



PECES DAMISELAS (POMACENTRIDAE): PEQUEÑOS CENTINELAS DE LOS ARRECIFES

ROSALÍA AGUILAR-MEDRANO

Departamento de Ecología Marina, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Carr. Tijuana-Ensenada 3918, Zona Playitas, Ensenada, Baja California, C.P. 22860, México. rosalia@cicese.mx; liabiol@gmail.com

RESUMEN

Los arrecifes son de los ecosistemas más diversos del planeta sin embargo también son de los más amenazados debido a presiones locales y globales. Las especies centinelas son una herramienta de monitoreo que nos permiten, mediante el estudio de una o unas cuantas especies, determinar el estado del sistema y responder de manera temprana a los cambios ambientales. Las damiselas (Pomacentridae) son peces arrecifales. Quince especies se distribuyen en el Pacífico Mexicano y 15 en el Golfo de México y Caribe Mexicano, todas con diversas características de formas, dietas y comportamientos. Además, todas interactúan con diversos componentes del sistema, de tal forma que su ausencia provocaría importantes cambios. En el presente documento se presenta una revisión de las características que hacen de las damiselas buenos centinelas de ecosistemas arrecifales.

ABSTRACT

Reefs are among the most diverse ecosystems on the planet but are also among the ecosystems most threatened by local and global pressure. Given the complications of studying the status of each species in the ecosystem, sentinel species emerge as a monitoring tool that allows, through the study of one or a few species, to determine the status of the system and respond early to environmental changes. Damsel fishes (Pomacentridae) are reef fishes. Fifteen species are distributed in the Mexican Pacific and 15 in the Gulf of Mexico and the Mexican Caribbean, all with diverse characteristics of shapes, diets and behaviors. In addition, they all interact with various components of the system, so that their absence would cause important changes. This document presents a review of the characteristics that make damselfishes good sentinels of reef ecosystems.



Palabras clave: Especies centinela, Pomacentridae; ecosistemas arrecifales; territorialidad

Key words: Sentinel species, Pomacentridae; reef ecosystems; territoriality



Figura 1. *Stegastes rectifraenum* protegiendo su territorio. Loreto, Baja California Sur, México. Fotografía de Eduardo F. Balart Páez.

INTRODUCCIÓN

La presión antropogénica sobre los sistemas naturales está causando el colapso de comunidades y ecosistemas a escala global (Dirzo et al., 2014). Para prevenir la pérdida de especies y ecosistemas es necesario contar con herramientas de monitoreo que nos permitan responder de manera temprana a los cambios ambientales y las especie centinela pueden ser una solución (Clark-Wolf et al., 2024). Las especies centinela son aquellas que nos sirven para determinar el estado de salud de los ecosistemas, sin necesidad de analizar todas las especies y variables del sistema, por lo que entre algunas de las características deseadas de las especies centinela están aquellas que facilitan el monitoreo como: 1) que sean fácilmente observables, 2) recolectables y 3) cultivables; las características que las conectan con el sistema y nos permiten observar los cambios en el mismo como: 4) que interactúen con numerosos componentes del sistema, 5) que su ausencia o disturbio sobre sus poblaciones cause modificaciones en la estructura y función del sistema, 6) que sean sensibles a cambios en el sistema, 7) fieles al sistema; las características que nos permiten analizar y contrastar el efecto de los disturbios en un sistema versus. otro o a través del tiempo como: 8) amplio y bien conocido rango de distribución, 9) longevidad; y finalmente, 10) conocimiento de la biología de las especies, el cual nos permite entender los rangos biológicos de las especies y aquellas variaciones que son resultado del disturbio en el sistema (Chapman, 2002; Berthet, 2012). Debido a la imperante necesidad de conocer el estado de los ecosistemas, monitorearlos constantemente para

detectar cambios en etapas tempranas y poder desarrollar estrategias de amortiguamiento y manejo, se hace necesario determinar aquellas especies que pueden ser buenas centinela.

La familia Pomacentridae (Damiselas) es un grupo diverso de peces arrecifales con alrededor de 423 especies descritas (Parenti, 2021). Esta familia de peces es una de las más conocidas debido a que se distribuyen en arrecifes tropicales alrededor del mundo, presentan coloraciones llamativas, son peces conspicuos (es decir fácilmente observables), muy abundantes en los arrecifes y acuarios, y presentan un comportamiento muy peculiar, ya que algunos géneros como *Hypsypops*, *Stegastes*, *Microspathodon*, protegen su territorio contra intrusos de todos tamaños (incluidos los buzos; Allen, 1991). En este documento discutiremos la idoneidad de los peces damisela como especies centinela de los ecosistemas arrecifales

DAMISELAS

La importancia ecológica de estos peces va en aumento ya que se descubren cada día más aspectos de su historia de vida y su efecto sobre los sistemas arrecifales. Por ejemplo, hace tiempo se descubrió que, para algunas damiselas bentónicas, como aquellas del género *Stegastes* (Fig. 1), las algas eran de suma importancia en su dieta (Emery, 1973). Tiempo después se encontró que varias de estas especies se comportan como agricultores, ya que cultivan un tapete algal en sus territorios (Brawley y Adey, 1977), después

notaron que el tapete algal que cultivan parece atraer pequeños invertebrados que las damiselas consumen también, por lo que pasaron de ser considerados agricultores a ganaderos (Hata y Kato, 2004). Debido a este comportamiento, los científicos ahora podemos calcular el tamaño de sus territorios y multiplicarlo por el número de damiselas territoriales en el sitio para conocer la dimensión del territorio total manejado por ellas, es decir, el espacio en el cual las damiselas territoriales determinan el tipo de algas que crecen y, por lo tanto, el tipo de invertebrados que son atraídos por dichas algas, el cuál de manera general se calcula ocupa entre un 11 y un 70% de la superficie de los arrecifes (Ceccarelli et al., 2001).

Si bien la mayoría de los trabajos se han centrado en las damiselas bentónicas, las damiselas pelágicas (Fig. 2), es decir las que se encuentran en la columna de agua, son de suma importancia ya que mientras están nadando sobre el arrecife, consumen los organismos de la columna de agua y sus heces caen sobre el sistema, enriqueciéndolo con nutrientes solo disponibles en la columna de agua (Bray et al., 1986; Sale, 1991; Sazima et al., 2003). Inclusive, debido al gran valor nutricional de las heces de los peces pelágicos, se ha observado a peces bentónicos subiendo a la columna de agua para consumirlas

antes de que toquen el bentos (Aburto-Oropeza et al., 2000; Aguilar-Medrano et al., 2011).

ESPECIES EN AGUAS MEXICANAS

En las costas de México se distribuyen 30 especies de damiselas: 15 en el Pacífico y 15 en el Golfo de México y Caribe Mexicano (Tabla 1). Los géneros distribuidos en ambas costas son *Abudefduf* (2 en el Pacífico, 2 Golfo de México y Caribe), *Azurina* (2 Pacífico, 2 Golfo de México y Caribe), *Chromis* (3 Pacífico, 3 Golfo de México y Caribe), *Microspathodon* (2 Pacífico, 1 Golfo de México y Caribe) y *Stegastes* (5 Pacífico, 6 Golfo de México y Caribe). En el Pacífico, además se distribuye *Hypsypops rubicundus*. El género *Hypsypops* es monoespecífico, se distribuye desde la costa sur de California, EUA, hasta la boca del Golfo de California, prefiere los ecosistemas rocosos y bosques de macroalgas (kelp; Fig. 3; Allen 1991; Aguilar-Medrano et al., 2011; Robertson y Van Tassel, 2023; Robertosn y Allen, 2024). Por su parte en el Golfo de México, además está *Neopomacentrus cyanomus*, especie no nativa, de reciente introducción (González-Gándara y de la Cruz-Francisco, 2014) y que presenta densidades altas a través de toda su distribución en el Golfo de México (Simões y Robertson, 2016).



Figura 2. Cardumen de *Azurina atrilobata* nadando sobre el arrecife. Loreto, Baja California Sur, México. Fotografía de Eduardo F. Balart Páez.



Figura 3. *Hypsypops rubicundus* en un bosque de macroalgas. San Diego, California, Estados Unidos de América.

Las especies de damiselas distribuidas en Golfo de México y el Caribe Mexicano presentan amplias distribuciones por lo que no existen especies endémicas a México, y su estatus de conservación de acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) es de Preocupación Menor. Mientras que en el Pacífico Mexicano hay cinco especies endémicas, *Azurina hirundo*, *Chromis limbaughi*, *Stegastes leucorus*, *Stegastes rectifraenum* y *Stegastes redemptus*. Para la mayoría de las especies del Pacífico el estatus de conservación es de Preocupación Menor, sin embargo, *Azurina hirundo* tiene la categoría de Casi Amenazada y *Stegastes leucorus* y *S. redemptus* de Vulnerable (IUCN, 2024).

Azurina hirundo es una especie muy particular; su cuerpo es fusiforme, y presenta la forma más alargada de la familia. Esta morfología la compartía únicamente

con *A. eupalama*, la cual se distribuía en Galápagos, pero desde el evento del Niño 1982-83 no se ha vuelto a ver (Monte-Luna et al., 2007). Por lo que *A. hirundo* representa la última especie con este morfotipo y, por lo tanto, con patrones ecológicos y evolutivos específicos que debemos investigar, conocer y proteger. Por su parte, *S. redemptus* se conoce principalmente para las Islas Revillagigedo y algunas veces se ha registrado vagabundo (es decir que se reporta en localidades donde no existen poblaciones establecidas de la especie) en el continente, mientras que *S. leucorus* también se distribuye en Revillagigedo y en las islas cercanas a Baja California, así como al sur del Golfo de California. Un problema muy importante relativo a la pérdida de especies, es que en ocasiones las especies se extinguen sin tener siquiera su información básica, datos del hábitat que ocupan, de la dieta, del desarrollo ontogenético, etc.

Tabla 1. Damiselas distribuidas en aguas mexicanas. Distribución: Pacífico (P); Golfo de México (GM); Caribe (C). Salinidad: marino (M); salobre (S); agua dulce (AD). Rango de profundidad en el que se han registrado las especies. Rango de temperatura calculado de acuerdo al mapa de distribución total de la especie. Dieta: omnívoro béntico (OB); zooplanctívoro pelágico (ZP); omnívoro bentopelágico (OBP); especies que consumen ectoparásitos (CEP). Comportamiento (CM), territorial (T). Talla, longitud máxima (LM). "": especies solo distribuidas en la costa Pacífico de la Península de Baja California; - especie que se vende y consume como alimento; * especie no es nativa; + especie distribuida principalmente en las islas Revillagigedo. Datos obtenidos de Robertson y Van Tassell (2023), Froese y Pauly (2024) y Robertson y Allen (2024).

Especies	Distribución			Salinidad			Profundidad		Temperatura		Dieta				CM	Talla
	P	GM	C	M	S	AD	min	ma*	min	ma*	OB	ZP	OBP	CEP	T	LM
							m		°C							cm
<i>Abudefduf declivifrons</i>	•			•			0	5	24.3	29.1	•					19.5
<i>Abudefduf troschelii</i>	•			•	•	•	0	15	22.3	29.1			•	•		23
<i>Azurina atrilobata</i>	•			•			1	80	21.2	28.5		•				13
<i>Azurina hirundo</i>	•			•			5	30	17.7	28.2		•				17
<i>Chromis alta</i>	•			•			30	200	15.3	21.5		•				17.3
<i>Chromis limbaughi</i>	•			•			5	120	18.9	26.1		•				12
<i>Chromis punctipinnis</i> "	•			•			2	46	12.9	19.2		•				25
<i>Hypsypops rubicundus</i> " -	•			•			1	30	15.3	19.2	•				•	36
<i>Microspathodon bairdii</i>	•			•			1	10	22.9	29.1	•				•	38
<i>Microspathodon dorsalis</i>	•			•			1	25	24.2	29.2	•			•	•	37.8
<i>Stegastes acapulcoensis</i>	•			•	•		1	16	22.3	28.6	•				•	18
<i>Stegastes flavilatus</i>	•			•	•	•	1	38	23.5	28.7	•				•	16
<i>Stegastes leucorus</i>	•			•			0	18	22.3	28.7	•				•	17
<i>Stegastes rectifraenum</i>	•			•			0	12	18.8	25.9	•				•	16
<i>Stegastes redemptus</i> +	•			•			1	20	25.4	26.7	•				•	15
<i>Abudefduf saxatilis</i>		•	•	•			0	41	19.9	28.1			•	•		23
<i>Abudefduf taurus</i>		•	•	•			0	5	26.3	28.2	•					25
<i>Azurina cyanea</i>		•	•	•			3	87	25.6	28.1		•				15
<i>Azurina multilineata</i>		•	•	•			1	130	24.5	28		•				20
<i>Chromis enchrysurus</i>		•	•	•			5	97	18.8	27.3		•				10
<i>Chromis insolata</i>		•	•	•			3	152	20	27.5		•				16
<i>Chromis scotti</i>		•	•	•			2	172	23.9	28		•				10
<i>Microspathodon chrysurus</i>		•	•	•			0	62	26.1	28.2	•			•	•	21
<i>Neopomacentrus cyanomos</i> *		•		•			0	53	25.2	28.5		•				12.5
<i>Stegastes adustus</i>		•	•	•			0	30	26.2	28.3	•				•	10.5
<i>Stegastes diencaeus</i>		•	•	•			0	45	26.1	28.2	•				•	12.5
<i>Stegastes leucostictus</i>		•	•	•	•		0.5	15	26.2	28.2	•				•	12
<i>Stegastes partitus</i>		•	•	•			0	130	24.2	28		•			•	13
<i>Stegastes planifrons</i>		•	•	•			0	43	25.6	28.2			•		•	12.5
<i>Stegastes anthurus</i>		•	•	•	•		0	100	24.2	28	•				•	12

DAMISELAS COMO CENTINELAS DE ECOSISTEMAS ARRECIFALES

A continuación, vamos a revisar si las damiselas cumplen con las características propuestas por Chapman (2002) y Berthet (2012) que en conjunto o la combinaciones de algunas de estas son deseables en la identificación de especies centinela. Para esta revisión se consideran las características de la familia, no únicamente de las damiselas distribuidas en México.

1. Fácilmente observables: las damiselas al ser peces conspicuos y generalmente abundantes son fácilmente observables en los ecosistemas arrecifales. A nivel global las damiselas miden entre ~5.5 cm (algunas especies del género *Chromis*) y ~40 cm (*Hypsypops* and *Microspathodon dorsalis*; Allen, 1991). Además, debido a su comportamiento alimenticio se les puede ver sobre el sustrato o en la columna de agua.

2. Fácilmente recolectables: Si nos interesa recolectar las damiselas y mantenerlas vivas, se pueden recolectar usando algún anestésico que se libera sobre el sustrato y cuando los peces se adormecen se recolectan con redes de mano. También, con mucha práctica, se pueden recolectar sin anestésico, solo con redes de mano, aunque es más complicado ya que rápidamente se resguardan en las oquedades del arrecife, pero es posible. Las damiselas pelágicas se pueden recolectar con atarrayas, ofreciendo carnada para atraerlas. Si no es importante mantenerlas vivas, se pueden recolectar con lanza, hawaiana o tridentes. La selección de una técnica u otra también dependen del tamaño de las especies a recolectar, si son muy pequeñas las redes de mano sería una buena opción, mientras que, para las más grandes las lanzas pueden ayudarnos.

3. Fácilmente cultivables: Las damiselas son un componente importante de los acuarios a nivel global ya que su cultivo en tanques es relativamente sencillo (Allen, 1991) y dada que su talla máxima es aproximadamente 40 cm, son manejables en acuarios domésticos.

4. Interactúan con numerosos componentes del sistema: Las damiselas se han agrupado históricamente en tres gremios tróficos: bénticas herbívoras, pelágicas zooplanctívoras, y bentopelágicas omnívoras (Frédérich et al., 2008; Cooper y Weasnet, 2009; Aguilar-Medrano et al., 2011), sin embargo, la dieta de las damiselas incluye un amplio número de componentes alimentarios que van desde el detritus hasta los pequeños peces o las larvas de peces; además, se sabe que estas especies son altamente oportunistas (Aguilar-Medrano et al., 2011), es decir, aprovechan cualquier recurso trófico disponible en el sistema. Las damiselas territoriales se

alimentan tanto de las algas de su territorio como de los invertebrados atraídos por este, sin embargo, este tapete atrae además peces que tratan de alimentarse de estos territorios, los cuales son ahuyentados por las damiselas. Se ha indicado que este comportamiento de proteger agresivamente su territorio afecta la distribución espacial de especies herbívoras que ramonean en el área (Jones, 2005). Además, las damiselas son componentes de la dieta de peces arrecifales grandes, como el mero y los pargos.

5. Su ausencia o disturbio sobre sus poblaciones causa modificaciones en la estructura y función del sistema: La ausencia o reducción en las poblaciones de damiselas zooplanctívoras implica una reducción de materia orgánica al sistema béntico (Robertson, 1982; Sale, 1991; Sazima et al., 2003). También, se ha indicado que, especialmente las damiselas territoriales, tienen una fuerte influencia en la estructura de las algas, corales, invertebrados y peces en los sistemas que habitan ya que utilizan y manejan una gran proporción del ecosistema (Ceccarelli, 2007). Se ha señalado que los territorios de las damiselas son espacios ricos en biomasa, actúan como trampas de sedimento y detrito y proveen de hábitat y alimento a invertebrados, por lo que existe una mayor diversidad dentro de los territorios de las damiselas que fuera de estos (Brawley y Adey, 1977; Hata y Nishihira, 2002). Además, las damiselas participan de las estaciones de limpieza, las cuales proveen de un servicio de suma importancia para organismo locales y aquellos con amplia distribución, reduciendo significativamente el efecto de los ectoparásitos (Grutter, 1997).

6. Sensibles a cambios en el ecosistema: Las damiselas se distribuyen principalmente en arrecifes coralinos y coralino-rocosos, sin embargo, también se ha indicado su presencia en costas rocosas, lagunas costeras y bosques de kelp (Allen, 1991), por lo que de manera general podemos decir que los cambios en estos ambientes pueden afectar a estas especies. Diferentes estudios han apoyado esta premisa, mostrando importantes declives en abundancia, diversidad y composición de damiselas después de una perturbación en los sistemas que habitan (Halford et al., 2004; Bellwood et al., 2006; 2012). Estos patrones son especialmente ciertos para aquellas especies especialistas o con una fuerte relación a un componente del sistema, como las especies coralívoras (muy pocas damiselas son coralívoras, ejem. *Plectroglyphidodon johnstonianus*) o las de los géneros *Amphiprion* y *Premnas* que muestran una fuerte asociación a anemonas, donde el declive del componente al que se encuentran relacionadas se traduce en un declive en la abundancia, diversidad y/o composición de damiselas. Sin embargo, la sensibilidad de las especies no siempre

significa que éstas disminuyan después de un disturbio. Algunas damiselas generalistas, como las plactívoras y algunas especies bénticas, puede aumentar sus poblaciones después de una perturbación, como cuando aumentan las algas en el sistema por un cambio de fase (Emslie et al., 2012; Pratchett, 2021).

7. Fieles al sistema: Las damiselas son fieles al sistema (Allen, 1991). Especialmente las damiselas territoriales, son altamente fieles al sistema debido a su comportamiento, por lo que se ha indicado que la selección de hábitat durante el reclutamiento de larvas de damiselas es una de las fuerzas más importantes en la distribución de los adultos (Gutiérrez, 1998).

8. Amplio y bien conocido rango de distribución: El rango de distribución de las damiselas se encuentra bien estudiado en el patrón latitudinal y longitudinal ya que son fácilmente identificables. No así en términos de profundidad para aquellas especies que alcanzan más de los 100 m de profundidad, sin embargo, este no es un problema específico a la familia. Específicamente para las damiselas distribuidas en aguas mexicanas se cuenta con recursos en línea para el Golfo de México y Caribe como Peces costeros del Gran Caribe (Robertson y Van Tassel, 2023), mientras que para el Pacífico está Peces Costeros del Pacífico Oriental (Robertson y Allen, 2024).

9. Longevidad: Algunas damiselas alcanzan más de 20 años de vida, sin embargo, la edad difiere de acuerdo al sistema en el que se encuentran, por ejemplo, Meekan et al. (2001) calcularon edades de hasta 32 años para *Stegastes acapulcoensis* en Galápagos, mientras que en Panamá la edad máxima registrada para esta especie fue de 12 años, de igual forma, *S. flavilatus* alcanzo 19 años en Baja California y 4 años en Panamá- Sin embargo, la damisela más longeva (hasta ahora descrita, porque falta mucho que hacer en este tema) es *Hypsypops rubicundus* que se distribuye en el Pacífico mexicano, ya que se calcula puede alcanzar 57 años de edad (Velte, 2004; Robetson y Allen, 2024). Si bien se cuenta con poca información de la longevidad de las damiselas, si comparamos lo que sabemos hasta ahora (4 años en *S. flavilatus* vs. 57 años en *H. rubicundus*) con el rango de longevidad de Acantúridos de 30 a 40 años (Choat y Axe, 1996) o Lábridos de 5 a 20 años (Choat et al., 1996), podemos apreciar que las damiselas son especies longevas.

10. Conocimiento de la biología de las especies: Si bien se cuenta con un amplio conocimiento de la biología de las damiselas, la mayoría de los trabajos se han enfocado en las damiselas del Indo-Pacífico. En México se están haciendo diversos esfuerzos para conocer más de esta familia en temas de anatomía

(Aguilar-Medrano et al., 2015a), dieta (Moreno-Sánchez et al., 2011; Oliver et al., 2019; Acosta-Pachón et al., 2022), distribución (Urbiola-Rangel y Chassin-Noria, 2013; Martínez-Torres et al., 2014; Hernández-Velasco et al., 2016), biogeografía (Aguilar-Medrano et al., 2015b), presencia de damiselas no nativas (Simões y Robertson, 2016), parásitos de damiselas (Mendoza-Franco et al., 2022), ecomorfología evolutiva (Aguilar-Medrano 2017; 2018; Aguilar-Medrano et al., 2011; 2013), entre otros trabajos, no específico a damiselas pero que las incluyen.

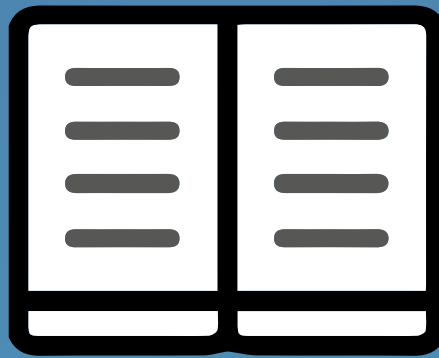
Sin embargo, aún existe mucho por hacer como conocer la dieta de más especies, ya que determina el flujo de energía y materia, las interacciones de los organismos y la función de las especies en los sistemas. Desarrollar análisis ontogenéticos, ya que estas especies cambian de forma, de hábitat, de dieta e inclusive de coloración de la fase juvenil a la fase adulta, lo que indica que su función es totalmente diferente entre juveniles y adultos. Entender el proceso reproductivo, desde la selección sexual, la selección del sitio de puesta, la puesta, el cuidado del nido, la multipaternidad, etc. Los patrones de distribución, la inclusión de la especie no nativa, genética poblacional, traslape de nicho, etc., es una lista interminable de conocimiento que podemos obtener de estos pequeños peces y que puede ser de mucha utilidad para entender los ecosistemas que habitan y para hacer esfuerzos más certeros en la conservación de las especies y sus ecosistemas.

CONCLUSIÓN

Las damiselas reúnen características que las hacen perfectos candidatos a centinelas de los ecosistemas arrecifales. Sin embargo, existe una gran cantidad de información de estos peces que desconocemos y que es sumamente importante determinar ya que mientras la degradación de los ecosistemas por fenómenos locales y globales avanza a pasos agigantados, el conocimiento general y particularmente de estos pequeños peces y de los ecosistemas que habitan avanza lentamente.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Eduardo Balart Páez por facilitarme imágenes para este manuscrito. Al Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Proyecto 622179 y al Sistema Nacional de Investigadores, CONAHCYT. Al editor, Dr. Jesús Ángel de León González, y los tres revisores anónimos por su tiempo y excelentes comentarios que contribuyeron ampliamente a la mejora de este trabajo.



LITERATURA CITADA

- Aburto-Oropeza, O., E. Sala, C. Sánchez-Ortiz. 2000. Feeding behavior, habitat use, and abundance of the angelfish *Holocanthus passer* (Pomacanthidae) in the southern Sea of Cortés. *Environmental Biology of Fishes*. 57: 435–442.
- Acosta-Pachón, T.A., J.M. López-Vivas, A. Mazariegos-Villareal, K. León-Cisneros, R.O. Martínez-Rincón, E. Serviere-Zaragoza. 2022. Diet of the Cortez damselfish *Stegastes rectifraenum* (Gill, 1862) in the Gulf of California assessed by stomach content analysis. *Marine Biodiversity*. 52: 58. <https://doi.org/10.1007/s12526-022-01290-4>
- Allen, G.R. 1991. *Damselfishes of the world*. Mergus, Germany, 271 pp.
- Aguilar-Medrano, R. 2017. Ecomorphology and evolution of the pharyngeal apparatus of benthic damselfishes (Pomacentridae, subfamily Stegastinae). *Marine Biology*. 164:21. <https://doi.org/10.1007/s00227-016-3051-3>
- Aguilar-Medrano, R. 2018. Ecomorphological trajectories of reef fish sister species (Pomacentridae) from both sides of the Isthmus of Panama. *Zoomorphology*. 137:315–327. <https://doi.org/10.1007/s00435-017-0391-6>
- Aguilar-Medrano, R., B. Frédérick, E. De Luna, E.F. Balart. 2011. Patterns of morphological evolution of the cephalic region in damselfishes (Perciformes, Pomacentridae) of the Eastern Pacific. *Biological Journal of the Linnean Society*. 102: 593–613.
- Aguilar-Medrano, R., B. Frédérick, E.F. Balart, E. De Luna. 2013. Diversification of the pectoral fin shape in damselfishes (Perciformes, Pomacentridae) of the Eastern Pacific. *Zoomorphology*. 132:197–213. <https://doi.org/10.1007/s00435-012-0178-8>
- Aguilar-Medrano, R. A. Kobelkowsky, E.F. Balart. 2015a. Anatomical description of the Cortés damselfish *Stegastes rectifraenum* (Perciformes: Pomacentridae). Key structures for omnivore feeding. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 86: 934–946.
- Aguilar-Medrano, R., H. Reyes-Bonilla, D. Polly. 2015b. Adaptive radiation of damselfishes (Perciformes, Pomacentridae) in the eastern Pacific. *Marine Biology*. 162:2291–2303. <https://doi.org/10.1007/s00227-015-2759-9>
- Bellwood, D.R., A.S. Hoey, J.L. Ackerman, M. Depczynski. 2006. Coral bleaching, reef fish community phase shifts and the resilience of coral reefs. *Global Change Biology*. 12: 1587–1594.
- Bellwood, D.R., D.H. Baird, M. Depczynski, A. Gonzalez-Cabello, A.S. Hoey, C.D. Lefèvre, J.K. Tanner. 2012. Coral recovery may not herald the return of fishes on damaged coral reefs. *Oceanologia*. 170: 567–573.
- Berthet, B. 2012. Sentinel Species. Pp. 156–180. En: Amiard-Triquet, C., J.C. Amiard & P.S. Rainbow (Eds.) *Ecological Biomarkers*. CRC Press, New York, 464pp.
- Brawley, S.H., W.H. Adey. 1977. Territorial behavior of threespot damselfish (*Eupomacentrus planifrons*) increases reef algal biomass and productivity. *Environmental Biology of Fishes*. 2: 45–51.
- Bray R.N., L.J. Purcell, A.C. Miller. 1986. Ammonium excretion in a temperate-reef community by a planktivorous fish, *Chromis punctipinnis* (Pomacentridae), and potential uptake by young giant kelp, *Macrocystis pyrifera* (Laminariales). *Marine Biology*. 90:327–334.
- Ceccarelli D.M., G.P. Jones, L.J. McCook. 2001. Territorial damselfishes as determinants of the structure of benthic communities on coral reefs. *Oceanography and Marine Biology*. 39: 355–89.
- Ceccarelli, D.M. 2007. Modification of benthic communities by territorial damselfish: a multi-species comparison. *Coral Reefs*. 26: 853–866.
- Chapman, P.M. 2002. Integrating toxicology and ecology: putting the “eco” into ecotoxicology. *Marine Pollution Bulletin*. 44(1): 7–15.
- Choat J.H, L.M. Axe. 1996. Growth and longevity in acanthurid fishes: an analysis of otolith increments. *Marine Ecology Progress Series*. 134: 15–26.
- Choat J.H., L.M. Axe, D.C. Lou. 1996. Growth and longevity in fishes of the family Scaridae. *Marine Ecology Progress Series*. 145: 33–41.
- Clark-Wolf, T.J., K.A. Holt, E. Johansson, A.C. Nisi, K. Rafiq, L. West, P.D. Boersma, E.L. Hazen, S.E. Moore, B. Abrahms. 2024. The capacity of sentinel species to detect changes in environmental conditions and ecosystem structure. *Journal of Applied Ecology*. 61: 1638–1648.
- Cooper, W.J., M.W. Westneat. 2009. Form and function of damselfish skulls: rapid and repeated evolution into a limited number of trophic niches. *BMC Evolutionary Biology*. 9:1–17.
- Dirzo, R., H.S. Young, M. Galetti, G. Ceballos, N.J.B. Isaac, B. Collen. 2014. Defaunation in the Anthropocene. *Science*. 345: 401–406.
- Emery, A.R. 1973. Comparative ecology and functional osteology of fourteen species of damselfish (Pisces: Pomacentridae) at Alligator Reef, Florida Keys. *Bulletin of Marine Sciences*. 23: 649–770.
- Emslie, M.J., M. Logan, D.M. Ceccarelli, A.J. Cheal, A.S. Hoey, I. Miller, H.P.A. Sweatman. 2012. Regional-scale variation in the distribution and abundance of farming damselfishes on

- Australia's Great Barrier Reef. *Marine Biology*. 159: 1293-1304.
- Frédérich, B., A. Pilet, E. Parmentier, P. Vandewalle. 2008. Comparative trophic morphology in eight species of damselfishes (Pomacentridae). *Journal of Morphology*. 269: 175-188.
- Froese, R., D. Pauly. 2024. FishBase. En: www.fishbase.org, versión 06/2024 (consultado el 16/12/2024).
- González-Gándara, C., V. de la Cruz-Francisco. 2014. Unusual record of the Indo-Pacific pomacentrid *Neopomacentrus cyanomos* (Bleeker, 1856) on coral reefs of the Gulf of Mexico. *Biological Invasions Records*. 3: 49-52.
- Gutter, A.S. 1997. Effect of the removal of cleaner fish on the abundance and species composition of reef fish. *Oecologia*. 111:137-143.
- Gutiérrez, L. 1998. Habitat selection by recruits establishes local patterns of adult distribution in two species of damselfishes: *Stegastes dorsopunicans* and *S. planifrons*. *Oecologia*. 115:268-77. <https://doi.org/10.1007/s004420050516>
- Halford, A., A.J. Cheal, D. Ryan, D.M. Williams. 2004. Resilience to long scale disturbance in coral and fish assemblages on the Great Barrier Reef. *Ecology*. 85:1892-1905.
- Hata, H., M. Nishihira. 2002. Territorial damselfish enhances multi-specific co-existence of foraminifera mediated by biotic habitat structuring. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 270: 215-240.
- Hata, H., M. Kato. 2004. Monoculture and mixed-species algal farms on a coral reef are maintained through intensive and extensive management by damselfishes. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 313(2): 285-296.
- Hernández-Velasco, A., F.J. Fernández-Rivera-Melo, S.M. Melo-Merino, J.C. Villaseñor-Derbez. 2016. Occurrence of *Holocanthus clarionensis* (Pomacanthidae), *Stegastes leucorus*, and *Stegastes acapulcoensis* (Pomacentridae) at Magdalena Bay, B.C.S., Mexico. *Marine Biodiversity Records*. 9: 49. <https://doi.org/10.1186/s41200-016-0062-1>
- IUCN. 2024. En: <https://www.iucnredlist.org/es> (consultado el 16/12/2024).
- Jones, K.M.M. 2005. The effect of territorial damselfish (family Pomacentridae) on the space use and behavior of the coral reef fish, *Halichoeres bivittatus* (Bloch, 1791) (family Labridae). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 324(2): 99-111.
- Martínez-Torres M, H. Reyes-Bonilla, F.J. Fernández-Rivera-Melo, I. Sánchez-Alcántara, O.T. González-Cuellar, C.D. Morales-Portillo. 2014. Range extension of the blue and yellow damselfish *Chromis limbaughi* (Pomacentridae) to the northern Gulf of California, Mexico. *Marine Biodiversity Records*. 7: e43. doi:10.1017/S1755267214000281
- Meekan, M.G., J.L. Ackerman, G.M. Wellington. 2001. Demography and age structures of coral reef damselfishes in the tropical eastern Pacific Ocean. *Marine Ecology Progress Series*. 212: 223-232.
- Mendoza-Franco, E.F., N. Simões, V.M. Vidal-Martínez, M.L. Aguirre-Macedo, 2022. Rediscovering Monogenoids (Platyhelminthes) Parasitizing Pomacentrid and Chaetodontid Fishes from Cayo Arcas Reef, Gulf of Mexico. *Diversity*. 14: 985. <https://doi.org/10.3390/d14110985>
- Monte-Luna, P., D. Lluch-Belda, E. Serviere-Zaragoza, R. Carmona, H. Reyes-Bonilla, D. Auriolles-Gamboa, J. Castro-Aguirre, S. Guzmán del Proo, O. Trujillo-Millán, B. Brook. 2007. Marine Extinctions Revisited. *Fish and Fisheries*. 8(2): 107-122.
- Moreno-Sánchez XG, L.A. Abitia-Cárdenas, O. Escobar-Sánchez, D.S. Palacios-Salgado. 2011. Diet of the Cortez damselfish *Stegastes rectifraenum* (Teleostei: Pomacentridae) from the rocky reef at Los Frailes, Baja California Sur, Mexico. *Marine Biodiversity Records*. 4: e98. <https://doi.org/10.1017/S1755267211000996>
- Olivier D., G. Lepoint, R. Aguilar-Medrano, A.H. Ruvalcaba-Díaz, A. Sánchez-González, N. Sturaro. 2019. Ecomorphology, trophic niche, and distribution divergences of two common damselfishes in the Gulf of California. *Comptes Rendus. Biologies*. 342(9-10): 309-321. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2019.11.001>.
- Parenti, P. 2021. An annotated checklist of damselfishes, Family Pomacentridae Bonaparte, 1831. *Journal of Animal Diversity*. 3(1): 37-109.
- Pratchett, M.S., A.S. Hoey, S.K. Wilson, J.P.A. Hobbs, G.R. Allen. 2021. Habitat-use and specialization among coral reef damselfishes. Pp. 84-121. En: Frédéricich, B. & E. Parmentier (Eds.). *Biology of Damselfishes*. CRC Press, New York, 340pp.
- Robertson, D.R. 1982. Fish feces as fish food on a Pacific coral reef. *Marine Ecology Progress Series*. 7: 253-265.
- Robertson, D.R., J. Van Tassell. 2023. Shorefishes of the Greater Caribbean: online information system. Version 3.0 Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panamá. En: <https://biogeodb.stri.si.edu/caribbean/es/pages> (consultado el 16/12/2024).
- Robertson, D.R., G.R. Allen. 2024. Shorefishes of the Tropical Eastern Pacific: online information system. Version 3.0 Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panamá. En: <https://biogeodb.stri.si.edu/sfstep/> (consultado el 16/12/2024).
- Sale, P.F. 1991. The ecology of fishes on coral reefs. *Academy Press, San Diego*, 754 pp.
- Sazima, I., C. Sazima, J.M. Silva Jr. 2003. The cetacean offal connection: feces and vomits of spinner dolphins as a food source for reef fishes. *Bulletin of Marine Sciences*. 72(1): 151-160.
- Simões, N., D.R. Robertson. 2016. An Indo-Pacific damselfish on an oil-platform in the southwest Gulf of Mexico. *Zenodo*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.58455>
- Urbiola-Rangel, E., O. Chassin-Noria. 2013. Conectividad genética de *Stegastes acapulcoensis* (Pomacentridae) en el Pacífico central de México. *Hidrobiológica*. 23(3): 415-419.
- Velte, F. 2004. Wie alt werden Riffbarsche?. *Datz*. 57: 26.