

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

El papel de la temperatura y tamaño del individuo en el comportamiento territorial de la damisela de cola amarilla *Stegastes arcifrons*

Ixora Berdonces Durán

Luis Vinueza, PhD., Director de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito
para la obtención del título de Licenciada en Ecología Marina

Quito, septiembre de 2014

Universidad San Francisco de Quito
Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

**El papel de la temperatura y el tamaño del individuo en el comportamiento territorial
de la damisela de cola amarilla *Stegastes arcifrons*.**

Ixora Berdonces Durán

Luis Vinueza, Ph.D.
Director de Tesis y
Miembro del Comité de Tesis

Margarita Brandt, Ph.D.
Miembro del Comité de Tesis

Judith Denkinger , Ph.D.
Miembro del Comité de Tesis

Stella de la Torre, PhD.
Decana del Colegio de Ciencias
Biológicas y Ambientales

Quito, septiembre de 2014

© Derechos de autor

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma: _____

Nombre: Ixora Berdonces Durán

C. I.: 131189181-4

Fecha: Quito, septiembre de 2014

RESUMEN

Objetivo: El objetivo principal de mi estudio fue demostrar si la temperatura del ambiente o el tamaño de la damisela de cola amarilla (*Stegastes arcifrons*) afecta su velocidad de respuesta al enfrentar a un omnívoro competidor como el erizo lapicero, *Eucidaris galapaguensis*. **Metodología:** El estudio se realizó dentro del Archipiélago de Galápagos en San Cristóbal y en Santa Cruz. Se basó en la observación de 122 individuos con el método “Focal Animal Sampling”. Se evaluó el tiempo de reacción de la damisela ante la presencia del erizo lapicero en su parche de algas. La evaluación de la respuesta territorial de las damiselas fue categorizada de acuerdo al tamaño en tres categorías: p=pequeño (~7cm), m=mediano (~9cm), y g=grande (~11cm). La temperatura del ambiente fue recolectada de acuerdo a cada observación. **Resultados:** La temperatura del ambiente osciló entre 21.5 y 26°C y los tiempos de reacción de *S. arcifrons* entre 0.8 s y 40.0 s. El tiempo de reacción de la damisela con respecto a la presencia de un competidor fue independiente de la temperatura del agua de mar. De igual manera, su tamaño corporal es independiente a su tiempo de reacción cuando se enfrenta a un competidor como *Eucidaris galapaguensis*. **Conclusión:** Con respecto a la técnica utilizada y los datos obtenidos, no encontramos una relación significativa entre las variables temperatura del ambiente, tamaño del individuo y tiempo de reacción de *Stegastes arcifrons* cuando *Eucidaris galapaguensis* se encontraba en su parche de algas.

Palabras Clave: *Stegastes arcifrons*, tiempo de reacción, temperatura, tamaño corporal, defensa territorio, *Eucidaris galapaguensis*

ABSTRACT

Objective: The goal of my study was to demonstrate if the environmental temperature or the size of damselfish (*Stegastes arcifrons*) affects the speed response of the damselfish against an omnivore competitor such as *Eucidaris galapaguensis*. **Methodology:** The study took place in the Galapagos Archipelago in San Cristobal and in Santa Cruz Islands. I did 122 observations with the Focal Animal Sampling method. I evaluated damselfish speed response against the presence of the pencil sea urchin (*Eucidaris galapaguensis*) in her algal parches. The size of each individual damselfish was categorized as p=small, m=medium and g=large. **Results:** The temperature range was 21.5 to 26 °C, while the damselfish speed response ranged from 0.8 to 40.0 sec. The damselfish (*S. arcifrons*) speed reaction against the competitor pencil sea urchin (*E. galapaguensis*) was independent of the environmental temperature. Similarly, the damselfish reaction time is independent of its body size with the presence of the pencil sea urchin (*E. galapaguensis*). **Conclusion:** With the technique used and the data obtained, no significant relationship was shown between the variables: environmental, temperature and body size.

Key words: *Stegastes arcifrons*, speed response, environmental temperature, body size, territory defense, *Eucidaris galapaguensis*.

TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCIÓN	9
Comportamiento territorial: Las damiselas como organismo modelo	10
Tamaño corporal	12
JUSTIFICACIÓN	12
OBJETIVOS.....	13
MÉTODOLOGÍA	14
Área de estudio.....	14
Método de muestreo	15
ANÁLISIS DE DATOS	16
RESULTADOS	17
DISCUSIÓN	17
Tiempo de reacción vs temperatura del ambiente	17
Tiempo de reacción vs tamaño corporal	18
CONCLUSIÓN	19
ANEXOS.....	20
BIBLIOGRAFÍA	27

LISTADO DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1.....	20
Figura 2.....	21
Figura 3.....	22
Figura 4.....	23
Figura 5.....	24
Figura 6.....	25
Figura 7.....	26

LISTADO DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1.....	27
Tabla 2:.....	28
Tabla 3:.....	29

INTRODUCCIÓN

La temperatura es un factor ambiental crítico que afecta directa e indirectamente muchos procesos biológicos (ej. reproducción, cortejo, migración), ecológicos (ej. competencia y depredación) y ecosistémicos (ej. transferencia de materia y energía) (Crossin, *et al.* 2008, Baktoft, 2012); y por lo tanto dictamina en gran medida los patrones de abundancia y distribución de especies (Somero 2005). A nivel local, los cambios de temperatura pueden incidir en la distribución, adaptación, sobrevivencia y el desempeño de los organismos (Sanford 1999, Somero 2005).

En la actualidad existe mucho interés por saber cómo la temperatura va a afectar las tasas de consumo de los organismos, esto se debe a que la temperatura regula la velocidad de las reacciones enzimáticas y por lo tanto, el metabolismo (Sanford 1999, Harley *et al* 2006, Hoegh-Guldberg 2010). Así, se predice que a altas temperaturas, las tasas de consumo de alimento van a ser más altas debido a un incremento en las tasas metabólicas (Caderer, 2001; Harley *et al* 2006). Por ejemplo, las tortugas marinas exhiben una relación directamente proporcional entre la temperatura y las tasas de consumo de alimentos (De la Osa, 2009). Así, a bajas temperaturas su metabolismo se puede reducir de manera drástica, lo que disminuye las tasas de consumo y afecta su estado nutricional (Ramírez, 2012). Sin embargo, esto se contrarresta con comportamientos de defensa mucho más agresivos; esta dualidad se denomina dicotomía térmica (De la Ossa, Vogt, Schneider And De la Ossa, 2009). Otras especies, como el camarón de charco (*Palaemon elegans*), entran en un proceso de letargo y experimentan cambios de coloración en su cuerpo cuando se exponen a bajas temperaturas (Ramirez, 2012). El estudio del impacto de la temperatura sobre los

ecosistemas es crítico para entender el comportamiento de los animales ante eventos y las consecuencias del cambio climático inducido por el hombre

Comportamiento territorial: Las damiselas como organismo modelo

Las damiselas son peces demersales que habitan zonas submareales poco profundas y al igual que muchos otros peces de arrecifes coralinos o rocosos presentan un comportamiento territorial muy marcado para defender su comida, sus parejas, o su progenie (Robertson, Hoffman, and Sheldon, 1981; Draud, and Itzkowitz, 1995; Jones *et al.* 2005). Este comportamiento territorial consiste en defender un parche del bentos cubierto por algas filamentosas, que constituyen su alimento (Hixon, 1981). Este comportamiento territorial se manifiesta por medio de mordiscos, aleteos, o empujones (Hixon, 1981; Irving and Witman, 2009). Por medio de esta conducta las damiselas incrementan la diversidad local y desplazan otras especies de poco valor nutricional para ellas como las algas crustosas, los corales y las esponjas, de esta manera, promueven el crecimiento y la extensión de su parche de algas (Barneche 2008). Este parche posee un alto contenido nutricional, diferente al de los parches circundantes fuera de su territorio (Santodomingo 2002).

Generalmente, la defensa del territorio se desencadena cuando la damisela excluye de su parche de algas a otros organismos que comparten el mismo tipo de alimentación (Green and Bellwood 2009; Robertson, 1984). *Stegastes arcifrons* no muestra interés por excluir objetos como piedras, por el contrario, cuando se coloca un omnívoro competidor, como el erizo lapicero (*Eucidaris galapaguensis*), *S. arcifrons* reacciona inmediatamente de forma agresiva con el fin de expulsar al erizo de su jardín de algas mediante empujones que realiza con su boca (Irving and Witman, 2009).

La influencia de las damiselas sobre las comunidades bénticas está relacionada con su densidad poblacional debido a que son considerados herbívoros numerosos, su conducta está ligada a un constante forrajeo el cual determina en gran parte la composición del bentos (Barneche, *et al.* 2008). Estos factores a su vez están influenciados por variables medioambientales, como la temperatura del agua, la profundidad y la heterogeneidad del substrato, e interacciones intra e interespecíficas, como la competencia y la depredación (Floeter, *et al.* 2005).

La damisela de cola amarilla, es una especie abundante en la zona intermareal y submareal somera de Galápagos. Debido a su abundancia, se cree que juega un papel importante en la estructuración y funcionamiento de las comunidades marinas someras (Irwin and Witman 2009). En las islas Galápagos, esta familia está representada con al menos 11 especies, de 7 géneros distintos (Grove, *et al.* 1985). *S. arcifrons* es abundante en zonas submareales someras de menos de 5 metros de profundidad y ocasionalmente, se las encuentra hasta los 15 metros. En ciertos sectores de la Isla Malpelo, su densidad supera los 10 individuos por m² (Rodríguez, López, and Zapata, 2011).

La familia Pomacentridae, a la cual pertenece *S. arcifrons*, frecuentemente ha sido objeto de estudio debido a su comportamiento territorial y abundante presencia en casi todos los arrecifes (Barneche, 2008). Los peces herbívoros tienen una gran influencia en la distribución, la abundancia y el progreso de las algas de los arrecifes tropicales, el interés por desplazar a los corales u otras especies para poder extender su parche de algas, crea un interesante interacción de transferencia de energía, por consiguiente los peces herbívoros son el principal enlace hacia los niveles tróficos superiores (Floeter, 2005)

Tamaño corporal

En muchas especies animales, los machos adultos presentan un dimorfismo sexual marcado, esto les brinda ventajas adaptativas como acceso a un mejor territorio, un mayor número de hembras o mejor alimento (Cooper, and Vitt, 1987; Adams, 1998). Algunos estudios de comportamiento muestran que los adultos (con tamaños corporales mayores a los de los juveniles) son mucho más agresivos, gastan mas energía en defender los recursos que necesitan para su reproducción, y pasan menos tiempo alimentándose (Stamps, Mangel, and Phillips, 1998). El metabolismo de *Stegastes focus*, una damisela muy similar a *S. arcifrons*, demuestra una vinculación entre tamaño corporal, y tasa metabólica, es decir, peces de menor tamaño tienen tasas metabólicas mayores, por lo que requieren mantener un consumo proporcionalmente mayor que los peces mas grandes (Barneche, 2008), por lo que las necesidad de mantener una conducta agresiva ante proteger el parche de algas puede estar vinculada al tamaño corporal.

JUSTIFICACIÓN

En la costa del Ecuador continental e insular se observan dos estaciones bien marcadas relacionadas a la fuerza, temperatura e intensidad de corrientes. De diciembre a junio la corriente de Panamá influye con más fuerza en las Islas Galápagos con temperaturas entre 23 y 26°C, mientras que de julio a noviembre las aguas presentan temperaturas menores que varían entre 18 y 23°C debido a la manifestación de la corriente de Humboldt (INOCAR, 2011).

Tanto la temperatura, como la disponibilidad de alimento pueden influir en el comportamiento y alimentación de muchas especies, como las iguanas marinas y de las damiselas; esto se da porque la temperatura está generalmente asociada con la productividad del océano y por lo tanto, con la disponibilidad de alimento. Las damiselas son omnívoras y su principal alimento proviene de su parche de algas, una disminución en la cantidad o disponibilidad de algas podría ser crucial para la estructuración y organización de las comunidades bénticas (Anadón, 2005).

En las islas Galápagos se pueden observar cambios espaciales y temporales en la temperatura (Banks 2002). Estos cambios usualmente están asociados con variaciones en el nivel de nutrientes y de la productividad primaria, afectando de esta manera la cantidad de alimento disponible. También existen cambios más pronunciados en las condiciones ambientales durante perturbaciones oceano-atmosféricas como “La Oscilación de el Niño del Sur o ENSO”. Durante esta etapa la falta de vientos y una pronunciada termoclina inhiben el ascenso de nutrientes que son claves para la producción primaria (Barber and Chavez, 1983; Chavez *et al*, 1999; Vinueza, 2006; Edgar *et al* 2010). *S. arcifrons* emplea un rol importante puesto que al alimentarse de productividad primaria y ser alimento para otros peces más grandes es una especie clave para poder entender la interacción y transferencia de energía entre los demás ecosistemas circundantes. Por lo tanto, una diferencia en la temperatura podría ser un factor que incida en la velocidad de respuesta de las damiselas con respecto a defender su parche de algas ante un competidor potencial.

OBJETIVOS

El objetivo de mi trabajo fue estudiar cómo la temperatura del ambiente y el tamaño corporal de la damisela afectan la velocidad de respuesta de estos peces demersales ante la presencia de un competidor potencial, el erizo lapicero, *E. galapaguensis*.

Supuse que el tiempo (segundos) que demora *Stegastes arcifrons* en excluir al erizo *Eucidaris galapaguensis* de su territorio es un indicio de su nivel de “territorialidad”, es decir, el tiempo que demora la damisela en expulsar al erizo de su territorio y a este lapso se lo denomina como el “tiempo de reacción”. Al mismo tiempo, supuse que la territorialidad sería más alta (una respuesta más rápida) cuando la temperatura está más caliente debido a un incremento en las tasas metabólicas asociado con temperaturas más altas o a la disminución en la calidad y cantidad de alimento que se observa durante la época cálida (Molina, 1996; Rubenstein and Wikelski, 2003; and Karron, 2009). Este tiempo lo comparé con la temperatura del ambiente y el tamaño de la damisela para poder determinar si ambos factores influyen en el tiempo de reacción de *S arcifrons*.

Estimé que al tener un mayor tamaño corporal, las necesidades metabólicas de las damiselas cola amarilla aumentan, por consiguiente aquellos individuos con mayor tamaño corporal serán más agresivos y reaccionarán más rápido que las de menor tamaño.

De acuerdo a estos factores propongo dos hipótesis:

H1. A mayor temperatura menor tiempo de reacción de *S. arcifrons*.

H2. A menor tamaño corporal mayor tiempo de reacción de *S. arcifrons*.

MÉTODOLOGÍA

Área de estudio

Esta investigación se llevó a cabo en dos islas, San Cristóbal y Santa Cruz, en el Archipiélago de Galápagos (Figura 1). En San Cristóbal, las observaciones se realizaron en

La Lobería, Playa del Oro, Punta Carola y Tijeretas. Estos sitios están localizados en Bahía Naufragio, al oeste de la Isla San Cristóbal (Figura 2). En la Isla Santa Cruz, las observaciones se realizaron en la Playa de la Estación, Bahía Academia, Playa de los Alemanes y el Otro Lado los cuales están situados en Puerto Ayora (Figura 3). Los datos siempre fueron tomados durante marea baja, lo que facilitó el acceso y visibilidad hacia las damiselas.

Método de muestreo

Para estudiar el comportamiento territorial de las damiselas, se utilizó el método “Focal Animal Sampling” descrito por Altmann (1974). Esta metodología consiste en registrar las acciones de un sujeto previamente seleccionado. Esta técnica es particularmente útil para la observación de un individuo o un pequeño grupo de sujetos (p. ej. damisela-erizo; Arnau, 1990).

Para visualizar el comportamiento territorial de las damiselas se utilizó un erizo lapicero *Eucidaris galapaguensis*. Este erizo fue sujetado a un nylon de 150 cm de longitud. Luego el nylon fue amarrado a la punta de una varilla de caña para poder movilizar al erizo y ubicarlo sobre el territorio donde se encontraban las damiselas. Se tomó el tiempo una vez que el erizo estuvo en posición sobre el centro del territorio de la damisela y se detuvo el tiempo cuando la damisela topó por primera vez con su boca al erizo. El tiempo total se registró en segundos con un margen de error aproximadamente de cinco milisegundos. Cada erizo fue utilizado para la toma de 5 datos remplazándolo a su vez por uno de las mismas características en cuanto a tamaño. Las observaciones se realizaron a una distancia de 50 cm con respecto al centro del territorio de la damisela.

Si al cabo de 60 segundos no había interacción damisela-erizo, se procedió a mover al erizo a otro parche de algas. Las observaciones se realizaron al azar dentro de cada localidad a una distancia de aproximadamente 5 metros entre ellas. No se realizaron réplicas en el mismo parche de algas puesto que esto podía provocar pseudoreplicación. La temperatura fue registrada durante los períodos de observación con un termómetro de mercurio. Se clasificó a las damiselas en tres categorías de acuerdo a su tamaño: p = pequeñas de ~7cm, m = medianas de ~9cm, g = grandes ~11cm. En total se registraron 122 datos entre las diferentes localidades del archipiélago (Tabla 1) con un aproximado de 10 observaciones diarias. Luego de cada muestreo se liberó al erizo lapicero en su medio ambiente. Para la ejecución de esta práctica se utilizó un equipo de snorkeling compuesto de máscara, tubo y aletas, protección solar. Cabe recalcar que las condiciones climáticas pueden no ser favorables para la seguridad del investigador por lo que fue necesario estar informado acerca de la tabla de mares y boletines informativos de aguaje.

ANÁLISIS DE DATOS

Los datos fueron graficados usando box plots y barras con desviaciones estándar. Debido a que mis grupos de datos no muestran una homogeneidad utilicé un ANOVA de una vía para poder analizar si el impacto de temperatura y el tamaño corporal influyeron de manera significativa sobre el tiempo de reacción de la damisela en presencia del erizo de mar. En este caso, la temperatura y el tamaño corporal fueron los factores fijos y el tiempo de respuesta fue la variable dependiente. A continuación transformé los datos para obtener una distribución normal y una varianza homogénea, sin embargo no hubo una diferencia significativa por lo tanto, usé los datos no transformados para elaborar las gráficas. Para estos análisis, de estadística descriptiva utilicé el software Minitab 14ink.

RESULTADOS

Se realizaron un total de 66 y 56 observaciones para la isla Santa Cruz y San Cristóbal respectivamente. En total, se analizaron 122 respuestas territoriales de damiselas (Tabla 1).

El tiempo de reacción de la damisela con respecto a la presencia de un competidor fue independiente de la temperatura del agua de mar (Tabla2). Los rangos de tiempo oscilaron entre 0.8 a 39.9 segundos; mientras que la temperatura varió entre 21.5 y 26 °C. En la Tabla 2, se puede observar que el tiempo de reacción de la damisela ante la presencia de un competidor fue independientemente al de la temperatura; no obstante, las damiselas muestran una tendencia a reaccionar entre entre. 0.4 y 12 s. (Figura 4).

El tamaño corporal es independiente al tiempo de reacción de *S. arcifrons* cuando se enfrenta a un competidor (Tabla 3). El tiempo medio de reacción de las damiselas pequeñas que fue de 5.7 ± 3.8 s., mientras que para las damiselas medianas fue de 7.8 ± 9.5 s y para las damiselas grandes de 5.02 ± 5.1 s (Figura 5).

DISCUSIÓN

Dentro de este estudio, no se encontró evidencia que indique que la temperatura y el tamaño corporal del individuo afectan el tiempo de reacción de la damisela cola amarilla (*Stegastes arcifrons*) ante la presencia de un omnívoro competidor como el erizo lapicero (*Eucidaris galapaguensis*).

Tiempo de reacción vs temperatura del ambiente

Según la metodología aplicada, no encontré relación significativa entre tiempo de reacción y la temperatura del agua (Figura 6). Uno de las razones pudo haber sido el

pequeño rango de temperaturas presentes en este estudio. Estas fluctuaron entre los 21 y 26°C (Figura 7). Comparar el tiempo de reacción de las damiselas con un rango más amplio de temperatura, de al menos 10 grados centígrados, podría dar resultados más significativos debido a que se sabe que el incremento de temperatura en 10°C duplica las tasas metabólicas (ej.: respiración o palpitación; Figueroa, 1996). Una diferencia de temperatura ambiental de esta magnitud podría haber corroborado mi hipótesis. Por lo tanto, este estudio constituye un acercamiento preliminar a este tema; se requieren futuras investigaciones comparando temperaturas más extremas para poder comprender de mejor forma si el comportamiento territorial de las damiselas es influenciado por la temperatura.

Tiempo de reacción vs tamaño corporal

No encontré relación entre el tiempo de reacción y el tamaño corporal de *Stegastes arcifrons*. Estos resultados pudieron verse afectados por otros factores que pueden incidir en el comportamiento territorial de las damiselas. Por ejemplo, la época de cortejo y anidación pudo haber afectado la respuesta de reacción, particularmente durante la recolección de datos en los meses de diciembre y enero noté una diferencia en la intensidad de la coloración amarilla de las damiselas. Esto seguramente fue causado por alguna estrategia hormonal de cortejo. Por ejemplo, para la damisela *S. nigricans*, su agresividad ante los intrusos disminuye en época de fecundación (Karino, 1997).

Hay otros factores que también pueden influir el comportamiento de la damisela de cola amarilla. Dentro de la metodología aplicada en este estudio, suponemos que existe un efecto direccional entre los factores analizados, es decir, la temperatura y el tamaño corporal influyen directamente en el comportamiento de la damisela. Dentro del análisis, no tomamos en cuenta variables como los ciclos reproductivos, salinidad, alcalinidad,

cantidad de testosterona, sexo, profundidad, tipo de algas del parche, entre otros. Existe una infinita gama de factores que quizás están relacionadas con el cambio de comportamiento y que podrían ser evaluados en futuras investigaciones.

Además, sería interesante evaluar la preferencia de hábitat entre adultos y juveniles de *S. arcifrons* puesto que en estudios previos se ha documentado que los adultos compiten por territorios rugosos que favorecen a los sitios de anidación desplazando a los juveniles a zonas planas en donde son más vulnerables a la predación y poseen parches con menor cantidad de algas (Le tourneur, 2000; Cheney, and Côté, 2002).

Entre *S. arcifrons*, no se pueden distinguir machos de hembras a simple vista por lo que no queda claro si en esta especie los machos compiten con las hembras por tipos de hábitats más rugosos (son más seguros contra predación y al mismo tiempo sitios de anidación más acondicionados) como se ha documentado con *S. nigricans* (Karino, 1997). Otros estudios realizados en damiselas como las de la especie *S. planifrons* muestran que los juveniles se alimentan en áreas que se encuentran entre territorios de otras damiselas y no desarrollan una conducta territorial hasta que alcanzan la madurez (Meadows, 2001).

CONCLUSIÓN

Luego de analizar dos de los factores que posiblemente influyen en el comportamiento territorial de la damisela de cola amarilla (*Stegastes arcifrons*) en presencia de un competidor como el erizo lapicero (*Eucidaris galapaguensis*) podemos concluir que, con respecto a la técnica utilizada y los datos obtenidos, no encontramos una relación significativa entre las variables temperatura del ambiente, tamaño del individuo y tiempo de reacción de *S. arcifrons*.

ANEXOS

FIGURAS

Figura 1: Mapa de las Islas Galápagos. Muestra las Islas Santa Cruz (1) y San Cristóbal (2), en donde se recolectaron los datos para la investigación.

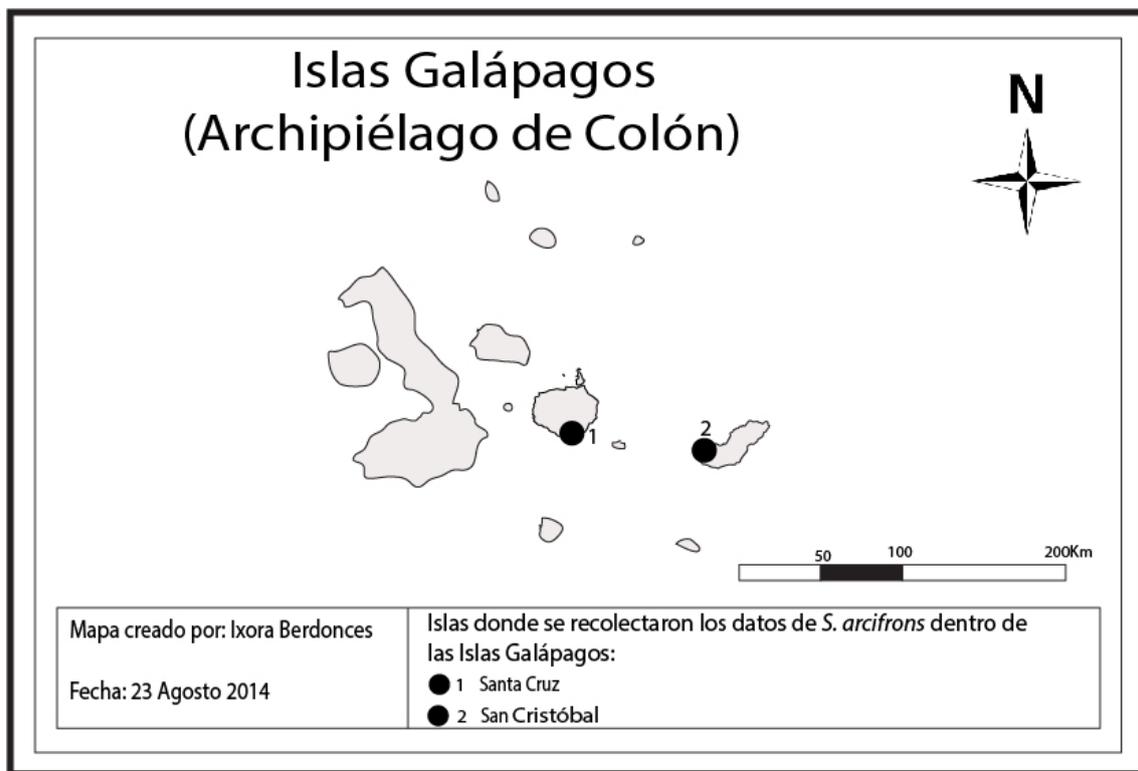


Figura 1

Figura 2. Ubicación de La Lobería, Playa del Oro, Punta Carola y Tijeretas, sitios donde fueron recolectados los datos de la investigación en la Isla San Cristóbal.

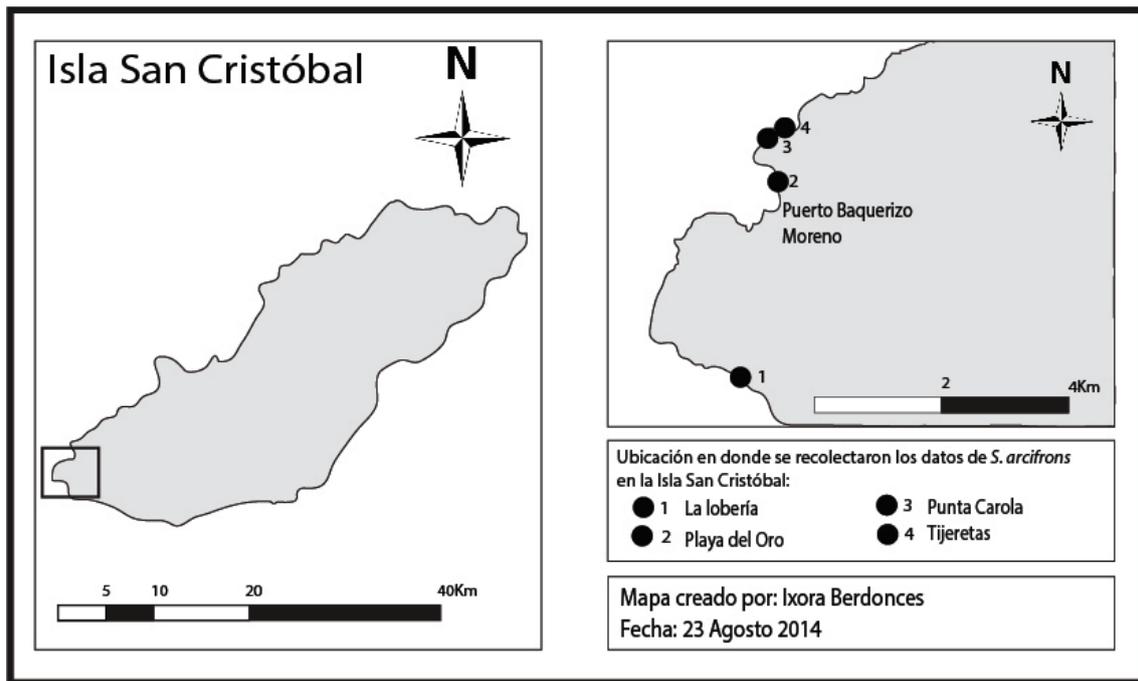


Figura 2

Figura 3. Ubicación de la Playita de la Estación, Bahía Academia, Playa de los Alemanes y el Otro Lado. , sitios donde fueron recolectados los datos de la investigación en la Isla Santa Cruz.

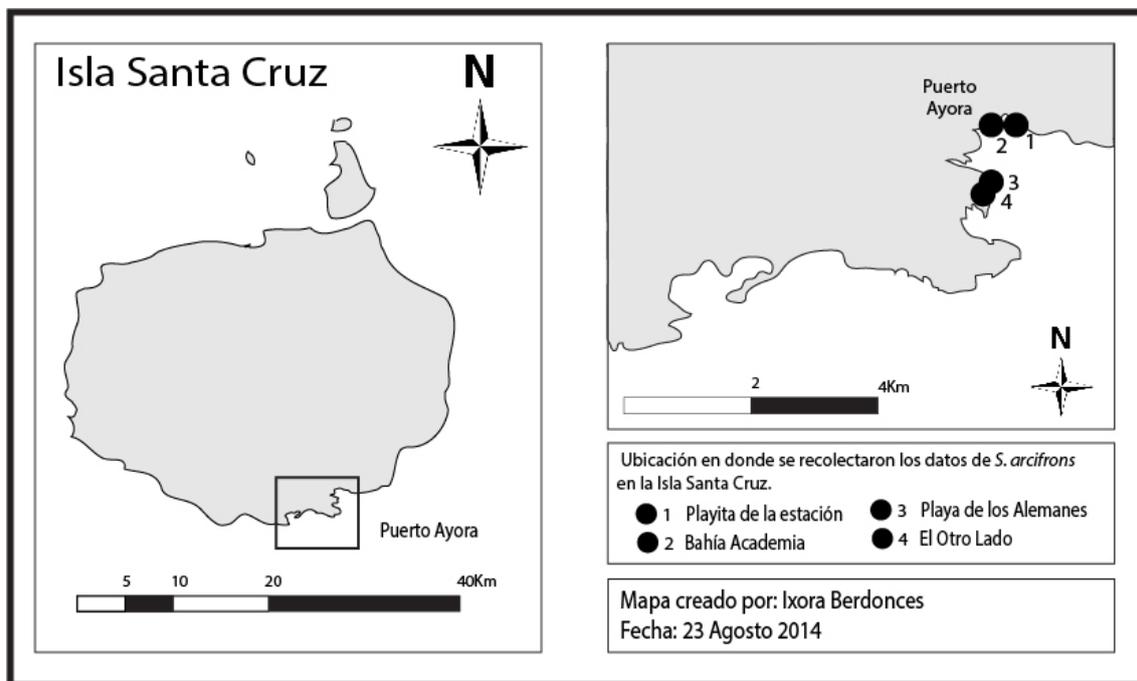


Figura 3

Figura 4. Rango de frecuencias del tiempo de reacción de *S. arcifrons* al excluir al erizo lapicero *E. galapaguensis*.

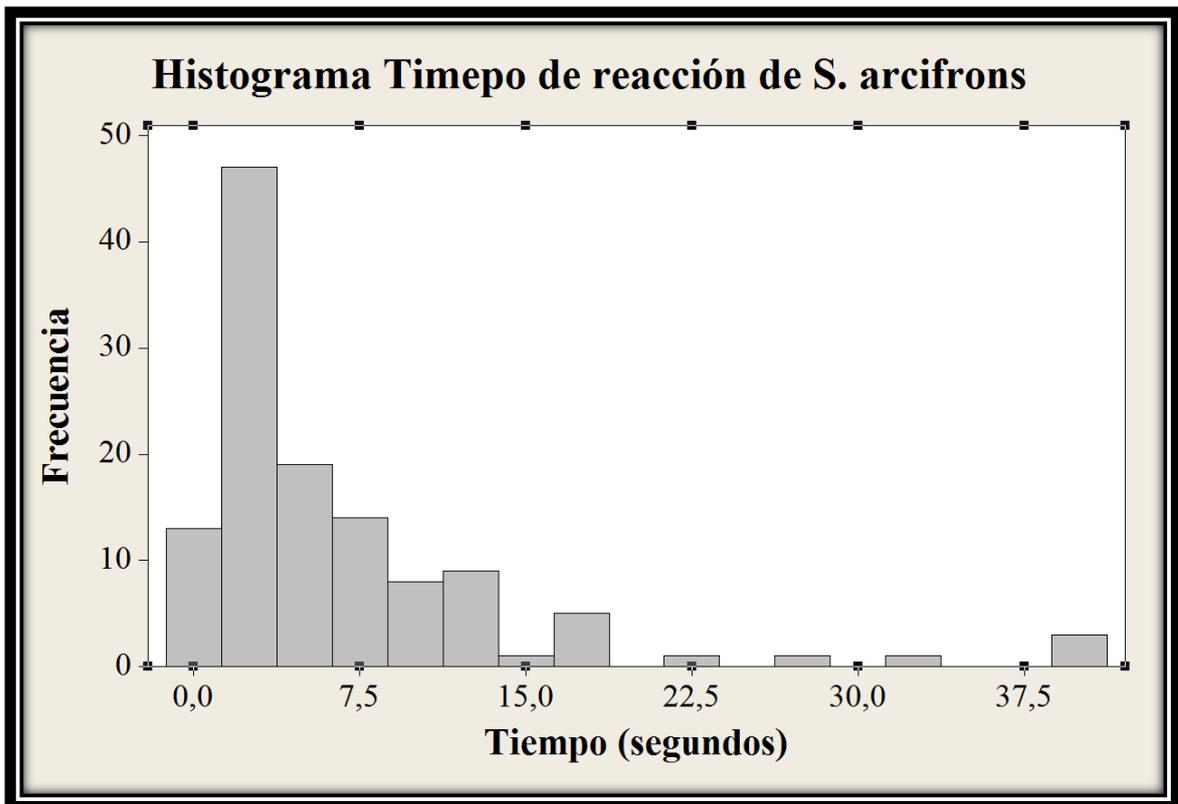


Figura 4

Figura 5. Diagrama de Cajas que relaciona Tiempo vs Tamaño. Se muestra la relación entre el tiempo de reacción de *S. arcifrons* ante la presencia de *E. galapaguensis* y el tamaño de *S. arcifrons*. La línea presente al interior de las cajas equivale a la mediana de los datos. Sea tamaño: p=pequeño de ~7cm, m=mediano de ~9cm y g=grande de ~11cm.

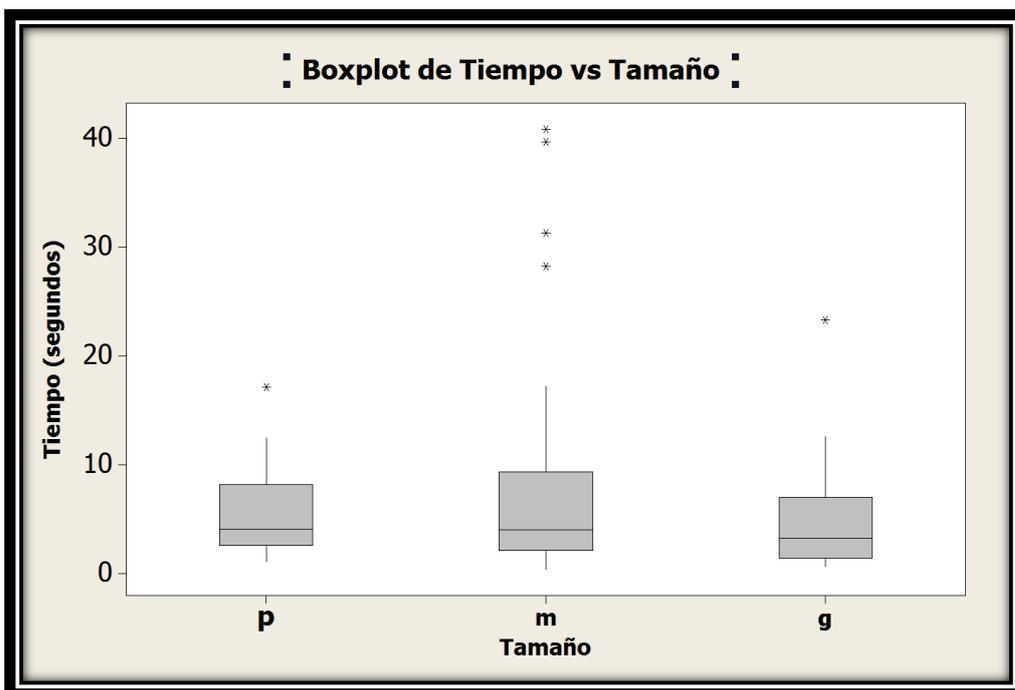


Figura 5

Figura 6. Diagrama de Cajas que relaciona Tiempo vs Temperatura del ambiente. Se muestra la relación entre el tiempo de reacción de *S. arcifrons* ante la presencia de *E. galapaguensis* y la temperatura del agua.

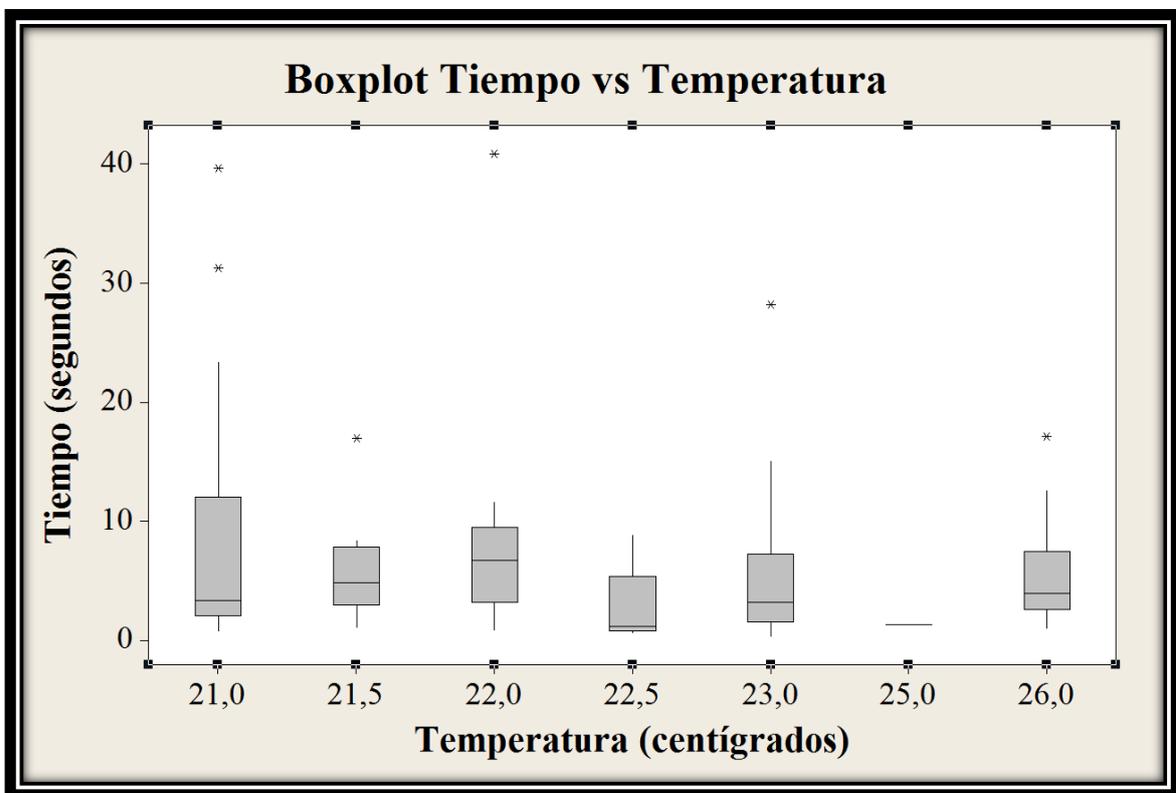


Figura 6

Figura 7. Gráfico de dispersión que compara los datos obtenidos del Tiempo de reacción que emplea *S. arcifrons* para excluir a *E. galapaguensis* del territorio de algas en presencia de diferentes temperaturas.

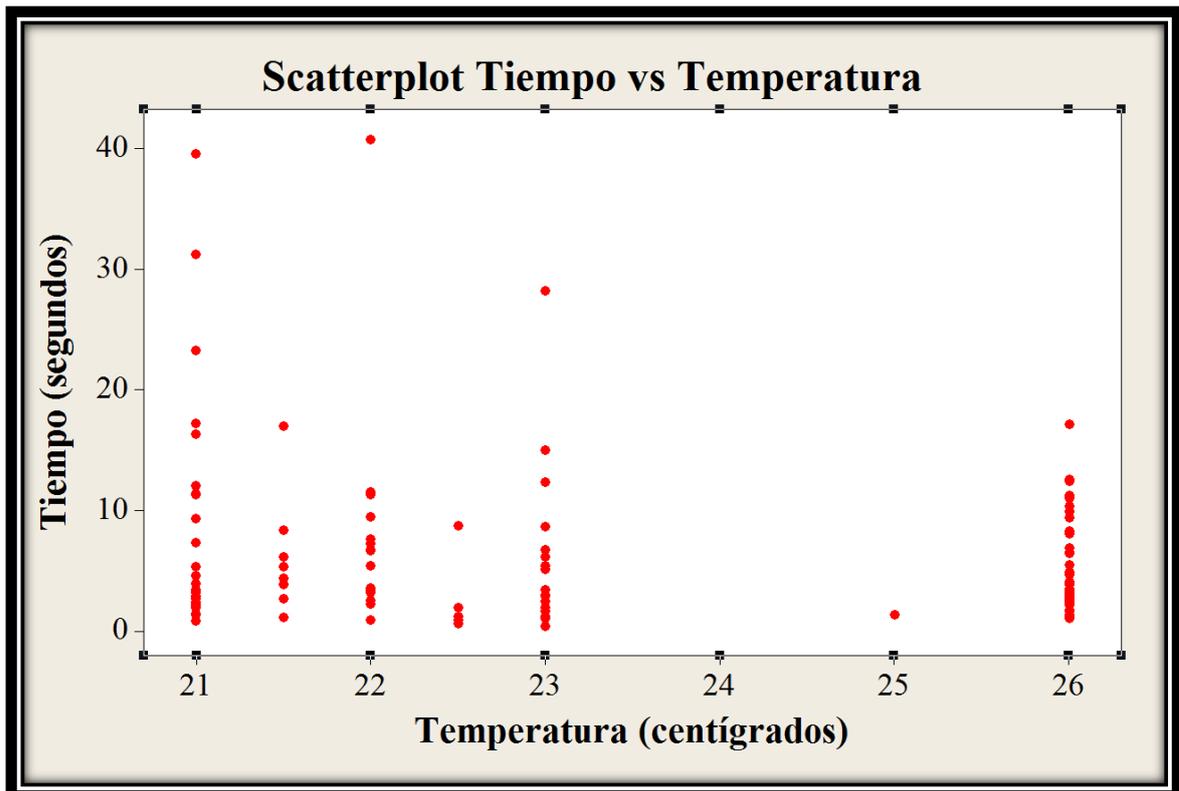


Figura 7

TABLAS

Tabla 1.

Detalle del esfuerzo de muestreo realizado durante este estudio en la isla Santa Cruz y la isla San Cristóbal.

Isla	Sitio	# Observaciones
Santa Cruz	Playa de la Estación	36
	El Otro Lado	10
	Playa de los Alemanes	10
	Bahía Academia	10
San Cristóbal	Punta Carola	10
	Lobería	26
	Playa del Oro	10
	Tijeretas	10
	Total de datos:	122

Tabla 1. Número de damiselas cuyo comportamiento territorial fue analizado durante este estudio en las Islas Santa Cruz y San Cristóbal.

Tabla 2:

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente Tiempos

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	<i>P.</i>
Modelo corregido	386.373 ^a	6	64.396	1.120	0.355
Intersección	978.075	1	978.075	17.011	0.000
Temperatura	386.373	6	64.396	1.120	0.355
Error	6611.988	115	57.496		
Total	12376.363	122			
Total corregida	6998.362	121			

a. R cuadrado = 0.055 (R cuadrado corregida = 0.006)

Tabla 2. Resultados de la prueba estadística ANOVA realizada con el programa SPSS

donde la variable independiente representa a la temperatura y la variable dependiente es el

Tiempo de Reacción de *S. arcifrons*.

Tabla 3:

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente Tiempos

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	MS	F	<i>p</i>
Modelo corregido	193.950 ^a	2	96.975	1.696	0.188
Intersección	4109.416	1	4109.416	71.868	0.000
Tamaño	193.950	2	96.975	1.696	0.188
Error	6804.412	119	57.180		
Total	12376.363	122			
Total corregida	6998.362	121			

a. R cuadrado = 0.028 (R cuadrado corregida = 0.011)

Tabla 3. Resultados de la prueba estadística ANOVA realizada con el programa SPSS. La variable independiente el tamaño corporal de las damiselas y la variable dependiente es el tiempo de reacción que *S arcifrons* demoró para expulsar a un competidor (erizo lapicero).

BIBLIOGRAFÍA

- Adams, S., (1998). Territory size and shape in fire ants: A model based on neighborhood interactions. *Ecological Society of America*, 79(No.4), 1125-1134.
- Altmann, J. (1973). Observational Study of Behavior Sampling Methods. *Allee Laboratory of Animal Behavior, University of Chicago*. Pag 240.
- Anadón, R., Duarte, C., Fariña, C. (2005) Impacto sobre los ecosistemas marinos y el sector pesquero *España*.
- Arnau, J., Anguera, T., Gómez, J., (1990). Metodología de la investigación en ciencias del comportamiento, *Universidad de Murcia, España*. Pag: 175-176.
- Banks, S. (2002). Ambiente físico. Charles Darwin Foundation and the Galapagos National Park, Galapagos.
- Barber, R. T. and F. P. Chavez. (1983). Biological Consequences of El Niño. *Science* **222**:1203-1210.
- Baktoft, H. (2012). Aspects of lentic fish behaviour studied with high-resolution positional telemetry. *Technical University of Denmark*,
- Barneche, D., Floeter, R., Ceccarelli, M., Frensel, B., Dinslaken, F., Mário, S., Ferreira, L. (2008). Feeding macroecology of territorial damselfishes (Perciformes: Pomacentridae). *Mar Biol.* 156:289-299
- Boersma, D. (1998). Population trends of the galapagos penguin: Impacts of el niño and la niña. *University of California Press*, 100(2), 245-253.

- Calderer, A. (2001) Influencia de la temperature y la salinidad sobre el crecimiento y consume de oxígeno de la Dorada *Sparus aurata* L. *Dep. Biología Animal Barcelona*
- Chavez, F., P. G. Strutton, G. E. Friederich, R. A. Feely, G. C. Feeldman, Foley D.G., and M. J. McPhaden. (1999). Biological and chemical response of the equatorial Pacific Ocean to the 1997-1998 El Niño. *Science* **286**:2126-2131.
- Cheney, K., Côté, I. (2003). Habitat choice in adult long fish damselfish: Territory characteristics and relocation times. *Center of Ecology, Evolutionary and Conservation, School of Biological Science* .
- Cooper, W., & Vitt, L. (1987). Deferred agonistic behavior in a long-lived scincid lizard eumeces laticeps. field andlaboratory data on the roles of body size and residence in agonistic strategy. *Springer*, 72(3), 321-326.
- Crossin, G., Hinch, S., Cooke, S., Welch, D., Patterson, D., & Jones, S. (2008). Exposure to high temperature influences the behavior, physiology, and survival os sockeye salmon during spawning migration. *NRC Resserch press*, 86, 127-140.
- De La Ossa, J., Vogt, R., Schneider, L., & De La Ossa, A. (2009). Influencia de la temperatura en el comportamiento alimentario de peltoccephalus dumerilianus (testudines podocnemidae). *Universidad de Sucre. Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 14(1), 1587-1593.
- Draud, M., & Itzkowitz, M. (1995). Interspecific aggression between juveniles of two caribbean damselfish species (genus stegastes). *American Society of Ichthyologists and Herpetologists (ASIH)*, 1995(2), 431-435.

- Edgar, G. J., S. Banks, M. Brandt, R. H. Bustamante, P. W. Glynn, and F. Rivera. (2010). El Niño, fisheries and animal grazers interact to magnify extinction risk for marine species in Galapagos. *Global change biology* **16**:2876-2890.
- Figueroa, L. (1996) Nuevo enfoque del factor Q10 según la teoría de la concepción B para el cálculo del efecto F de esterilización. *Centro de Biomateriales, Universidad de la Habana Cuba. Biotecnología Aplicada* **13**:89-91.
- Floeter, R., Behrens, D., Ferreira, L., Paddock, J., and Horn, H. (2005). Geographical gradients of marine herbivorous fishes: patterns and processes. *Marine Biology* **145**:1435-1447
- Green, A. (2009). Monitoring functional groups of herbivorous reef fishes as indicators of coral reef resilience. *UICN, 70issue*, 7-72.
- Grove, J., Gerzon, D., Saa, M., & Strang, C. (1985). Distribución y ecología de la familia pomacentridae (pisces) en las islas galápagos. *34*(1), 127-140.
- Harley, C. D. G., A. R. Hughes, Hultgren K.M., Miner B.G., Sorte C.J.B., Thornber C.S., Rodriguez L.F., Tomanek L., and S. L. Williams. 2006. The impacts of climate change in coastal marine systems. *Ecology Letters* **9**:228-241.
- Hixon, M. (1980). Food production and competitor density as the determinants of feeding territory size. *The University of Chicago Press, 115*(4), 510-530.
- Hixon, M. (1981). An experimental analysis of territoriality in the california reef fish *embiotoca jacksoni* (embiotocidae). *American Society of Ichthyologists and Herpetologists (ASIH)*, *1981*(3), 653-665.
- Hoegh-Guldberg, O., Bruno, J.F. (2010). The Impact of Climate Change on the World's Marine Ecosystems. *Science* **328**:1523-1528.

- INOCAR. (2011). Islas galápagos. *Instituto Oceanográfico del Ecuador*, 115
- Irving, A., & Witman, J. (2009). Positive effects of damselfish override negative effects of urchins to prevent an algal habitat switch. *Journal of Ecology*, 97, 337-347.
- Jones, K. (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) *Jornal of Experimental Marina Biology and Ecology* *Jornal of Experimental Marina Biology and Ecology* 324 (2005) 99.111.
- Karino, K., Kuwamura, T. (1997). Plasticity in spawning visits of female damselfish, *Stegastes nigricans*: effect of distance to mates. *Behav Ecol Sociobiol* 41: 55.59.
- Karoon, W. (2009) Oceanografía física, *Perforación Exploratoria de Pozos en Perú*.
- Letourneur, Y. (2000). Spatial and temporal variability in territoriality of a tropical benthic damselfish on coral reef (Réunion Island). *Enviromental Biology of Fishes* 57:377.391.
- Meadows, D. (2001). Centre-edge differences in behavior, territory size and fitness in clusters of territorial damselfish: Patterns, causes, and consequences. *BRILL*, 138(9), 1085-1116.
- Molina, R., Cabanas, J., Laatzén, F. (1996). Corrientes e hidrografía en la region canaria. Campaña Canarias 9205 *Bol. Inst Esp. oceanogr.* 12 (1) 43-51
- Ramírez, M. (2012). Influencia de la temperatura en el comportamiento y color de palaemon elegans (rathke, 1837) (crustacea, decapoda). *Anales Universitarios de Etología*, 6, 33-37.
- Robertson, R., Hoffman, S., & Sheldon, J. (1981). Availability of space for the territorial Caribbean damselfish *Eupomacentrus planifrons*. *Ecological Society of America*, 62(5), 1162-1169.

- Robertson, R. (1984). Cohabitation of Competing Territorial Damselfish on Caribbean Coral Reef. *Ecological Society of America*. Vol 65 No.4 pag. 1121-1135.
- Rodríguez, M., Lopez, V., & Zapata, F. (2011). First record of the beaubrummel (*Stegastes flavilatus*) in reef habitats of Malpelo Island. *ISSN*, 40, 181-184.
- Rubenstein, D. R. and M. Wikelski. (2003). Seasonal changes in food quality: a proximate cue for reproductive timing in marine iguanas. *Ecology* **84**:3013-3023.
- Sanford, E. (1999). Regulation of keystone predation by small changes in ocean temperature. *Science* **283**:2095-2097.
- Santodomingo, N., Rodriguez-Ramirez, A. and Garzon-Ferreira J. (2002). Territorios del pez *Stegastes planifrons* en formaciones coralinas del parque Nacional Natural Tayrona, Caribe colombiano: un panorama general. *Boletín de Investigación Marinos y Costeros*. No.31.
- Stamps, J., & Phillips, J., , (1998). A new look at relationships between size at maturity and asymptotic size. *The University of Chicago Press for The American Society of Naturalists*, 152(3), 470-479.
- Somero, G. N. (2005). Linking biogeography to physiology: Evolutionary and acclimatory adjustments of thermal limits. *Frontiers in Zoology* **2**:1-9.
- Vinueza, L. Branch, M. Bustamante, H. (2006). Top Down Herbivory and Bottom-Up El Niño effects on Galápagos Rocky-Shore Communities. *Ecological Monographs* 76:111-131.