizos y algunos crustáceos (como *Mysidium gracile*).

Mientras que algunos métodos como captura-marcaje-recaptura, telemetría y observaciones directas de abundancia estacional, proporcionan información relevante sobre los movimientos de peces, sólo los experimentos directos sobre desplazamientos pueden resolver de manera concluyente cuestiones relativas a

la habilidad de orientarse y navegar (Baker, 1978; Gilk, 2004; Clermont-Edréna y Gruber, 2005; Fukumori *et al.*, 2010) o elegir un nuevo territorio.

A 15 m de distancia sí hay un efecto en la probabilidad de regresar al territorio. Para distancias menores de 10 m es posible que la calidad del territorio y la topografía del fondo marino pudieran influir, más que la misma distancia al territorio, en la habilidad de retorno. Es decir, los peces pueden ubicar algunas señales del espacio, que les permiten retornar a su territorio con mayor facilidad (Gilk, 2004; Clermont-Edréna y Gruber, 2005; Fukumori *et al.*, 2010). Esas señales se van perdiendo conforme se alejan, hasta que resulta más adecuado encontrar un nuevo territorio, en comparación con la posibilidad de regresar al original, tal como sucede en los crustáceos *Panulirus argus* (Creaser y Travis, 1950) y *M. gracile* (Hanh e Itzkowitz, 1986).

Sin embargo, en este trabajo no fue posible considerar si la edad, el tamaño o la experiencia del pez territorial tienen efecto en la capacidad de retorno al territorio original, como se ha evaluado en juveniles del tiburón limón *Negaprion brevirostris* (Clermont-Edréna y Gruber, 2005). Más aún, todavía no han sido estudiados con detalle los mecanismos por los que los peces localizan con precisión las áreas en las que comúnmente habitan, pero la salinidad, la topografía, la temperatura y otras señales químicas pueden ser importantes en esta conducta. Recientemente Devine y colaboradores (2012) han encontrado que esta habilidad de retorno se puede ver alterada por el incremento del dióxido de carbono (CO_2) disuelto en el agua.

LITERATURA CITADA

- ALLEN D.M., K. SERVICE S. & M.V. OGBURN MATTHEWS, 1992.** Factors influencing the collection efficiency of estuarine fishes. *Transaction of the American Fisheries Society* 121: 234–244.
- BACKIEL T. & R.L. WELCOMME, 1978.** *Guidelines for sampling fish in inland waters.* EIFAC Technical Papers 33. 179 pp.
- BAKER, R.R., 1978.** *The Evolutionary Ecology of Animal Migration.* Hodder & Stoughton, London. 1012 pp
- CASAUX R., E. BARRERA-ORO & A. BARONI y RAMÓN, 2003.** Ecology of inshore notothenioid fish from the Danco Coast, Antarctic Peninsula. *Polar Biology* 26 (3): 157-165.
- CHOAT, J. H., 1991.** *The biology of herbivorous fishes on coral reefs.* En: Sale P F. (ed.) *The ecology of fishes on coral reefs.* Academic Press, New York. 123-124 pp.
- CLEMONT-EDRÉN S.M. & S.H. GRUBER, 2005.** Homing ability of young lemon sharks, *Negaprion brevirostris.* *Environmental Biology of Fishes* 72: 267-281.
- CREASER E. P. & D. TRAVIS, 1950.** Evidence of a homing instinct in the Bermuda Spiny Lobster. *Science* 112: 169-170.
- DAY J.W., C.A. HALL, W.M. KEMP & A. YANEZ-ARANCIBIA, 1989.** *Estuarine ecology.* Wiley Interscience, New York. 558 pp.
- DEVINE B.M., P.L. MUNDAY & G.P. JONES, 2012.** Homing ability of adult cardinalfish is affected by elevated carbon dioxide. *Oecologia* 168: 269–276.
- DRICKAMER L.E. & S.H. VESSEY, 2001.** *Animal Behavior: Mechanisms, ecology and evolution.* McGraw-Hill. New York. 422 pp.
- ESPEJEL-MONTES J.J., 1983.** *Análisis de la distribución y la abundancia del género Cyphoma (Gasteropoda: Ovulidae) en el arrecife de Puerto Morelos, Quintana Roo.* Tesis profesional, UNAM. 78 pp.
- FUKUMORI K., N. OKUDA, K. YAMAOKA & Y. YANAGISAWA, 2010.** Remarkable spatial memory in a migratory cardinalfish. *Animal Cognition* 13: 385–389.
- GERKIN S. D., 1959.** The restricted movement of fish population. *Biological Review* 34: 221-242.
- GILK S.E, I.A. WANGA, C.L. HOOVERA, W.W. SMOKERA, S.G. TAYLOR, A.J. GRAYAA K & A.J. GHARRETTA, 2004.** Outbreeding Depression in hybrids between spatially separated pink salmon, *Oncorhynchus gorbuscha*, populations: Marine survival, homing ability, and variability in family size. *Environmental Biology of Fishes* 69: 287–297.
- HAHN P. & M. ITZKOWITZ, 1986.** Site preference and homing behavior in the Mysid Shrimp *Mysidium gracile* (Dana) *Crustaceana* 51 (2): 215-219.
- ITZKOWITZ M., 1977a.** Spatial organization of the Jamaica Damselfish community. *Journal of Experimental Marine Biology* 28: 217-241.
- ITZKOWITZ M., 1977b.** Social dynamics of mixed-species groups of Jamaican reef fishes. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 2 (4): 361-384.

- ITZKOWITZ M., 1979.** Territorial tactics and habitat quality. *The American Naturalist* 114 (4): 585-614.
- ITZKOWITZ M., 1989.** Territorial tactics and habitat quality. *The American Naturalist* 114 (4): 585-614.
- JONES G.P., 1991.** Post-recruitment process in the ecology of coral reef fishes: A multifactorial perspective. En: Sale P F. (ed.) The ecology of fishes on coral reefs. Academic Press, New York. 305-306 pp.
- JORDAN E., 1979.** Estructura y composición de arrecifes coralinos en la región noreste de la Península de Yucatán, México. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología UNAM* 6(1): 69-68.
- LEISER J. K. & M. ITZKOWITZ, 2003.** The costs and benefits of territorial neighbours in a Texas Pupfish (*Cyprinodon bovinus*). *Behaviour* 140 (1): 97-112.
- LORETO R., 1989.** Organización espacial de peces *Damisela* en el Caribe mexicano. Tesis profesional, UNAM. 68 pp.
- MITAMURA H., K. UCHIDA, Y. MIYAMOTO, N. ARAI, T. KAKIHARA, T. YOKOTA, J. OKUYAMA, Y. KAWABATA & T. YASUDA, 2009.** Preliminary study on homing, site fidelity, and diel movement of black rockfish *Sebastes inermis* measured by acoustic telemetry. *Fisheries Science* 75: 1133-1140.
- MOYLE P.B. & J.J. CHECH, 1988.** *Fishes: An introduction to Ichthyology*. Prentice Hall. Ney Jersey. 559 pp.
- POIZAT. G. & E. BARAN E, 1997.** Fishermen's knowledge as background information in tropical fish ecology: a quantitative comparison with fish sampling results. *Environmental Biology of Fishes* 50 (4): 435-449.
- REYNOLDS, J., 1996.** Animal Breeding Systems. *Trends in Ecology and Evolution* 11: 68-72.
- SIEGEL S. & N.J. CATELLAN, 1988.** *Nonparametric statistics for the Behavioral Sciences*. McGraw-Hill New York. 399 pp.
- SHAPIRO D.Y., 1991.** Intraespecific variability in social systems of coral reefs. En: *The Ecology of Fishes on Coral Reefs*. Pp. 345-350.
- THOMPSON S., 1983.** Homing in a territorial reef fish. *Copeia* 3: 332-334.
- YAMANAKA H, Y. KOHMATSU, T. MINAMOTO & Z. KAWABATA., 2010.** Spatial variation and temporal stability of littoral water temperature relative to lakeshore morphometry: environmental analysis from the view of fish thermal ecology. *Limnology* 11 (1): 71-76.