

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO QUITO

Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

**Comparación del comportamiento de fuga entre poblaciones
continentales e insulares de la lagartija *Microlophus occipitalis* en la
costa de Manabí, Ecuador.**

Proyecto de investigación

Martín Carrera Larrea

Trabajo de titulación presentada como requisito
para la obtención del título de Licenciado en Biología

Quito, 22 de diciembre de 2015

Universidad San Francisco de Quito
Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

HOJA DE APROBACION DE TRABAJO DE TITULACIÓN

**Comparación del comportamiento de fuga entre poblaciones
continentales e insulares de la lagartija *Microlophus occipitalis* en la
costa de Manabí, Ecuador.**

Martín Carrera Larrea

Calificación:

Nombre del profesor. Título académico Diego F. Cisneros-Heredia, PhD (c).

Firma del profesor: -----

Quito, 22 de diciembre de 2015

© 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: Martín Carrera Larrea

C. I.: 172594550-3

Fecha: Quito, 22 de diciembre de 20145

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a mi director de tesis, Diego Cisneros, por su ayuda y su colaboración a lo largo de todo el proyecto. Agradezco a mis asistentes de campo Mateo Dávila, Mirjaya Izurieta, Daniela Larriva, María Virginia Gabela. Emilia Peñaherrera, Jackie Álvarez, Yasuní Chiriboga, Daniela Martínez y a Giovanna Jácome por su ayuda incondicional en la toma de datos en el campo y por ayudarme a disfrutar aún más este proyecto. Agradezco a mis padres y hermanos por apoyarme en un tema tan extraño para ellos, a mis abuelas por darme el sitio para poder amar la biología y finalmente a mis compañeros de la universidad por ser una fuente de aprendizaje y a mis compañeros del colegio que con sus bromas alegran mi vida. Agradezco a todos los guarda parques del Parque Nacional Machalilla por su apoyo incondicional en la fase de campo.

RESUMEN

La teoría de escape se basa en la premisa de que las presas tienen que evaluar ciertos criterios antes de reaccionar frente a un predador. Hay ciertas variables importantes en un escape como son variables ambientales, morfológicas, fisiológicas y de interacción. La suma de todas estas variables va a dar una respuesta anti predatoria. En los meses de Junio y Julio de 2014 y 2015 estudie los comportamientos anti predatorios de la lagartija *Microlophus occipitalis* en el Parque Nacional Machalilla en Manabí, Ecuador. El Parque Nacional Machalilla conserva remanentes de bosques secos. Se utilizó la metodología estándar para observar comportamiento de fuga en lagartijas y además una nueva metodología usando predadores artificiales. Se usó las dos metodologías tanto en el continente como en la Isla de la Plata, mostrando grandes diferencias significativas en cuanto al comportamiento de estas lagartijas en los dos sitios. También se realizó análisis de impacto humano usando el comportamiento de las lagartijas mostrando que las lagartijas no les afecta el grado de impacto humano en el cantón Puerto López. Las lagartijas muestran diferencias comportamentales significativas en cuanto a su comportamiento frente al ser humano (metodología estándar) y a la nueva metodología (predadores artificiales). Variables ambientales como la temperatura afectan al comportamiento de las lagartijas. Es necesario realizar estudios acerca de diferencias de hábitat comparando la Isla de la Plata y el continente y además ver si un grado de urbanización muy alto podría afectar al comportamiento de *Microlophus occipitalis*.

ABSTRACT

Escape theory is based on the premise that the preys have to assess certain criteria before reacting to a predator. There are certain important variables such as environmental variables, morphological, physiological and interaction variables. The sum of all these variables will give an anti predatory. In the months of June and July of 2014 and 2015 I study the anti predatory behaviour on the lizard *Microlophus occipitalis* in Machalilla National Park in Manabí. Machalilla National Park preserves remnants of dry forest. The standard method for observing behavior of lizards was used and also a new methodology using artificial predators. The two methodologies were used both in the continent and in Isla de la Plata, showing great significant differences in the behavior of these lizards in both places. Human impact analysis was also performed using lizard behaviour showing that the lizards are not affected by the degree of human impact in canton Puerto Lopez. The lizards showed significant behavioral differences in their behavior towards humans (standard methodology) and the new methodology (artificial predators). Environmental variables like temperature affects lizard behavior. Studies are needed on habitat differences comparing the Isla de la Plata and the mainland and also see if a very high degree of urbanization could affect the behavior of *Microlophus occipitalis*.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	13
JUSTIFICACIÓN.....	34
OBJETIVOS DE TESIS.....	36
METODOLOGÍA.....	37
AREA DE ESTUDIO:.....	37
ESPECIE DE ESTUDIO:.....	40
MEDICION DE LAS DISTANCIAS DE FUGA:.....	40
SIMULACIONES:.....	41
RESULTADOS.....	44
DISCUSIÓN.....	49
CONCLUSIONES.....	54
LITERATURA CITADA:.....	56

LISTA DE IMÁGENES, TABLAS Y FIGURAS

Imagen 1 : Mapa del Parque nacional Machalilla, se muestra el área verde correspondiente a los límites del parque incluyendo la Isla de la Plata.	67
Imagen 2: Fotografía satelital de la Isla de la Plata, se puede ver claramente la homogeneidad de la vegetación en toda la Isla. Se pueden ver los senderos muestreados en Junio y Julio de 2014. Punta Machete (verde), Los Acantilados (morado), Patas Rojas (rojo), Nazca (amarillo), La Escalinata (negro) y El Faro (celeste) que fue muestreado entre Junio y Julio de 2015.	67
Imagen 3: Fotografía satelital de Los Frailes, se muestra el sendero turístico que fue muestreado entre Junio y Julio de 2014 (azul) y la carretera de Los Frailes que se muestro entre Junio y Julio de 2015 (verde). Se puede ver que en general la composición vegetal es la misma.	68
Imagen 4: Fotografía satelital del cauce seco del río Buenavista. Solamente se muestro desde la entrada a Agua Blanca hasta la zona norte de Puerto López (rojo). La carretera de entrada a Puerto López se encuentra en el medio.	68
Imagen 5: Fotografía satelital del malecón norte de Puerto López, la línea amarilla muestra la zona donde se muestro que recorre el basurero municipal de Puerto López y la parte de atrás del estadio. Es una zona altamente afectada por la basura.	69
Imagen 6: Hembra adulta de <i>M. occipitalis</i> . Se puede ver la coloración roja en la garganta y también la falta de la cresta dorsal.	69
Imagen 7: Macho adulto de <i>M. occipitalis</i> donde se ve la cresta marcada en el dorso y además las manchas de color anaranjado y negro.	70
Tabla 1: Resultados de la prueba Chi cuadrado para determinar la similitud de la composición vegetal (número de plantas, planta más alta y porcentaje de hojarasca) y del número de escondites en los senderos muestreados para la Isla de la Plata, el continente y para ambos sitios, mostrando que no hay diferencias significativas para ninguno de los casos.	71
Tabla 2: Prueba t para comparar los valores de distancias de fuga y los de las distancias de alerta, mostrando que no hay diferencias significativas ($p=0.194$).	71

Tabla 3: MANOVA de 1 vía para mostrar la varianza entre las distancias de fuga y la distancia recorrida entre sitios con presencia de gente y sitios sin presencia de gente para la Isla de la Plata, el continente y los senderos de ambos sitios.	71
Tabla 4: ANOVA de 1 vía donde se muestra la varianza entre las distancias de fuga y de alerta entre los senderos de la Isla de la Plata y los senderos de Puerto López. Existen grandes diferencias significativas.	72
Tabla 5: Resultados de MANOVA de 1 vía donde se ve el efecto que tienen las estrategias de fuga sobre las distancias de fuga y distancias recorridas.	72
Tabla 6: Chi cuadrado donde se analiza el sexo de la lagartija y su estrategia usada para los individuos de la Isla de la Plata, del continente y de ambos sitios.	72
Tabla 7: Análisis de las pruebas de chi cuadrado donde se compara las estrategias usadas por los individuos con respecto a su ambiente (número de plantas, planta más alta, número de escondite y porcentaje de suelo descubierto.	73
Tabla 8: Comparación entre las temperaturas del aire y del suelo con respecto a la distancia de fuga y de alerta en la Isla de la Plata y el continente.	73
Tabla 9: Prueba chi cuadrado donde se analiza el efecto de la temperatura del aire y del suelo sobre la estrategia usada por las lagartijas en la isla de la plata y en el continente.	74
Tabla 10: MANOVA de 1 vía donde se ve la variación de las distancias de fuga y distancias recorridas entre los diferentes tipos de simulaciones.	74
Tabla 11: Resultados de MANOVA de 1 vía donde se ve la varianza entre las distancias de fuga y recorridas de la metodología estándar (investigador como predador) frente a las simulaciones (predadores naturales artificiales).	75
Tabla 12: Chi cuadrado donde se comparan las estrategias anti predatorias usadas por las lagartijas frente al investigador y frente a las simulaciones.	75
Tabla 13: Chi cuadrado donde se compara las estrategias usadas por las lagartijas frente a cada simulación del predador natural.	75
Tabla 14: Senderos recorridos en la Isla de la Plata con las coordenadas de inicio a fin.	76
Tabla 15: Senderos recorridos en los alrededores de Puerto López con las coordenadas de inicio a fin.	76

- Figura 1. Se muestra las medias y los errores estándar para el número de plantas (num plan), planta más alta (plant alta), número de escondite (num escond) y % de hojarasca presente en los cuadrantes realizados en los transectos en la Isla la Plata (azul) y del continente (rojo) realizados en el verano del 2014 y de 2015. Hay más plantas en la Isla de la Plata en comparación con el continente, aunque en general es similar. En el continente hay plantas más altas. En la Isla de la Plata hay más escondites que en el continente y hay más hojarasca en el continente que en la Isla de la Plata. 77
- Figura 2: Correlación entre la distancia de fuga y la distancia de alerta, se ve que en general la mayoría de individuos tienen la misma distancia de fuga y de alerta. Hay muy pocos casos en los cuales la distancia de alerta es similar a la distancia de fuga (N=339). 78
- Figura 3: MANOVA de 1 vía de la comparación de las distancias de fuga y recorrida entre senderos con gente y sin gente únicamente para la Isla de la Plata (senderos sin gente N= 91, senderos con gente N= 113) 78
- Figura 4: Comparación de las distancias de fuga y recorridas entre los senderos con gente y sin gente únicamente en los alrededores de Puerto López (senderos sin gente N=180, senderos con gente N= 26) 79
- Figura 5: Comparación de las distancias de fuga y distancias recorridas entre los senderos sin impacto humano y sin impacto de los dos sitios de estudio (senderos sin gente N=271, senderos con gente N=139). 79
- Figura 6: Comparación entre las medias de las distancias de fuga y distancias recorridas en la Isla de la Plata y en el continente. Se ve que hay una mayor distancia de fuga y de alerta en la Isla de la Plata. 80
- Figura 7. Frecuencias de las estrategias de fuga usadas por las lagartijas observadas en la Isla de la Plata. Se ve que el comportamiento predominante es el escondite en vegetación, seguido por crípsis en el suelo, luego escape pausado en el suelo y finalmente por crípsis en vegetación. 80
- Figura 8. Frecuencias de las estrategias anti predatorias usadas por las lagartijas observadas en el continente. El comportamiento predominante es la crípsis en el suelo, después la crípsis en vegetación, luego el escondite en vegetación y luego crípsis en troncos. 81
- Figura 9: Comparación de las frecuencias de las estrategias de fuga realizadas por los individuos observados en las dos localidades frente a los investigadores. Los cuatro comportamientos más usados son escondite en vegetación, crípsis en el suelo, escape

pausado en el suelo y cripsis en vegetación. Hay ciertos comportamientos que se realizan en la Isla de la Plata pero no en el continente como cambio de escondite, escape pausado con cripsis en el tronco, escape pausado en vegetación, escape pausado en zigzag, escape en vegetación y escondite en el suelo. De igual forma hay comportamiento que ocurren en el continente pero no en la Isla de la Plata como son cripsis en tronco, cripsis roca y escondite con cripsis en vegetación.	81
Figura 10: Se muestra las medias de las distancias de fuga y distancias recorridas de las cuatro estrategias de fuga más usadas en la Isla de la Plata, se ve que en general no hay diferencias.....	82
Figura 11: Se muestra las medias de las distancias de fuga y las distancias recorridas de las cuatro estrategias de fuga más usadas por las lagartijas del continente.	82
Figura 12: Se muestra el radio sexo de los machos, hembras y los juveniles de la Isla de la Plata, continente y entre ambos sitios. Se puede ver claramente que hay más juveniles en todos los casos mientras que en el caso de las hembras y los machos es equilibrado.	83
Figura 13: Temperatura máximas, promedio y mínimas del aire y del suelo en la Isla de la Plata, el continente y en ambos sitios en grados centígrados. Las temperaturas fueron tomadas entre Junio y Julio de 2014 y 2015. Estas temperaturas son los máximos, mínimos y promedios de todas las temperaturas tomadas en todos los senderos en cada sitio. Se ve que en general la temperatura del suelo es mayor que la del aire.....	83
Figura 14: Comparación entre las temperaturas altas (30 grados centígrados hacia arriba) y temperaturas bajas (30 grados hacia abajo) en comparación con las distancias de fuga y recorridas. Donde se ve que a temperaturas bajas, las temperaturas de fuga y recorridas son menores que en temperaturas altas.	84
Figura 15: Comparación entre las temperaturas altas (28 grados centígrados hacia arriba) y temperaturas bajas (28 grados hacia abajo) en comparación con las distancias de fuga y recorridas. Donde se ve que a temperaturas bajas, las temperaturas de fuga y recorridas son menores que en temperaturas altas.	84
Figura 16: Comparación ente las temperatura del aire y del suelo frente a la estrategia de fuga usada por las lagartijas en la Isla de la Plata. En general, a mayor temperatura se ve que las lagartijas usan las estrategias más comunes indicadas en la figura 7. A menor temperatura usaran las estrategias menos comunes.....	85
Figura 17: Comparación ente las temperatura del aire y del suelo frente a la estrategia de fuga usada por las lagartijas en la Isla de la Plata. En general, a menor temperatura se	

ve que las lagartijas usan las estrategias más comunes indicadas en la figura 8. A mayor temperatura usaran las estrategias menos comunes..... 85

Figura 18: Comparación de las distancias de fuga y distancias recorridas entre la Isla de la Plata y el continente en cada una de las simulaciones de predadores naturales. 86

Figura 19: Comparación entre las distancias de fuga y de alerta medidas frente al investigador y frente a las simulaciones en la Isla de la Plata y el continente. Vemos que si existen diferencias entre el investigador y la simulación..... 86

Figura 20: Comparación de las frecuencias de las estrategias usadas por las lagartijas de la Isla de la Plata entre el investigador (metodología estándar) y las simulaciones. Se ve que hay ciertos comportamientos que las lagartijas no usan frente a las simulaciones pero si frente al investigador como cripsis en el suelo, cripsis fuera de escondite, cripsis total, escondites en suelo, cambio escondite, cripsis en roca y escondite con cripsis en vegetación. También hay comportamiento que las lagartijas solo usan frente a las simulaciones como cripsis en tronco, cripsis en roca, escondite y cripsis en vegetación, escape pausado con cripsis en roca y enfrentamiento. 87

Figura 21: Se compara las frecuencias de las estrategias usadas por las lagartijas frente al investigador y frente a las simulaciones en el continente. Se ve claras diferencias comportamentales. Hay comportamiento que las lagartijas solo usan frente a las simulaciones como cambio de escondite, escape pausado con cripsis en troncos, escape pausado en vegetación y escape pausado en zigzag. También hay comportamientos que solo se realizaban frente a los investigadores como cripsis en suelo, escondite en vegetación, cripsis en tronco, cripsis total, cripsis con escondite, escondite en tronco, cripsis en roca, cripsis fuera de escondite, escape corto, escondite en hueco y escondite con cripsis en vegetación..... 87

Figura 22. Se compara las frecuencias de las estrategias usadas por las lagartijas tanto en la Isla de la Plata como en el continente frente al investigador y a las simulaciones. Hay muchas diferencias comportamentales entre el investigador y las simulaciones. Estrategias solamente usadas frente a las simulaciones son enfrentamiento y escape pausado con cripsis en roca. Mientras que las estrategias solamente usadas frente a investigador son cripsis en el suelo, cripsis fuera de escondite, cripsis total, escondite en el suelo, cripsis en roca y escondite con cripsis en vegetación. 88

COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE FUGA ENTRE POBLACIONES CONTINENTALES E INSULARES DE LA LAGARTIJA MICROLOPHUS OCCIPITALIS EN LA COSTA DE MANABÍ, ECUADOR.

INTRODUCCIÓN

La teoría de escape se basa en la premisa de que las presas tienen que evaluar ciertas variables antes de responder frente a un predador (Ydenberg & Dill 1986). Hay diferentes variables de escape como por ejemplo variables ambientales (época del año), morfológicas (forma de la lagartija), fisiológica (metabolismo) y de interacción (tipo de predador) (Ydenberg & Dill 1986; Blumstein et al., 2003; Tidwell & Hayes 2013). De manera general, es claro que los Individuos que logran escapar y sobrevivir, van a mejorar su fitness, transmitiendo sus genes en las siguientes generaciones (Pianka & Vitt 2006).

La diversidad ecológica de lagartijas existentes se asocia a su morfología. El tamaño de patas y la forma de las lagartijas va a permitir ciertas adaptaciones para habitar en ecosistemas específicos (Kohlsdorf et al., 2001). Los reptiles son altamente dependientes de la temperatura en procesos de termorregulación (Catenazzi et al., 2005), individuos que no tengan una temperatura adecuada, no tendrán un metabolismo óptimo (Cooper 2000). En riesgo de predación, las lagartijas deben evaluar los costos energéticos involucrados en la termorregulación, pérdida de cola, defensa de territorio, reproducción y alimentación para lograr un escape óptimo (Lima & Dill 1989). La suma de todas las variables de escape determinaran la estrategia anti predatoria más adecuada (Amo et al., 2003; Cooper 2009 a).

Hay diferentes estrategias anti-predatorias que los individuos pueden usar para escapar de sus predadores o para enfrentarlos (Pianka & Vitt 2006). Las principales estrategias de fuga que se han observado en lagartijas son: Escape pausado, el uso de su entorno horizontal-vertical, esconderse, cripsis, aposematismo, la pérdida de la cola, tanatosis, defensa química y enfrentamiento (Martín 2002 b). Todas estas estrategias variarían dependiendo de la especie por las variables de escape (Blumstein et al., 2003).

Es posible utilizar el comportamiento de fuga de lagartijas para analizar el impacto de la urbanización hacia las poblaciones de lagartijas. La urbanización y crecimiento de las ciudades provocará una mayor densidad de especies resistentes a la urbanización pero una mayor diversidad de especies y es debido al grado de adaptabilidad de las especies (Beissinger & Osborne 1982). El grado de urbanización influirá en la riqueza de especies, y usualmente sitios muy urbanizados tienen una riqueza baja de especies (McKinney 2008). Se ha observado que especies de lagartijas del género *Liolaemus* que toleren altas densidades humanas, tienden a cambiar su comportamiento anti predatorio, reduciendo su distancia de fuga, y permitiendo que la gente se acerque más (Labra & Leonard 1999).

Variables de fuga:

Escapar es muy importante a nivel de individuo, ya que los individuos que logran escapar, pueden seguir transmitiendo su material genético para las siguientes generaciones, mientras que en el punto de vista del predador, si no puede atrapar a la presa, no es potencialmente grave y que al no alimentarse por un tiempo no significa que no transmitirá sus genes para las siguientes generaciones (Pianka & Vitt 2006). Según Blumstein et al (2003), las siguientes variables se deben tomar en cuenta

al evaluar el comportamiento anti predatorio que son principalmente variables ambientales, morfológicas, fisiológicas y de interacción.

Variables de fuga ambientales:

Época del año:

La variable de tiempo del año y tiempo del día son fundamentales en el comportamiento de fuga de los animales, en el caso del tiempo del año, muchas aves tienen tiempos de anidación muy precisos durante cada año y el comportamiento de fuga en el ave adulta es muy diferente cuando no está anidando que cuando si está anidando y muchas veces esto está definido por el tiempo del año (Delaney 1999), las amenazas más comunes cuando el ave está anidando son la perdida de hábitat, le muerte de huevos o individuos adultos y cambios comportamentales, estos cambios dependen de la especie de ave y pueden ser , falta de nutrición a las crías, y falta de apareamiento debido a la presencia humana y en caso de comportamiento de fuga, es el abandono del nido (Richardson & Miller 1997), este tipo de comportamiento no solamente se puede asociar a la variable de tiempo del año, sino también al estadio reproductivo que se explicará con más detalle. En la lagartija *Pseudocordylus melanotus* podemos ver que la temperatura lo largo del año es determinante para la postura del animal, en verano, al haber temperaturas más altas, las lagartijas van a estar con el cuerpo y la cabeza alta para poder ver depredadores y en general son más activas, mientras que en invierno las lagartijas mantienen postura baja para poder guardar energía, se dice que el calentamiento global podría ayudar a que estas lagartijas colonicen nuevos lugares (McConnachie et al., 2009).

Tiempo del día:

En el caso del tiempo del día en animales como reptiles, el tiempo del día es fundamental para el comportamiento, al ser animales ectotermos, dependen de la luz solar para mantener la temperatura corporal, por lo que en la mayoría de reptiles la distancia de aproximación predador-presa es menor cuando la temperatura del reptil es baja, mientras que cuando el reptil tiene una temperatura alta la distancia predador-presa es menor (Cooper 2000). En muchos reptiles, la temperatura determina el sexo del individuo antes de que este nazca, y también el comportamiento cuando este reptil ya salió del huevo, la temperatura del nido es indispensable para la serpiente *Pituophis melanoleucos* cuando nacen a temperaturas bajas, los individuos son más lentos, no pueden capturar el alimento rápidamente, además no se mueven rápidamente y no logran encontrar sitios de hibernación, es por eso que las hembras que van a depositar los huevos, generalmente escogen sitios que tengan la mayor cantidad de luz solar (Burger 1991).

Variables morfológicas**Tamaño corporal:**

El tamaño corporal en individuos es muy importante para diferentes comportamientos, el tamaño corporal en lagartijas es extremadamente útil al momento de competencia por pareja o por territorio, ya que al haber un mayor tamaño es más fácil intimidar a otros individuos la diferencia en tamaño por competencia es una forma de diversificación y en buenas condiciones en especiación (Calsbeek & Smith 2007).

Se puede relacionar el tamaño corporal con el comportamiento de escape, según el estudio de Blomberg & Shine (2000), donde se estudia la relación predador-presa entre una especie de ave llamada kookaburras como predadores y a lagartijas del género

Eulamprus como presas. Los resultados muestran que las aves seleccionan lagartijas de tamaño pequeño y medio y no depredan las lagartijas adultas. Se puede discutir mucho acerca de estos resultados, se podría pensar que las aves ven más las lagartijas adultas que las juveniles pero no las atrapan por ser más rápidas o tal vez porque las lagartijas sean más agresivas, el artículo sugiere más observaciones de campo.

El tamaño corporal de una lagartija no solamente es importante para su comportamiento de fuga, sino también para su comportamiento como depredador, en el estudio de Vitt (2000) se comparó las dietas de diferentes especies de lagartijas sudamericanas en comparación con el tamaño corporal de los individuos juveniles y los individuos adultos, los resultados mostraron que gracias al tamaño corporal de los individuos adultos, estos eran capaces de alimentarse del alimento que utilizan los individuos juveniles y además otro tipo de alimento que los juveniles no podrían comer debido a su tamaño pequeño. Por lo que se puede relacionar el tamaño de las presas con el tamaño de los depredadores que es este caso son las lagartijas, si los predadores son pequeños, comerán presas pequeñas (Vitt et al., 2005).

Proporción patas-cuerpo y forma de lagartijas.

A simple vista podríamos pensar que el tamaño de las patas con respecto al cuerpo no afectaría mucho al comportamiento de un animal, un buen ejemplo es el tamaño de las tenazas de muchos cangrejos, donde los machos tendrán una tenaza grande que les sirve para pelear, para cortejos reproductivos y alimentación además tiene una tenaza pequeña que es para alimentarse de cosas pequeñas, mientras que las hembras tienen dos tenazas pequeñas que les sirve para alimentarse (McLain & Pratt 2008).

En lagartijas las dimensiones corporales también juegan un papel importante y son adaptaciones claves para su rol en su entorno. Lagartijas del género *Tropidurus* que son de terrenos arenosos tienen patas más largas que las lagartijas del mismo género que no habitan en suelo arenosos, esto se debe a que con una mayor área de superficie, las lagartijas no se hunden en la arena, otras lagartijas del mismo género, lagartijas que habitan en áreas arbóreas tienen las patas traseras y la cola más corta, esto se da debido a que si puede resultar más fácil maniobrar entre ramas con extremidades cortas (Kohlsdorf et al., 2001), aunque no hay que generalizar porque existen especies de otros géneros como *Diporiphora superba* que son lagartijas arbóreas y se puede ver a simple vista que tienen la cola mucho más larga que el cuerpo y que las extremidades traseras son más largas que las extremidades delanteras (Pianka & Vitt 2006).

La forma de los reptiles en general es muy variada, dentro del orden Squamata encontramos la familia Amphisbaenidae o lagartijas gusano, estos individuos son llamados gusanos porque no tiene extremidades y viven en el suelo, y su alimentación es más variada que la alimentación de las lombrices, claramente son terrestres subterráneos generalmente y tienen ojos debajo de la piel (Neill 1951). Muchas otras lagartijas han desarrollado adaptaciones como una especie de alas, esto se encuentra en lagartijas del género *Draco* en Borneo, y es una adaptación de las costillas que permite que estos animales planeen entre árboles (Pianka & Vitt 2006) y el tamaño también es una variable importante al momento de planear, lagartijas más grandes normalmente serán más pesadas y esto afectará al planeo (McGuire & Dudley 2005). Hay adaptaciones en la piel de muchas lagartijas que las hacen tener una forma espinosa, tal es el caso de *Phrynosoma mcalli* que no solamente utiliza su piel espinosa para camuflaje y protección (Pianka & Vitt 2006), sino también para captar agua del ambiente y poder utilizarla para ella misma (Mayhew & Wright 1971), esta adaptación

de tener espinas que en realidad son escamas osteodermicas para protección, es muy común en varias especies como por ejemplo *Cordylus cataphractus* (Flemming & Mouton 2002) y en situaciones de peligro, esta lagartija muerde su cola y es muy difícil que la depreden porque toman una forma esférica (Pianka & Vitt 2006).

Variables fisiológicas:

Estadio reproductivo:

La variable del estadio reproductivo es importante al definir un comportamiento porque una hembra grávida va a tener más prioridad en cuidarse que un individuo de la misma especie que no esté grávida. Por ejemplo, en *Lacerta vivípara*, si aún no han depositado sus huevos van a tener una distancia depredador-presa mucho menor y al momento de huir, va a ser un escape pausado utilizando cripsis, esto se debe a un mayor peso por los huevos y además para conservar energía (Bauwens & Thoen 1981). En general en los reptiles escamosos, justo después de la ovoposición, los huevos van a comenzar a absorber agua del ambiente, y mientras más tiempo estén dentro de la hembra menos agua van a absorber del exterior y más del agua que está dentro de la hembra, mientras más huevos tenga la hembra dentro de ella, hay menos agua disponible para estos huevos y menos espacio por lo que el huevo no puede expandirse, esto conlleva a un costo energético para la hembra ya que está perdiendo agua, con esto es posible entender la evolución de la viviparidad (Qualls & Andrews 1999) y también como este costo energético afecta al comportamiento de fuga.

Temperatura ambiental:

Los reptiles son animales ectotermos, por lo que el ambiente es sumamente determinante en la temperatura corporal del animal y esta temperatura es determinante para el comportamiento de escape, los reptiles con una temperatura más caliente van a

ser más ágiles al momento de escape, mientras que lagartijas que tengan una temperatura corporal baja serán más lentos al momento de escapar (Cooper 2000). Al depender tanto de la temperatura proveniente del sol, los reptiles tienen que pasar una gran parte del día asoleándose, en muchos casos los reptiles deberán esconderse para prevenir ser depredados, muchos de estos escondites son bajo sombra, donde la temperatura del escondite sombreado puede variar considerablemente con respecto a la temperatura ambiental fuera del escondite, la temperatura del escondite va a afectar la temperatura corporal de las lagartijas, por lo que ellas deben decidir el momento ideal para salir (Martín & López 1999).

Gasto energético y metabolismo:

Para todo animal, la presencia de un predador cercano a la presa va a tener un coste energético, no es lo mismo que el predador este muy cerca de la presa, que el predador este muy lejos de la presa, la presa debe vigilar al predador y para eso va a utilizar tiempo que podría utilizar comiendo, y al no comer va a existir un costo energético involucrado, otras acciones pueden ser reproducción, defensa de territorio y termorregulación (Botero 2004). En caso de que el animal deba huir va a existir un gasto energético por el hecho de haber corrido. En un escape ideal, la presa va a vigilar al predador que se acerca hasta que el costo de huir sea igual que al de quedarse totalmente quieto y después de esto el animal va a escapar (Cooper & Frederick 2007).

Existen varios estudio en lagartijas que demuestran que existen algunos criterios energéticos que deben ser tomados por las lagartijas antes de huir, estos criterios tienen que ver con el coste energético de escapar con respecto al metabolismo de las lagartijas, la selección natural beneficiará a las presas que pueden escapar y a su vez tienen la energía necesaria para poder realizar acciones como las descritas previamente (comer, reproducirse, defender territorio) (Lima & Dill 1989), así como algunas especies de

lagartijas como *Acanthodactylus erythrurus* elijen sus presas tomando criterios como el tamaño de la presa, sexo de la lagartija o época del año (Carretero 2004) muchas veces el predador no va a atacar a lagartijas que no cumplan los criterios de presa para el predador, entonces escapar tendría riesgos porque correr llamará la atención del predador y la presa podría ser devorada si el depredador decidiese atacar a la presa, además hay un costo innecesario de energía que se utilizaría en otras actividades que se desperdiciaría escapando innecesariamente (Martín 2002 a).

Perdida de cola:

La cola es sumamente importante para los reptiles en general, es un reservorio de energía para el reptil. Las colas aparte de servir como adaptación al movimiento como explique en la sección de fisiología es una reserva de grasas muy importante para la lagartija y al perder la cola, perdió toda la grasa almacenada (Pianka & Vitt 2006). Un ejemplo de la importancia de la cola en serpientes se comprobó en el estudio de Willis et al., (1982) donde demostraron que la cola en juveniles es indispensable para la supervivencia de las serpientes, y que en realidad, juveniles sin cola no pasaban del primer año de vida debido a la herida de por sí o por cambios comportamentales que provienen de la herida o por diferentes tipos de stress durante la hibernación, mientras que en individuos adultos la perdida de cola no era tan grave porque estas sí podrían seguir vivas, por lo que la cola es indispensable para los juveniles. En algunos tipos de lagartijas, las colas son totalmente necesarias para el éxito reproductivo, Martín & Salvador (1993) demuestran con experimentos que hembras con cola son más copuladas que hembras sin cola, y de igual forma los machos sin colas van a evitar enfrentamientos con machos con colas debido a que las peleas tienen un costo energético, y la cola tenía la grasa de reserva de la cual se podría utilizar la energía para las actividades después de la pelea.

Variables de interacción.

Orientación predador-presa:

La orientación del predador hacia la presa es vital para el comportamiento de la presa. La orientación no solamente corporal sino también la orientación de la mirada (Cooper 1997), la mayoría de animales son capaces de detectar miradas y rostros y detectar miradas puede ayudar a la presa para escapar de su predador en caso de que el predador en realidad detecte a la presa (Emery 2000). Hay dos tipos de acercamientos del predador hacia la presa, los directos e indirectos. Los directos se caracterizan por ser una orientación lineal entre el predador y la presa, donde la distancia entre el predador y la presa define el comportamiento de la presa y el predador está consciente de la presencia de la presa, mientras que los acercamientos indirectos son acercamientos no lineales, en donde el depredador pasará muy cerca de la presa, el predador al estar viendo al frente no detecta la presencia de la presa y esto reduce el riesgo de depredación para la presa, pero es posible que la presa reaccione ante el depredador y es aquí cuando el predador podrá detectar a la presa y atacar (Cooper 2009; Carter et al., 2008). En *Podarcis lilfordi*, la orientación no solamente es horizontal, sino también puede ser vertical, cuando un predador se acerca desde arriba en una colina, la lagartija va a huir más que si el predador se acercará desde abajo, por lo que estas lagartijas pudieron haber sido seleccionadas para responder rápidamente a ataque aéreos (Cooper & Mellado 2011).

En la mayoría de los reptiles escamosos, la detección del predador se da por el tamaño, el movimiento y la mirada del depredador y no por su forma, esto se prueba en el estudio de Fine (1999), en donde el investigador realiza experimentos con objetos falsos que son dos aves falsas, un círculo grande, un círculo pequeño, y cada uno de

estos con diferentes velocidades. y observa que *Sceloporus occidentalis* en general tiende a esconderse antes que a no reaccionar o a estremecerse sin importar la forma del objeto simulador de predador, además el investigador proporciona literatura científica que muestra que en la mayoría de Squamata hay un escape cuando el predador los mira directamente y depende del tamaño de los ojos.

Número de individuos en el grupo (distancia de alerta)

La distancia de fuga no es lo mismo que la distancia de alerta, que es cuando la presa detecta al predador y aquí es cuando la presa debe analizar las variables de fuga mencionadas para decidir cuál va a ser su estrategia de fuga. La presa muchas veces conoce que su predador está cerca y esto se facilita cuando el número de individuos del grupo animal es alto (Lazarus 1979). El número de individuos dentro del grupo de la especie presa si es considerablemente importante no solamente para advertir rápidamente la presencia de un predador, sino también en su éxito realizando otras actividades como por ejemplo la alimentación (Roberts 1996), es demostrado que en varios grupos de aves (Sullivan 1984; Elgar et al., 1983; Bertram 1980; Burger & Gochfeld 1991), cuando un individuo se encuentra comiendo absolutamente solo, tiene que estar más atento ante algún posible predador, por lo que va a perder tiempo y energía en vigilar su entorno mas no en alimentarse, mientras que un individuo que se encuentra en un bandada grande, va a comer más y vigilar menos a los predadores ya que puede contar con que el resto de individuos de la bandada van vigilar a los predadores desde diferentes ángulos (Rieucan & Martin 2008) y comunicándose entre sí, tendrán un comportamiento grupal. Esto sucede no solamente en grupos de aves, sino también distintos grupos de mamíferos (Hoogland 1981; Verdolin & Slobodchikoff 2002; Cords 1989).

Comportamiento de fuga:

En la sección de variables de fuga, especifique claramente las variables que más afectan a un comportamiento de escape ideal, quisiera especificar la variable de orientación predador-presa en el caso específico de lacértidos. Si un predador se acerca indirectamente hacia la lagartija, va a haber un momento de riesgo en el cual la lagartija crea que en realidad el depredador va a atacarla, pero en realidad el predador ni siquiera advierte la presencia de la presa (Cooper 2009 a), y se puede comprobar que en caso de un acercamiento indirecto, muchas lagartijas se van a quedar inmóviles pero solo hasta cierta distancia, y si de repente, el predador está muy cerca de la presa y gira hacia ella sin saber que la presa está ahí, la presa va a correr, esto sucede debido a que las lagartijas son capaces de detectar los ángulos de aproximación y según esto el comportamiento va a variar (Cooper 1998).

Estrategias de fuga:

Dentro del comportamiento de fuga hay varios tipos de estrategias que las lagartijas pueden usar, tanto para escapar de sus depredadores como para enfrentarlos, estas estrategias pueden ser el escape total, el escape pausado, el uso de su entorno horizontal-vertical, esconderse, crípsis, aposematismo, la pérdida de la cola, tanatosis, defensa química y enfrentamiento (Pianka & Vitt 2006; Martín 2002 b). Todas estas estrategias van a variar en especies y también en condiciones las condiciones ambientales que se presentan.

Fuga total:

Hay muchos animales que se alimentan de lagartijas (Poulin et al., 2001), el escape total quiere decir que al momento de huir, debido a condiciones del depredador donde la presa es detectada por el predador, la dirección de acercamiento es directa y la velocidad de acercamiento es alta, en otras palabras, un ataque inminente, la presa

tendrá que huir una distancia larga en orden de confundir al predador, escapar totalmente o hallar un escondite (Cooper 2009 b). Lo mismo sucede en caso de emboscadas, en donde tanto la presa como el predador están totalmente inmóviles, y cuando el predador se mueve para atacar a la presa, normalmente será un movimiento brusco, la presa va a correr para confundir al depredador o esconderse y dependiendo del lugar puede cumplir una fuga total (Cooper 2012).

Fuga corta en el ambiente vertical-horizontal:

La fuga corta es cuando el reptil no va a recorrer una larga distancia para escapar del predador, esto es normal cuando el predador se acerca directamente a la presa pero con una velocidad lenta (Cooper et al., 2003). Muchas especies como *Urosaurus bicarinatus* tienen una fuga corta en donde va a escapar por una distancia corta y esconderse tras cualquier objeto con el fin de despistar al predador (Smith & Espinal 2005). El hecho de ocultarse detrás de un objeto es una estrategia que analizaremos luego, pero muchas lagartijas van a utilizar el ambiente vertical-horizontal para poder escapar de sus depredadores usando una fuga corta, un ejemplo es el de la lagartija *Lacerta schreiberi* que suele utilizar como estrategia de fuga corta lanzarse al agua, y muchas veces permanece debajo del agua por algunos minutos en espera de que el predador haya escapado, al salir estas lagartijas tienen movimientos lentos debido a la pérdida de la temperatura corporal por haber estado en agua por mucho tiempo (Hernández et al., 2009), aunque hay una gran variedad de lagartijas semiacuáticas que se encuentran constantemente en el agua y están adaptadas a la temperatura del agua (Eifler & Eifler 2010 b).

Otro tipo de fuga corta en un ambiente vertical es el uso de árboles por ejemplo, muchas lagartijas y en especial las lagartijas del género *Anolis* son especies arbóreas que utilizan los árboles como técnica de escape de sus depredadores, se demuestra que la

distancia de escape entre el predador y la presa es mucho menor, las lagartijas arbóreas tienen todo un espacio vertical para moverse y escapar de sus predadores en donde se puede mover de arriba abajo y dependiendo de esto hay una impredeción en el comportamiento de fuga en términos de que dirección va a tomar la lagartija y tiene sentido porque es muy difícil que un predador encuentre la lagartija que se ha escapado en dos posibles direcciones alrededor del árbol (Cooper & Wilson 2007) y de hecho es un comportamiento conocido en lagartijas arbóreas, tratar de permanecer en el árbol pero fuera de la vista del predador, es decir dando vueltas alrededor del tronco (Williams 1972) y tampoco escalaban tan alto en el tronco debido a la posible presencia de predadores arbóreos (Cooper & Wilson 2007). Cuando existen aves depredadoras, *Lacerta perspicillata* que es una lagartija del mediterráneo que vive en rocas y suele estar en rocas verticales tiene como estrategias anti predatorias el uso de refugios cercanos que pueden ser grietas, arbustos, piedras sobresalientes o también saltar a un arbusto y de ahí saltar hacia el suelo con el fin de evitar al ave depredadora (Vitt et al., 2002).

Escondarse:

El escondite es una estrategia usada por la gran mayoría de las lagartijas y en realidad es el uso del ambiente para poder huir de un depredador, las lagartijas que optan por esconderse podrán evaluar cuanto tiempo quedarse en el escondite y el tiempo de escondite va a aumentar si el riesgo de salir y ser depredado aumenta (Cooper & Wilson 2010). Los criterios que la lagartija debe evaluar son varios, por ejemplo la velocidad en la que el depredador se acercó, la distancia de fuga hacia el escondite, la proximidad del depredador hacia el refugio y el número de ataques del predador hacia la presa entre otras (Cooper 2009 c). Escondarse para escapar de los depredadores si es muy beneficioso y una excelente técnica empleada por las lagartijas, pero estar en un

refugio no puede ser indefinidamente, según Martín & López (1999 a) y Zani et al., (2009) el hecho de esconderse es dejar de hacer otras actividades como por ejemplo alimentarse, reproducirse o defender el territorio, además de que normalmente los escondites son oscuros y sombreados, esto puede conllevar a una deficiencia térmica de la lagartija, bajando su temperatura corporal. En el estudio se midió como se ve afectado el estado fisiológico de *Podarcis muralis*, las lagartijas tenían menos peso después de salir del refugio que antes de entrar.

Cripsis y aposematismo:

Muchas veces, el escape corto que ejemplifique en la sección anterior, tienen como fin el de cambiar de lugar muy rápidamente para que el depredador no los pueda ver, es por eso que el escape corto se relaciona con la cripsis, que es básicamente un patrón de coloración que se asemeja a una muestra del ambiente en el cual se encuentra la presa, o se podría asemejar a algo material que no es de uso comestible (Martín 2002 b), esto se da en lagartijas por ejemplo en individuos del género *Anolis*, donde en algunas especies, las hembras son siempre más crípticas que los machos, y esto les da una ventaja al momento de un encuentro de un predador ya que la distancia de fuga es menor y la distancia recorrida después de la fuga también va a ser menor debido a que confía en su coloración críptica (Vanhooydonck et al., 2007), por lo que la distancia de aproximación del predador hacia la presa se correlaciona con el grado de coloración críptica (Johnson 1970).

Siguiendo con el ejemplo de *Anolis*, en otro estudio previo de Heatwole (1968), se analizó las distancias de fuga con respecto al uso del camuflaje por dos especies de *Anolis* en Puerto Rico, *Anolis stratulus* y *Anolis cristatellus*, la comparación es bastante eminente, en donde *A. stratulus* tenía una distancia de acercamiento predador-presa más corta que en *A. cristatellus* y además tiene una mejor habilidad para ocultarse. Lo

curiosos es que *A. cristatellus* en realidad si tiene una apariencia más críptica que *A. stratulu* y es posible que esta lagartija tenga una distancia de acercamiento predador-presa menor que *A. cristatellus* porque los individuos de *A. cristatellus* no estaban bien en cuanto a temperatura.

En el caso del aposematismo, es beneficioso para cualquier individuo que tenga un aspecto tóxico ya que no va a necesitar vigilar tanto a sus predadores y va a poder realizar otras actividades como por ejemplo alimentarse (Speed et al., 2010), y de igual forma muchas veces las lagartijas pueden seleccionar presas con coloraciones aposemáticas como alimento, y esto puede darse por una falta de aprendizaje (Reznick et al., 1978) u otras lagartijas que no comen presas con coloraciones muy intensas (Sexton et al., 1966).

Defensa química:

Muchas veces, hay estrategias de escape que se relacionan entre sí como mencione antes la relación entre la fuga corta y la cripsis, ahora también hay como relacionan el aposematismo con el mal sabor proveniente de compuestos químicos en la piel de las lagartijas, muchas veces una coloración aposemática puede darse por presencia de sustancias tóxicas y es posible que la coloración aposemática haya evolucionado debido a que los predadores han aprendido a relacionar los colores brillantes con algún grado de toxicidad (Gittleman et al., 1980). Muchos lagartos como los del género *Heloderma* son lagartos que tienen venenos muy poderosos y que son capaces de matar a personas (Woodson 1947). Un ejemplo bastante conocida es la de la lagartija *Phrynosoma cornutum* que es conocida por tener una defensa química en la cual la lagartija va a lanzar sangre desde su ojo, esta sangre está cargada de químicos repulsivos para los depredadores, se piensa que estos químicos vienen de una presa de las lagartijas que es la hormiga cosechadora de semillas (Sherbrooke & Middendorf

2004). Otros ejemplos de lagartijas que son capaces de utilizar los compuestos químicos de las presas que comen, por ejemplo, lagartijas sudamericanas del género *Plica* y *Uracetron* son especializadas en comer hormigas cuyas heces huelen extremadamente mal y las lagartijas pueden utilizar los compuesto aromático para alejar a un predador, otras lagartijas tienen sustancias mucosas que no son agradables para el predador (Pianka & Vitt 2006).

En el estudio de Fry et al., (2005), se analiza la evolución del veneno del clado de reptiles venenosos que incluye a grupos como el infraorden serpentes y iguania, y las familias helodermatidae, anguidae y varanidae. Este estudio demuestra que no solamente las serpientes y los lagartos de la familia Helodermatidae pueden secretar veneno, sino también muchos otros lagartos como por ejemplo la lagartija *Pogona barbata* (Iguania) que tiene glandulas mandibulares y maxilares muy parecidos al de las serpientes, por lo que podría haber una evolución temprana los miembros de iguania, serpentes y anguidae.

Tanatosis:

Otra estrategia sumamente interesante pero extremadamente arriesgada para las lagartijas es el uso de la tanatosis como mecanismo de escape, está técnica consiste en básicamente hacerse el muerto y así los predadores no se alimentan de la presa, hay estudios como el de Ohno & Miyatake (2007) que muestran que hay una posibilidad de que la tanatosis tenga bases genéticas de comportamiento, se estudió a los escarabajos *Callosobrochus chinensis* y se demuestra que poblaciones geográficamente separadas que no pueden volar mucho tiempo, tienen un mayor tiempo de tanatosis, mientras que poblaciones que pueden volar más tiempo tienen menos tiempo de tanatosis, por lo que sí existe una conexión genética entre el vuelo y hacerse el muerto. En el caso de la lagartija *Liolaemus occipitalis*, el tiempo de tanatosis es mayor cuando el depredador

está cerca, lo que quiere decir que esta lagartijas es muy capaz de evaluar al depredador (Santos et al., 2010). Al parecer la tanatosis funciona porque el depredador se ve privado del movimiento de la presa, por lo que abandona su comportamiento depredatorio, hay muchas estrategias de tanatosis, por ejemplo, en la serpiente *Zamenis longissimus*, una estrategia es hacerse la muerta y expulsar sangre por la boca, por lo que esto va a confundir más a su depredador (Iftime & Iftime 2014). La tanatosis es buena técnica porque no hay un gasto energético mayor pero es sumamente arriesgado y dependiendo del predador, el éxito de la lagartija va a variar.

Perdida de cola:

Callisaurus draconoides o mejor conocida como la lagartija cebrada, usa la estrategia de la pérdida de cola de una forma muy llamativa, la cola de esta lagartija es formada por bandas negras y blancas que se alternan que usa para comunicarse, y también para escapar de los depredadores, esta lagartija va a levantar la cola para que el depredador se distraiga y atrape a la cola y no a ella (Eifler & Eifler 2010 a). Antes mencione que la pérdida de cola puede repercutir en factores de reproducción, alimentación y locomoción, la diferencia es que a pesar de que la desventaja principal sea un desequilibrio en la sociabilidad y también una pérdida energética considerable, al menos la lagartija tiene la ventaja de tener otra oportunidad de vida y aunque tenga una oportunidad más, la lagartija va a tener menos movilidad y por lo tanto va a aumentar la probabilidad de que la depreden y al perder movilidad también va a ser menos capaz de conseguir alimento (Martin & Avery 1997)

Enfrentamiento directo:

El enfrentamiento directo es una técnica que es arriesgada pero también usada, cuando hablo de enfrentamiento directo puede ser algún tipo de intimidación como por

ejemplo las lagartijas *Sceloporus undulatus* frente a otro macho realizan despliegues violentos como por ejemplo hacer flexiones con los brazos con el fin de mostrar territorialidad (Carpenter 1962), esto no necesariamente es un enfrentamiento ante un depredador, pero es posible que sea una estrategia válida para intimidar como también es el caso de *Pogona vitticeps* que ante un predador la lagartija va a expandir su área corporal, tratándose de ver más grande y además va a abrir la boca ampliamente (Pianka & Vitt 2006). Yo pienso que en caso de enfrentamiento directos, el comportamiento va a variar dependiendo la especie, en la lagartija territorial *Tropidurus hispidus* la distancia de fuga ante un depredador es cada vez menor debido a que esta lagartija al ser territorial no escapa mucho de sus depredadores por el motivo de cuidar su territorio y expulsar a invasores por medio de enfrentamientos físicos (Uriarte 1999). En el caso de *Sceloporus undulatus*, yo pienso que si podría utilizar este comportamiento para alejar depredadores ya que personalmente yo vi que la lagartija *Stenocercus puyango* tenía el mismo comportamiento, en el cual trataba de intimidar haciendo flexiones, esto se confirma en el artículo de Milius (1999), en donde se afirma que las flexiones son usadas por machos de muchas especies de lagartijas para intimidar a otros machos y para atraer a las hembras. Y en caso de enfrentamientos directos he visto que *Iguana*, muchas veces utiliza su cola para atacar a humanos y ardillas en el parque de las iguanas en Guayaquil, otra forma de intimidación es por parte de la lagartija de lengua azul, *Tiliqua scincoides* de Australia, que para intimidar utiliza una serie de silbidos y abre su boca para mostrar la lengua azul intensa, esto sirve para enfrentar otros individuos y potenciales predadores (Carpenter & Murphy 1978).

Comportamiento de fuga en islas:

Cambios entre poblaciones:

El hecho de que existan especies que vivan tanto en islas como en el continente va a provocar una reestructuración en el genoma, un ejemplo de esto es el estudio experimental del aislamiento de *Anolis sagrei* donde por factores ambientales como la vegetación provocan cambios morfológicos, los cambios se dieron entre 10 y 14 años (Losos et al., 1997). Estudios de comportamientos de fuga de lagartijas en islas muestran que la distancia de fuga es menor y que en general las lagartijas son más calmadas debido a que en islas hay una diversidad menor de predadores (Brock 2013). El estudio de Cooper et al., (2014), es similar al presente estudio y muestra que las lagartijas van a permitir que los predadores se acerquen más que las lagartijas del continente. Claramente este comportamiento va a depender del grado de urbanización de la isla y los tipos de predadores. En otro estudio se muestra la diferencia en la distancia de fuga en dos especies de lagartijas isleñas muy cercanas *Podarcis pityusensis* y *Podarcis lilfordi* donde *P. pityusensis* tenía una distancia de fuga más grande que *P. lilfordi* y por la introducción antropogénica de predadores *P. lilfordi* se extinguió en algunas islas (Cooper & Mellado 2012). El uso de refugios y tiempo de permanencia en estos refugios también es reducido, se compara poblaciones de *P. lilfordi* en dos islas (Rei y Aire) en Rei hay más predación y en Aire hay menos predación, las poblaciones de *P. lilfordi* de la isla Aire usaban menos refugios y en caso de usarlos el tiempo de permanencia es menor que las lagartijas de las poblaciones de la isla Rei (Cooper et al., 2009).

Impacto de especies introducidas:

Debido a la poca probabilidad de colonización y establecimiento de especies en islas existe poca diversidad de especies en estas, y como estas especies se encuentran geográficamente aisladas van a tener un número relativamente bajo de predadores nativos (Cooper et al., 2009). Las especies introducidas pueden llegar a formar

relaciones mutualistas, de depredación o de competencia con las especies locales (Jones & Gomulkiewicz 2012) pero el establecimiento de especies introducidas depredadoras son la principal amenaza para la fauna local en ecosistemas insulares (Mauchant 1997) mientras que especies competidoras toman más tiempo en desplazar a las especies locales (Davis 2003).

En sitios geográficamente aislados, como por ejemplo ambientes insulares, se ha evidenciado que las lagartijas del género *Podarcis* permiten que especies introducidas o seres humanos se acerquen a ellos, sugiriéndose que la causa es la baja diversidad de predadores nativos y por ende habrá menos reacción frente a los predadores versus a poblaciones continentales (Brock 2013; Cooper et al., 2009). De forma general, ciertas especies van a cambiar su comportamiento antipredatorio frente a la amenaza de gente o predadores ajenos debido a la falta de una evolución asociada con los predadores extraños (Darwin 1839; Sih et al., 2010). Poblaciones que estén en contacto con predadores extraños tienden a aumentar la distancia de fuga y en caso de no adaptarse, la población puede estar en riesgo de extinción por predación (Cooper & Mellado 2012).

JUSTIFICACIÓN

Microlophus occipitalis (Peters 1897), es un lagarto que ocurre en el sur de Ecuador y en el norte de Perú, desde el nivel del mar hasta los 700 m.s.n.m (Carpenter 1977). Habita en bosques secos, principalmente en planicies, acantilados y playas con vegetación seca arbustiva, algunos árboles y cactus donde puede haber formaciones rocosas y hojarasca en el suelo (Carpenter 1977; Dixon & Wright 1977). En Ecuador, esta lagartija habita a lo largo de la región costera y en Perú en los departamentos de Tumbes, Piura y Libertad (Carpenter 1977; Cisneros-Heredia 2005; Dixon & Wright 1975; Watkins 1996; Watkins 1998).

A pesar de que *Microlophus occipitalis* es muy abundante en las costas ecuatorianas y del norte de Perú, poco se conoce acerca de esta especie, no existe ningún estudio ecológico de *M. occipitalis* en Ecuador, aunque existen estudios descriptivos de filogenia, evolución y un estudio de fisiología térmica realizado en Perú. En Ecuador existen varios estudios acerca del comportamiento de reptiles, pero no hay ningún estudio acerca del comportamiento antipredatorio de ninguna especie de reptil (Watkins 1966; Fitch 1968; Dixon & Wright 1975; Henderson & Nickerson 1976; Mittermeier et al., 1978; Hayes et al., 1988; Watkins 1998; Vitt & Zani 1997; Kizirian et al., 2004; Benavides et al., 2007; Benavides et al., 2009; Jordán & Pérez 2012). Realizar un estudio acerca del comportamiento de fuga para *M. occipitalis*, es un aporte para la ciencia debido a que pese que es una especie abundante, no se conoce nada

acerca de la ecología de esta especie, en particular del comportamiento de fuga. Con el uso de las distancias de fuga, se puede implementar medidas de manejo dentro del Parque Nacional Machalilla.

Un grado de urbanización medio ayuda al establecimiento de especies resistentes a la urbanización como *M. occipitalis* (McKinney 2009). Hay un crecimiento demográfico acelerado dentro del Parque Nacional Machalilla, en especial el cantón Puerto López (Municipio de Puerto López 2012), es posible que con el crecimiento acelerado de Puerto López, *M. occipitalis* y otras especies dentro de Puerto López se puedan ver afectadas por el crecimiento urbano, por lo que este estudio permitirá conocer si el grado de urbanización afecta a *M. occipitalis*.

En el Parque Nacional Machalilla, la presencia de especies introducidas es una de las principales amenazas para la flora y fauna local, en la Isla de la Plata, mamíferos introducidos como ratas, chivos y gatos (Cisneros-Heredia 2005) puede que hayan afectado la flora y fauna local. Los gatos ferales introducidos en islas, se alimentan de una gran variedad de presas y si estas presas no han evolucionado ciertas defensas o estrategias anti-predatorias para un predador mamífero, es posible que las poblaciones declinen o se extingan (Medina et al., 2011). Si *M. occipitalis* cambie su comportamiento debido a la presencia de predadores introducidos, es posible que especies vulnerables del Parque Nacional Machalilla puedan estar amenazadas por estas especies introducidas, por lo que se pondría más atención al impacto de especies introducidas dentro del Parque Nacional Machalilla.

OBJETIVOS DE TESIS

Objetivos generales:

Incrementar el conocimiento sobre el comportamiento de lagartijas en ambientes continentales e insulares.

Objetivos específicos:

Estudiar los comportamientos anti predatorios en poblaciones continentales e insulares de *Microlophus occipitalis*.

Estudiar si el grado de urbanización afecta al comportamiento de escape de *Microlophus occipitalis*.

Observar si existen diferencias comportamentales de lagartijas frente a la metodología estándar versus una nueva metodología usando predadores artificiales.

METODOLOGÍA

AREA DE ESTUDIO:

El Parque Nacional Machalilla (Imagen 1) está ubicado en los cantones Jipijapa, Montecristi y Puerto López en la provincia de Manabí. Los datos se colectaron en el cantón Puerto López, dentro de los límites del Parque Nacional Machalilla a aproximadamente 90 m.s.n.m y en la Isla de la Plata que se encuentra a 36.6 km del continente con una altura máxima de 147 m.s.n.m. En la isla de la Plata hay cuatro senderos turísticos, tres senderos utilizados por guarda parques únicamente. El sendero La Escalinata, Los Acantilados, Patas Rojas y Fragatas son los senderos turísticos, Punta Machete, Nazca y El Faro es usado por guarda parques (Tabla 14). Se utilizó estos senderos porque ocupan un área extensa de la Isla de la Plata, en cada sendero se encontró a *M. occipitalis* fácilmente. Todos los senderos tenían una composición vegetal similar. Las plantas predominantes en la Isla de la Plata son Palo Santo, Acacias, cactus y paja introducida (ECOLAP & MAE 2007) que se encuentran en todos los senderos y al ser bosque seco, el piso está cubierto por hojarasca.

El sendero La Escalinata se encuentra en una quebrada, por lo que no recibe viento. La vegetación consistía en árboles principalmente. Los senderos que recorren la parte alta de la isla son el sendero punta Machete y Fragatas, en estos senderos llega mucho viento y se encontró muy pocas lagartijas. El sendero Punta Machete recorre la parte más alta (142 m.s.n.m) y baja de la isla (30 m.s.n.m), por lo que el sendero tiene una pendiente irregular, la vegetación consistía en arbustos y paja en ambas zonas, en la zona baja si se encontró lagartijas. El sendero Los Acantilados es el más transcurrido

por los turistas debido a que se ve la mayoría de especies de aves y plantas características de la isla, existen parches de vegetación arbustiva, pero también muchas planicies llenas de Paja, su altura máxima es de 87 m.s.n.m y la más baja es de 30 m.s.n.m. En el sendero Las Fragatas, la vegetación predominante son cactus y arbustos pequeños donde anidan muchas fragatas, hay mucho viento y también se pueden encontrar grandes parches de paja introducida, en el sendero no hay quebradas y únicamente recorre la parte alta de la isla (130 m.s.n.m). En el sendero Patas Rojas la vegetación que consistía en planicies con mucha paja y algunos arbustos en ciertos parches, este sendero está en la parte sur de la isla, está dentro de la zona baja donde la altura mínima es de 30 m.s.n.m y recibe viento. Pese a que es un sendero turístico, no es el más visitado por los turistas debido a su amplia extensión. El sendero Nazca es muy similar al sendero Patas Rojas pero la vegetación es más arbustiva y como no es transcurrido por turistas y muy pocas veces por guarda parques el sendero estaba tapado por la vegetación, aquí no hay mucha paja introducida y había más arbustos o con el suelo descubierto de vegetación en su totalidad. Al ser una continuación del sendero Patas Rojas, la cantidad de viento es similar y en ninguno de los dos senderos había muchas lagartijas. El sendero El Faro, solamente lo utilizan los guarda parques y encargados del faro, se encontraba cubierto de vegetación. El inicio del sendero se encontraba en el sendero de la escalinata, por lo que la vegetación era igual a este sendero. El sendero llega hasta la cima de la isla donde hay mucho viento. Es interesante debido a que en las inclinaciones del sendero hay paja introducida, mientras que en las planicies hay arbustos nativos y mucho suelo descubierto.

En el continente se colectó los datos dentro del cantón Puerto López, en la costa las condiciones ambientales son similares a la Isla de la Plata (poca humedad, mucho viento y suelo arenoso y rocoso), el único sitio diferente sería la quebrada del río

Buenavista que es considerablemente más verde y con diferente vegetación. En el poblado de Puerto López se recorrió el norte del malecón, en este sitio no hay presencia constante de gente, pero el ecosistema está altamente alterado por el basurero municipal de Puerto López, todavía hay parches de vegetación arbustiva alrededor del basurero donde se colectó los datos. Se utilizó el sendero de la playa Los Frailes que se encuentra a ocho kilómetros del centro de Puerto López aproximadamente, se muestreo dentro del sendero del bosque seco, donde la vegetación es arbustiva principalmente, hay viento en la parte más alta del sendero a 90 msnm y es muy seco (ECOLAP & MAE 2007), se evitó las playas debido a cambios en la vegetación pero principalmente por la presencia constante de gente que podía afectar al comportamiento de las lagartijas. Además se colectó datos en la carretera de entrada vehicular hacia Los Frailes, correspondiente a un sitio de alto impacto humano por la presencia de carros, la vegetación es similar a la del sendero turístico pero hay mucho polvo debido a la entrada de vehículos. Se recorrió el cauce seco del Río Buenavista en la comunidad de Agua Blanca que se encuentra a cinco kilómetros del centro de Puerto López aproximadamente. En el Río Buenavista, la vegetación es considerablemente más verde debido a la humedad almacenada en el suelo, el suelo es diferente al resto de las áreas estudiadas, ya que aquí el suelo es descubierto de material vegetal (no hay hojarasca) y cubierto por piedras pequeñas. En los bordes del cauce se encuentran árboles grandes y dentro del cauce hay arbustos. Se colectó datos en este sitio para comprobar si existen diferencias comportamentales de *M. occipitalis* que se deban a un cambio en la composición del hábitat. Además se muestreo en el bosque de Agua blanca y en el bosque de entrada a la playa cerrada para turistas “la playita”, donde no se encontró a ningún individuo de *M. occipitalis* (Tabla 15).

ESPECIE DE ESTUDIO:

Este lagarto mide de 45 a 80 mm de largo desde la cloaca hasta la punta del hocico, la cola mide de 40 a 50 mm de largo. Existe un dimorfismo sexual marcado por lo que los machos tienen de 3 a 6 marcas negras y naranjas en la parte anterior del dorso mientras que las hembras tienen de 7 a 10 manchas pequeñas desde la nuca hasta el inicio de las extremidades posteriores. La coloración de la garganta de los machos es de un tono rojo-anaranjado sin manchas negras, algunos machos tienen una coloración amarillenta en el pecho, con manchas café-rojizas en la parte lateral superior del cuerpo. El color del dorso de las hembras adultas varía de marrón claro a gris claro, la garganta es de color blanquecino y gris con una ligera marca roja a los lados de la garganta (Dixon; Wright 1975; Jordán & Pérez 2012; Xiang et al., 2006).

MEDICION DE LAS DISTANCIAS DE FUGA:

Se colectó datos en dos fases de campo, la toma de las distancias de fuga se realizó desde el 9 de junio al 9 de julio de 2014 (Isla de la Plata y alrededores de Puerto López), desde el 24 al 29 de junio de 2015 (Isla de la Plata) y del 6 al 15 de julio de 2015 (alrededores de Puerto López). Se tomó los datos todos los días entre las 10h: 00 y 14h: 00. Para medir las distancias de alerta y de fuga se realizó la simulación de un predador, como describe Rand (1964), donde el observador se asumió que representa al predador y que genera una respuesta anti predatoria natural en las lagartijas. Recorrí los senderos descritos y me acerqué a cada individuo a un individuo a una velocidad aproximada de 0,55 m/seg evitando el uso de ropa colorida que puede modificar el comportamiento de las lagartijas fuera de sus aspectos naturales frente a predadores naturales. Al observar a una lagartija me acerque a ella, lanzando una marca de referencia al suelo cuando la lagartija se puso alerta (la lagartija notó la presencia del

investigador). Inmediatamente sin parar de acercarme al individuo, cuando la lagartija la lagartija termino su acto de escape, lancé una segunda marca al suelo para determina la distancia de fuga. Observé el comportamiento de fuga del individuo, y determine su sexo (re conociendo los patrones de coloración del dorso). Coloqué una tercera marca en el lugar donde la lagartija termino su acto de escape. Posteriormente medí las distancias de alerta, de fuga y la distancia que el individuo recorrió al momento del escape utilizando una cinta métrica. La temperatura ambiental y la temperatura del suelo fueron tomadas cada media hora utilizando un termómetro ambiental comenzando a las 10h: 00 y terminando a las 14h: 00. A las 14h: 00, sin importar dónde estaba en el sendero, realicé un transecto de 15 metros de largo con cuadrantes de 4 m² cada 5 metros para determinar la cantidad de escondites que las lagartijas podrían usar, el número de plantas dentro del cuadrante, el tamaño de la planta más alta y el porcentaje de hojarasca en el suelo (este en realicé un cuadrante de 0,25 m² dentro del cuadrante de 4 m²).

En la Isla de la Plata se recorrió un sendero por día para evitar pseudoreplicación exceptuando el sendero Patas Rojas y el sendero Nazca que son muy cortos y se recorrió en el mismo día. Se colectó los datos sin importar el grado de pendiente, la distancia a los acantilados ni el tipo de vegetación, no se colectó datos en ninguna playa debido a que en el continente no se pudo coleccionar datos en playas debido a que la gente puede cambiar la respuesta anti predatoria de las lagartijas. En el continente se colectó los datos en un sitio por día para evitar pseudoreplicación.

SIMULACIONES:

La toma de datos correspondiente a las simulaciones se tomó desde el 18 al 22 de junio de 2015 (Isla de la Plata) y del 1 al 6 de julio de 2015 (alrededores de Puerto López). Los seres humanos no somos predadores naturales de *Microlophus occipitalis*,

pero al ser una especie urbana, se encuentra en encuentros directos frente a los humanos y de todas formas van a tener una respuesta antipredatorio cuando los humanos se acercan hacia ellas. No existe evidencia científica acerca de las predicciones de la teoría de escape formulada por Ydenberg & Dill (2006) para *Microlophus occipitalis*, nuestra morfología corporal y nuestro tipo de acercamiento va a ser muy diferente al de un predador natural de *M. occipitalis*, por lo que es necesario realizar simulaciones con predadores naturales artificiales. Tanto en la Isla de la Plata como en Puerto López se realizó simulaciones para determinar si la respuesta de las lagartijas es la misma con una metodología estándar (investigador como predador) versus modelos de los predadores naturales. En el Parque Nacional Machalilla los principales predadores terrestres de *M. occipitalis* son las serpientes *Oxybelis aeneus*, *Mastigodryas reticulatus* y los mamíferos introducidos como son los gatos *Felis silvestris* y el ratón doméstico *Mus musculus* (Cisneros-Heredia 2005). Se sabe que los gatos y los ratones pueden ser agresivos con lagartijas (Medina et al., 2011) mientras que en el caso de las serpientes, testimonios de guardaparques y guías que han observado a ambas especies de serpientes alimentándose de lagartijas. Además, es muy probable de que las serpientes se alimenten de lagartijas porque las serpientes no son tan grandes como para alimentarse de algún vertebrado grande, siendo las lagartijas *Microlophus occipitalis* y *Ameiva edracantha* las únicas opciones de presas.

La literatura dice que para realizar simulaciones con animales falsos o predadores vivos es necesario realizar un encierro suficientemente grande (5 metros cuadrados de área) y alto para evitar que la lagartija observe al investigador (Sherbrooke 2008) .En la Isla de la Plata, recorrí senderos de alto impacto humano (Acantilados, Fragatas y Patas Rojas) y sendero sin impacto humano (Punta Machete y Nazca) entre las 10:00 y las 14:00 horas. Se utilizó animales artificiales lo más

parecidos físicamente en cuanto a forma, color y tamaño a *Mastigodryas reticulatus*, *Oxybelis aeneus*, el gato común *Felis silvestris* y el ratón común *Mus musculus*. Se utilizó palos de 2 metros de largo aproximadamente, amarrando a los animales artificiales en la punta del palo. Cuando se observó una lagartija, se acercó la simulación hacia la lagartija evitando que las lagartijas observen al investigador. Se registró la hora, sexo de la lagartija, distancias de fuga, distancias recorridas y estrategia anti predatoria usada. La principal limitación es que las lagartijas si podían ver a los investigadores en algunos casos. Se usó un animal falso a la vez por cada 30 minutos. En el continente el sendero de alto impacto humano fue la carretera de entrada a la playa de Los Frailes, mientras que el sendero de bajo impacto fue el sendero de turismo. Se realizó las simulaciones son los mismos animales artificiales usados en la Isla de la Plata usando un animal a la vez cada 30 minutos. Se recorrió un sendero por día para evitar pseudoreplicación.

Se determinó que tan diferente eran los senderos muestreados en cuanto a la composición de la vegetación (número de plantas, planta más alta y porcentaje de hojarasca) y el número de escondites usando chi cuadrado. Se realizó una prueba t para determinar diferencias entre las distancias de fuga y las distancias de alerta. Se realizó un MANOVA de 1 vía para determinar la varianza entre las distancias de fuga y distancias recorridas en senderos con presencia de gente y sin presencia de gente para la Isla de la Plata, el continente y entre los senderos de ambos sitios. Además se realizó un ANOVA de 1 vía para determinar la varianza entre la distancia de fuga y la distancia de alerta entre los individuos de la Isla de la Plata y los individuos del continente sin importar la presencia o ausencia de gente. Se realizó un MANOVA de una vía para determinar si es que las distancias de fuga y recorrida variaban con respecto a la estrategia de fuga usada por cada individuo. Se realizó pruebas de chi cuadrado para

determinar relaciones entre el sexo y la estrategia usada para los individuos de la Isla de la Plata y del continente. Para determinar como el ambiente influye en la estrategia anti predatoria se utilizó pruebas chi cuadrado. Se realizó una prueba t para muestras relacionadas para determinar la variación entre la temperatura del aire y del suelo con respecto a las distancias de fuga y recorridas. Se realizó pruebas chi cuadrado para determinar como la temperatura del suelo y del ambiente pueden afectar a la estrategia anti predatoria. Se realizó un MANOVA de 1 vía para comparar la variación entre las distancias de fuga y de alerta con respecto a las simulaciones de depredadores realizadas (gato, rata, *Mastigodrias reticulatus*, *Oxybelis aeneus*). Se realizó un MANOVA de 1 vía para determinar la variación entre las distancias de fuga y distancias recorridas por las lagartijas frente a la metodología estándar (investigador como predador) versus las simulaciones realizadas. Para comparar las diferentes estrategias que las lagartijas usaron frente a la metodología estándar en comparación con las simulaciones, se realizó una prueba chi cuadrado. Se comparó las estrategias usadas por las lagartijas frente a los predadores artificiales usando pruebas chi cuadrado.

RESULTADOS

Caracterización del hábitat:

No hubo diferencias significativas en la composición de hábitat y numero de escondites disponibles para *M. occipitalis* comparando los diferentes senderos en la Isla de la Plata ($\chi^2= 0,75$, $gl= 9$, $p= 0,99$) para el continente se ve ($\chi^2= 3,023$, $gl= 9$, $p=$

0,96) ni tampoco entre los senderos de la Isla de la Plata y el continente ($x^2=7,5$, $gl=21$, $p=0,99$) (Tabla 1).

Impacto humano:

No hay diferencias significativas entre las distancias de alerta y de fuga ($t=1,3$, $gl= 327$, $p=0,194$), no se incluyen los datos de distancia de alerta para los análisis posteriores por no tener una diferencia significativa (Tabla 2).

La presencia de gente no afecta a las distancias de fuga y recorridas de las lagartijas en los senderos de la Isla de la Plata (distancia de fuga: $F= 2,31$, $gl= 1$, $p=0,13$) (distancia recorrida: $F= 0,16$, $gl= 1$, $p= 0,68$), tampoco para los senderos del continente (distancia de fuga: $F= 0,44$, $gl= 1$, $p= 0,5$) (distancia de alerta: $F= 0,35$, $gl= 1$, $p= 0,55$) y entre ambos sitios solo se ve afectada la distancia recorrida (distancia de fuga: $F=0,5$, $gl=1$, $p=0,47$) (distancia recorrida: $F= 4,49$, $gl= 1$, $p= 0,03$) (Tabla 3).

Si hay diferencias altamente significativas cuando se compara la población insular y la población continental en cuanto a sus distancias de fuga y distancias recorridas (distancia de fuga: $F= 13,21$, $gl= 1$, $p=0,001$) (distancia de alerta: $F= 25,56$, $gl= 1$, $p= 0,001$) (Tabla 4).

Estrategias de fuga:

En la Isla de la Plata se registró un total de 18 estrategias de fuga usadas por las lagartijas al momento de escapar, siendo los cuatro más comunes escondite en vegetación, cripsis en el suelo, escape pausado en el suelo y cripsis en vegetación. Mientras que los comportamientos menos usados fueron escape en vegetación y escondite en huecos (Figura 7). Las medias de las distancias de fuga son similares sin importar la estrategia anti predatoria usada (Figura 10). En el continente se registraron 15 estrategias anti predatorias, las cuatro estrategias más usadas fueron cripsis en el

suelo, cripsis en vegetación, escondite en vegetación y cripsis en tronco. Mientras que las menos usadas son escondite en huecos y escondite con cripsis en vegetación (Figura 8). Al igual que en la Isla de la Plata, los promedios de las distancias de fuga eran similares sin importar la estrategia anti predatoria usada (Figura 11). Existen altas diferencias significativas en cuanto a la distancia recorrida para ambos sitios, es posible que esta diferencia se dé porque para cada estrategias los individuos van a tener que recorrer diferentes distancias y en la figura 10 y 11 parece que el promedio de las distancias recorridas para todos los comportamientos son iguales pero hay que tomar en cuenta que muchas individuos realizaron comportamientos muy crípticos donde las distancias recorridas eran mínimas y no están en las figuras 10 y 11 debido a que nos son las más comunes.

No hay diferencias significativas en cuanto a las distancias de fuga frente a la estrategia de fuga usada pero si en cuanto a la distancia de alerta frente a la estrategia de fuga usada (distancia de fuga: $F= 1,31$, $gl= 23$, $p= 0,16$) (distancia recorrida: $F= 2,98$, $gl= 23$, $p= 0,001$) para la Isla de la Plata, (distancia de fuga: $F= 0,94$, $gl= 15$, $p= 0,15$) (distancia recorrida: $F= 8,31$, $gl= 15$, $p= 0,001$) y para los senderos de ambos sitios donde si hay diferencias significativas (distancia de fuga: $F= 1,71$, $gl= 20$, $p=0,02$) (distancia recorrida: $F= 6,75$, $gl= 20$, $p= 0,001$) (Tabla 5).

Para la Isla de la Plata se ve que no hay diferencias significativas entre el sexo de la lagartija versus la estrategia usada ($\chi^2= 41$, $gl= 34$, $p= 0.19$). Para los sitios muestreados en el continente, si hay diferencias significativas ($\chi^2= 41.4$, $gl= 28$, $p= 0.04$). Para ambos sitios si hay altas diferencias significativas entre el sexo y la estrategia usada ($\chi^2= 94.7$, $gl= 66$, $p= 0.01$) (Tabla 6).

Tanto en la Isla de la Plata, como en el continente y comparando los dos sitios, el número de plantas, la planta más alta, el número de escondites y el porcentaje de

suelo descubierto si afectan a la estrategia anti predatoria usada, mostrando altas diferencias significativas (Tabla 7).

Efecto de la temperatura ambiental y del suelo:

En la figura 13 vemos que hay diferencias entre las temperaturas de los sitios de estudio y en animales ectotermos como las lagartijas la temperatura alta va a tener menores distancias de fuga y recorridas que a temperaturas bajas (Figura 14 para la Isla de la Plata y Figura 15 para el continente).

Para la Isla de la Plata y para el continente, si existen diferencias significativas en cuanto a la comparación entre la temperatura del aire y la temperatura del suelo con respecto a las distancias de fuga y de alerta (Temperatura aire: Isla de la Plata: Distancia de fuga: $t=162,85$, $gl=203$, $p<0.001$)(Distancia Recorrida: $t= 162,82$, $gl= 203$, $p<0.001$)(Continente: Distancia de fuga: $t= 118,17$, $gl= 205$, $p<0.001$)(Distancia recorrida: $t=118,17$, $gl= 205$, $p< 0,001$)(Temperatura suelo: Isla de la Plata: Distancia de fuga: $160,42$, $gl=203$, $p<0,001$)(Isla de la Plata: Distancia recorrida: $158,28$, $gl= 203$, $p<0,001$) (Continente: Distancia de fuga: $106,08$, $gl= 205$, $p=0,001$)(Continente: Distancia recorrida: $t=109,33$, $gl= 205$, $p<0.001$) (Tabla 8).

En la isla de la Plata vemos que tanto la temperatura del aire como la del suelo tiene un efecto sobre la estrategia usada (temperatura aire: $x^2= 924,11$, $gl= 629$, $p= 0.001$; temperatura suelo: $x^2= 598,72$, $gl= 527$, $p= 0.016$). De igual manera, en el continente la temperatura del aire y del suelo va a afectar a la estrategia usada por la lagartija (temperatura aire: $x^2= 571,32$, $gl= 462$, $p= 0,001$; temperatura suelo: $x^2= 710,79$, $gl= 546$, $p= 0,001$) (Tabla 9).

Simulaciones:

Se utilizó las simulaciones de predadores naturales para determinar diferencias frente a la metodología estándar (investigador como predador). Primero se compara las medias de las distancias de fuga y recorridas entre cada una de las simulaciones, donde no se muestra ninguna diferencia significativa tanto en la Isla de la Plata como en el continente frente a cada simulación (Figura 18).

No hay diferencias significativas entre los modelos de predadores usados y las distancias de fuga y recorrida para los senderos en la Isla de la Plata (distancia de fuga: $F= 0,95$, $gl= 3$, $p= 0,41$; distancia recorrida: $F= 0,45$, $gl= 3$, $p= 0,62$) de igual forma para los senderos del continente (distancia de fuga: $F= 1,19$, $gl= 3$, $p= 0,33$; distancia recorrida: $F= 2,58$, $gl= 3$, $p= 0,07$) y tampoco entre los senderos de ambos sitios ($F= 0,13$, $gl= 3$, $p= 0,22$; distancia recorrida: $F= 0,71$, $gl= 3$, $p= 0,54$) (Tabla 10).

Hay grandes diferencias significativas tanto como para la distancia de fuga como para la distancia recorrida frente al investigador y a las simulaciones para la Isla de la Plata (distancia de fuga: $F= 291,97$, $gl= 1$, $p= 0,001$; distancia recorrida: $F= 4,3$, $gl= 1$, $p= 0,03$) en los sitios en el continente solo la distancia de fuga es significativa (distancia de fuga: $F= 50,006$, $gl= 1$, $p= 0,001$; distancia recorrida: $F= 0,72$, $gl= 1$, $p= 0,39$) y entre los dos sitios vemos que solamente la distancia de fuga presenta diferencias significativas (distancia de fuga: $F= 319,7$, $gl= 1$, $p= 0,001$; distancia recorrida: $F= 0,65$, $gl= 1$, $p= 0,42$) (Tabla 11).

Existen 23 estrategias anti predatorias usadas por *M. occipitalis* (ver etograma), pero solamente 21 estrategias se realizaron frente al investigador como predador, mientras que usando a las simulaciones de los predadores naturales se usaron 17 estrategias (ver simulaciones en discusión). En la Isla de la Plata hay ciertas estrategias anti predatorias que no se realizaron en el continente como cambio de escondite, escape pausado con cripsis en el tronco, escape pausado en vegetación, escape pausado en

zigzag, escape en vegetación y escondite en el suelo. En el continente también se realizaron estrategias anti predatorias que no se realizaron en la Isla de la Plata como cripsis en tronco, cripsis roca y escondite con cripsis en vegetación (Figura 9). Tanto como para la Isla de la Plata, el continente y en comparación entre los dos sitios, existen diferencias significativas en cuanto a las estrategias usadas frente al investigador y a las simulaciones, para la Isla de la Plata ($\chi^2= 105.6$, $gl= 20$, $p= 0.001$) para los sitios del continente ($\chi^2=161.4$, $gl= 18$, $p= 0.001$) y entre ambos sitios ($\chi^2= 228.5$, $gl= 2$, $p= 0.001$) (Tabla 12).

No hay diferencias en cuanto a la estrategia de fuga usada por las lagartijas frente a cada una de las simulaciones en la isla de la Plata ($\chi^2= 59.48$, $gl= 51$, $p= 0.194$) tampoco en los sitios del continente ($\chi^2= 28.52$, $gl= 24$, $p= 0.23$) y tampoco entre ambos sitios ($\chi^2= 60.7$, $gl= 57$, $p= 0.34$) (Tabla 13).

DISCUSIÓN

Caracterización del hábitat:

La Isla de la Plata tiene la misma composición vegetal en toda su extensión (Imagen 1). Lo mismo sucede con los sitios muestreados en el continente, no existen diferencias significativas entre los senderos muestreados. Se esperaba que los únicos sitios similares fueran la carretera de Los Frailes y el sendero turístico de los Frailes (Imagen 2), mientras que en el río Buenavista y en el malecón de Puerto López se esperaba diferente composición vegetal. No hay diferencias en el río Buenavista porque en realidad se muestreo dentro del cauce del río, donde las condiciones son similares a los otros senderos del continente pese a que en los bordes hay muchos árboles siempre

verdes (Imagen 3). En el malecón de los Frailes no se encontraron diferencias con respecto a los otros sitios muestreados porque en realidad la composición vegetal es similar a los otros senderos del continente pero con mucha basura ya que ahí es el basurero municipal del Puerto López (Imagen 4).

En comparación entre los senderos de la Isla de la Plata y del continente se esperaba que existan diferencias en cuanto a la composición vegetal, pero realmente no hay diferencias (Figura 1). Es posible que no existan diferencias entre los senderos de la Isla de la Plata y en el continente y entre ambos sitios porque se muestro en la época seca. Al ser bosques deciduos, en verano todos los árboles se encuentran sin hojas y hay abundante hojarasca en el suelo. Para mostrar si es que existen diferencias de composición vegetal es necesario realizar el estudio en la época lluviosa (Enero-Abril) donde la vegetación estará frondosa (Ecolap & MAE 2007).

Impacto humano:

La metodología para medir las distancias de alerta, fuga y recorrida descrita por Randt (1964) tiene ciertas fallas al momento de medir distancias de alerta para *M. occipitalis*. Esta especie es altamente críptica y es casi imposible verla sin que las lagartijas se muevan (distancia de fuga), es por eso que la distancia de alerta es la misma que la distancia de fuga. No se usaron las distancias de alerta para los análisis posteriores porque no reflejan la verdadera distancia de alerta (Figura 2).

La presencia de gente no parece afectar significativamente a las distancias de fuga y distancias recorridas, (figura 3 y 4, tabla 3), tanto en los senderos de la Isla de la Plata como en el continente. Comparando todos los senderos con presencia de gente versus sin gente entre los dos sitios de estudio, vemos que la presencia de gente si causa un efecto frente a la distancia recorrida (figura 5, tabla 3). Es posible que exista este

efecto debido a que al ser una especie muy tolerante a la presencia de gente, la distancia de fuga va a ser similar en todos los sitios pero la distancia recorrida si va a depender del ambiente en que se encuentre. Además hay muchas menos muestras en senderos con gente en el continente, vemos que en el sendero de entrada vehicular hacia Los Frailes toda la vegetación se encontraba cubierta de polvo levantado por los vehículos, *M. occipitalis* no era común en esta carretera, sin embargo 20 metros hacia afuera de la carretera, en un sendero donde se guarda la madera decomisada por los guardaparques del Parque Nacional Machalilla, no había polvo y si había muchas lagartijas. Es posible que el polvo al afectar a la comunidad de insectos (Flanders 1941) provoca una menor abundancia de estos, por lo que las lagartijas no tendrán suficiente alimento. El impacto humano no afecta a las lagartija por un factor de predación, pero si por su disponibilidad de alimento.

En sitios geográficamente aislados, los individuos van a permitir que especies introducidas o gente se acerquen más a ellos debido a una baja diversidad de predadores nativos y una falta de evolución asociada con los predadores extraños (Brock 2013; Cooper et al., 2009; Darwin 1839; Sih et al., 2010). En la Isla de la Plata, las medias de las distancias de fuga son mayores a las medias de las distancias de fuga para el continente. Esto contradice la teoría de que los individuos deben permitir un mayor acercamiento en sitios aislados. Es posible que este cambio se deba a la presencia de predadores introducidos en la isla de la plata (*Ratus* y *Felis catus*). Los gatos introducidos causan declives poblacionales en varias especies (Medina et al., 2011) y también se ha documentado predación de *Microlophus bivittatus* por gatos introducidos en Galápagos (Carrión 2012). Los gatos de la Isla de la Plata se exterminaron hace 5 años aproximadamente, pero es posible que las lagartijas sigan manteniendo un comportamiento hostil. Según Rubén Alemán, técnico de fauna silvestre del Parque

Nacional Machalilla, no existen restos de *M. occipitalis* dentro de ratas introducidas donde se realizaron necropsias (comentario personal), pero no se sabe la muestra de ratas muertas colectadas y tampoco se conoce los senderos de la Isla en donde se colectó. Existe un turismo intensivo en la Isla de la Plata, pero los turistas solamente pueden recorrer algunos senderos en la Isla de la Plata (Los Acantilados, Patas Rojas y Fragatas) debido a que el sendero más grande de la Isla está cerrado permanentemente debido a la anidación del albatro de Galápagos (*Phoebastria irrorata*).

Estrategias de fuga:

En el continente las lagartijas realizaban estrategias de fuga que incluía crípsis debido a que el ser humano no depreda directamente a las lagartijas, por lo que las lagartijas van a utilizar estrategias de fuga donde no exista un gasto alto de energía como en las estrategias con crípsis para evitar ser detectados (Galdina et al., 2006) debido a que hay áreas más abiertas en la Isla de la Plata las lagartijas van a tener una distancia de fuga mayor y estrategias de escape o escondite más rápidas debido a posibles diferencias de hábitat (Prosser et al., 2008).

En la Isla de la Plata la estrategia anti predatoria usada no es afectada por el sexo, es posible que suceda esto debido a que los ratios de sexos no son iguales en la muestra (machos: 0.28, hembras: 0.25: juveniles: 0.45). En la Isla de la Plata se encontraron más juveniles, en los cuales no se puede determinar el sexo. En el continente sucede lo mismo, hay más juveniles que adultos (machos: 0.18, hembras: 0.17, juveniles: 0.63), la diferencia es que el sexo si es importante al momento de escoger una estrategia anti predatoria. Es posible que se de esta diferencia porque en el continente hay más predadores, tanto terrestres como aéreos, por lo que sin importar el sexo va a haber más estrategias en general. En comparación entre los dos sitios vemos que de igual manera hay más juveniles, sin embargo el sexo si es un factor importante al

momento de elegir una estrategia anti predatoria. Hay diferencias significativas porque hay más muestras del continente, por ende hay más estrategias usadas en general (Figura 12).

Pese a que los análisis muestran que los ambientes de la Isla de la Plata y del continente son similares, las estrategias de fuga son muy diferentes en las lagartijas de cada sitio, lo cual sugiere que es necesario replicar este estudio en la época lluviosa para determinar diferencias de hábitat.

Efecto de la temperatura ambiental y del suelo:

Tanto la temperatura ambiental como la del suelo afectan a las distancias de fuga y recorridas en la Isla de la Plata, en el continente y entre ambos sitios (Cooper 2000). La temperatura del aire y del suelo también afecta a la estrategia usada, tanto en la Isla de la Plata como en el continente. En el caso de la Isla de la Plata a mayor temperatura del aire y del suelo, los individuos usaran las estrategias de fuga más comunes (escondite en vegetación y crípsis en suelo) (Figura 16). En el continente sucede lo opuesto, a mayor temperatura los individuos usaran las estrategias menos comunes (escondite con crípsis en vegetación), mientras que a menor temperatura usaran las estrategias más comunes (crípsis en el suelo y crípsis en vegetación) (Figura 17). Es posible que en el continente usen las estrategias anti predatorias más comunes a temperaturas bajas debido a que *M. occipitalis* está adaptado a ambientes antropizados, por lo tanto invertirá su energía en la estrategia menos costosa en realizar como es el caso de crípsis en suelo (Galdin et al., 2006).

Simulaciones:

Es posible que no existan diferencias debido a que los animales falsos no son idénticos a los predadores naturales en cuanto a forma (Sherbrooke 2008). De igual

forma, las estrategias anti predatorias usadas no son influenciadas por las simulaciones en la Isla de la Plata y en el continente.

Las distancias de fuga y recorridas no son iguales frente al investigador que frente a las simulaciones (Figura 19), esto se puede deber a que evidentemente el tamaño del investigador es muy diferente al de las simulaciones y en si la apariencia son diferente (Sherbrooke 2008). Por lo que la metodología estándar de usar al investigador como predador no es correcto (Randt 1964). De igual forma las estrategias usadas frente a los investigadores son muy diferentes tanto en la Isla de la Plata como en el continente (Figura 20 y 21). Vemos que en general hay estrategias que solamente son usadas frente a las simulaciones como enfrentamiento y escape pausado con cripsis en roca, mientras que hay otros comportamientos que solamente son usados frente al investigador como cripsis en el suelo, cripsis fuera de escondite, cripsis total, escondite en el suelo, cripsis en roca y escondite con cripsis en vegetación (Figura 21).

CONCLUSIONES

Hay diferencias significativas en cuanto al comportamiento antipredatorio en poblaciones continentales e insulares de *Microlophus occipitalis*. Es posible que esto ocurra debido a diferencias marcada de hábitat, por lo que es necesario realizar este estudio en la época lluviosa en los meses de Enero a Abril.

El grado de urbanización no afecta al comportamiento antipredatorio de *Microlophus occipitalis*. Son necesario más estudios en un grado de urbanización alto como en una ciudad grande como en Manta para observar si es que *Microlophus occipitalis* cambia su comportamiento o abundancias poblacionales en grados de urbanización muy grandes.

Microlophus occipitalis muestra diferencias significativas en cuanto al comportamiento anti predatorio realizado frente a la metodología estándar y a las simulaciones. Sin embargo el comportamiento realizado frente a las simulaciones no es el más real, por lo que se podría realizar estudio con predadores vivos para comparar comportamientos y observar si la metodología usando predadores artificiales da resultados similares.

PERSPECTIVAS AL FUTURO

Es necesario realizar una réplica de este estudio en la época lluviosa para poder determinar si es que en realidad hay una diferencia ambiental significativa.

También se podría realizar las simulaciones utilizando predadores naturales vivos, (pero evitando mortalidad en lagartijas) para observar comportamientos de respuesta anti predatorias más reales que frente a predadores artificiales.

Realizar un estudio de diferencias genéticas entre las poblaciones continentales e insulares para determinar si los cambios comportamentales se deben a diferencias genéticas.

LITERATURA CITADA:

- Amo, L. López, P. Martín, J. (2003). Risk level and thermal costs affect the choice of escape strategy and refuge use in the wall lizard, *Podarcis muralis*. *Copeia*. 4: 899-905.
- Bauwens, D. Thoen, C. (1981). Escape tactics and vulnerability to predation associated with reproduction in the lizard *Lacerta vivípara*. *Journal of Animal Ecology*. 50: 733-743.
- Beissinger, S.R. Osborne, D.R. (1982). Effects of urbanization on avian community organization. *Condor*. 84: 75-83.
- Benavides, E. Baum, R. McClellan, D. Sites, J.W. (2007). Molecular Phylogenetics of the Lizard Genus *Microlophus* (Squamata: Tropiduridae): Aligning and Retrieving Indel Signal from Nuclear Introns. *Systematic biology*. 5: 776-797.
- Benavides, E. Baum, R. Snell, H.M. Snell, H.L. Sites, J.W. (2009). Island Biogeography of Galápagos Lava Lizards (Tropiduridae: *Microlophus*): Species Diversity and Colonization of the Archipelago. *Evolution*. 6: 1606-1626.
- Bertram, B. (1980). Vigilance and group size in ostriches. *Animal behavior*. 28: 278-286.
- Blomberg, S.P. Shine, R. (2000). Size-based predation by kookaburras (*Dacelo novaeguineae*) on lizards (*Eulamprus tympanum*: Scindidae): What determines prey vulnerability? *Behav ecol sociobiol*. 48: 484-489.
- Blumstein, D.T. Anthony, L. L. Harcourt, R. Ross, G. (2003). Testing a key assumption of wildlife buffer zones: is flight initiation distance a species-specific trait? *Biological conservation*. 110: 97-100.
- Botero, M. (2004). Comportamiento de los peces en la búsqueda y la captura del alimento. *Revista colombiana de ciencias pecuarias*. 1: 1-10
- Brock, K.M. (2013). Evolution of antipredatory defenses in an island lizard, *Podarcis erhardii*. University of Michigan.
- Burger, J. (1991). Effects of incubation temperature on behaviour of hatchling pine snakes: implications for reptilian distribution. *Behav ecol sociobiol*. 28: 297-303.

- Burger, J. Gochfeld, M. (1991). Human distance and birds: Tolerance and response distances of resident and migrant species in India. *Environmental conservation*. 2: 158-165.
- Calsbeek, R. Smith, T.B. (2007). Probing the adaptative landscape using experimental islands: Density-dependant natural selection on lizard body size. *Evolution*. 5: 1052-1061.
- Carrión, P. (2012). Depredación de gatos domésticos y ferales sobre las lagartijas de lava de San Cristóbal (*Microlophus bivittatus*), Galápagos. Universidad San Francisco de Quito.
- Carpenter, C. (1962). Patterns of behavior in two Oklahoma lizards. *American midland naturalist*. 1: 132-151.
- Carpenter, C. (1977). The aggressive displays of three species of South American iguanid lizards of the genus *Tropidurus*. *Herpetologist's league*. 3:285-289.
- Carpenter, C. Murphy, J.B. (1978). Tongue display by the common bluetongue (*Tiliqua scincoides*) Reptilia, lacertilia, scincidae. *Journal of herpetology*. 3: 428-429.
- Carter, J. Lyons, N.J. Cole, H.L. Goldsmith, A.R. (2008). Subtle cues of predation risk: starlings respond to a predator's direction of eye-gaze. *Proceedings of the royal society B*. 275: 1709-1715.
- Carretero, M.A. (2004). From set menú to a la carte. Linking issues in trophic ecology of mediterranean lacertids. *Italian journal of zoology*. 2: 121-133.
- Catenazzi, A. Carrillo, J. Donnelly, M.A. (2005). Seasonal and geographic eurythermy in a coastal Peruvian lizard. *Copeia*. 4: 713-723.
- Cisneros-Heredia, D.F. (2005). La avifauna de la isla de la Plata, Parque Nacional Machalilla, Ecuador, con notas sobre nuevos registros. *Cotinga*. 24: 22-27.
- Cooper, W.E. (1997). Threat factors affecting antipredatory behavior in the broad-headed skink (*Eumeces laticeps*): Repeated approach, change in predator path, and predator's fields of view. *Copeia*. 3: 613-619.
- Cooper, W.E. (1998). Direction of predator turning, a neglected cue to predation risk. *Behaviour*. 135: 55-64.

- Cooper, W.E. (2000). Effect of temperature on escape behaviour by an ectothermic vertebrate, the keeled earless lizard (*Holbrookia propinqua*). *Behaviour*. 137: 1299-1315.
- Cooper, W.E. (2009 a). Fleeing and hiding under simultaneous risks and costs. *Behavioral ecology*. 20: 665-671.
- Cooper, W.E. (2009 b). Optimal escape theory predicts escape behaviors beyond flight initiation distance: risk assessment and escape by striped plateau lizard *Sceloporus virgatus*. *Current zoology*. 2: 123-131.
- Cooper, W.E. (2009). Theory successfully predicts hiding time: new data for the lizard *Sceloporus virgatus* and a review. *Behavioral ecology*. 20: 585-592.
- Cooper, W.E. (2012). Risk, escape from ambush, and hiding time in the lizard *Sceloporus virgatus*. *Herpetologica*. 4: 505-513.
- Cooper, W.E. Frederick, W.G. (2007). Optimal flight initiation distance. *Journal of theoretical biology*. 244: 59-67.
- Cooper, W.E. Hawlena, D. Mellado, V. (2009). Islet tameness: escape behavior and refuge use in populations of the Balearic lizard (*Podarcis lilfordi*) exposed to differing predation pressure. *Can. J. Zool.* 87: 912-919.
- Cooper, W.E. Mellado, V. (2011). Escape by the balearic lizard (*Podarcis lilfordi*) is affected by elevation of an approaching predator, but not by some other potential predation risks factors. *Acta herpetológica*. 2: 247-259.
- Cooper, W.E. Mellado, V. (2012). Historical influence of predation pressure on escape by *Podarcis* lizards in the Balearic Islands. *Biological journal of the Linnean society*. 2: 254-268.
- Cooper, W.E. Mellado, V. Baird, T. Baird, T.A. Caldwell, J.P. Vitt, L. (2003). Effects of risk, cost, and their interaction on optimal escape by nonrefuging Bonaire whiptail lizards, *Cnemidophorus murinus*. *Behavioral ecology*. 2: 288-293.
- Cooper, W.E. Pyron, A. Garland, T. (2014). Island tameness: living on island reduces flight initiation distance. *Proc R Soc*. 281: 1-7

- Cooper, W.E. Wilson D.S. (2007). Beyond optimal escape theory: microhabitats as well as predation risks affect escape and refuge use by the phrynosomatid lizard *Sceloporus virgatus*. *Behaviour*. 144: 1235-1254.
- Cooper, W.E. Wilson, D.S. (2010). Longer hiding time in refuge implies greater assessed risk after capture and autonomy in striped plateau lizards (*Sceloporus virgatus*). *Herpetologica*. 4: 425-431.
- Cords, M. (1989). Vigilance and mixed-species associations of some east African forest monkeys. *Behavioral ecology and sociobiology*. 26: 297-300.
- Delaney, D.K. (1999). Effects of helicopter noise on Mexican spotted owls. *Journal of wildlife management*. 1: 60-76.
- Darwin, C. (1839). Journal of researches into the geology and natural history of the various countries visited by H.M.S Beagle. 1832-1836. Por Henry Colburn. Londres.
- Davis, M.A. (2003). Biotic Globalization: Does Competition from Introduced Species Threaten Biodiversity? *Bioscience*. 5: 481-489.
- Dixon, J. Wright, J. (1975). A review of the lizards of the iguanid genus *Tropidurus* in Peru. Contribution in science, the natural history museum of Los Angeles. 1-40.
- ECOLAP & MAE. (2007). Guía del patrimonio de áreas naturales protegidas del Ecuador. Ecofund, FAN, Darwinnet, IGM. Quito Ecuador.
- Eifler, D.A. Eifler, M.A. (2010 a). Characteristics and use of the tail in signaling by the zebra-tailed lizard (*Callisaurus draconoides*). *The southwestern naturalist*. 1: 104-109.
- Eifler, D.A. Eifler, M.A. (2010 b). Use of habitat by the semiacquatic lizard, *Norops aquaticus*. *The southwestern naturalist*. 3: 466-469.
- Elgar, M. Burren, P. Posen, M. (1983). Vigilance and perception of flock size in foraging house sparrows (*Passer domesticus* L). *Behaviour*. 90: 215-223.
- Emery, N.J. (2000). The eyes have it: the neuroethology, function and evolution of social gaze. *Neuroscience and biobehavioral reviews*. 24: 581-604.

- Fine, P.V. (1999). Aerial predator recognition by free-ranging *Sceloporus occidentalis*. *Journal of herpetology*. 1: 128-131.
- Fitch, H.S. (1968). Temperature and Behavior of Some Equatorial Lizards. *Herpetologica*. 1: 35-38.
- Flanders, S. (1941). Dust as an inhibiting factor in the reproduction of insects. *Journal of economic entomology*. 3: 470-472.
- Flemming, A. Mouton, P.F. (2002). Reproduction in a group living lizard, *Cordylus cataphractus* (Cordylidae), from South Africa. *Journal of herpetology*. 4: 691-696.
- French, S.S. Fokidis, H.B. Moore, M.C. (2008). Variation in stress and innate immunity in the tree lizard (*Urosaurus ornatus*) across an urban-rural gradient. *J Comp Physiol*. 178: 997-1005.
- Fry, B.G. Vidal, N. Norman, J.A. Vonk, F.J. Scheib, H. Ramjan, S.F. Kuruppu, S. Fung, K. Hedges, S.B. Richardson, M.K. Hodgson, W.C. Ignjatovic, V. Summerhayes, R. Kochva, E. (2005). Early evolution of the venom system in lizard and snakes. *Nature*. 1-5.
- Galdina, Corado A B., Emiliane G. Pereira, Angelica F. Fontes and Monique Van Sluys. (2005). Defense Behaviour and Tail loss In the Endemic Lizard *Eurolophosaurus nanuzae* (Squamata Tropicuridae) from South Eastern Brazil. Departamento de Cuncas Biologicas. *Phylomedusa*. 5 (1):25-30.
- Gittleman, J.L. Harvey, P.H. Greenwood, P.J. (1980). The evolution of conspicuous coloration: some experiments in bad taste. *Animal behavior*. 28: 897-899.
- Hayes, F.E. Beaman, K.R. Hayes, K.W. Harris, L.E. (1988). Defensive Behavior in the Galapagos Tortoise (*Geochelone elephantopus*), with Comments on the Evolution of Insular gigantism. *Herpetologica*. 1: 11-17.
- Heatwole, H. (1968). Relationship on escape behaviour and camouflage in anoline lizards. *Copeia*. 1:109-113

- Henderson, R.W. Nickerson, M.A. (1976). Observations on the Behavioral Ecology of Three Species of Imantodes (Reptilia, Serpentes, Colubridae). *Journal of herpetology*. 3: 205-210.
- Hernández, P.L. Ayllón, E. Carretero, M.A. (2009). Comportamiento de huida y tiempo de permanencia bajo el agua de *Lacerta schreiberi*. *Bol. Asoc. Herpetol. Esp.* 20: 52-54.
- Hoogland, J. (1981). The evolution of coloniality in White-tailed and black-tailed prairie dogs (Sciuridae: *Cynomis leucurus* and *C. Ludovicianus*). *Ecology*. 62: 252-272.
- Iftime, A. Iftime, O. (2014). Short note. Thanatosis and autohaemorrhaging in the Aesculapian snake *Zamenis longissimus* (Laurenti, 1768). *Herpetozoa*. 26: 173-174.
- Johnson, C.R. (1970). Escape behavior and camouflage in two subspecies of *Sceloporus occidentalis*. *American Midland naturalist*. 1: 280-282.
- Jones, E.I. Gomulkiewicz, R. (2012). Biotic interactions, rapid evolution, and the establishment of introduced species. *The American naturalist*. 2: 28-36.
- Jordan, J.C. Pérez, J. (2012). Thermal ecology of *Microlophus occipitalis* (Sauria: Tropiduridae) in the plain dry forest of Tumbes, Perú. *Revista peruana de biología*. 1: 97-99.
- Kizirian, D. Trager, A. Donnelly, M.A. Wright, J.W. (2004). Evolution of Galapagos island lava lizard (Iguania: Tropiduridae: *Microlophus*). *Molecular phylogenetics and evolution*. 3: 761-769.
- Kohlsdorf, T. Garland, T. Navas, C. (2001). Limb and tail lengths in relation to substrate usage in *Tropidurus* lizards. *Journal of morphology*. 248: 151-164.
- Labra, A. Leonard, R. (1999). Intraspecific Variation in Antipredator Responses of Three Species of Lizards (Liolaemus): Possible Effects of Human Presence. *Journal of herpetology*. 3: 441-448.
- Lazarus, J. (1979). The early warning function of flocking in birds: An experimental study with captive quelea. *Animal behavior*. 27: 855-865.

- Lima, S.L. Dill, L.M. (1989). Behavioral decisions made under risks of predation: a review and prospectus. *Canadian journal of zoology*. 68: 619-640.
- Losos, J.B. Warheit, K.L. Schoener, T.W. (1997). Adaptative differentiation following experimental island colonization in *Anolis* lizards. *Nature*. 1: 70-73.
- Martín, J. (2002 a). Comportamiento bajo riesgo de depredación: optimización de las decisiones de escape en lacértidos. *Rev esp herp*. 71-78.
- Martín, J. (2002 b). *Evolución de estrategias antidepredatorias en reptiles*. Departamento de ecología evolutiva. 471-478.
- Martín, J. Avery, R. (1997). Tail loss affects prey capture decisions in the lizard *Psammotromus algirus*. *Journal of herpetology*. 2: 292-295.
- Martín, J. López, P. (1999). When to come out from a refuge: risk-sensitive and state-dependent decisions in an alpine lizard. *Behavioral ecology*. 5: 487-492.
- Martín, J. Salvador, A. (1993). Tail loss reduces mating succes in the iberian-rock lizard, *Lacerta monticola*. *Behav ecol sociobiol*. 32: 185-189.
- McDiarmid, R. Foster, M. Guyer, C. Gibbons, W. Chernoff, N. (2012). Reptile biodiversity. Standard methods for inventory and monitoring. University of California press. London England.
- Mauchant, A. (1997). Threats from alien plants species in the Galápagos Islands. *Conservation biology*. 1: 260-263.
- McConnachie, S. Alexander, G.J. Martin, J. (2009). Selected body temperature and thermoregulatory behavior in the sit and wait foraging lizard *Pseudocordylus melanotus*. *Herpetological monographs*. 23: 108-122.
- McGuire, J.A. Dudley, R. (2005). The cost of living large: Comparative gliding performance in flying lizards (Agamidae: *Draco*). *The American naturalist*. 1: 93-106.
- McKinney, M.L. (2008). Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals. *Urban ecosyst*. 11: 161-176.
- McLain, D. Pratt, A. (2008). Asymmetry of leg size and differential leg usage in the sand flidder crab, *Uca pugilator*. *Journal of crustacean biology*. 4: 601-606.

- Medina, F.M. Bonnaud, E. Vidal, E. Tershy, B.R. Zabaleta, E.S. Donlan, C.J. Keitt, B.S. Corre, M. Horwath, S.V. Nogales, M. (2011). A global review of the impacts of invasive cats in islands endangered vertebrates. *Global change biology*. 1-8.
- Milius, S. (1999). When lizards do push-ups. *Science news*. 9: 142-143.
- Mittermeier, R.A. Rhodin, A.G. Medem, F. Soini, P. Hoogmoed, M.S. Carrillo, N. (1978). Distribution of the South American Chelid Turtle *Phrynops gibbus*, with Observations on Habitat and Reproduction. *Herpetologica*. 1: 94-100.
- Moller, A.P. Grim, T. Ibañez-Alamo, J.D. Markó, G. Tryajkowski, P. (2013). Change in flight initiation distance between urban and rural habitats following a cold winter. *Behavioral ecology*. 5: 1211-1217.
- Municipio de Puerto López. (2012). Plan de desarrollo del municipio de Puerto López. “Gestión, desarrollo y equidad social” para el periodo constitucional 2012-2015. Organización gubernamental.
- Neill, W. (1951). The eyes of the worm lizard, and notes of the hábitat of the species. *Copeia*. 2: 177-178.
- Ohno, T. Miyatake, T. (2007). Drop or fly? Negative genetic correlation between death-feigning intensity and flying ability as alternative anti-predator strategies. *Proc R Soc*. 274. 555-560.
- Pianka, E. Vitt, L. (2006). Windows to the evolution of diversity. *University of California press*. Capítulo 4.
- Poulin, B. Lefebvre, G. Ibañez, R. Jaramillo, C. Hernández, C. Rand, S. (2001). Avian predation upon lizards and frogs in a Neotropical forest understory. *Journal of tropical ecology*. 17: 21-40.
- Prosser, C. Hudson, S. Thompson, M. (2008). Effects of Urbanization on Behavior, Performance, and Morphology of the Garden Skink, *Lampropholis guichenoti*. *Journal of herpetology*. 2: 151-159.
- Qualls, C.P. Andrews, R.M. (1999). Maternal body volumen constrains water uptake by lizard’s eggs in utero. *Functional ecology*. 13: 845-851.

- Randt, A.S. (1964). Inverse relationship between temperature and shyness in the lizard *Anolis linealopus*. *Ecology*. 45:863-864.
- Reznick, D. Sexton, O. Mantis, C. (1981). Initial prey preferences in the lizard *Sceloporus malachiticus*. *Copeia*. 3: 681-686.
- Richardson, C.T. Miller, C.K. (1997). Recommendations for protecting raptors from human disturbance: A review. *Wildlife society bulletin*. 3: 634-638.
- Rieucan, G. Martin, J. (2008). Many yes or many ewes: vigilance tactics in female bighorn sheep *Ovis canadensis* vary according to reproductive status. *Oikos* 117: 501-506.
- Roberts, G. (1996). Why individual vigilance declines as group size increases. *Animal behavior*. 51: 1077-1086.
- Santos, M. Lamin, M.C. Verrastro, L. Marques, A. (2010). Playing dead to stay alive: death-feigning in *Liolaemus occipitalis* (Squamata: Liolaemidae). *Biota neotrop*. 4: 361-364.
- Sexton, O.J. Hoger, C. Ortleb, E. (1966). *Anolis caronilensis*: Effects of feeding on reaction to aposematic prey. *Science*. 153: 1140
- Sherbrooke, W. (2008). Antipredator Responses by Texas Horned Lizards to Two Snake Taxa with Different Foraging and Subjugation Strategies. *Society for the study of amphibians and reptiles*. 1: 145-152.
- Sherbrooke, W.C. Middendorf, G.A. (2004). Responses of kit foxes (*Vulpes macrotis*) to antipredator blood-squirting and blood of Texas horned lizards (*Phrynosoma cornutum*). *Copeia*. 3: 652-658.
- Sih, A. Bolnick, D.I. Luttbeg, B. Orrock, J.L. Peacor, S.D. Pintor, L.M. Preisser, E. Rehage, J.S. Vonesh, J.R. (2010). Predator-prey naïveté, antipredator behaviour, and the ecology of predator invasions. *Oikos*. 119: 610-621.
- Smith, G.R. Espinal, J.A. (2005). Comparative escape behavior of four species of Mexican Phrynosomatid lizard. *Herpetologica*. 3: 225-232.
- Speed, M.P. Brockhurst, M.A. Ruxton, G.D. (2010). The dual benefits of aposematism: Predator avoidance and enhanced resource collection. *Evolution*. 6: 1622-1633.

- Sullivan, K. (1984). The advantages of social foraging in downy woodpeckers. *Animal behavior*. 32: 16-22.
- Tidwell, K. S. Hayes, M. P. (2013). Differences in flight initiation distance between recently metamorphosed Oregon spotted frogs (*Rana pretiosa*) and American bullfrogs (*Lithobates catesbeianus*). *Herpetological conservation and biology*. 2: 426-434.
- Uriarte, R. (1999). Anti-predator behaviour changes following an aggressive encounter in the lizard *Tropidurus hispidus*. *Biological sciences*. 1437: 2457-2464.
- Vanhooydonk, B. Herrel, A. Irschick, J. (2007). Determinants of sexual differences in escape behavior in lizards of the genus *Anolis*: A comparative approach. *Integrative and comparative biology*. 2: 200-210.
- Verdolin, J.L. Slobodchnikoff, C.N. (2002). Vigilance and predation risks in Gunnison's prairie dogs (*Cynomys gunnisoni*). *Can J zool*. 80: 1197-1203.
- Vitt, L.J. Cooper, W.E. Perera, A. Mellado, V. (2002). Escaping predators on vertical surfaces: *Lacerta perspicillata* in limestones quarries of Lithaca. *Can, J. Zool*. 80: 1803-1809.
- Vitt, L.J. (2000). Ecological consequences of body size in neonatal and small-bodied lizards in the neotropics. *Herpetological monographs*. 14: 388-400.
- Vitt, L.J. Sartorius, S.S. Avila, T.C. Zani, P.A. Cristina, M. (2005). Small in a big world: Ecology of leaf-litter geckos in new world tropical forests. *Herpetological monographs*. 19: 137-152.
- Vitt, L. Zani, P.A. (1997). Ecology of the nocturnal lizard *Thecadactylus rapicauda* (Sauria: Gekkonidae) in the amazon region. *Herpetologica*. 2: 165-179.
- Watkins, G.G. (1996). Proximate cause of sexual size dimorphism in the iguanian lizard *Microlophus occipitalis*. *Ecology*. 77: 1473-1482.
- Watkins, G.G. (1998). Function of a Secondary Sexual Ornament: The Crest in the South American Iguanian Lizard *Microlophus occipitalis* (Peters, Tropiduridae). *Herpetologica*. 2: 161-169.

- Williams, E.E. (1972). The origins of faunas: Evolution of lizard congeners in a complex island fauna: a trial analysis. *Evol. Biol.* 6: 47-89.
- Willis, L. Threlkeld, S.T. Carpenter, C.C. (1982). Tail loss patterns in *Thamnophis* (Reptilia: Colubridae) and the probable fate of injured individuals. 1: 98-101.
- Woodson, W. (1947). Toxicity of *Heloderma* venom. *Herpetológica*. 1: 31-33.
- Xing, J. Lin, Long. Lin, Chi. Qiu, Qing. Du, Yu. (2006). Sexual dimorphism and female reproduction in the many lined sun skink (*Mabuya multifasciata*) from China. *Journal of herpetology*. 40: 351-357.
- Ydenberg, RC. Dill, LM. (1986). The economics of fleeing from predators. *Advances in the study of behavior*. 16: 229-249.
- Zani, P.A., T.D. Jones, R.A. Neuhaus, & J.E. Milgrom. (2009). Effects of refuge distance on escape behavior of side-blotched lizards (*Uta stansburiana*). *Canadian Journal of Zoology*. 87:407-414.

ANEXOS



Imagen 1 : Mapa del Parque nacional Machalilla, se muestra el área verde correspondiente a los límites del parque incluyendo la Isla de la Plata.



Imagen 2: Fotografía satelital de la Isla de la Plata, se puede ver claramente la homogeneidad de la vegetación en toda la Isla. Se pueden ver los senderos muestreados en Junio y Julio de 2014. Punta Machete (verde), Los Acanitados (morado), Patas Rojas (rojo), Nazca (amarillo), La Escalinata (negro) y El Faro (celeste) que fue muestreado entre Junio y Julio de 2015.



Imagen 3: Fotografía satelital de Los Frailes, se muestra el sendero turístico que fue muestreado entre Junio y Julio de 2014 (azul) y la carretera de Los Frailes que se muestreo entre Junio y Julio de 2015 (verde). Se puede ver que en general la composición vegetal es la misma.



Imagen 4: Fotografía satelital del cauce seco del río Buenavista. Solamente se muestreo desde la entrada a Agua Blanca hasta la zona norte de Puerto López (rojo). La carretera de entrada a Puerto López se encuentra en el medio.



Imagen 5: Fotografía satelital del malecón norte de Puerto López, la línea amarilla muestra la zona donde se muestreo que recorre el basurero municipal de Puerto López y la parte de atrás del estadio. Es una zona altamente afectada por la basura.



Imagen 6: Hembra adulta de *M. occipitalis*. Se puede ver la coloración roja en la garganta y también la falta de la cresta dorsal.



Imagen 7: Macho adulto de *M. occipitalis* donde se ve la cresta marcada en el dorso y además las manchas de color anaranjado y negro.

Tabla 1: Resultados de la prueba Chi cuadrado para determinar la similitud de la composición vegetal (número de plantas, planta más alta y porcentaje de hojarasca) y del número de escondites en los senderos muestreados para la Isla de la Plata, el continente y para ambos sitios, mostrando que no hay diferencias significativas para ninguno de los casos.

Sitio	Chi		
	cuadrado	gl	p
Isla de la Plata	0,75	9	0,99
Continente	3,02	9	0,96
Ambos	7,53	21	0,99

Tabla 2: Prueba t para comparar los valores de distancias de fuga y los de las distancias de alerta, mostrando que no hay diferencias significativas ($p=0.194$).

Sitio	t	gl	P
Continente vs Isla	1,3	327	0,194

Tabla 3: MANOVA de 1 vía para mostrar la varianza entre las distancias de fuga y la distancia recorrida entre sitios con presencia de gente y sitios sin presencia de gente para la Isla de la Plata, el continente y los senderos de ambos sitios.

Sitio	Distancia	F	gl	p
Isla de la Plata	Dist Fuga	2,31	1	0,13
	Dist Recorrida	0,16	1	0,68
Continente	Dist Fuga	0,44	1	0,5
	Dist Recorrida	0,35	1	0,55
Ambos	Dist Fuga	0,5	1	0,47
	Dist Recorrida	4,49	1	0,03

Tabla 4: ANOVA de 1 vía donde se muestra la varianza entre las distancias de fuga y de alerta entre los senderos de la Isla de la Plata y los senderos de Puerto López. Existen grandes diferencias significativas.

Distancia	F	gl	P
Dist Fuga	13,21	1	0,001
Dist Recorrida	25,56	1	0,001

Tabla 5: Resultados de MANOVA de 1 vía donde se ve el efecto que tienen las estrategias de fuga sobre las distancias de fuga y distancias recorridas.

Sitio	Distancia	F	gl	P
Isla de la Plata	Dist Fuga	1,31	22	0,16
	Dist Recorrida	2,98	22	0,001
Continente	Dist Fuga	0,94	15	0,15
	Dist Recorrida	8,31	15	0,001
Ambos	Dist Fuga	1,71	20	0,02
	Dist Recorrida	6,75	20	0,001

Tabla 6: Chi cuadrado donde se analiza el sexo de la lagartija y su estrategia usada para los individuos de la Isla de la Plata, del continente y de ambos sitios.

Sitio	Chi cuadrado	gl	Significancia
Isla de la Plata	41	34	0,19
Continente	41,4	28	0,04
Ambos	94,7	66	0,01

Tabla 7: Análisis de las pruebas de chi cuadrado donde se compara las estrategias usadas por los individuos con respecto a su ambiente (número de plantas, planta más alta, número de escondite y porcentaje de suelo descubierto).

Sitio		Num plant	Plant + alta	Num escond	% suelo descub
	Chi				
Isla de la Plata	cuadrado	90,7	54,57	16,67	54,57
	gl	3	4	3	4
	Significancia	0,001	0,001	0,001	0,001
	Chi				
Continente	cuadrado	363,8	251,7	251,7	251,7
	gl	4	3	3	3
	Significancia	0,001	0,001	0,001	0,001
	Chi				
Ambos	cuadrado	435,2	339,02	269,5	339,02
	gl	8	8	7	8
	Significancia	0,001	0,001	0,001	0,001

Tabla 8: Comparación entre las temperaturas del aire y del suelo con respecto a la distancia de fuga y de alerta en la Isla de la Plata y el continente.

			t	gl	Significancia
Isla de la Plata	Temp A	Dis F	162,85	203	0,001
		Dis R	162,82	203	0,001
	Temp S	Dis F	160,42	203	0,001
		Dis R	158,28	203	0,001
Continente	Temp A	Dis F	118,17	205	0,001

	Dis R	121,03	205	0,001
Temp S	Dis F	106,08	205	0,001
	Dis R	109,33	205	0,001

Tabla 9: Prueba chi cuadrado donde se analiza el efecto de la temperatura del aire y del suelo sobre la estrategia usada por las lagartijas en la isla de la plata y en el continente.

Sitio		Chi cuadrado	gl	Significancia
Isla de la Plata	Temp A	924,11	629	0,001
	Temp S	598,72	527	0,016
Continente	Temp A	571,3	462	0,001
	Temp S	710,79	546	0,001

Tabla 10: MANOVA de 1 vía donde se ve la variación de las distancias de fuga y distancias recorridas entre los diferentes tipos de simulaciones.

Sitio		F	gl	Significancia
Isla de la Plata	Dist F	0,95	3	0,41
	Dist R	0,45	3	0,62
Continente	Dist F	1,19	3	0,33
	Dist R	2,58	3	0,07
Ambos	Dist F	0,13	3	0,22
	Dist R	0,71	3	0,54

Tabla 11: Resultados de MANOVA de 1 vía donde se ve la varianza entre las distancias de fuga y recorridas de la metodología estándar (investigador como predador) frente a las simulaciones (predadores naturales artificiales).

Sitio		F	gl	Significancia
Isla de la				
Plata	Dist F	291,97	1	0,001
	Dist R	4,3	1	0,03
Continente	Dist F	50,006	1	0,001
	Dist R	0,72	1	0,39
Ambos	Dist F	319,7	1	0,001
	Dist R	0,65	1	0,42

Tabla 12: Chi cuadrado donde se comparan las estrategias anti predatorias usadas por las lagartijas frente al investigador y frente a las simulaciones.

Sitio	X²	Gl	Significancia
Isla de la			
Plata	105,6	20	0,001
Continente	161,4	18	0,001
Ambos	228,58	22	0,001

Tabla 13: Chi cuadrado donde se compara las estrategias usadas por las lagartijas frente a cada simulación del predador natural.

Sitio	Chi cuadrado	gl	Significancia
Isla de la			
Plata	59,48	51	0,19
Continente	29	24	0,23

Ambos 60,7 57 0,34

Tabla 14: Senderos recorridos en la Isla de la Plata con las coordenadas de inicio a fin.

Senderos	Coordenadas
La escalinata	1°16'6.18"S, 81° 3'59.15"O hasta 1°16'20.75"S, 81° 4'12.57"O
Punta Machete	1°16'20.75"S, 81° 4'12.57"O hasta 1°16'36.25"S, 81° 4'30.55"O
Los Acantilados	1°16'20.75"S, 81° 4'12.57"O hasta 1°16'41.09"S, 81° 4'17.55"O
Las Fragatas	1°16'20.75"S, 81° 4'12.57"O hasta 1°16'29.49"S, 81° 3'43.86"O
Patas Rojas	1°16'29.49"S, 81° 3'43.86"O hasta 1°16'42.63"S, 81° 4'5.61"O
Nazca	1°16'45.01"S, 81° 3'31.45"O hasta 1°16'57.98"S, 81° 3'37.90"O
El Faro	1°16'7.14"S, 81° 4'0.72"O hasta 1°15'50.36"S, 81° 4'23.09"O

Tabla 15: Senderos recorridos en los alrededores de Puerto López con las coordenadas de inicio a fin.

Senderos	Coordenadas
Los Frailes	1°29'17.60"S, 80°46'35.13"O hasta 1°29'20.70"S, 80°47'34.42
Río Buenavista	1°31'15.14"S, 80°45'25.13"O hasta 1°32'10.97"S, 80°47'58.39"O

Malecón de Puerto López	1°32'55.53"S, 80°48'38.61"O hasta 1°32'34.03"S, 80°48'38.28"O
Carretera los Frailes	1°29'19.50"S, 80°46'24.86"O hasta 1°29'40.08"S, 80°47'30.72" O

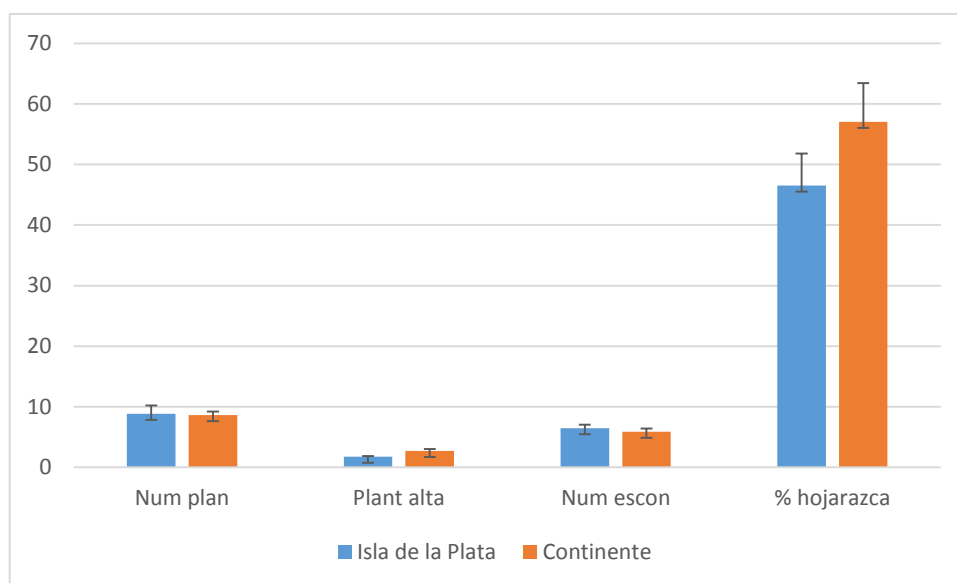


Figura 1. Se muestra las medias y los errores estándar para el número de plantas (num plan), planta más alta (plant alta), número de escondite (num escond) y % de hojarasca presente en los cuadrantes realizados en los transectos en la Isla la Plata (azul) y del continente (rojo) realizados en el verano del 2014 y de 2015. Hay más plantas en la Isla de la Plata en comparación con el continente, aunque en general es similar. En el continente hay plantas más altas. En la Isla de la Plata hay más escondites que en el continente y hay más hojarasca en el continente que en la Isla de la Plata.

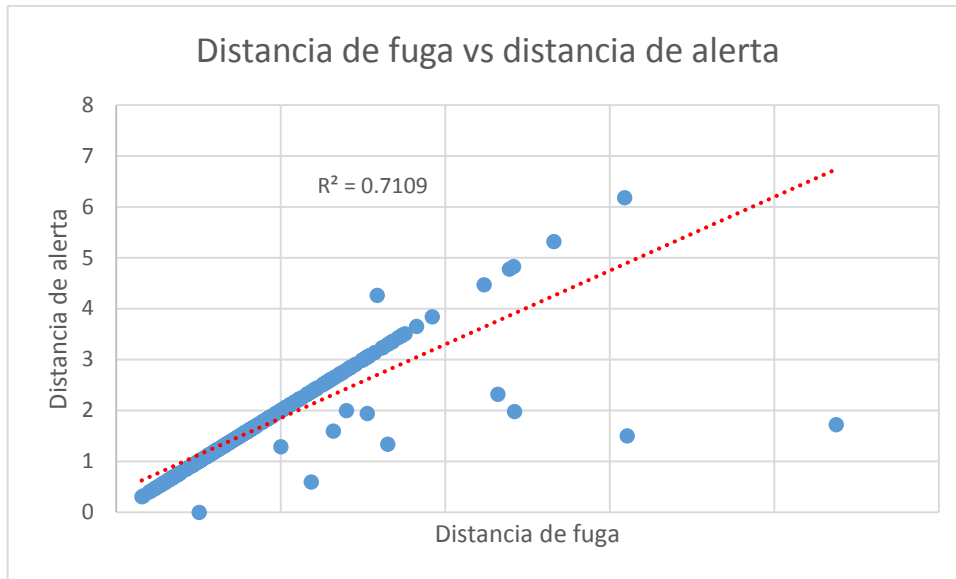


Figura 2: Correlación entre la distancia de fuga y la distancia de alerta, se ve que en general la mayoría de individuos tienen la misma distancia de fuga y de alerta. Hay muy pocos casos en los cuales la distancia de alerta es similar a la distancia de fuga (N=339).

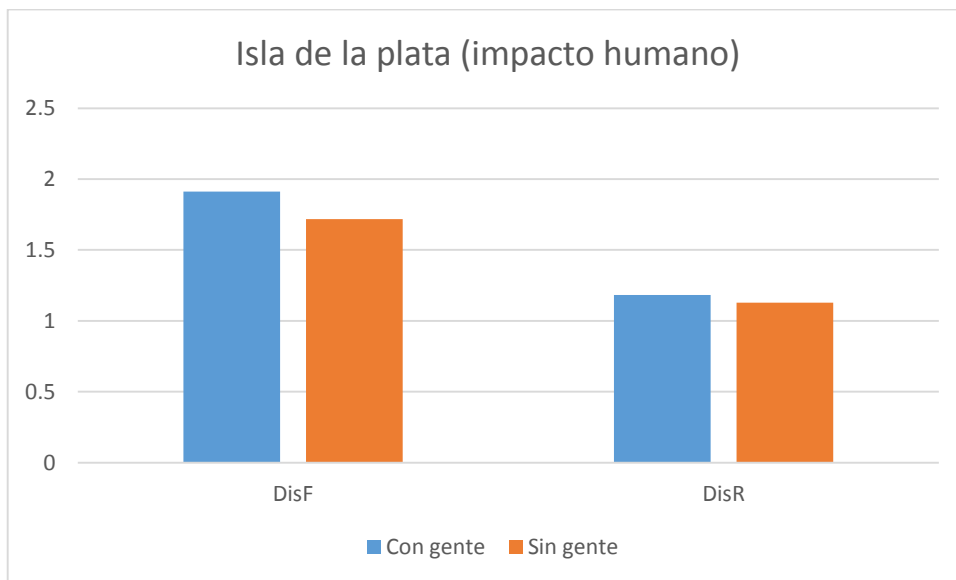


Figura 3: MANOVA de 1 vía de la comparación de las distancias de fuga y recorrida entre senderos con gente y sin gente únicamente para la Isla de la Plata (senderos sin gente N= 91, senderos con gente N= 113)

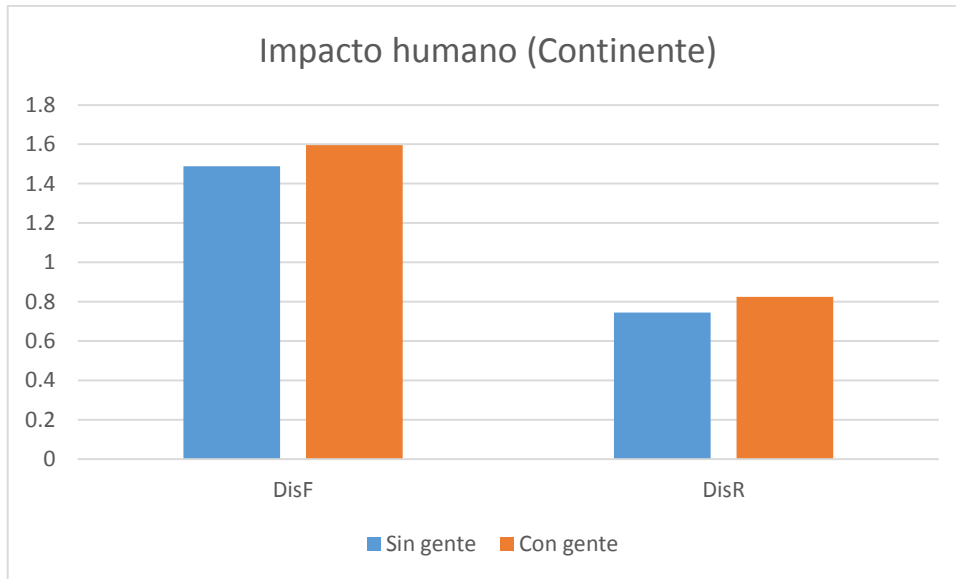


Figura 4: Comparación de las distancias de fuga y recorridas entre los senderos con gente y sin gente únicamente en los alrededores de Puerto López (senderos sin gente N=180, senderos con gente N= 26)

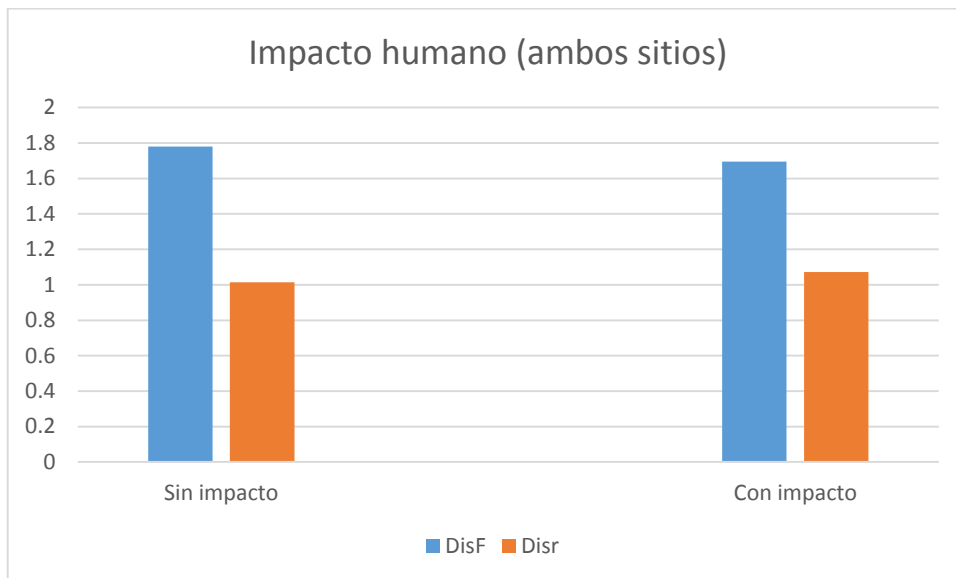


Figura 5: Comparación de las distancias de fuga y distancias recorridas entre los senderos sin impacto humano y sin impacto de los dos sitios de estudio (senderos sin gente N=271, senderos con gente N=139).

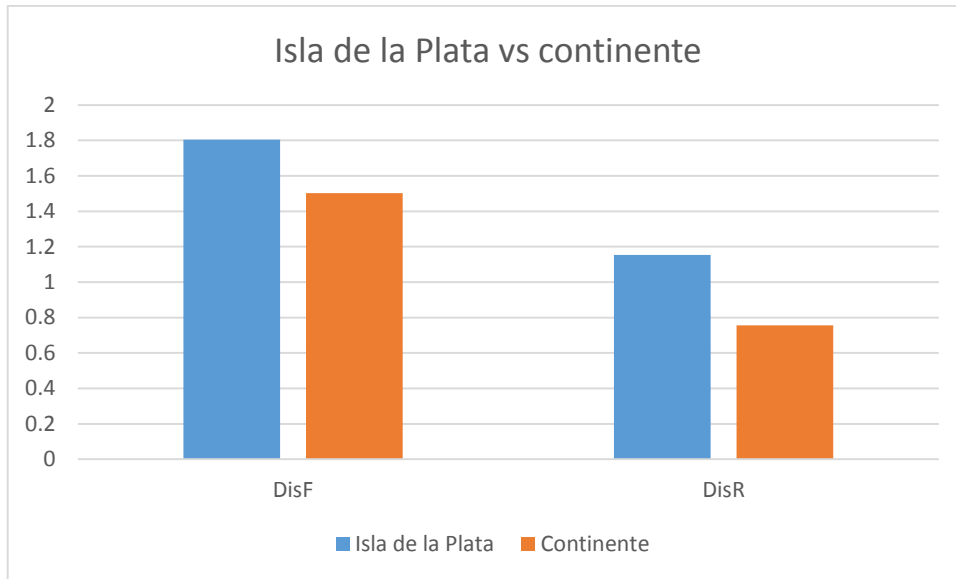


Figura 6: Comparación entre las medias de las distancias de fuga y distancias recorridas en la Isla de la Plata y en el continente. Se ve que hay una mayor distancia de fuga y de alerta en la Isla de la Plata.

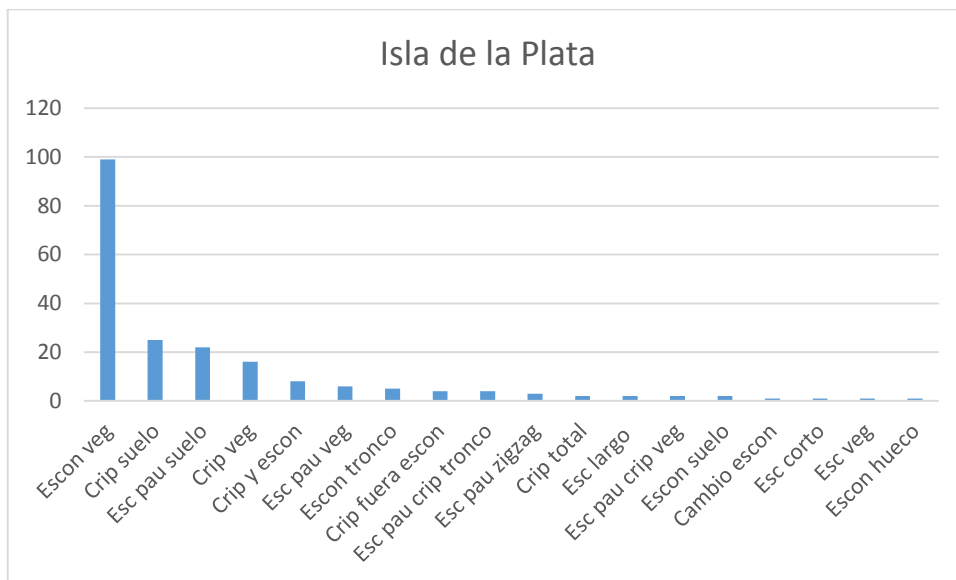


Figura 7. Frecuencias de las estrategias de fuga usadas por las lagartijas observadas en la Isla de la Plata. Se ve que el comportamiento predominante es el escondite en vegetación, seguido por crípsis en el suelo, luego escape pausado en el suelo y finalmente por crípsis en vegetación.

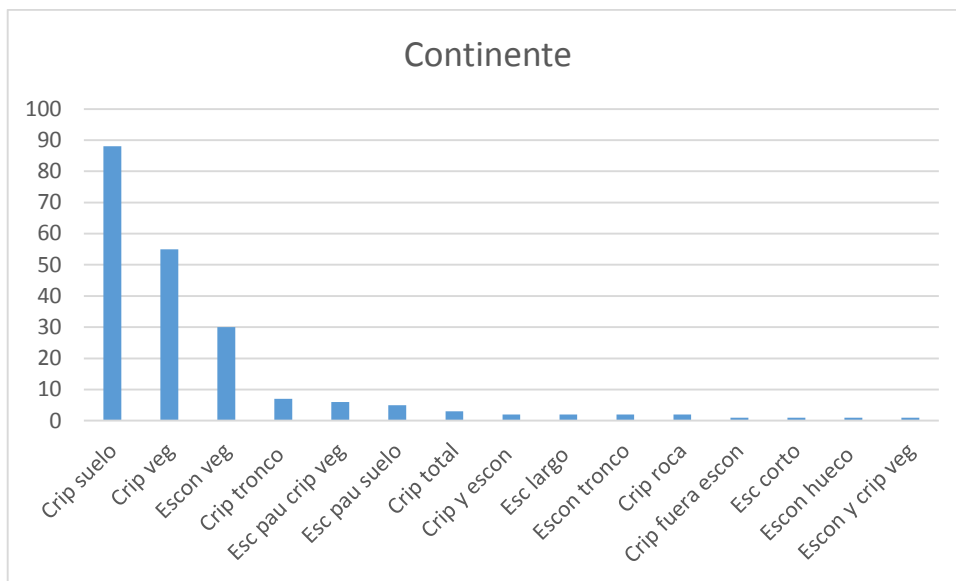


Figura 8. Frecuencias de las estrategias anti predatorias usadas por las lagartijas observadas en el continente. El comportamiento predominante es la cripsis en el suelo, después la cripsis en vegetación, luego el escondite en vegetación y luego cripsis en troncos.

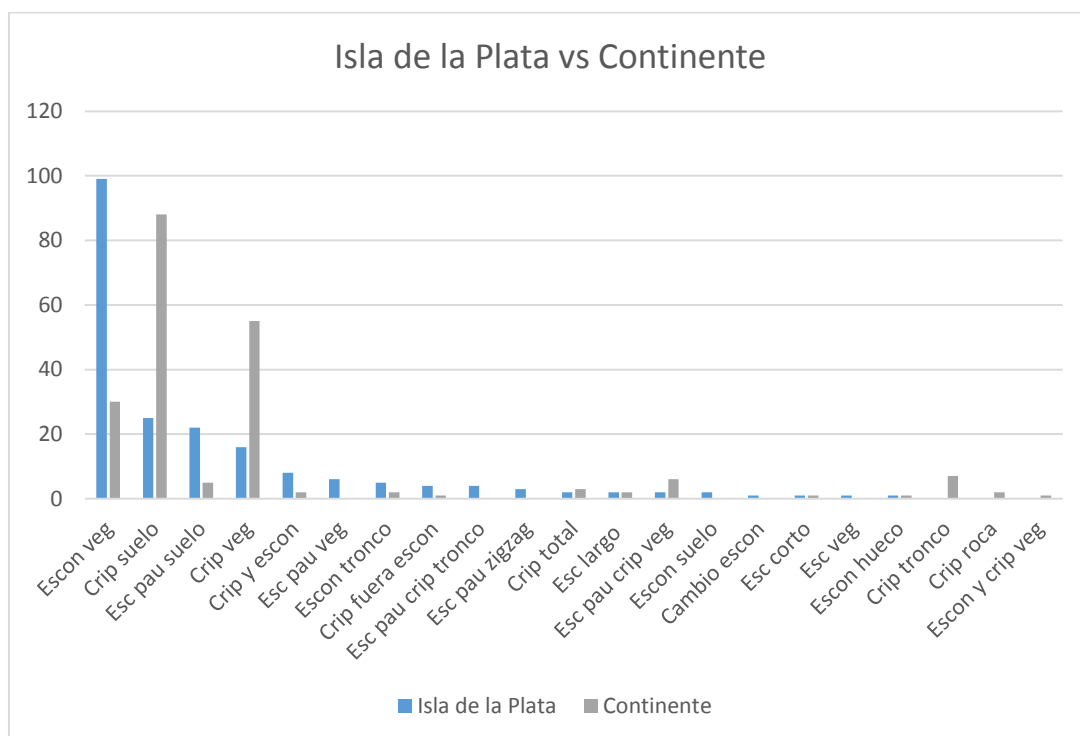


Figura 9: Comparación de las frecuencias de las estrategias de fuga realizadas por los individuos observados en las dos localidades frente a los investigador. Los cuatro comportamientos más usados son escondite en vegetación, cripsis en el suelo, escape pausado en el suelo y cripsis en vegetación. Hay ciertos comportamientos que se realizan en la Isla de la Plata pero no en el continente como cambio de escondite, escape pausado con cripsis en el tronco, escape pausado en vegetación, escape pausado en zigzag, escape en vegetación y escondite en el suelo. De igual forma hay comportamiento que ocurren en el continente pero no en la Isla de la Plata como son cripsis en tronco, cripsis roca y escondite con cripsis en vegetación.

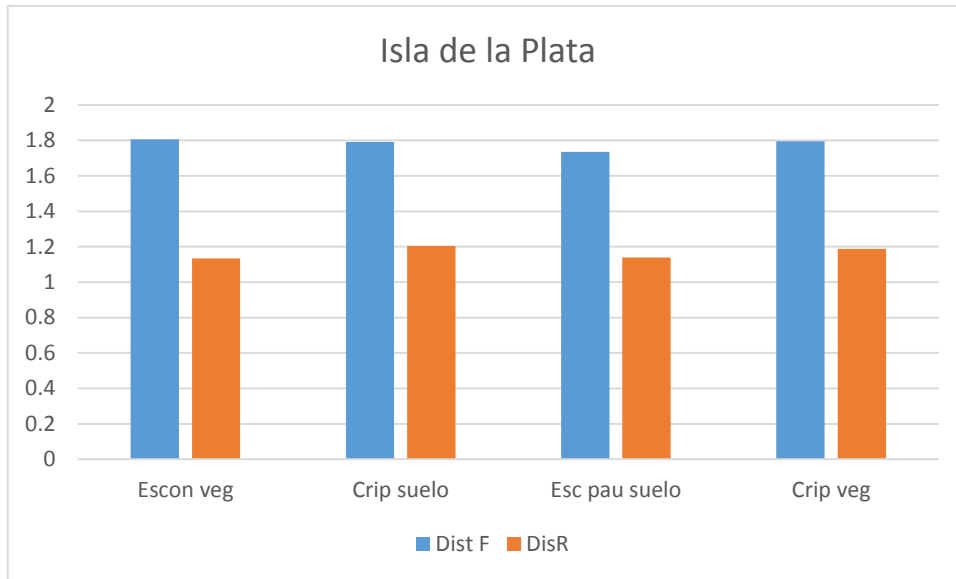


Figura 10: Se muestra las medias de las distancias de fuga y distancias recorridas de las cuatro estrategias de fuga más usadas en la Isla de la Plata, se ve que en general no hay diferencias.

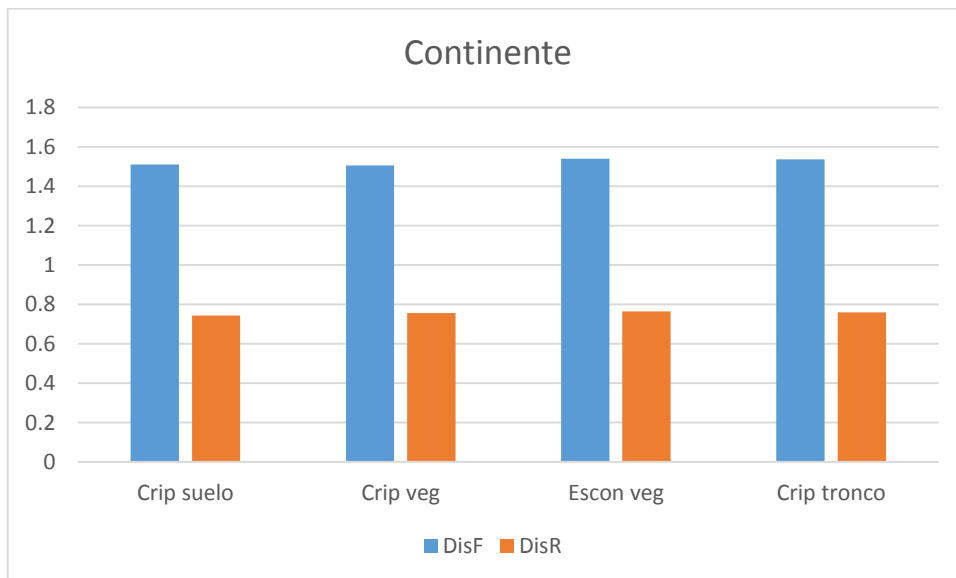


Figura 11: Se muestra las medias de las distancias de fuga y las distancias recorridas de las cuatro estrategias de fuga más usadas por las lagartijas del continente.

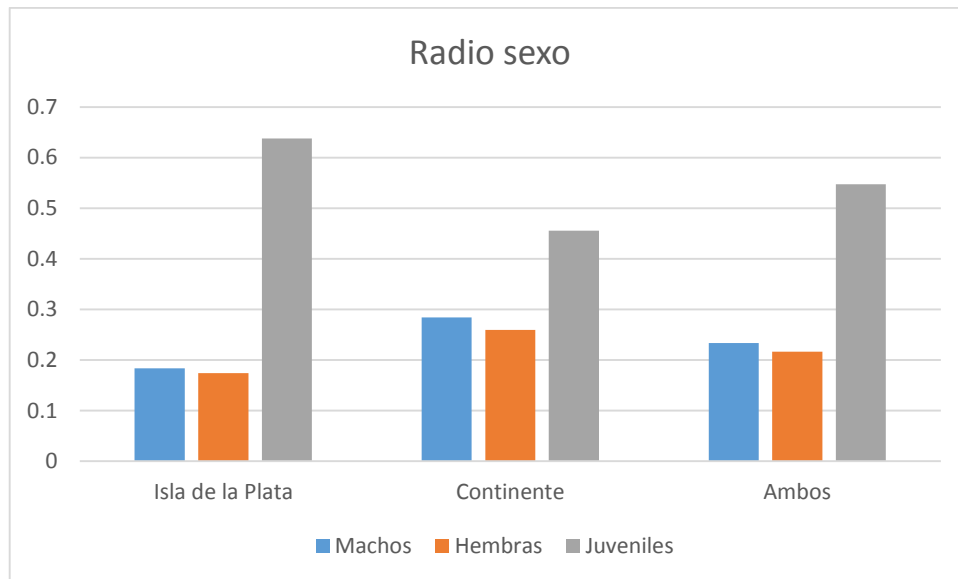


Figura 12: Se muestra el radio sexo de los machos, hembras y los juveniles de la Isla de la Plata, continente y entre ambos sitios. Se puede ver claramente que hay más juveniles en todos los casos mientras que en el caso de las hembras y los machos es equilibrado.

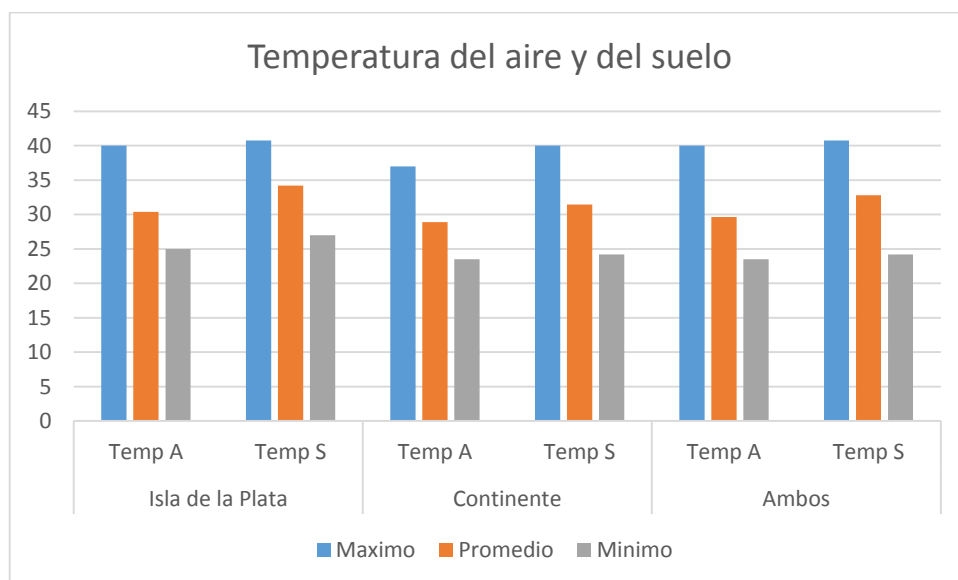


Figura 13: Temperatura máximas, promedio y mínimas del aire y del suelo en la Isla de la Plata, el continente y en ambos sitios en grados centígrados. Las temperaturas fueron tomadas entre Junio y Julio de 2014 y 2015. Estas temperaturas son los máximos, mínimos y promedios de todas las temperaturas tomadas en todos los senderos en cada sitio. Se ve que en general la temperatura del suelo es mayor que la del aire.

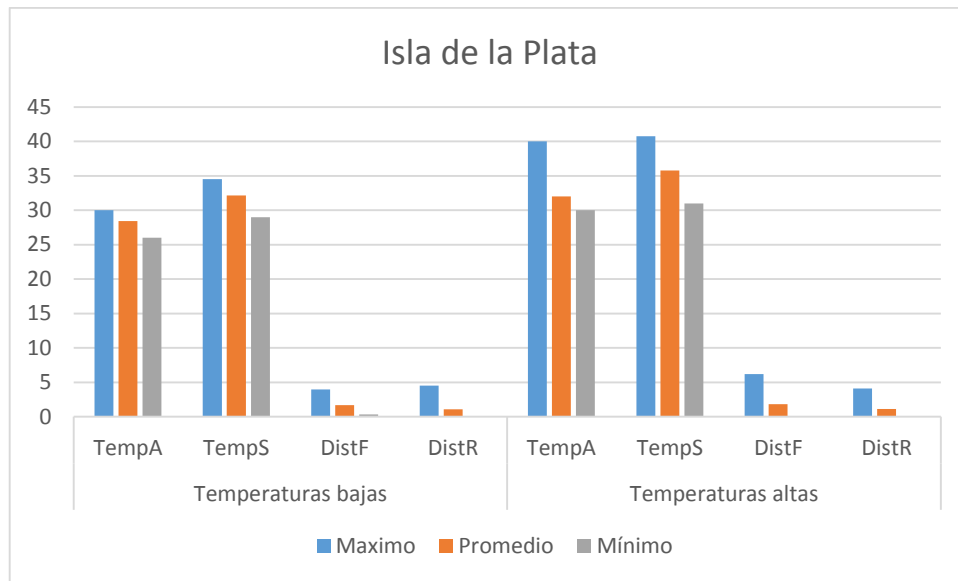


Figura 14: Comparación entre las temperaturas altas (30 grados centígrados hacia arriba) y temperaturas bajas (30 grados hacia abajo) en comparación con las distancias de fuga y recorridas. Donde se ve que a temperaturas bajas, las temperaturas de fuga y recorridas son menores que en temperaturas altas.

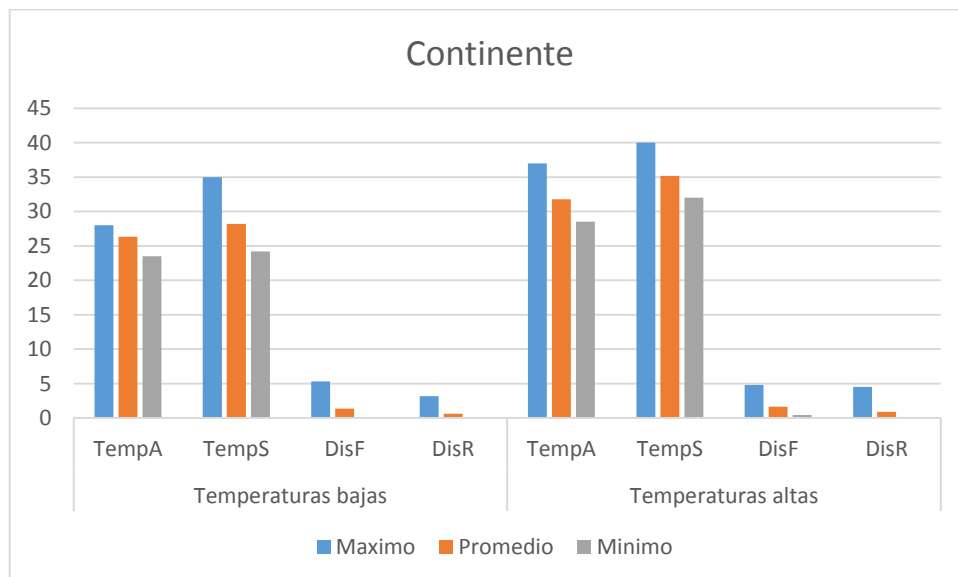


Figura 15: Comparación entre las temperaturas altas (28 grados centígrados hacia arriba) y temperaturas bajas (28 grados hacia abajo) en comparación con las distancias de fuga y recorridas. Donde se ve que a temperaturas bajas, las temperaturas de fuga y recorridas son menores que en temperaturas altas.

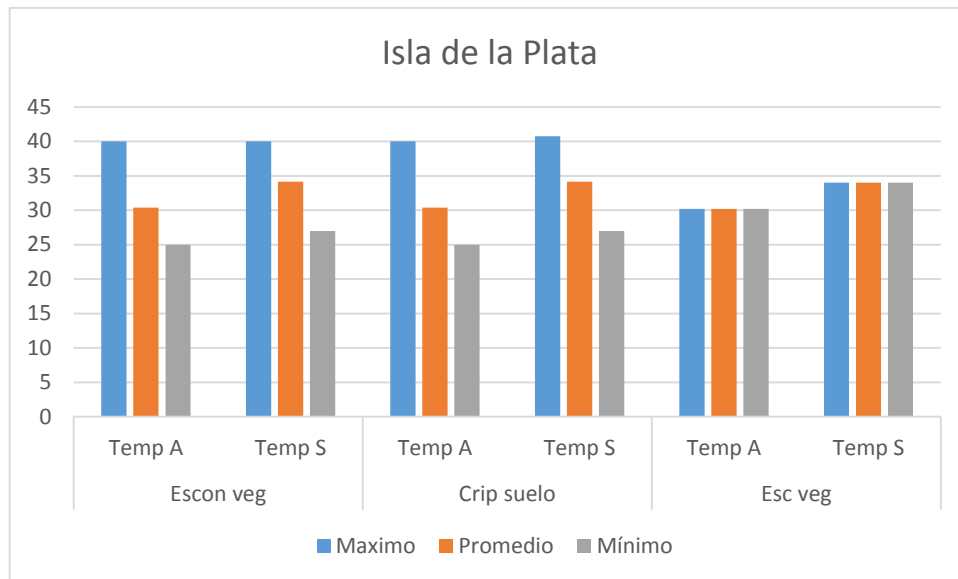


Figura 16: Comparación entre las temperatura del aire y del suelo frente a la estrategia de fuga usada por las lagartijas en la Isla de la Plata. En general, a mayor temperatura se ve que las lagartijas usan las estrategias más comunes indicadas en la figura 7. A menor temperatura usarán las estrategias menos comunes.

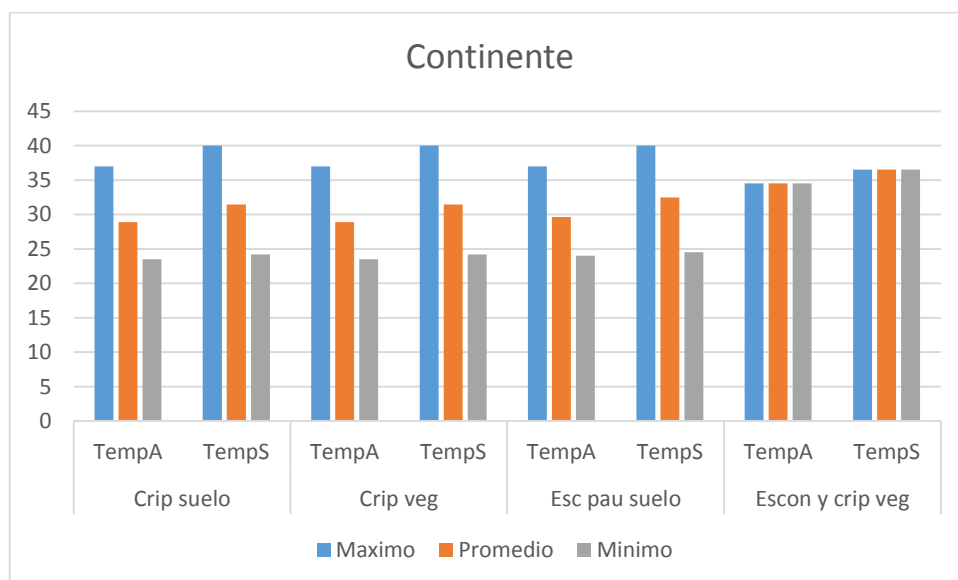


Figura 17: Comparación entre las temperatura del aire y del suelo frente a la estrategia de fuga usada por las lagartijas en la Isla de la Plata. En general, a menor temperatura se ve que las lagartijas usan las estrategias más comunes indicadas en la figura 8. A mayor temperatura usarán las estrategias menos comunes.

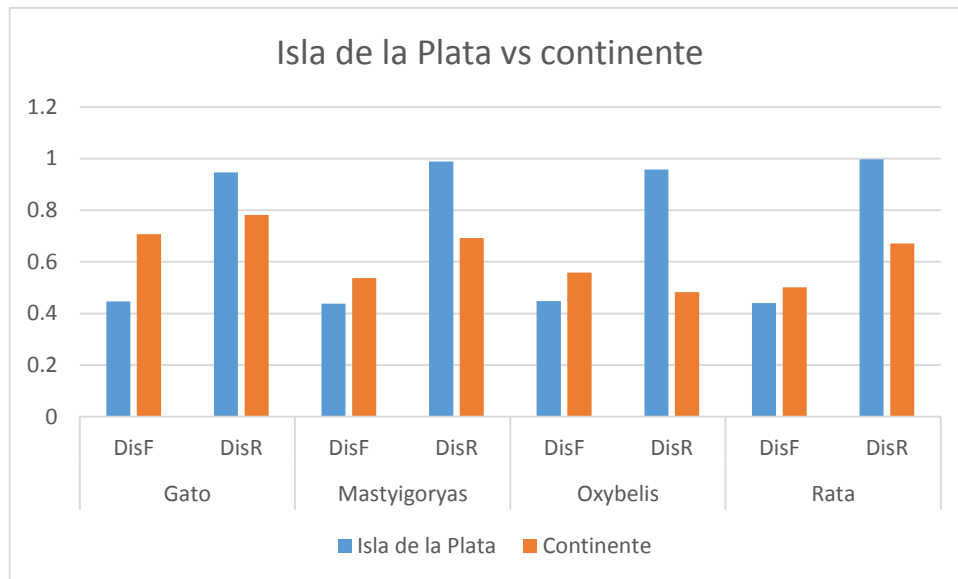


Figura 18: Comparación de las distancias de fuga y distancias recorridas entre la Isla de la Plata y el continente en cada una de las simulaciones de predadores naturales.

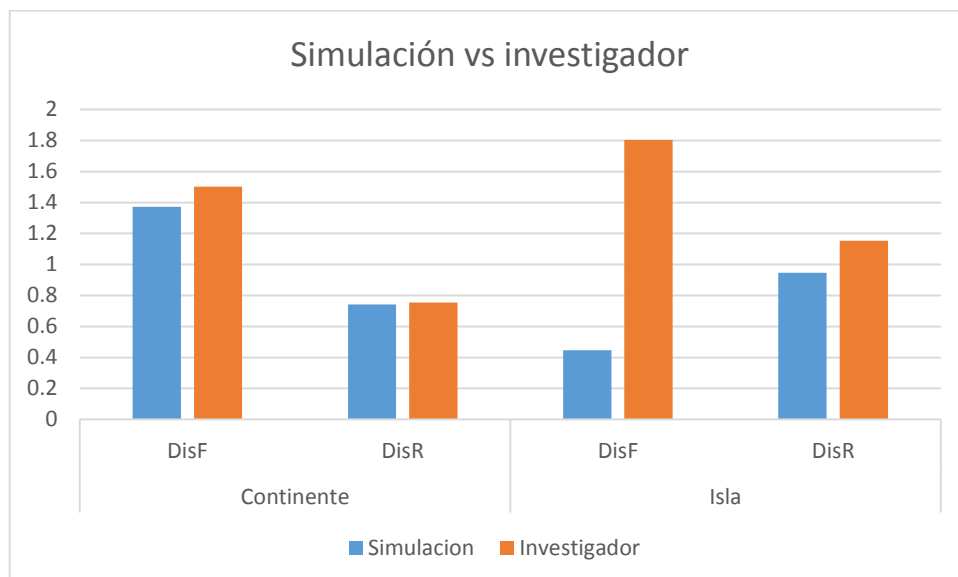


Figura 19: Comparación entre las distancias de fuga y de alerta medidas frente al investigador y frente a las simulaciones en la Isla de la Plata y el continente. Vemos que si existen diferencias entre el investigador y la simulación.



Figura 20: Comparación de las frecuencias de las estrategias usadas por las lagartijas de la Isla de la Plata entre el investigador (metodología estándar) y las simulaciones. Se ve que hay ciertos comportamientos que las lagartijas no usan frente a las simulaciones pero si frente al investigador como cripsis en el suelo, cripsis fuera de escondite, cripsis total, escondites en suelo, cambio escondite, cripsis en roca y escondite con cripsis en vegetación. También hay comportamiento que las lagartijas solo usan frente a las simulaciones como cripsis en tronco, cripsis en roca, escondite y cripsis en vegetación, escape pausado con cripsis en roca y enfrentamiento.

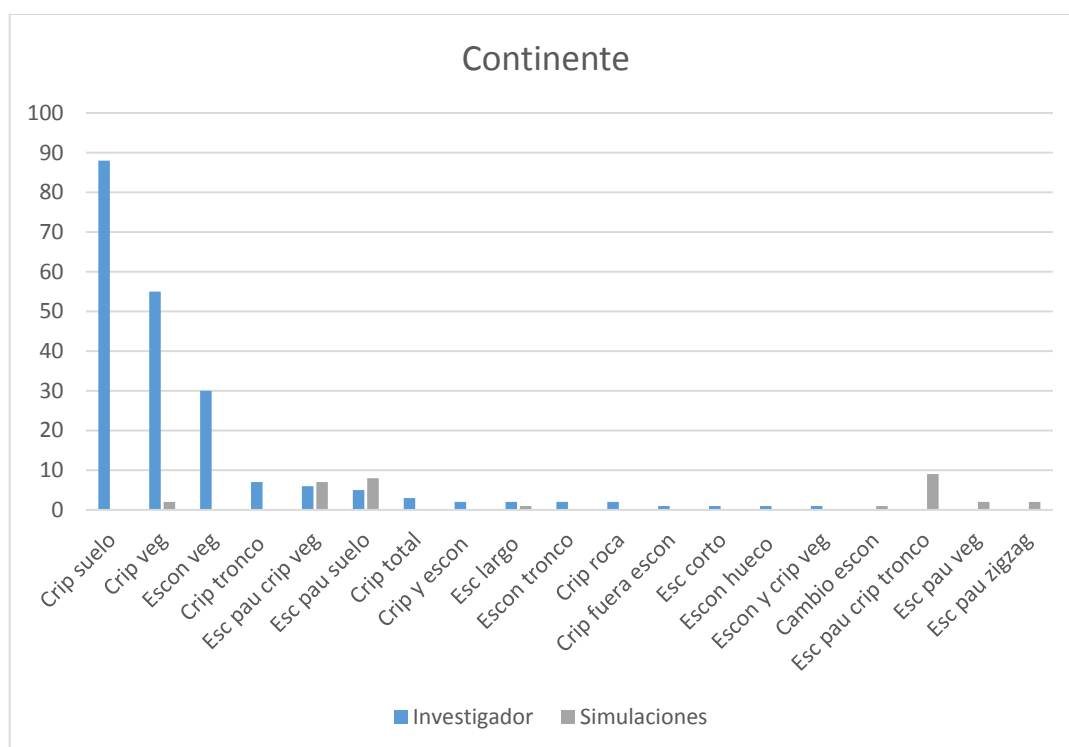


Figura 21: Se compara las frecuencias de las estrategias usadas por las lagartijas frente al investigador y frente a las simulaciones en el continente. Se ve claras diferencias comportamentales. Hay comportamiento que las lagartijas solo usan frente a las simulaciones como cambio de escondite, escape pausado con cripsis en troncos, escape pausado en vegetación y escape pausado en zigzag. También hay comportamientos que solo se realizaban frente a los investigadores como cripsis en suelo, escondite en vegetación, cripsis en tronco, cripsis total, cripsis con escondite, escondite en tronco, cripsis en roca, cripsis fuera de escondite, escape corto, escondite en hueco y escondite con cripsis en vegetación.

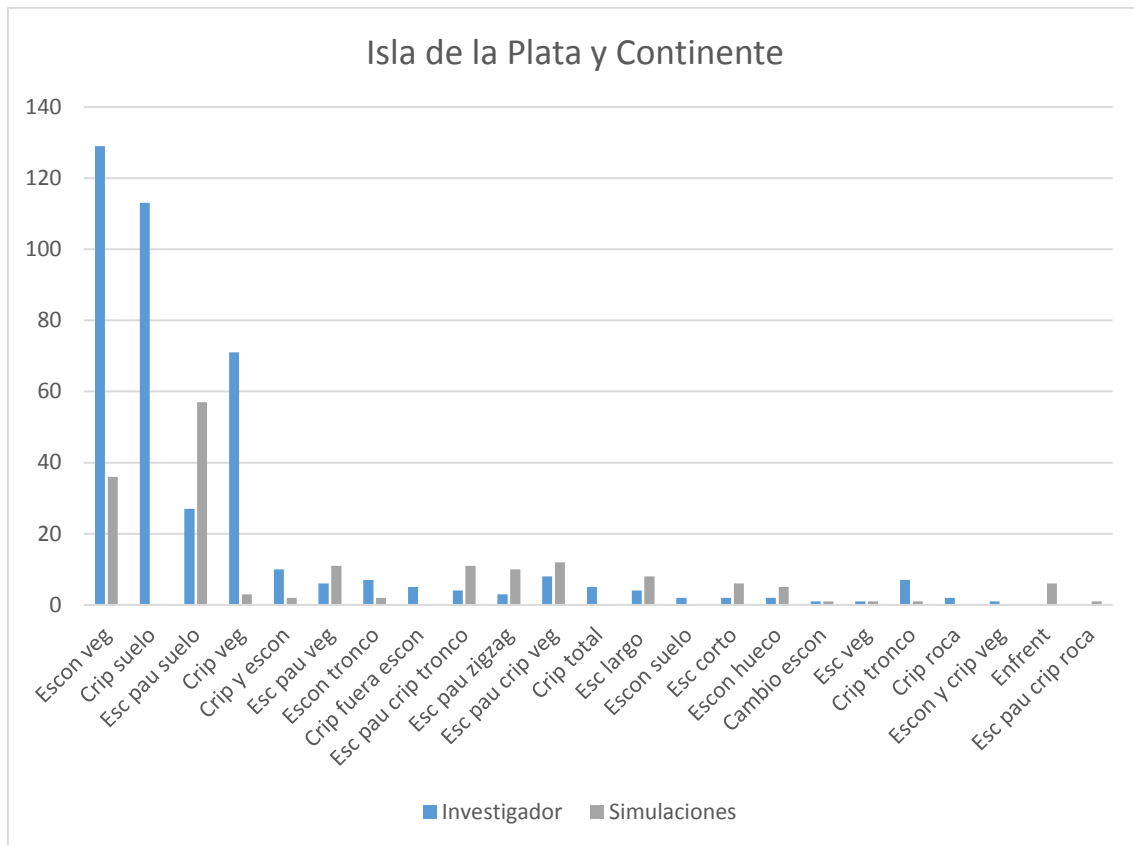


Figura 22. Se compara las frecuencias de las estrategias usadas por las lagartijas tanto en la Isla de la Plata como en el continente frente al investigador y a las simulaciones. Hay muchas diferencias comportamentales entre el investigador y las simulaciones. Estrategias solamente usadas frente a las simulaciones son enfrentamiento y escape pausado con cripsis en roca. Mientras que las estrategias solamente usadas frente a investigador son cripsis en el suelo, cripsis fuera de escondite, cripsis total, escondite en el suelo, cripsis en roca y escondite con cripsis en vegetación.

ANEXO 1: ETOGRAMA

1. **Escondite en vegetación (Escon veg):** Escape desde cualquier tipo de suelo, el escape terminaba al adentrarse en vegetación arbustiva u hojarasca.
2. **Escondite tronco (Escon tronco):** Los individuos escapaban hacia los troncos donde usaban huecos del tronco y cortezas como escondites o se ocultaban entre el piso y el tronco.
3. **Escondite en huecos (Escon hueco):** El escondite consistía en huecos relativamente grandes (5 centímetros de diámetro aproximadamente) formados en el suelo ya sea en arena o en roca formados por animales o en huecos en el piso donde hubo una planta.
4. **Escondite en suelo (Escon suelo):** Los escondites del suelo consisten en grietas pequeñas (1 centímetro de espesor) formadas por la erosión natural del piso.
5. **Cambio de escondite (Cambio escon):** El individuo se encontraba en un escondite formado por tronco, vegetación o suelo y se cambió a otro al momento de escapar del investigador o de los animales falsos.
6. **Cripsis en vegetación (Crip veg):** Los individuos no se movían del piso cubierto de hojarasca, dentro de la vegetación arbustiva, troncos o ramas gruesas, y solo se movían cuando el investigador o el animal falso se encontraban a menos de 50 centímetros aproximadamente.
7. **Cambio de rama (Cambio rama):** Individuos que se encontraban en una rama camuflados escapan cambiándose de rama, moviéndose hacia arriba o hacia abajo en la planta sin abandonar la planta.
8. **Cripsis total (Crip total):** Los individuos no se alejaban del investigador o los animales falsos hasta que estaban tan cerca como para tocarlos.
9. **Cripsis suelo (Crip suelo):** Los individuos se encontraban en el piso cubierto principalmente por arena. Los individuos se movían cuando el investigador o los animales falsos se encontraban muy cerca.
10. **Cripsis tronco (Crip tronco):** Los individuos se encontraban posados en troncos caídos o en ramas gruesas a nivel del piso. Cuando el investigador o los animales falsos estaban a menos de 50 centímetros aproximadamente, los individuos saltaban del tronco al piso o a la vegetación.

11. **Cripsis roca (Crip roca):** Los individuos se encontraban posados en rocas sin importar su tamaño y no se movieron hasta que el investigador o animales falsos se encontraban muy cerca (50 centímetros).
12. **Cripsis y escondite (Crip y escond):** Los individuos se encontraban posados en el piso, roca, vegetación o troncos y cuando el investigador o los animales falsos se encontraba a menos de 50 centímetros el individuo escapaba y entraba en cualquier escondite cercano formado por vegetación, roca, tronco o suelo.
13. **Cripsis fuera de escondite (Crip fuera escond):** Los individuos escapaban (parecido a fuga total) y paraban justo afuera de cualquier escondite formado por huecos, vegetación, troncos o suelo.
14. **Escape en vegetación (Esc veg):** Los individuos corrían por el piso a través de los arbustos o de la hojarasca.
15. **Escape pausado (Esc pau suelo):** Los individuos se alejaban del investigador o los animales falsos en línea recta corriendo distancias cortas menores de 1 metro aproximadamente. Solamente en planicies sin plantas ni escondites.
16. **Escape pausado en vegetación (Esc pau veg):** Los individuos se alejaban de los animales falsos o de los investigadores en línea recta recorriendo distancia menores a 1 metros aproximadamente sobre hojarasca o bajo vegetación arbustiva.
17. **Escape pausado y crip en tronco (Esc pau crip tronco):** Los individuos se alejaban de los animales falsos o de los investigadores en línea recta recorriendo distancia menores a 1 metro aproximadamente y posarse en un tronco.
18. **Escape pausado y cripsis en vegetación (Esc pau crip veg):** Los individuos realizaban escapes pausados en línea recta recorriendo distancias menores a 1 metro aproximadamente y terminaban sobre hojarasca o ramas caídas donde finalmente se camuflaban.
19. **Escape pausado y cripsis en roca (Esc pau crip roca):** Los individuos realizaban escapes pausados en línea recta recorriendo distancias menores a 1 metro aproximadamente y terminaban sobre rocas donde finalmente se camuflaban.
20. **Escape pausado en zigzag (Esc pau zig zag):** Los individuos se alejaban recorriendo pequeñas distancias menores a 1 metro aproximadamente repetidamente en forma de zigzag.

21. **Escape corto (Esc corto):** Los individuos se alejaban del investigador o de los animales falsos corriendo una distancia corta de hasta 1 metros solamente una vez, alejándose del investigador y los animales falsos. Solamente en planicies sin plantas ni escondites.
22. **Escape largo (Esc largo)** Los individuos corrían distancias largas (mayores a 2 metros aproximadamente sin usar ningún escondite y se alejaban del investigador y los animales falsos. Este escape terminaba en la planicie.
23. **Enfrentamiento (Enfrent):** Los individuos mostraban un carácter agresivo frente a los animales falsos, atacándolos directamente o acercándose agresivamente y escapando.