

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de ciencias Biológicas y Ambientales

**Perfil de comportamiento y territorialismo de la Lagartija de Lava de San
Cristóbal (*Microlophus bivittatus*) durante la época no reproductiva**

Cristina Patricia Vintimilla Palacios

Carlos A. Valle, Ph.D.

Director de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención de título de Licenciatura

En Ecología Aplicada

Quito

Febrero de 2013

Universidad San Francisco de Quito
Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

**Perfil de comportamiento y Territorialismo de la Lagartija de Lava de San
Cristóbal (*Microlophus bivittatus*), durante la época no reproductiva**

Cristina Patricia Vintimilla Palacios

Carlos Valle, Ph.D.
Director de tesis y
Miembro del comité de tesis

Stella de la Torre, Ph.D.
Miembro del Comité de Tesis y
Decana del Colegio de Ciencias
Biológicas y Ambientales

Judith Denkinger, Dr.rer.nat
Miembro del comité de tesis

Quito, Febrero de 2013

© 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: Cristina Vintimilla

C. I.: 1717313488

Fecha: 19 de Enero de 2013

Agradecimientos

La presente investigación fue llevada a cabo como parte del Proyecto de investigación "*Territorialidad y dimorfismo sexual en las lagartijas de lava de Galápagos (Microlophus spp)*" y bajo la autorización otorgada por la Dirección del Parque Nacional Galápagos (No. PC-14-12) a Carlos A. Valle. Mi reconocido agradecimiento a la Dirección del Parque Nacional Galápagos como institución rectora de la investigación científica en Galápagos y en las personas del M. Sc. Edwin Naula- Director del Parque Nacional Galápagos (PNG), M. Sc. Washington Tapia- Oficial de Investigación del PNG, Biólogo Galo Quezada- Técnico del PNG a la Oficina Técnica del PNG en San Cristóbal por todo el apoyo brindado.

Agradezco al Galápagos Academic Institute for the Arts and Sciences (GAIAS) de la Universidad San Francisco (USFQ) en Galápagos, al Galápagos Science Center y a la Universidad San Francisco de Quito por el apoyo brindado en múltiples aspectos de este proyecto. El trabajo de campo del proyecto iniciado hace dos años recibió el financiamiento de la USFQ mediante un Chancellor Grant otorgado a Carlos Valle y parte de la investigación que constituye la presente tesis fue financiada mediante una Beca GSC/GAIAS Chatham la Beca GSC/GAIAS-Chatham para Jóvenes Investigadores otorgada a Cristina Vintimilla.

Agradezco a mi director de tesis Carlos Valle, por su esfuerzo y dedicación y por coordinar todos los aspectos de la investigación y a Stella de la Torre por sus valiosas sugerencias. Agradezco a Keegan Macbride por su participación activa durante toda la fase de campo y a todos los estudiantes del curso de Evolutionary Ecology de GAIAS 2012. Por otro lado agradezco a Andrea Alvarado, Denisse Dalgo, Paola Carrión, José Pontón y otros compañeros que me brindaron ayuda durante en el análisis y estructura de este informe.

Por último quisiera agradecer a mis padres y familia por el apoyo incondicional, por sus ánimos y por sobre todas las cosas por ser mi soporte e inspiración diaria para salir adelante.

Resumen

El presente estudio de la lagartija de lava de isla San Cristóbal (*Microlophus bivittatus*), Galápagos, tuvo como objetivo establecer su patrón de comportamiento y estimar cuál es su área de vida durante la época no reproductiva. De este modo, se analizó si el comportamiento tanto para actividades de locomoción y actividades de exhibición varía con respecto a variables tales como localidades, sexos, entre sexos o por condiciones climáticas. De modo similar, mediante variables tales como tamaño del individuo y solapamiento de territorios se puede determinar cuál es el área de vida de las lagartijas. Se utilizaron observaciones directas durante los meses de Agosto, Septiembre y Octubre del 2012, cuando se midió patrones actividad (locomoción - exhibición) y desplazamiento. En cuanto a comportamiento se encontró que para las variables sexo, entre sexos y clima no hay diferencias significativas en el tiempo invertido para actividades de locomoción y actividades de exhibición. Para territorialismo los resultados nos demostraron que no existe una relación significativa entre el tamaño de la lagartija y su área de vida, mientras que para solapamiento en relación al área de vida si existe una relación directa. La respuesta a estas diferencias se atribuye a la época no reproductiva cuando las lagartijas de lava reducen su actividad metabólica y por ende todas sus actividades tanto de locomoción y exhibición no se dan con la misma frecuencia que en época reproductiva. Este estudio resalta el valor de investigar la historia natural ya que al ser las lagartijas de lava una especie endémica, están más expuestas a peligro de extinción, por lo que espera se realicen más investigaciones de esta índole a nivel local, nacional e internacional y de este modo crear decisiones oportunas de conservación.

Abstract

This study of the San Cristobal Lava Lizard (*Microlophus bivittatus*) aimed to establish the lizards behavioral patterns and estimate their home range and daily displacement during the non-breeding season. Thus, we analyze whether the locomotion and display activities of the lava lizards change regarding to variables such as locations, sex, between gender and weather conditions. Similarly, with variables such as size of the individual and overlapping territories lava lizards' home ranges are determined. Direct observations were used during August, September and October 2012 and activity patterns (locomotion and display) and displacement were measured. Regarding activity patterns, no significant difference were found between genders or within genders. No significant differences were found between climate categories. Territorialism analyses showed that there is no significant relationship between the size of the lizard and its living area; while for overlap vs. living area there is a direct relationship. The cause of these differences is attributed to the non-breeding season where lava lizards reduce their metabolic activity and therefore their activities of locomotion and display not occur with the same frequency as during the reproductive season. This study highlights the value of investigating the natural history because as lava lizards are an endemic species, they are vulnerable to extinction. We expect more scientific investigations of this kind at local, national and international level that encourage and influence on decision making about conservation.

Tabla de contenido

Introducción	1
Metodología	6
Área de estudio.....	6
Investigación de campo.....	8
Identificación del comportamiento.....	8
Identificación del territorio.....	9
Análisis de datos.....	9
Resultados	14
Perfil de comportamiento entre machos y hembras.....	14
Diferenciación de porcentaje de tiempo invertido en locomoción y actividades de exhibición entre localidades.....	15
Diferenciación de porcentaje de tiempo invertido en locomoción y actividades de exhibición entre sexos.....	15
Diferenciación de porcentaje de tiempo invertido en locomoción y actividades de exhibición dentro de cada sexo – Hembras.....	16
Diferenciación de porcentaje de tiempo invertido en locomoción y actividades de exhibición dentro de cada sexo – Machos.....	16
Diferenciación de porcentaje de tiempo invertido por categorías climáticas.....	17
Territorialismo.....	17
Discusión	19
Referencias	27
Tablas	30
Figuras	35

Lista de tablas

Tabla 1. Medidas morfométricas de las lagartijas de lava (<i>M. bivittatus</i>) capturados durante el presente estudio en dos localidades (PNG y GAIAS) alrededor de Puerto B. Moreno, Isla San Cristóbal Galápagos.....	30
Tabla 2. Promedios del porcentaje de tiempo que invierten las lagartijas de lava (<i>M. bivittatus</i>) hembras y machos en actividades de locomoción y actividades de exhibición durante sus observaciones en la época no reproductiva para los meses de Agosto, Septiembre y Octubre, en la Isla San Cristóbal, Galápagos.....	31
Tabla 3. Resumen del porcentaje de tiempo invertido por cada hembra de la especie (<i>M. bivittatus</i>) en las actividades de locomoción y actividades de exhibición durante la época no reproductiva para los meses de Agosto, Septiembre y Octubre, en la Isla San Cristóbal, Galápagos.....	32
Tabla 4. Resumen del porcentaje de tiempo invertido para cada macho de la especie (<i>M. bivittatus</i>) en las actividades de locomoción y actividades de exhibición durante la época no reproductiva para los meses de Agosto, Septiembre y Octubre, en la Isla San Cristóbal, Galápagos.....	33
Tabla 5. Resumen del tamaño corporal entre machos y hembras de la lagartija de lava (<i>M. bivittatus</i>) respecto a su tamaño rostro- cloaca (SVL).....	34

Lista de Figuras

- Figura 1.** Mapa de las Localidades de estudio PNG ($0^{\circ} 53' 39.61''$ S, $89^{\circ} 36' 31.80''$ W) y GAIAS ($0^{\circ} 53' 42.59''$ S, $89^{\circ} 36' 31.23''$ W) alrededor de Puerto B. Moren, Isla San Cristóbal, Galápagos.....35
- Figura 2.** Diferencias entre las lagartijas de lava (*M. bivittatus*) machos y hembras en cuanto al porcentaje de tiempo invertido para actividades predominantes de locomoción. (SS: parado estático, SF: acostado, WK: caminar y RN: correr).....36
- Figura 3.** Diferencias entre las lagartijas de lava (*M. bivittatus*) machos y hembras en cuanto al porcentaje de tiempo invertido en actividades predominantes de exhibición. (BN: inclinación de la cabeza, HB: movimientos de la cabeza de arriba hacia abajo).....37
- Figura 4.** Porcentajes de tiempo invertido por las lagartijas de lava hembras (*M. bivittatus*) en actividades de exhibición durante la época no reproductiva.....38
- Figura 5.** Porcentajes de tiempo invertido por las lagartijas de lava machos (*M. bivittatus*) en actividades de locomoción durante la época no reproductiva.....39
- Figura 6.** Porcentajes de tiempo invertido por las lagartijas de lava machos (*M. bivittatus*) en actividades de exhibición durante la época no reproductiva.....40
- Figura 7.** Porcentajes de tiempo invertido por las lagartijas de lava (*M. bivittatus*) hembras y machos en actividades de exhibición para categorías climáticas durante la época no reproductiva.....41
- Figura 8.** Regresión lineal entre el área de vida (Home range) y el tamaño del individuo (SVL) para las lagartijas de lava machos (*M. bivittatus*) durante la época no reproductiva.....42
- Figura 9.** Regresión lineal entre el área de solapamiento y el tamaño del individuo (SVL) para las lagartijas de lava machos (*M. bivittatus*) durante la época no reproductiva.....43
- Figura 10.** Regresión lineal entre el recorrido/desplazamiento y el tamaño del individuo (SVL) para las lagartijas de lava machos (*M. bivittatus*) durante la época no reproductiva.....44

- Figura 11.** Regresión lineal entre el número de lagartijas de lava machos (*M. bivittatus*) con territorios solapados y el tamaño del individuo (SVL), durante época no reproductiva.....45
- Figura 12.** Regresión lineal entre el área de vida (Home range) y el área de solapamiento para lagartijas de lava machos (*M. bivittatus*), durante época no reproductiva..... 46
- Figura 13.** Regresión lineal entre el área de vida (Home range) y el número de lagartijas de lava machos (*M. bivittatus*) cuyos territorios solapan otros territorios, durante época no reproductiva.....47
- Figura 14.** Regresión lineal entre el área de vida (Home range) y el promedio de la distancia recorrida diariamente por las lagartijas de lava machos (*M. bivittatus*), durante la época no reproductiva.....48
- Figura 15.** Esquema para la localidad PNG en las Isla San Cristóbal, Galápagos, con las respectivas áreas de áreas de vida y áreas de solapamiento entre lagartijas de lava machos (*M. bivittatus*), durante la época no reproductiva.....49
- Figura 16.** Esquema para la localidad GAIAS en las Isla San Cristóbal, Galápagos, con las respectivas para áreas de vida y áreas de solapamiento entre lagartijas de lava hembras y machos (*M. bivittatus*), durante la época no reproductiva.....50

INTRODUCCIÓN

Las poblaciones de especies insulares tienden a diferir de sus contrapartes del continente en muchos aspectos ecológicos incluyendo su comportamiento, tamaño corporal, y morfología (Dutra et al. 2011). Por otro lado, la estructura física de los hábitats puede tener una profunda influencia en las presiones selectivas experimentada por las poblaciones de animales (Jordan et al. 2008). Razón por lo cual es necesario poner más énfasis en estudios de especies insulares. La lagartija de lava de San Cristóbal (*Microlophus bivittatus*) es una de las especies de lagartija menos estudiadas en Galápagos, por lo que se conoce poco a casi nada sobre su historia natural y especialmente sus patrones de comportamiento y área territorial. Al conocer el comportamiento territorial de esta especie se puede establecer mecanismos de monitoreo de la población y delimitar áreas susceptibles a la población antropogénica.

Las lagartijas de la familia Tropiduridae, a la cual pertenecen las lagartijas de lava de Galápagos (*Microlophus* spp.) se distribuyen a lo largo de América del Sur, el Caribe y las Islas Galápagos. Las lagartijas de Galápagos se caracterizan por tener una baja tasa de diversidad y menor habilidad de dispersión o especialización de nichos (Stone et al. 2003). Dentro del archipiélago han sido descritas siete especies, sin embargo en la actualidad gracias a estudios moleculares se cree que son nueve especies (Benavidez et al. 2007). Cada una de ellas habita en una isla específica (Carpenter 1996, Kizirian 2004, Stone et al. 2003). En Galápagos las especies varían en la amplitud de su distribución con la mayoría de las especies confinadas a una sola isla incluyendo a: *Microlophus delanonis* (Española); *Microlophus grayii* (Floreana); *Microlophus bivittatus* (San Cristóbal); *Microlophus habelii* (Marchena); *Microlophus pacificus* (Pinta) y *Microlophus duncanensis* (Pinzón). Por otro lado, *Microlophus albemarlensis* es la única especie

cuya distribución incluye varias islas incluyendo Isabela, Santa Cruz, Seymour, Santiago, Fernandina, Santa Fe y Rábida (Carpenter 1996).

La historia natural de *M. bivittatus* como de cualquier otra especie juega un papel importante en su ecología; mediante ésta se puede explicar patrones de evolución en términos de esfuerzo reproductivo, crecimiento y supervivencia (Jordan y Snell 2002). El patrón de actividad diaria de los organismos en un ecosistema es una estrategia que ha moldeado la estructura de las comunidades a través de la evolución y la variabilidad de la actividad temporal, diaria y estacional con el uso diferencial del microhábitat, representan los mecanismos termorregulatorios más importantes en ectodermos como las lagartijas de lava (Velásquez y Gonzales 2010).

En la mayoría de grupos de animales se puede observar dimorfismo sexual, es decir diferencias morfológicas que permiten diferenciar a machos de hembras, siendo la diferencia más marcada el tamaño corporal (Carpenter 1996, Jenssen et al. 1995b, Stebbins et al. 1966, Stone et al. 2003, Vidal 2002). En el caso de las lagartijas de lava encontramos que el dimorfismo sexual está dado principalmente por un mayor tamaño en los machos, éstos son más grandes y robustos que las hembras y por lo general doblan su peso corporal. Además, los machos se caracterizan por una cresta dorsal que va desde la cabeza hasta su cola (Stebbins et al. 1966). En el caso de las hembras se caracterizan por tener su cabeza, garganta y vientre de un color rojizo/ naranja (Carpenter 1996, Stebbins et al. 1966). Las tonalidades e intensidad del color difieren en cada individuo dependiendo de la especie y de la época (reproductiva o no reproductiva) (Carpenter 1996, Stebbins et al. 1966). Estas características morfológicas le atribuyen al individuo un grado jerárquico el cual influye directamente en el comportamiento entre sexos. (Garland 1990).

El hábitat de las lagartijas ha sido poco perturbado, por lo general habitan en áreas abiertas formadas por estructuras rocosas creadas por explosiones volcánicas. Las grutas de las rocas y la tierra arenosa les sirve como refugio (Stebbins et al. 1966) contra depredadores naturales e introducidos (Stone et al. 2003) y para protegerse del sol (Stebbins et al. 1966). La vegetación es típica de zonas áridas en donde se encuentran especies como *Cryptocarpus pyriformis*, *Opuntia echios*, *Jasminocereus*, *Hipponane mancinella*, *Croton scouleri* y *Alternanthera filifolia*. Este tipo de hábitat provee a las lagartijas de alimento tanto vegetal (hojas y flores) como animal (insectos y otros artrópodos). Usan el agua de la precipitación de las hojas como fuente de hidratación (Stebbins et al. 1966). Su dieta se basa principalmente en insectos, pero también se ha encontrado que se alimentan de otros artrópodos y objetos inanimados como plantas (Stebbins et al. 1966). Algunos aspectos de la historia natural como el comportamiento se pueden comprender en base a la obtención de sus presas en el ambiente (Rocha et al. 2007).

El uso característico del espacio viene condicionado por las adaptaciones de las especies. Así el tipo de organización social de las mismas debe estar relacionado con la superficie utilizada por los animales (González et al. 2004). Es importante determinar cuál es el área de vida de cualquier especie, ya que dentro de esta área el animal lleva a cabo su ciclo de vida (Stone et al. 2003) y realiza todos sus movimientos ya sea para alimentarse, para reproducirse (Rose 1982) o como refugio (González et al. 2004). En lagartijas se ha indicado que el área de vida y el territorio pueden variar en extensión como respuesta a cambios estacionales, climáticos o variaciones de la productividad del hábitat, distribución y densidad de los individuos (González et al. 2004). El uso del espacio de los vertebrados terrestres está relacionado con el peso corporal de la misma manera que con las tasas metabólicas (Turner et al. 1969).

En las lagartijas de lava se ha visto que los machos exhiben dos tipos de despliegue: el primero conocido como exhibiciones de desafío (challenge display) y el segundo como exhibiciones de defensa (assertion displays). Las exhibiciones de desafío son comportamientos de agresión y prevención dirigidos hacia otro macho receptor (Carpenter 1996). Durante este comportamiento de exhibición se ha visto que la postura más frecuente del macho es parado completamente sobre sus patas delanteras y traseras sin que su tronco y cola tengan contacto con la superficie; la espalda se encuentra arqueada y su parte ventral contraída (Carpenter 1996). Una de las exhibiciones de desafío más frecuentes son las flexiones de pecho (push up) donde su cresta dorsal se encuentra completamente erguida (Carpenter 1996, Stebbins et al. 1967). Por otro lado, las exhibiciones de defensa son comportamientos menos intensos y agresivos y el receptor no es necesariamente otra lagartija. Durante estas exhibiciones las lagartijas mantienen una postura en la que su espalda no se encuentra arqueada, el vientre no está contraído y su cresta dorsal puede o no estar erecta. En este caso la lagartija asume una posición de alerta parada en sus patas delanteras, mientras que el resto del cuerpo se encuentra pegado al sustrato. Este comportamiento se ve generalmente cuando la lagartija se mueve de un lugar a otro y se da en secuencias cortas en comparación a los despliegues de desafío (Carpenter 1996).

Las hembras al igual que los machos presentan dos tipos de despliegues agresivos, el primero es muy similar a los despliegues de desafío, los cuales están dirigidos hacia otra hembra, mientras que, los otros despliegues aparecen en respuesta a un macho. Es muy raro observar comportamientos agresivos hacia individuos del sexo opuesto, excepto cuando una hembra rechaza a un macho (Carpenter 1996). La interacción existente entre machos y hembras está relacionada en términos de cortejo o apareamiento (Carpenter 1996).

El presente estudio sobre territorialismo y comportamiento de las lagartijas de lava de la Isla San Cristóbal (*Microlophus bivittatus*) tuvo como primer objetivo determinar los patrones de comportamiento enfatizando las actividades de locomoción y actividades de exhibición de lagartijas adultas, tomando en cuenta variables tales como localidad, sexo, clima y variación entre sexos durante la época no reproductiva. El segundo objetivo fue estimar el área de vida y el desplazamiento de las lagartijas adultas en la época no reproductiva. En base a lo expuesto anteriormente respecto a dimorfismo sexual y comportamiento se planteó como hipótesis de la existencia de diferencias marcadas entre los patrones de actividades de locomoción y exhibición entre machos y hembras y en función de otras variables incluyendo localidad y clima. A su vez se asume que el área de vida de las lagartijas está relacionada directamente con aspectos morfológicos tales como tamaño del individuo y dominancia.

MÉTODOS

Área de estudio

El estudio tuvo lugar en la zona periférica de Puerto Baquerizo Moreno (0° 54' 9" S, 89° 36' 33" W) en la isla San Cristóbal, Galápagos. Una fase preliminar del proyecto se llevó a cabo en el año 2011, en la cual se establecieron dos áreas de estudio. La primera ubicada alrededor del cerro Tijeretas y a la cual se denominó PNG (Parque Nacional Galápagos) y la segunda detrás del Galapagos Institute for the Arts and Sciences denominada GAIAS (Figura 1). Ambas localidades están ubicadas a una distancia considerable del flujo turístico para evitar el riesgo de que las lagartijas sean expuestas a la presencia de seres humanos (Carrión 2012). Además se caracterizan por similares condiciones de cobertura vegetal, disponibilidad de alimento y tipo de sustrato. Dichas áreas corresponden a una zona de vegetación árida, en su mayoría cubierta por arbustos y suelo constituido por rocas de origen volcánico (Carrión 2012).

Investigación de campo

La fase de campo se realizó durante la estación seca en los meses de Agosto, Septiembre y Octubre del 2012. Durante esta fase se recolectó información referente a comportamiento, territorialismo específicamente áreas de vida y desplazamientos y por último medidas morfométricas. Las observaciones fueron realizadas durante la mañana de 8:00 a 12:00 y en la tarde de 14:00 a 17:00, tiempo del día en el cual las lagartijas son más activas (Carpenter 1966, Vidal 2002).

En cada área de estudio se trabajó durante un mes del 22 de Agosto al 20 de Septiembre y del 22 de Septiembre al 19 de Octubre, durante la primera semana de trabajo en cada área se realizó la recolección y marcaje de la mayor cantidad posible de lagartijas dentro del cuadrante; finalizada

esta semana se procedió a la recolección de información sobre territorialismo y comportamiento de las lagartijas marcadas. En cada una de las localidades se estableció un cuadrante de 20m x 20m dividido en 100 subcuadrantes de 2m x 2m (se trató de ser lo más exacto posible en los lugares en que la topografía no lo permitía).

En cada cuadrante y sus alrededores se registró las lagartijas presentes. Se tomó en cuenta sólo las lagartijas adultas y, de cada lagartija observada se registró su sexo con base en el dimorfismo sexual. Una vez identificado el sexo de la lagartija se la capturó mediante la técnica de lazo fijo y se prosiguió a tomar medidas corporales incluyendo: tamaño total desde la punta de la nariz al final de la cola (TBL), longitud rostro-cloaca (SVL), largo de la cabeza (HL), ancho de la cabeza (HW), profundidad de la cabeza (HD), longitud de la pata delantera derecha (HLL), longitud de la pata trasera derecha (FRL) y peso (Tabla 1). Para mayor precisión en la medición y para evitar sesgos, las medidas fueron tomadas de la siguiente manera: para TBL, HLL y HRL se utilizó un flexómetro; para SVL, HL, HW y HD se utilizó un calibrador. En cuanto al peso, la lagartija fue metida en una funda ziploc perforada por 10-15 segundos hasta tomar el peso con una balanza pesola de 30 gramos.

Una vez que todas las medidas fueron tomadas, cada individuo fue marcado en la cabeza, en el dorso y al principio de la cola con pintura acrílica. El objetivo de marcar cada lagartija fue crear un ID que identifique a cada individuo y que de esta manera sea fácil observar su comportamiento. Cada color representaba un número, con lo cual se obtenían códigos de tres dígitos. Los colores que se usaron para el marcaje fueron blanco equivalente a 0, azul equivalente a 1 y amarillo equivalente a 2 (ej: blanco, azul, blanco = ID 010). Una vez que se terminó con la toma de medidas y el marcaje, cada lagartija fue colocada de vuelta en el mismo lugar donde fue capturada.

Identificación del comportamiento

Para recolectar datos de comportamiento y territorialismo se utilizó la técnica de muestreo focal, para lo cual se realizaron observaciones diarias de aproximadamente una hora por individuo. Se recorrió el cuadrante en busca de alguna lagartija que haya sido marcada anteriormente, una vez que ésta fue encontrada se empezó la hora de observación. En el caso de que se encontrara más de una lagartija, la selección de una de ellas se realizó al azar y se trató de muestrear individuos diferentes cada día de observación para obtener datos de todas las lagartijas marcadas. Se mantuvo una distancia prudente entre el observador y la lagartija (1.5 a 2 m) para que su comportamiento no se vea afectado por la presencia del observador. En el caso de perder de vista a la lagartija durante el muestro focal se esperó 30 minutos y en el caso de no ser re-avistada se anuló la observación.

En cuanto a comportamiento se establecieron dos tipos de actividades posibles (Valle 2012): locomoción y exhibición. Para cada actividad registrada se anotó la duración en segundos o la frecuencia con que realizan cada actividad. Las actividades como caminar (WK) y correr (RN) fueron catalogadas dentro de locomoción, mientras que actividades como mover la cabeza de arriba abajo (HB), flexiones de pecho (PH) e inclinar la cabeza (BN) fueron registradas como actividades de exhibición que pueden representar cortejo y/ o agresividad. También se registró actividades como lamer el sustrato (LK), comer (Eat), defecar (D), parado estático “stationay standing” (SS) y recostado “stationary flat” (SF). El tipo de receptor también fue registrado para todas las actividades o comportamientos que se daban en respuesta a un estímulo o a la presencia de otros individuos tales como otra lagartija, un predador o una presa.

Por último se registró las condiciones climáticas, las cuales fueron categorizadas en nublado (Totalmente cubierto por nubes), nublado-soleado (parcialmente cubierto por nubes), poco soleado y soleado. Estas medidas se registraron dependiendo del criterio del observador y dependiendo del porcentaje de cobertura e nubes en el cielo.

Identificación del territorio

Cada día de observación se dibujó un esquema a pequeña escala del cuadrante (16 x16 cm) cada cual con sus respectivos subcuadrantes (1.6 x1.6 cm) enumerados. Donde los16 centímetros equivalen a 20 metros y cada 1,6 centímetros equivalen a 2 metros. En dicho esquema se marcó mediante puntos y números el lugar, es decir en que subcuadrante se encontraba cada individuo. El primer punto correspondía al lugar donde se lo avisto por primera vez al individuo y los siguientes puntos correspondían a las posiciones que alcanzaba después de cada desplazamiento.

Análisis de datos

La necesidad de obtener un número adecuado de puntos de posicionamiento de cada individuo a fin de poder inferir los límites y área de su territorio forzó la observación continua de cada individuo por considerable periodos de varias horas de duración. Esta condición, necesaria para inferir sobre su espacio territorial limitó el número de lagartijas individuales que pudieron ser observadas durante los dos meses que duró el estudio de campo. Sin embargo, esto condujo a que el comportamiento de cada individuo sea observado por varios periodos (bloques de tiempo) de duración considerable (varias horas) y en diferentes días. Para los análisis estadísticos de comportamiento en referencia a los porcentajes de tiempo que las lagartijas invirtieron en cada una de las actividades, estos bloques de tiempo fueron considerados como réplicas a pesar de que

varias de ellas pertenecen a un mismo individuo. Sin embargo, considero que a pesar de esta condición, cada uno de estos datos pertenecientes a un mismo individuo goza de un buen nivel de independencia temporal y espacial por las razones siguientes: (1) el comportamiento de cada individuo en cada bloque de observación ocurrió en un contexto físico (los puntos donde se desplazó el individuo no fueron los mismos) y en un contexto social (la identidad, el número, y la distancia, entre otros factores, con los que el individuo focal interactuó) diferente; (2) Además, a fin de reducir cualquier efecto potencial de pseudoreplicación resultante del submuestreo del mismo individuo, el número de bloques de tiempo usado fue muy similar entre individuos (alrededor de cinco), por lo que se excluyeron del análisis comportamental unos pocos individuos macho con menos de cinco bloques de observación. Análisis subsiguientes de este estudio en continuación incluirán ANOVAs jerárquicos o anidados a fin de controlar estadísticamente cualquier efecto del submuestreo.

La duración de las actividades de locomoción y exhibición para cada individuo registradas en segundos fueron convertidos en porcentajes a fin de controlar las diferencias de tiempo de cada individuo observado. Previo al análisis estadístico los datos en porcentajes se transformaron en Excel mediante la función arcoseno, la raíz cuadrada a fin de evitar una distribución truncada de los datos. Posteriormente se utilizó el paquete estadístico STATVIEW y se fijó el nivel de significancia estadística a $p < 0,05$. Para los análisis de comportamiento se estableció como unidad experimental al bloque de observaciones, es decir se realizó submuestreos en donde cada observación es totalmente independiente de la otra, ya que cada observación fue realizada a diferentes horas del día, bajo diferentes condiciones climáticas y la lagartija se encontraba en diferente distribución espacial. Al utilizar el bloque de observaciones y no a los individuos

incrementamos la exactitud y no se pierde potencia estadística, mientras que para territorialismo si se estableció como unidad experimental a los individuos.

Previo a los análisis los datos fueron inspeccionados por homogeneidad de la varianza y establecer el uso de pruebas no paramétricas o no paramétricas. Una vez determinado esto se realizó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney U para saber si existió diferencia entre los dos sitios de muestreo con respecto al tiempo que las lagartijas dedican a actividades tanto de locomoción y de exhibición. Visto que no existió diferencia entre los sitios de muestreo se agruparon los datos de ambas localidades para los siguientes análisis estadísticos. Para el análisis de diferencias en el porcentaje de tiempo que invierten machos y hembras en las actividades de locomoción y exhibición se realizó un análisis de homoscedasticidad con variable sexo en donde como resultado se obtuvo varianzas homogéneas. Se prosiguió a realizar una prueba estadística paramétrica t-test para muestras independientes, y a su vez se realizaron tablas de estadística descriptiva para locomoción y exhibición (datos en porcentajes no transformados) para comparar las diferencias entre sexos.

Posteriormente se determinó la variación dentro de cada sexo. Se utilizó ANOVA y la prueba Post- Hoc de Fisher con una significancia del 5%, para determinar las diferencias entre individuos ya sea entre hembras o entre machos. Se prosiguió a realizar una prueba no paramétrica, más apropiada para analizar estos datos, por lo que se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis y además se realizó una tabla descriptiva de los patrones de actividad de las hembras.

En el caso de los machos, al igual que el caso de las hembras para las comparaciones se utilizó ANOVA y en aquellas comparaciones cuando las varianzas fueron heterogéneas se utilizó la prueba no-paramétrica de Kruskal-Wallis. Para este análisis se tomó en cuenta únicamente a

aquellos individuos con más de cuatro observaciones por lo que fueron excluidos los machos 110G, 100G, 021G y 002G.

Para establecer si hubo o no efecto del clima en la variabilidad de las lagartijas se utilizó ANOVA y la prueba *a posteriori* de Fisher con grado de significancia del 5%. En este caso se utilizó solo el análisis Post-Hoc de Fisher ya que muestra diferencia entre categorías y a continuación se realizó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

Para territorialismo se usó el software AUTOCAD, aquí se transformó los esquemas a pequeña escala a esquemas de real escala para ambas localidades. Una vez creado el esquema, es decir, el cuadrante con sus respectivos subcuadrantes para GAIAS y PNG se creó replicas, una por cada lagartija. En este nuevo esquema se marcaron los puntos de desplazamiento para todas las observaciones por cada individuo de lagartija de esta manera el programa obtiene el área total (m²) de su territorio, el recorrido total (m), área de solapamiento (m²) y el recorrido por hora de observación

Para el análisis, los datos obtenidos tales como SVL, distancia recorrida, área de territorio y área de solapamiento se transformaron en Excel mediante la función Ln (Logaritmo natural) para obtener una distribución normal. Posteriormente y al igual que para comportamiento se utilizó el paquete estadístico STATVIEW y se fijó el nivel de significancia estadística a $p < 0,05$. En este caso lo que se quiere es ver si existe relación o no entre diferentes variables por lo que mediante ANOVA se realizó pruebas de regresión lineal.

En el primer caso se comparó la relación entre el tamaño del individuo (SVL) distancia rostro-cloaca y el área de vida (Home range) de los machos; En el segundo caso se estableció la relación entre tamaño del individuo (SVL) y área de solapamiento de los machos; En el tercer

análisis se comparó la relación entre tamaño del individuo (SVL) y la distancia recorrida de los machos, y en el cuarto caso se analizó la relación tamaño del individuo y número de machos que solapan territorios.

En el siguiente análisis se comparó la relación entre el área de vida y el área de solapamiento de los machos, seguido de una comparación entre el área de vida y el número de machos cuyos territorios solapan y para finalizar se hizo un análisis entre área de vida (Home range) y la distancia total recorrida para machos.

Todos los patrones de territorialismo se realizaron tomando solo en cuenta los datos de los machos ya que para hembras los datos no fueron suficientes.

RESULTADOS

En total se capturaron 17 individuos de los cuales 13 fueron machos y 4 fueron hembras. De estos, en el sitio PNG se marcó cuatro machos, mientras que en el sitio GAIAS se marcó nueve machos y cuatro hembras.

Perfil de comportamiento entre machos y hembras

En general se observó diferencias entre machos y hembras en la cantidad de tiempo invertido en actividades de locomoción (caminar, correr, parado inactivo y acostado) como en actividades de exhibición (movimientos de la cabeza de arriba hacia abajo e inclinación e la cabeza). Se evidenció que durante la época no reproductiva tanto para lagartijas machos y hembras que están fuera de su madriguera invierten mayor cantidad de tiempo en actividades que les ayudan a conservar energía y termo regular su temperatura como lo son parado inactivo y acostado. En actividades tales como; parado inactivo (SS) y acostado (SF) invierten un 84.47% de su tiempo. Por lo contrario el tiempo invertido en movilidad (Figura 2), es decir cuando las lagartijas están activas y expuestas es del 2.32%. El tiempo invertido en actividades de exhibición es del 7.57%. (Figura 3) y el 5.64% restante de su tiempo lo invierten en actividades tales como alimentación o descanso dentro de sus madrigueras. Al comparar todas las actividades más destacadas de esta especie tales como SS, SF, WK, RN, BN, y HB respecto a la variable sexo. Machos y hembras difieren en la cantidad de tiempo invertido para parado inactivo (SS) ($t = -2.12$, $gl = 101$, $p = 0.035$). por el contrario, los sexos no difieren de manera significativa ($t = 1.54$, $gl = 101$, $p = 0.12$) en el tiempo que están acostados (SF). En cuanto a la movilidad tampoco hubo diferencias significativas en el tiempo invertido para caminatas (WK) ($t = -0.95$, $gl = 101$, $p = 0.92$) y en carreras (RN) ($t = -0.800$, $gl = 101$, $p = 0.42$), lo cual nos indica que machos y hembras

pasan un porcentaje semejante de su tiempo realizando este tipo de actividades. Las actividades de exhibición como HB y BN tampoco muestran diferencias significativas; en el primer caso ($t = -0.27$, $gl = 101$, $p = 0.78$) y para el segundo ($t = 1.09$, $gl = 101$, $p = 0.27$).

Diferenciación de porcentaje de tiempo invertido en locomoción y actividades de exhibición entre localidades

Datos obtenidos al realizar la prueba de homoscedasticidad para locomoción con respecto a las dos localidades GAIAS y PNG es homogénea ($F_{1,73} = 1.802$; $p = 0.0656$), mientras que para las actividades de exhibición las varianzas son heterogéneas ($F_{1,73} = 4.878$; $p = < 0001$). Por esta razón se utilizó la prueba de Mann-Whitney. Las lagartijas de ambos sitios del estudio (PNG-GAIAS) no difirieron de manera significativa ni en el tiempo que invirtieron en actividades asociadas a locomoción ($U = 830.5$; $p = 0.0754$) ni en el tiempo asociado a actividades de exhibición (“display”) generalmente asociadas al cortejo o defensa de territorio ($U = 965.5$, $p = 0.4305$). En vista de que no existen diferencias significativas entre ambas localidades se juntaron los datos para las siguientes pruebas estadísticas.

Diferenciación de porcentaje de tiempo invertido en locomoción y actividades de exhibición entre sexos

Se realizó una prueba de homoscedasticidad en donde para ambas actividades los resultados fueron homogéneos, para locomoción ($F_{1,22} = 1.015$; $p = 0.9651$) y para exhibición ($F_{1,22} = 1.28$; $p = 0.4626$) por lo que se utilizó prueba t-test para muestras independientes. Los machos y las hembras invirtieron similares proporciones de tiempo en las actividades de locomoción y patrullaje de área, pero las hembras invirtieron mucho más tiempo que los machos en las actividades de exhibición (tabla 2). Sin embargo, las diferencias entre los sexos no fueron

significativos ni el tiempo invertido en locomoción ($t= 0.490$, $gl= 101$, $p = 0.6250$) ni en las actividades de exhibición ($t= 1.02$, $gl= 101$, $p = 0.3073$).

Diferenciación de porcentaje de tiempo invertido en locomoción y actividades de exhibición dentro de cada sexo – Hembras

El tamaño corporal de las hembras capturadas fue semejante ($X= 66.56\text{cm}$; $s = 3.193$; $Cv = 4.797$) debido a que el tamaño de la muestra fue pequeño. Las hembras invirtieron similares proporciones de tiempo a las actividades de locomoción, pero si hubo diferencias en el porcentaje de tiempo invertido para actividades de exhibición, donde la hembra 000 pasa mayor porcentaje de su tiempo realizando actividades de exhibición en comparación a la hembra 012 (Tabla 3) (Figura 4). Sin embargo Kruskal- Wallis indica que no existe diferencia significativa entre las hembras ni para actividades de exhibición ($H = 4.09$; $p = 0,25$), ni para actividades de locomoción ($H= 0.83$; $p = 0.84$).

Diferenciación de porcentaje de tiempo invertido en locomoción y actividades de exhibición dentro de cada sexo – Machos

El tamaño corporal de los machos capturados fue diferente ($X= 73.96\text{cm}$ y $s = 12.04$; $Cv= 16.288$). El tiempo invertido para machos para actividades de locomoción (Figura 5) presenta diferencia significativa, mientras que para actividades de exhibición (Figura 6) no hay diferencia. Para actividades de locomoción ($H= 20.77$; $p= 0.013$) los machos que presentan mayor significancia son 010G, 010P ($p = 0.024$); 010G,021G ($p = 0.007$); 010P, 022G ($p = 0.026$); 010P, 000G ($p= 0.004$); 010P, 000P ($p= 0.035$); 021G, 022G ($p= 0.0007$); 021G, 000G ($p= 0.0008$); 021G, 000P ($p= 0.012$); 022G, 001P ($p= 0.041$). Siendo 021G, 022G el más significativo, lo cual nos indica que la diferencia de actividad entre estos machos es bastante

marcada (tabla 4). Mientras que para actividades de exhibición ($H= 9.50$, $p= 0.391$) no existe significancia, es decir el tiempo invertido entre machos es similar.

Diferenciación de porcentaje de tiempo invertido por categorías climáticas

El porcentaje de tiempo invertido por las lagartijas para actividades de exhibición es similar respecto a las variables climáticas ($H = 6.25$; $p= 0.099$). De lo contrario, el análisis muestra diferencias significativas entre las categorías nublado, nublado/sol ($p= 0.019$) y nublado/sol, soleado ($p= 0.0159$). Es decir, que el clima no tiene un efecto global pero las lagartijas son significativamente más activas en condiciones de sol-nublado (Figura 7).

Territorialismo

Los análisis de correlación para lagartijas machos proporcionaron los siguientes resultados: 1) Entre lagartijas machos existe una ligera tendencia para una mayor área de vida (home range) con respecto al mayor tamaño del individuo (SVL) (Figura 8), pero esta tendencia no fue significativa ($r=0.352$; $p= 0.238$). 2) Existe una pequeña tendencia hacia mayor área de solapamiento respecto al tamaño del individuo (SVL) (Figura 9), sin embargo esta tendencia tampoco fue significativa ($r= 0.308$; $p= 0.306$). 3) No existe tendencia hacia una mayor distancia recorrida con respecto al tamaño de los individuos (SVL) (Figura 10) ($r= 0.213$; $p= 0.484$). 4) La relación entre el número de machos que solapan áreas de vida versus el tamaño de cada individuo (SVL) (Figura 11) muestra una tendencia casi significativa ($r= 0.541$; $p= 0.056$) siendo un aspecto que requiere mayor investigación.

En la siguiente relación área de vida (home range) versus el área de solapamiento para machos se ve que la tendencia es positiva ya que para mayor área de vida es mayor el área de solapamiento (Figura 12) proporcionando significancia ($r= 0.911$; $p < 0.0001$). Para la relación área de vida

versus el número de machos cuyos territorio solapa a otros tiene una relación significativa ($r=0.733$; $p = 0.004$), donde a mayor área de vida es mayor el número de machos cuyos territorios solapan con otros machos (Figura 13). Por último, para la relación entre área de vida versus el promedio de la distancia recorrida diariamente no es significativa ($r= 0.472$; $p = 0.103$) por lo que no existe tendencia para esta regresión (Figura 14). La visión general de las áreas de vida y de solapamiento tanto para el PNG y GAIAS esta esquematizado en las Figuras 15 y 16 respectivamente.

DISCUSIÓN

El perfil de comportamiento de machos y hembras no demuestran diferencias significativas para actividades de exhibición, ni para actividades de movilidad excepto por la actividad correspondiente a parado inactivo (SS). Para el estudio realizado por Jenssen y colaboradores (1995) con *Anolis carolinensis* en la zona templada indica que el perfil de comportamiento de las lagartijas varía entre la época no reproductiva y la época reproductiva. Las lagartijas machos invierten el 85.6% de su tiempo en parado inactivo (SS) más actividades de exhibición mientras que en la época no reproductiva tan solo invierten el 51.1% de su tiempo en esta actividad. De la misma forma invierten menor cantidad de tiempo en correr y caminar en la época no reproductiva con un 2,6 % en comparación de un 26.7% en época reproductiva (Jenssen 1995a). Los resultados obtenidos por Jenssen y colaboradores (1995) son semejantes a nuestro estudio en donde para machos el porcentaje de parado inactivo (SS) es del 72% y para actividades de correr y caminar el porcentaje invertido es el de 2.35%. Durante la época seca y no reproductiva la actividad diaria de lagartijas hembras y machos es reducida ya que deben conservar energía y esto lo hacen de las siguientes maneras: dedican tres cuartas partes de su tiempo a actividades sin movimiento tales como parados inactivos y acostados, la movilidad se reduce para actividades de forrajeo y patrullaje, sin embargo para esta época no reproductiva se piensa que las lagartijas de lava no buscan su presa y son más oportunistas (Jenssen 1995a).

No existen diferencias entre el tiempo invertido para actividades de locomoción y actividades de exhibición entre las dos localidades GAIAS y PNG, esto a pesar de ciertas diferencias físicas entre ambos sitios. Por ejemplo, GAIAS se caracteriza por mayor cantidad de vegetación arbustiva, mientras que en PNG predomina la vegetación alta es decir árboles. En PNG se

esperaba que las lagartijas inviertan menos tiempo tanto en actividades de locomoción como en actividades de exhibición, ya que, la presencia de árboles hace que el área a nivel sustrato sea más abierta y las lagartijas estén más expuestas a depredadores lo cual reduce su comportamiento en cuanto a exhibiciones e incrementa su facilidad de ocultarse (Carrión 2012). Del mismo modo en GAIAS se hubiera esperado menor porcentaje de tiempo invertido en locomoción ya que, al ser una zona arbustiva se espera que la facilidad de encontrar alimento sea mayor y por ende las lagartijas no inviertan mucho tiempo caminando en busca de alimento. La relación trófica entre las lagartijas y su ambiente está dado a través de la fácil obtención de alimento (Rocha et al. 2007). Otros factores tales como reconocimiento y familiarización con el territorio en el caso de ser una lagartija recién llegada la cual quiere establecer un nuevo territorio también afectan directamente los patrones de locomoción.

Para la cantidad de tiempo invertido en actividades de locomoción y actividades de exhibición respecto a sexos se esperaba diferencias para actividades de locomoción mas no para actividades de exhibición, ya que durante la época no reproductiva las actividades de cortejo son casi nulas, pero se puede observar otras actividades de exhibición como son comportamientos agresivos para la defensa de territorio (Jenssen 1995a). En general los machos tienden a tener una área de vida mucho más amplia que el de las hembras sea o no época reproductiva (Bowman 1996), por lo que se esperaba que en locomoción el tiempo invertido por los machos sea mayor que el de las hembras ya que tienen que patrullar y defender su territorio (Snell et al. 1998). Mientras que para actividades de exhibición y considerando que el estudio se realizó en época no reproductiva no se espera diferencias en el tiempo invertido, ya que estas actividades se realizan con más intensidad y frecuencia en época reproductiva donde el macho tiene que llamar la

atención de la hembra realizando una serie de actividades de cortejo y demostrando dominancia para su éxito reproductivo (Kohldorf et al. 2006).

El hecho de que no hay diferencia en el tiempo invertido para actividades de locomoción y actividades de exhibición entre las hembras puede deberse a que todas ellas pertenecen a una misma edad, esto lo podemos deducir mediante la medida SVL de cada individuo. Al tener la misma edad se espera que dediquen tiempo similar a realizar las diferentes actividades. Sin embargo existen otros factores tales como el estado fisiológico de las hembras y condiciones ambientales desfavorables que pueden afectar a su comportamiento. Por otro lado para los machos podemos deducir respecto a la medida SVL de cada individuo que no todos ellos se encuentran bajo un mismo rango de edad; es por esta razón el tiempo dedicado a sus actividades variar notoriamente principalmente para locomoción donde obtuvimos diferencias altamente significativas. Al ser más pequeños los individuos poseen mayor habilidad de movilización ya sea para seguir a su presa o escapar de depredadores (Carrión 2012). Estudios realizados con *M. atacamensis* indican que la actividad de locomoción en lagartijas está relacionada principalmente con su temperatura corporal (Vidal 2002) tanto para machos y hembras (Vidal 2002). Por otro lado, el hecho de que no existan diferencias en el tiempo invertido para actividades de exhibición entre machos puede atribuirse una vez más a la época no reproductiva ya que pese a su supuesta diferencia de edades no necesitan llamar la atención de las hembras ni defender estrictamente su territorio. Se sugiere que para próximos estudios se tome en cuenta la variable temperatura corporal para estos análisis, ya que según el estudio de Lailvaux (2007) machos y hembras pueden tener o no tener la misma temperatura corporal creando diferencias en su comportamiento. Mientras que Stebbins (1996) asegura que la temperatura corporal influye directamente al comportamiento de las lagartijas.

Por lo mencionado anteriormente conocemos que la temperatura es una variable importante y esta se encuentra directamente relacionada con las condiciones climáticas. Por lo que este estudio tomó en cuenta la variable clima considerando que las lagartijas son animales ectodérmicos termorreguladores y dependiendo de la temperatura del ambiente ellos regulan su metabolismo y adquieren energía (Lailvaux 2007) para realizar diferentes actividades a lo largo del día. Durante los meses de Junio a Octubre el clima en Galápagos se caracteriza por ser nublado y con muy pocas lluvias en la parte baja (Stebbins 1966), por lo contrario, en el año 2012 cuando se llevó a cabo este estudio los meses de Junio a Octubre se caracterizaron por mayor cantidad de lluvias que en el 2011 (INAMI). Durante estos meses las horas de sol por día son limitadas y según el estudio realizado por Stebbins y colaboradores esto reduce la actividad de los individuos adultos más no de los juveniles. Se esperaba encontrar diferencias para el tiempo invertido en actividades de locomoción y actividades de exhibición dependiendo de las condiciones climáticas, sin embargo los resultados no muestran diferencias significativas aunque si se observó que las lagartijas son más activas en condiciones de clima no tan extremo (muy soleado o completamente nublado). Estos resultados concuerdan con el estudio de Stebbin (1966) realizados en Santa Cruz el cual indica que en días nublados se desacelera el calentamiento de la superficie hasta la llegada del medio día en donde la superficie se calienta rápidamente y el número de individuos y su actividad incrementa. Esta condición es similar a nuestra categoría nublado/sol donde se puede ver que las lagartijas desempeñan sus actividades diarias. Por otro lado en época lluviosa es decir en época caliente las temperaturas más altas se dan a las primeras horas de la mañana y es en este periodo de tiempo cuando las lagartijas se dedican a actividades de locomoción y forrajeo (Stebbins 1967). Para estudios futuros se recomienda analizar el tiempo invertido en las actividades de locomoción y exhibición considerando la hora del día como

variable, ya que dependiendo de la hora del día la variación de temperatura es notable y por ende el comportamiento de las lagartijas varia.

Estudios llevados a cabo principalmente en la época reproductiva (Jordan et al. 2005) sugieren que en cuanto al área de vida para *M. bivittatus* y debido a las características de territorialismo y jerarquía social que caracteriza a esta especie, se esperaría encontrar áreas de vida delimitadas para cada individuo y un porcentaje mínimo de solapamiento de áreas de vida entre sexos. Se esperó que los machos con mayor tamaño corporal sean aquellos que poseen mayor área de vida ya que a mayor tamaño SVL mayor jerarquía y dominancia del macho (Bowman 1996). Sin embargo, no se vio tendencia hacia una mayor área de vida respecto al tamaño del individuo. Siguiendo el argumento anterior se esperaba que a mayor tamaño sea menor el solapamiento de áreas de vida, ya que machos adultos con mayor jerarquía defienden con más agresividad sus áreas de vida. Sin embargo los resultados no demuestran tendencia hacia menor área de solapamiento respecto al tamaño del individuo. Nuevamente siguiendo el patrón anterior se esperaba que a mayor tamaño corporal y al tener áreas de vida más grandes, el desplazamiento sea mayor debido a acciones de patrullaje. Sin embargo los resultados no fueron significativos, es decir no existe una tendencia hacia mayor recorrido con respecto al tamaño corporal. Esto se puede atribuir a que en la época no reproductiva las acciones de patrullaje y defensa de área de vida no son muy frecuentes, los machos no patrullan todo su territorio estos escogen parches de observación (Stone y Baid 2002). Esta puede ser la razón principal para que las distancias recorridas durante esta época no lo suficientemente largas a lo esperado respecto a su área de vida, ya que por lo general los machos que tienen mejores territorios y áreas de vida son más activos y mejores corredores (Kohlsdorf et al 2006).

Para el siguiente análisis consideramos que a mayor tamaño corporal de los machos, mayor su dominancia y por ende menor solapamiento de su área de vida con el de otros machos, sin embargo a mayor área de vida mayor es la posibilidad de solapamiento. Los resultados nos muestran que existe una pequeña tendencia hacia mayor número de machos que solapan áreas de vida respecto al tamaño corporal. El solapamiento de territorios y áreas de vida depende de la abundancia de lagartijas en el área de estudio, de la abundancia y de la facilidad de encontrar refugio, mas no depende del tamaño corporal.

La relación entre áreas de vida versus solapamiento es directamente proporcional y esto nos indica que las lagartijas de lava machos experimentan un alto grado de solapamiento independientemente de su tamaño corporal. Sin embargo, se observó que los machos mantuvieron el dominio social dentro de sus rangos de hogar de tal forma que persiguieron y desplazaron a los machos. Debido a que las lagartijas de lava tienen áreas de vida pequeñas, el estado social dominante de estos machos es claramente centrado en el espacio (Stone y Baird 2002). Por otro lado esta alta correlación puede ser la relación encontrada entre el tamaño (SVL) y el número de machos con lo que se da un solapamiento de áreas.

Si el área de vida para cada macho es amplia, la posibilidad de que otros machos ocupen esta área es grande, a diferencia de que el área de vida sea pequeña y no exista espacio para compartir. El resultado indica que si existe una tendencia, es decir a mayor área de vida mayor es el número de machos que solapan territorios. Esto puede darse ya que durante época no reproductiva los esfuerzos de protección de sus áreas de vidas son menores, es decir al tener un área de vida muy grande y debido a las condiciones climáticas el individuo no posee la energía suficiente y las lagartijas no salen a patrullar toda su área de vida, causando que varios machos

lleguen a ocupar por lo general los bordes de otras áreas de vida (Stone y Baird 2002), de esta manera en una misma área puede haber más de un macho intruso.

El área de vida versus la distancia promedio recorrida no son necesariamente iguales, esto depende mucho de la época en la que se realice el estudio. Los resultados nos indican que no existe relación y esto puede deberse a que en nuestro estudio se obtuvo el área total formando un polígono al unir el desplazamiento de todas las observaciones de cada individuo. Sin embargo y volviendo a considerar que el estudio se realizó en época no reproductiva puede haber sesgos al determinar el área total ya que por lo general se puede ver que la mayoría de desplazamientos forman una área definida, mientras que existieron desplazamientos alejados a esta área definida, los cuales se tomaron en cuenta para sacar el área total mas no es seguro que esto pertenezca a la área de vida de la lagartija. Otra explicación para esto puede ser que las lagartijas no solo se mueven horizontalmente, estas se mueven también verticalmente y esos datos no fueron considerados. En donde un estudio realizado con *A. carolinesis* se vio que esta especie pasa el 64% y el 60% de su tiempo entre y por encima del suelo respectivamente (Jenssen 1995a).

En general para futuros estudios se recomienda recolectar mayor número de individuos ya que esta muestra fue muy pequeña o de lo contrario se recomienda realizar el mismo análisis pero con una cantidad mayor de observaciones. Se espera que el presente estudio sirva para futuras investigaciones como una línea base de comportamiento y territorialismo de lagartijas en época no reproductiva y que a partir de esto se pueda encontrar y establecer nuevos parámetros de comportamiento incluyendo nuevas variables o variables ya existentes, de esta forma se pueden crear nuevas hipótesis o replicar las de este estudio pero en nuevos sitios, eso ayudará a conocer de mejor manera la ecología y comportamiento de las diferentes especies de lagartijas a nivel

mundial. Conocer el comportamiento de las especies de Galápagos es importante y más aún si estas son endémicas para la aplicación de esta información en programas de conservación.

REFERENCIAS

- Benavides, E., R. Baum, D. McClellan, and J. W. Sites Jr. 2007. Molecular phylogenetics of the lizard genus *Microlophus* (Squamata: Tropicuridae): aligning and retrieving indel signal from nuclear introns. *Syst. Biol.* 56:776-797
- Bowman, R. 1996. The Galapagos: Proceedings of the symposia of the Galapagos international proyect. Univerity of Carolina Press .London
- Carpenter, C. 1966. Comparative behaviour of the Galapagos lava lizards *Tropidurus*. In: Bowman R, ed. The Galapagos proceedings of the Galapagos International Scientific Project. Berkeley, CA: University of California Press, 269–273.
- Carrión, P.. 2012. Depredación de Gatos Domésticos y Ferales sobre las Lagartijas de Lava de San Cristóbal (*Microlophus bivittatus*), Galápagos. (Tesis de Licenciatura). Universidad San Francisco de Quito, Cumbaya. .
- Gonzáles, A., A, Prieto y G, Ojeda. 2004. Home range and behavior of the lizard *tropidurus hispidus* spix 1825 (Sauria: Tropicuridae) in Cerro Colorado, Cumaná, state of sucre, Venezuela. *Saber, Universidad de Oriente* 16: 96- 104.
- Inamhi. 2011. Anuarios meteorológicos San Crsitobal. Galapagos.
- Jenssen, T., N, Greenberg y K, Hovde. 1995a. Behavioral profile of free-ranging male lizards, *Anolis carolinensis*, across breeding and post-breeding seasons. *Herpetological Monographs* 9: 41- 62.
- Jenssen, T., J, Congdon., R, Fischer., R, Estes., D, Kling., S, Edmands. 1995b. Morphological characteristics of the lizard *Anolis carolinensis* from South Carolina. *Herpetological Monographs* 52(4): 41- 62.
- Jordan, M. y H. Snell. 2002. Life history trade-offs and phenotypic plasticity in the reproduction of Galápagos lava lizards (*Microlophus delanonis*).*Oceanologia* 130: 44-52.

- Jordan, M. y H. Snell. 2008. Historical fragmentation of islands and genetic drift in populations of the Galápagos lava lizards (*Microlophus albemarlensis* complex). *Molecular Ecology* 17: 1224-1237.
- Jordan M., J, Hollis., P, Stone., H, Snell. 2008. Habitat as a source of intrapopulation variation of ornament size in Galápagos lava lizards (*Microlophus albemarlensis* complex). *Amphibia-Reptilia* 29: 278-283.
- Jordan, M., H. L, Snell., H. M, Snell., C, Jordan. 2005. Phenotypic divergence despite high levels of gene flow in Galápagos lava lizards (*Microlophus albemarlensis*). *Molecular Ecology* 14: 859-867.
- Kizirian, D., A, Trager., M, Donnelly., J, Wright. 2004. Evolution of Galapagos Island Lava Lizards (Iguania: Tropicuridae: Microlophus). *Molecular phylogenetics and evolution* 32: 716-769.
- Kohlsdorf, T., J, Rivero y C, Navas. 2006. Territory quality and male dominance in *Tropidurus torquatus* (Squamata, Tropicuridae). *Phyllomedusa* 5: 109-118.
- Lailvaux, S. 2006. Interactive effects of sex and temperature on locomotion in reptiles. *Integrative and comparative Biology* 47(2): 189- 199
- Rocha, K., R, Gomes., M, Mendes., et al. 2007. História natural de *Tropidurus oreadicus* em uma área de cerrado rupestre do Brasil Central. *Biota Neotropica* 7: 155-162.
- Snell, H., R, Jennings., H, Snell y S, Harcourt. 1998. Intrapopulation variation in predator-avoidance performance of Galápagos lava lizards" the interaction of sexual and natural selection. *Evolutionary Ecology* 2: 353-369.
- Stebbins, R., J, Lowenstein and N, Cohen. 1966. A field study of the lava lizard (*Tropidurus albemarlensis*) in the Galapagos Islands. *Ecology* 48(5): 839-851.
- Stone, P., H, Snell and M, Snell. 2003. Lizard social behavior. Pages 190-203 in S.F Foxs, editor. *Island Biogeography of morphology and social behavior in the lava lizards of the Galapagos Islands*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.

- Stone, P y T. Baird. 2002. Estimating Lizard Home Range: the Rose Model revisited. *Journal of Herpetology* 36: 427-436.
- Turner, B., R, Jennrich y J, Weintraub. 1969. Home range and body size of lizard. *Ecology* 50(6)
- Valle C., 2012. (no published) Chatam lava lizard behavioral research student manual.
- Velásquez, J y L, Gonzales. 2010. Ecología térmica y patrón de actividad del lagarto *Tropidurus hispidus* (SAURIA: TROPIDURIDAE) en el oriente de Venezuela. *Acta biológica* 15 (2): 25-36.
- Vidal, C., J, Ortiz and A, Labra. 2002. Sexual and age differences in ecological variables of the lizard *Microlophus atacamensis* (Tropiduridae) from northern Chile. *Revista chilena de historia natural* 75: 283-292.

TABLAS

Tabla 1. Medidas morfométricas de las lagartijas de lava (*M. bivittatus*) capturados durante el presente estudio en dos localidades (PNG y GAIAS) alrededor de Puerto B. Moreno, Isla San Cristóbal Galápagos.

ID	SEXO	Cuerpo		Cabeza			Pata		Peso (gr)
		TBL (mm)	SVL (mm)	HL (mm)	HW (mm)	HD (mm)	HLL (mm)	FLL (mm)	
000P	Macho	15	54.21	11.27	9.48	10.05	3.4	5.9	17.4
001P	Macho	20.5	56.3	16.92	12.92	15.02	3.1	6	22.15
002P	Macho	22.6	81.1	20.22	13.98	13.02	3.9	6.1	26.65
010P	Macho	23.7	90.18	22.82	14.98	15.53	4.9	6.68	30.4
000G	Macho	15.2	57.19	19.71	13.36	15.2	3.6	6.1	3.5
001G	Macho	18	76.86	20	13.25	13.21	3.5	6	3.4
002G	Macho	21	85.9	20.66	15.28	19.9	4.8	7.1	4.7
010G	Macho	19.3	75.56	17.17	14.5	14.89	6.3	3.9	6.2
011G	Macho	21.4	78.38	18.2	13.73	16.61	6.2	3.1	6.1
021G	Macho	21	88.59	22.48	15.41	19.11	5.7	3.9	5.6
022G	Macho	18.6	69.08	17.83	11.33	12.24	5.6	3.1	5.5
100G	Macho	22.6	70.02	21.19	16.1	18.18	6.4	3.7	6.3
110G	Macho	12	78.23	18.19	14	15.78	5.6	3.4	5.5
001G	Hembra	16.1	61.99	15.36	11.79	12.23	4.6	2.6	4.5
012G	Hembra	17	68.89	16.31	11.41	14.02	4.9	3.3	4.8
000G	Hembra	18	68.62	16.62	11.85	11.81	4.8	3.1	4.7
020G	Hembra	17.9	66.75	14.92	11.08	12.64	4.9	2.8	4.8

Nomenclatura: TBL: tamaño total desde punta de nariz a final de la cola; SVL: longitud rostro-cloaca; HL: longitud de la cabeza; HW: ancho de la cabeza; HD: profundidad de la cabeza; HLL: longitud pata trasera derecha y FLL: longitud pata delantera derecha

Tabla 2. Promedios del porcentaje de tiempo que invierten las lagartijas de lava (*M. bivittatus*) hembras y machos en actividades de locomoción y actividades de exhibición durante sus observaciones en la época no reproductiva para los meses de Agosto, Septiembre y Octubre, en la Isla San Cristóbal, Galápagos.

	Sexo	# Observaciones	Media	Desv. Estandar	Error Estandar
Act. locomoción (%)	Hembra	23	2.336	2.727	0.269
Act. exhibición (%)	Hembra	80	10.551	12.686	2.645
Act. locomoción (%)	Macho	23	2.383	2.902	0.428
Act. exhibición (%)	Macho	80	7.846	10.874	1.216

Act: actividades de locomoción y exhibición respectivamente

Tabla 3. Resumen del porcentaje de tiempo invertido por cada hembra de la especie (*M. bivittatus*) en las actividades de locomoción y actividades de exhibición durante la época no reproductiva para los meses de Agosto, Septiembre y Octubre, en la Isla San Cristóbal, Galápagos.

	ID	# observaciones	Media	Desviación standar
Actividades de locomocioón (%)	000G	5	2.358	1.74
	001G	4	3.29	3.6
	012G	10	1.86	1.84
	020G	4	1.57	1.09
Actividades de exhibición (%)	000G	5	16.11	14.29
	001G	4	12.33	18.64
	012G	10	5.24	7.16
	020G	4	15.05	15.15

Tabla 4. Resumen del porcentaje de tiempo invertido para cada macho de la especie (*M. bivittatus*) en las actividades de locomoción y actividades de exhibición durante la época no reproductiva para los meses de Agosto, Septiembre y Octubre, en la Isla San Cristóbal, Galápagos.

	ID	# Observaciones	Media	Desviación Estándar
Actividades de locomoción (%)	000P	7	1.815	2.36
	001P	10	2.371	1.043
	002P	5	2.021	0.422
	010P	6	4.368	3.036
	000G	13	1.298	1.071
	001G	6	2.525	1.845
	010G	7	1.475	1.278
	011G	7	2.308	2.421
	022G	6	0.796	0.749
Actividades de exhibición (%)	000P	7	3.479	1.757
	001P	10	3.556	2.787
	002P	5	7.812	5.921
	010P	6	5.636	3.984
	000G	13	8.302	8.737
	001G	6	5.64	4.25
	010G	7	7.081	9.874
	011G	7	8.709	18.967
	022G	6	10.886	11.599

Tabla 5. Resumen del tamaño corporal entre machos y hembras de la lagartija de lava (*M. bivittatus*) respecto a su tamaño rostro- cloaca (SVL).

	# de Lagartijas	Media	Desv. Standar	Coefficiente de variación
Machos	13	73.9692308	12.04822149	16.288
Hembras	4	66.5625	3.193403357	4.7976

FIGURAS



Figura 1. Mapa de las Localidades de estudio PNG ($0^{\circ} 53' 39.61''$ S, $89^{\circ} 36' 31.80''$ W) y GAIAS ($0^{\circ} 53' 42,59''$ S, $89^{\circ} 36' 31.23''$ W) alrededor de Puerto B. Moren, Isla San Cristóbal, Galápagos.

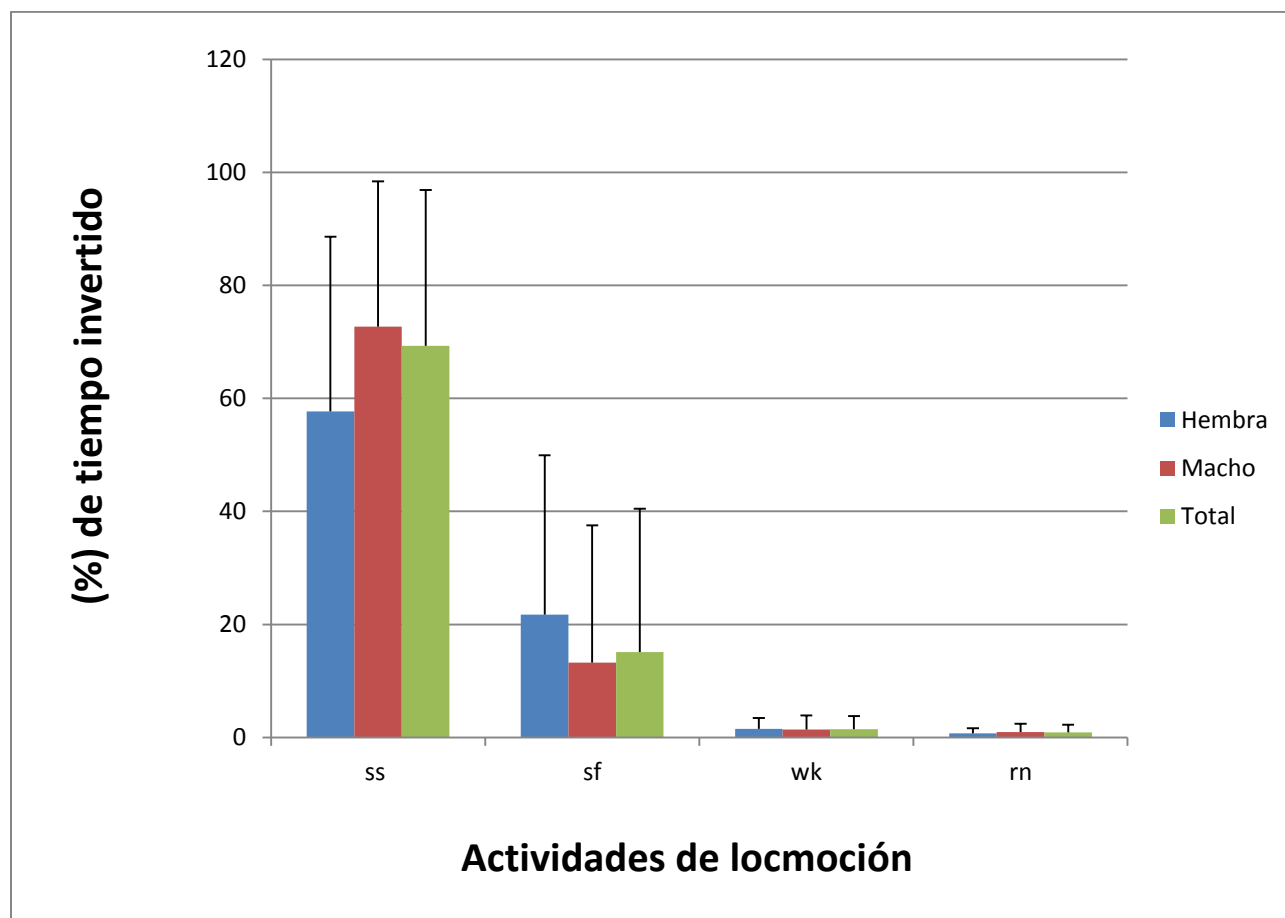


Figura 2. Diferencias entre las lagartijas de lava (*M. bivittatus*) machos y hembras en cuanto al porcentaje de tiempo invertido para actividades predominantes de locomoción. (SS: parado estático, SF: acostado, WK: caminar y RN: correr).

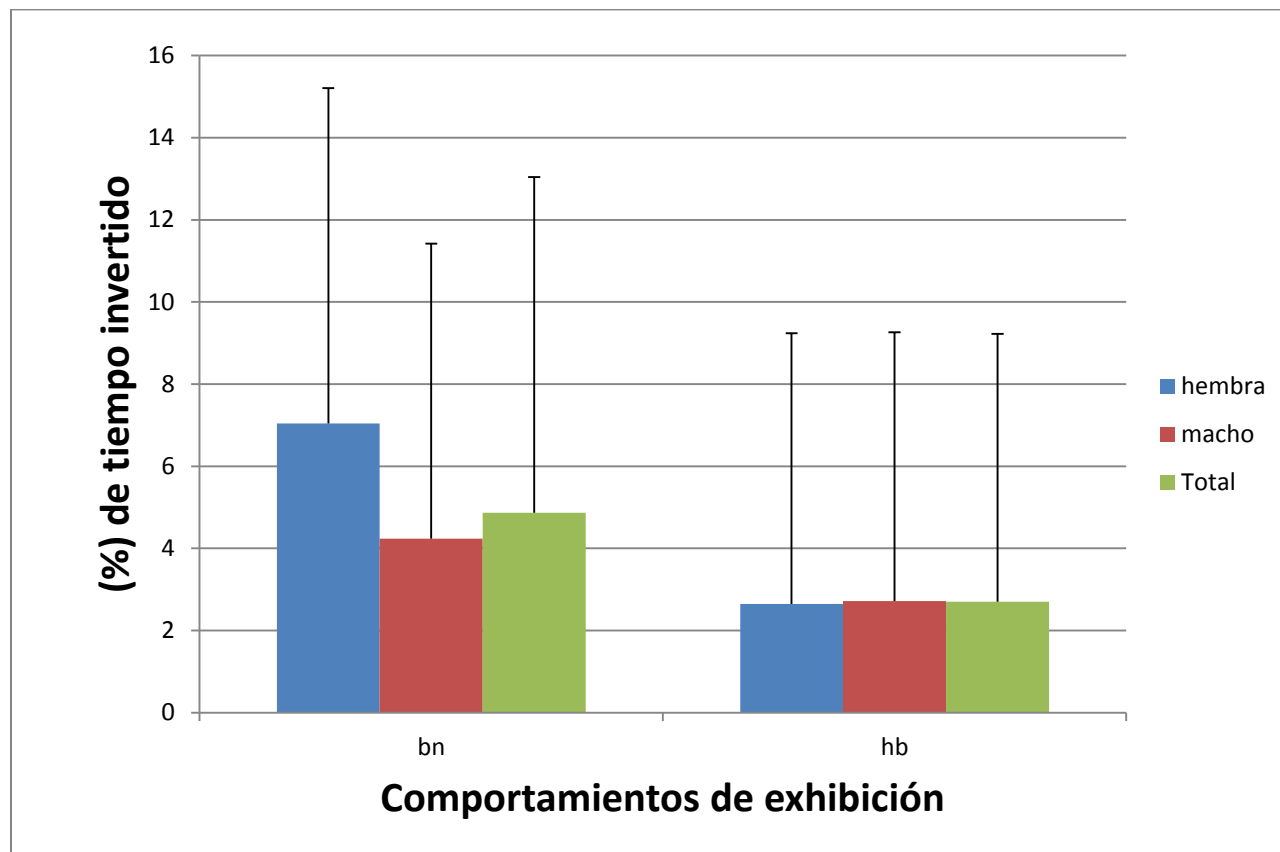


Figura 3. Diferencias entre las lagartijas de lava (*M. bivittatus*) machos y hembras en cuanto al porcentaje de tiempo invertido en actividades predominantes de exhibición. (BN: inclinación de la cabeza, HB: movimientos de la cabeza de arriba hacia abajo).

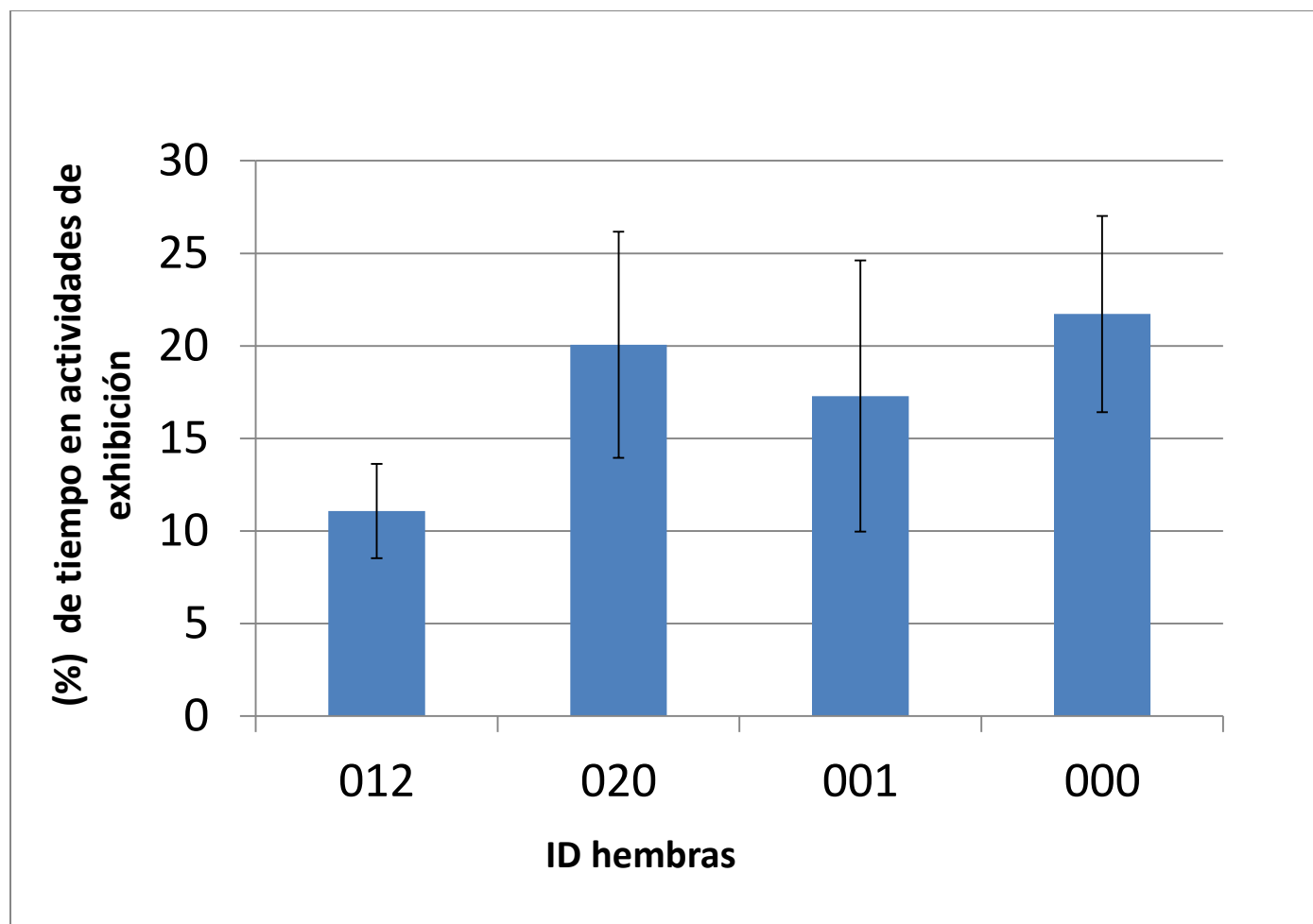


Figura 4. Porcentajes de tiempo invertido por las lagartijas hembras de lava (*M.bivittatus*) en actividades de exhibición durante la época no reproductiva.

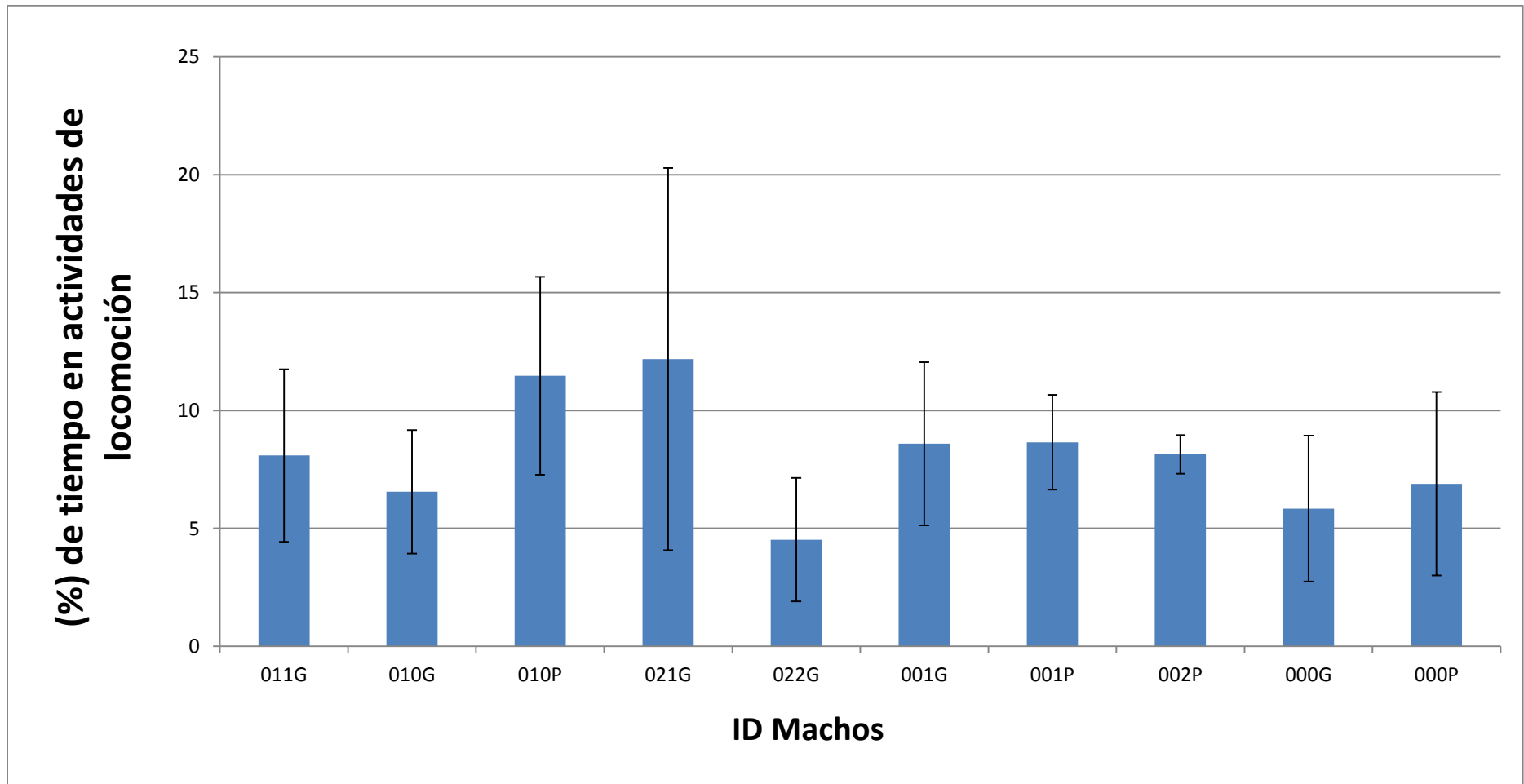


Figura 5. Porcentajes de tiempo invertido por las lagartijas de lava machos (*M. bivittatus*) en actividades de locomoción durante la época no reproductiva.

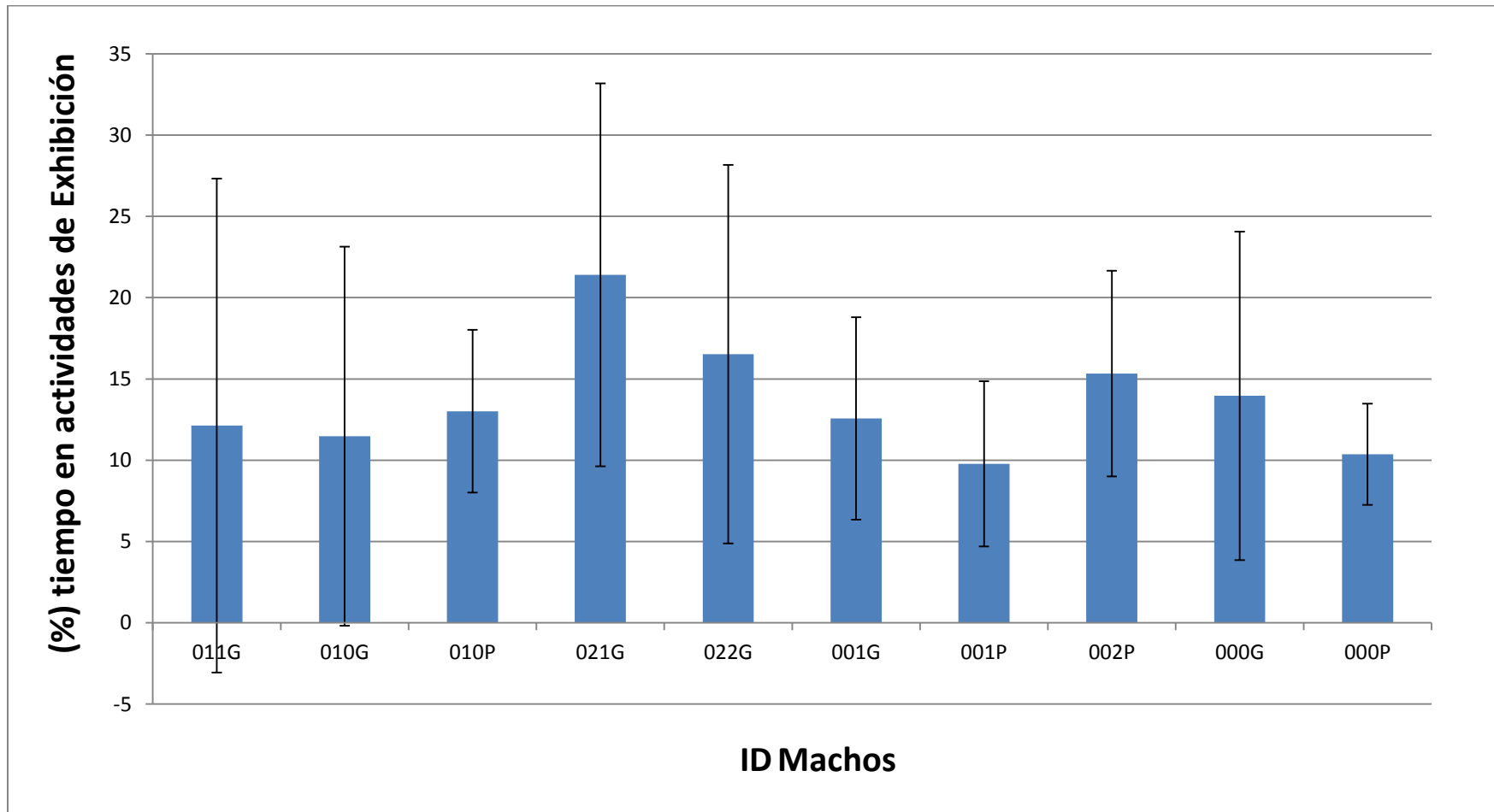


Figura 6. Porcentajes de tiempo invertido por las lagartijas de lava machos (*M. bivittatus*) en actividades de exhibición durante la época no reproductiva.

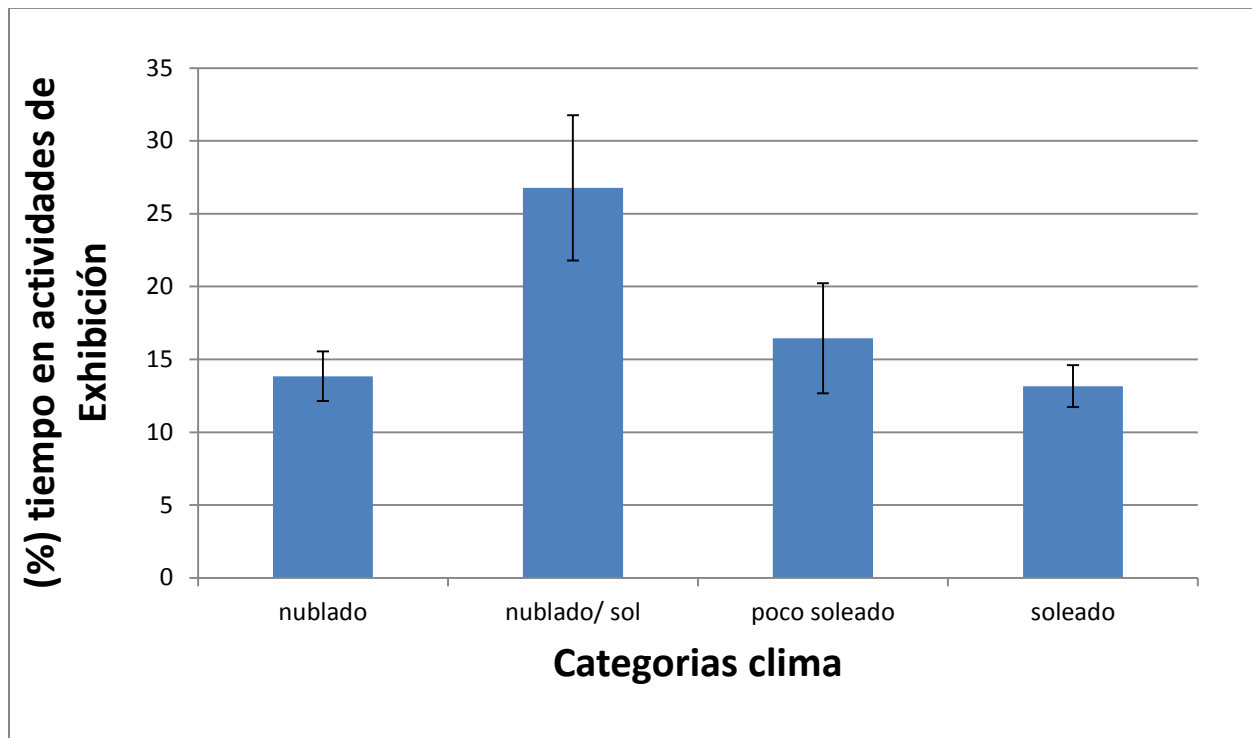


Figura 7. Porcentajes de tiempo invertido por las lagartijas de lava (*M. bivittatus*) hembras y machos en actividades de exhibición para categorías climáticas durante la época no reproductiva.

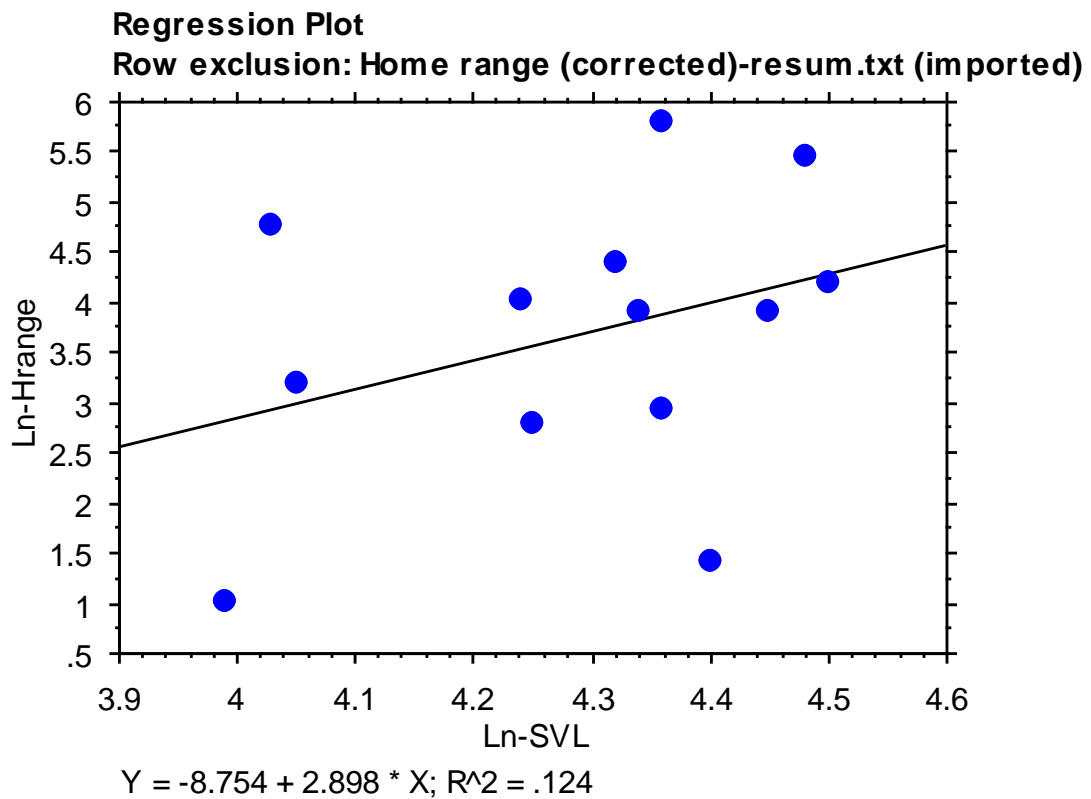


Figura 8. Regresión lineal entre el área de vida (Home range) y el tamaño del individuo (SVL) para las lagartijas de lava machos (*M. bivittatus*) durante la época no reproductiva.

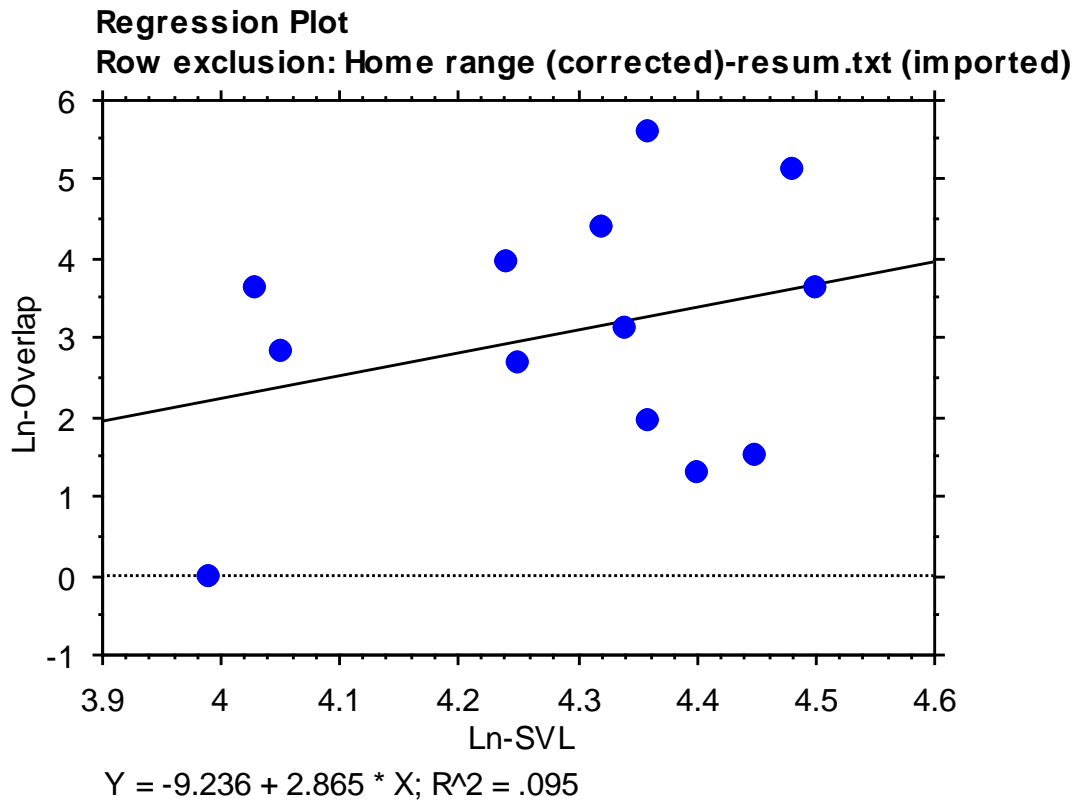


Figura 9. Regresión lineal entre el área de solapamiento y el tamaño del individuo (SVL) para las lagartijas de lava machos (*M. bivittatus*) durante la época no reproductiva.

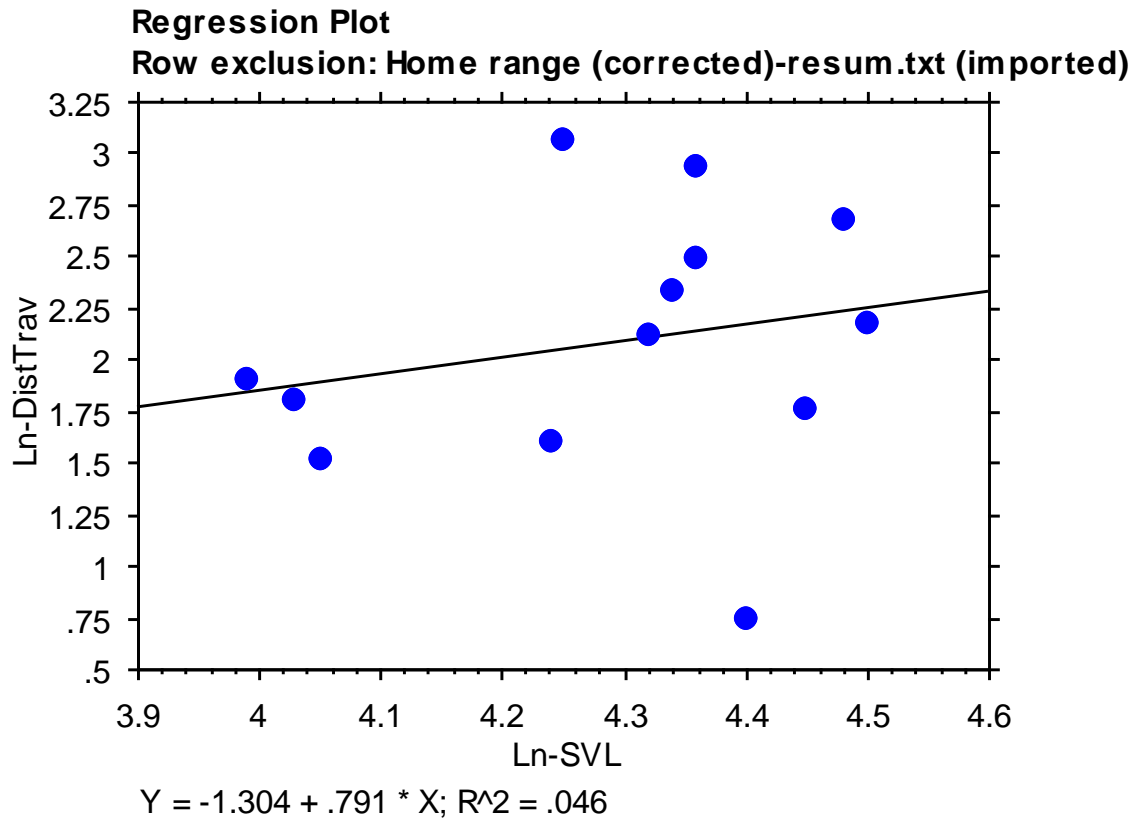


Figura 10. Regresión lineal entre el recorrido/desplazamiento y el tamaño del individuo (SVL) para las lagartijas de lava machos (*M. bivittatus*) durante la época no reproductiva.

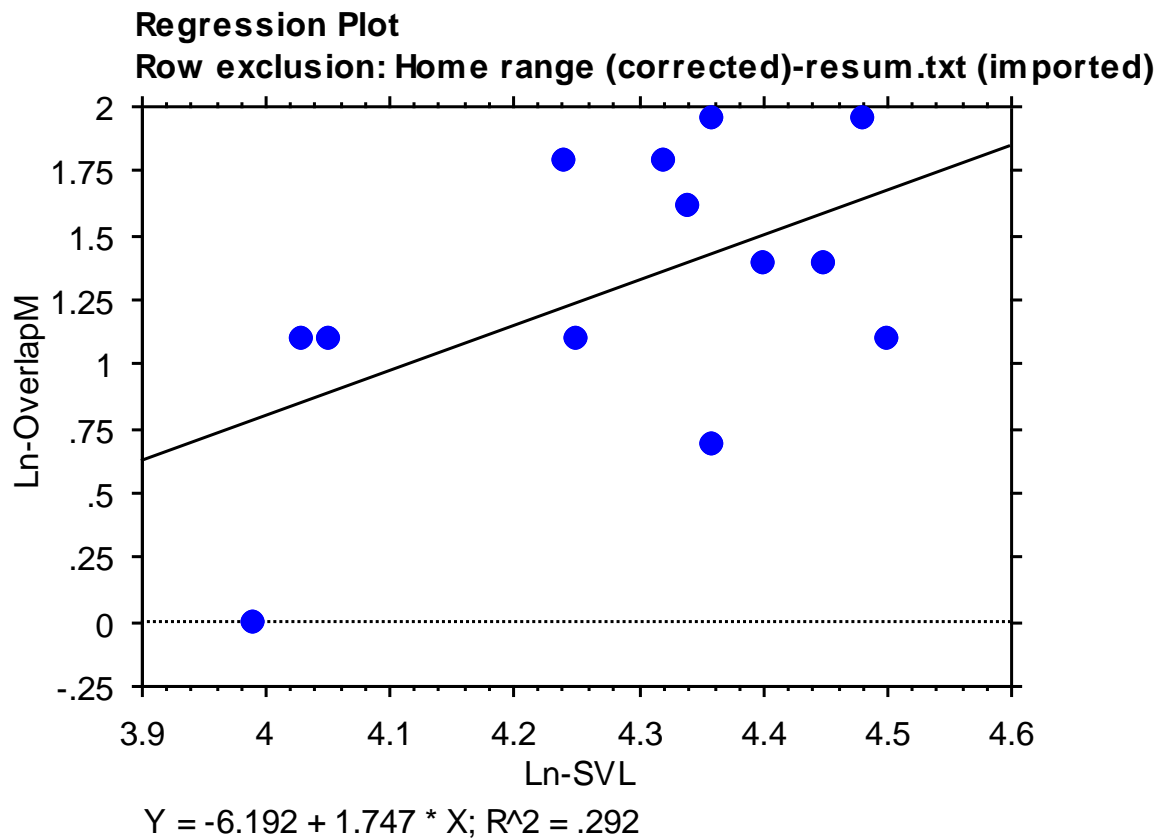


Figura 11. Regresión lineal entre el número de lagartijas de lava machos (*M. bivittatus*) con territorios solapados y el tamaño del individuo (SVL), durante época no reproductiva.

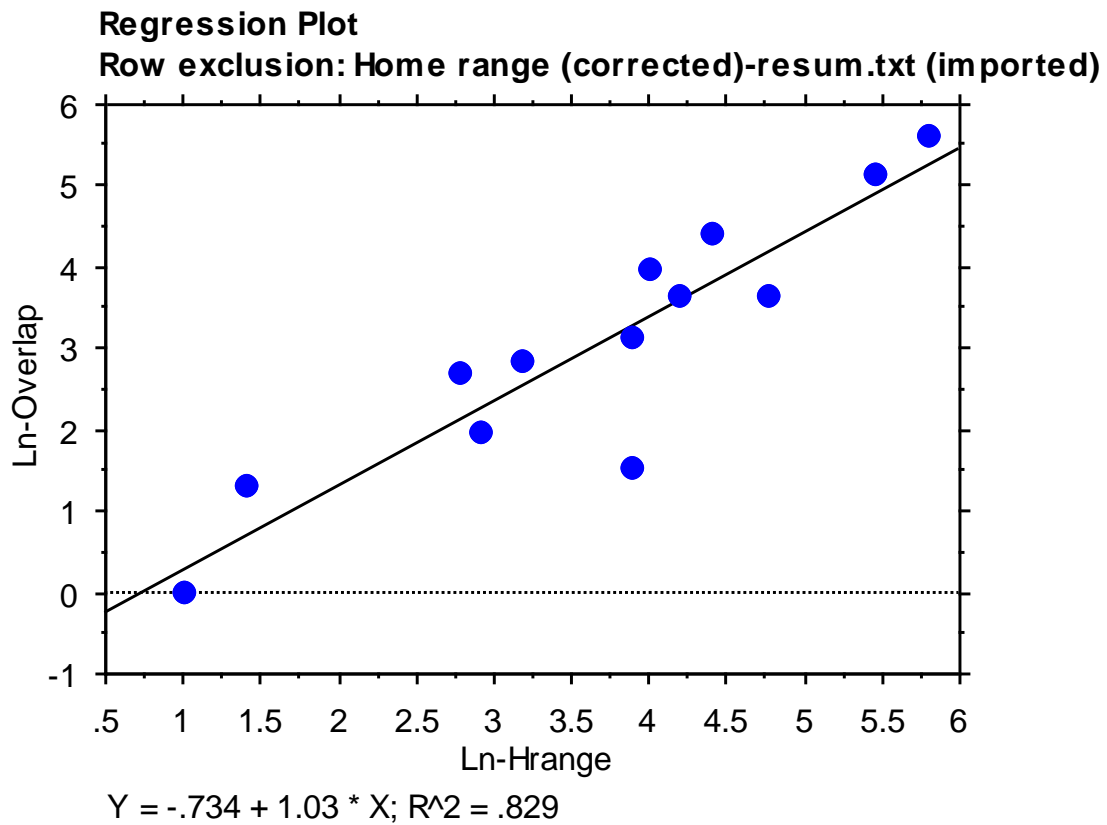


Figura 12. Regresión lineal entre el área de vida (Home range) y el área de solapamiento para lagartijas de lava machos (*M. bivittatus*), durante época no reproductiva.

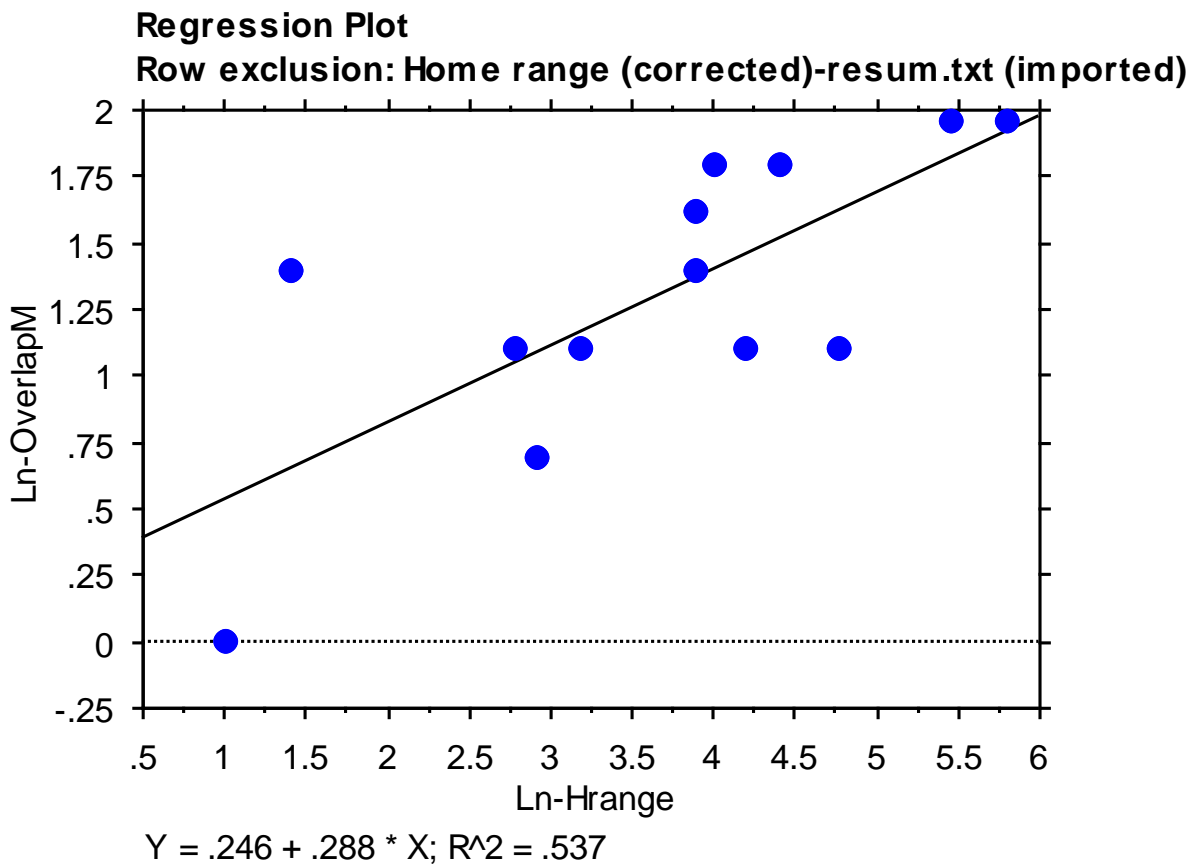


Figura 13. Regresión lineal entre el área de vida (Home range) y el número de lagartijas de lava machos (*M. bivittatus*) cuyos territorios solapan otros territorios, durante época no reproductiva.

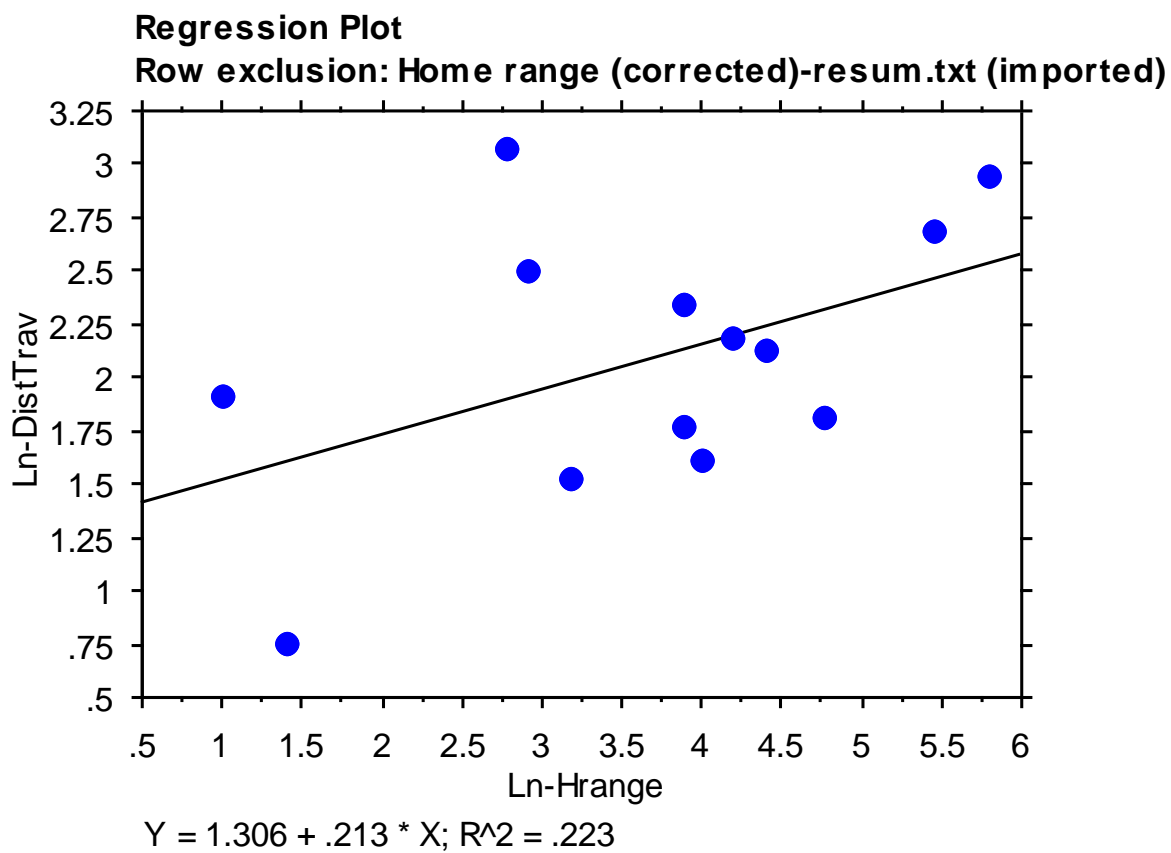


Figura 14. Regresión lineal entre el área de vida (Home range) y el promedio de la distancia recorrida diariamente por las lagartijas de lava machos (*M. bivittatus*), durante la época no reproductiva.

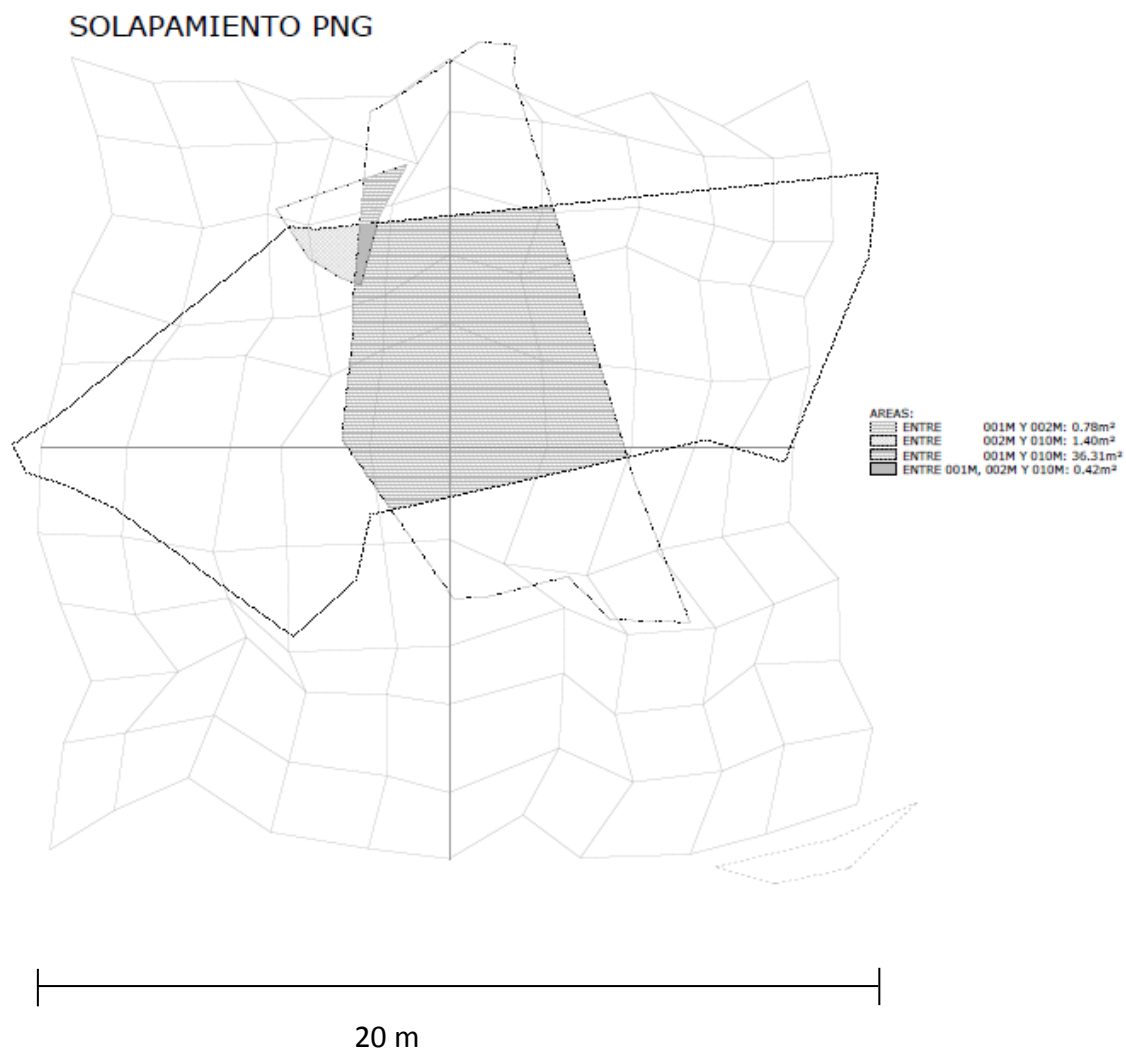


Figura 15. Esquema para la localidad PNG en las Isla San Cristóbal, Galápagos, con las respectivas áreas de áreas de vida y áreas de solapamiento entre lagartijas de lava machos (*M. bivittatus*), durante la época no reproductiva.

SOLAPAMIENTO GAIAS

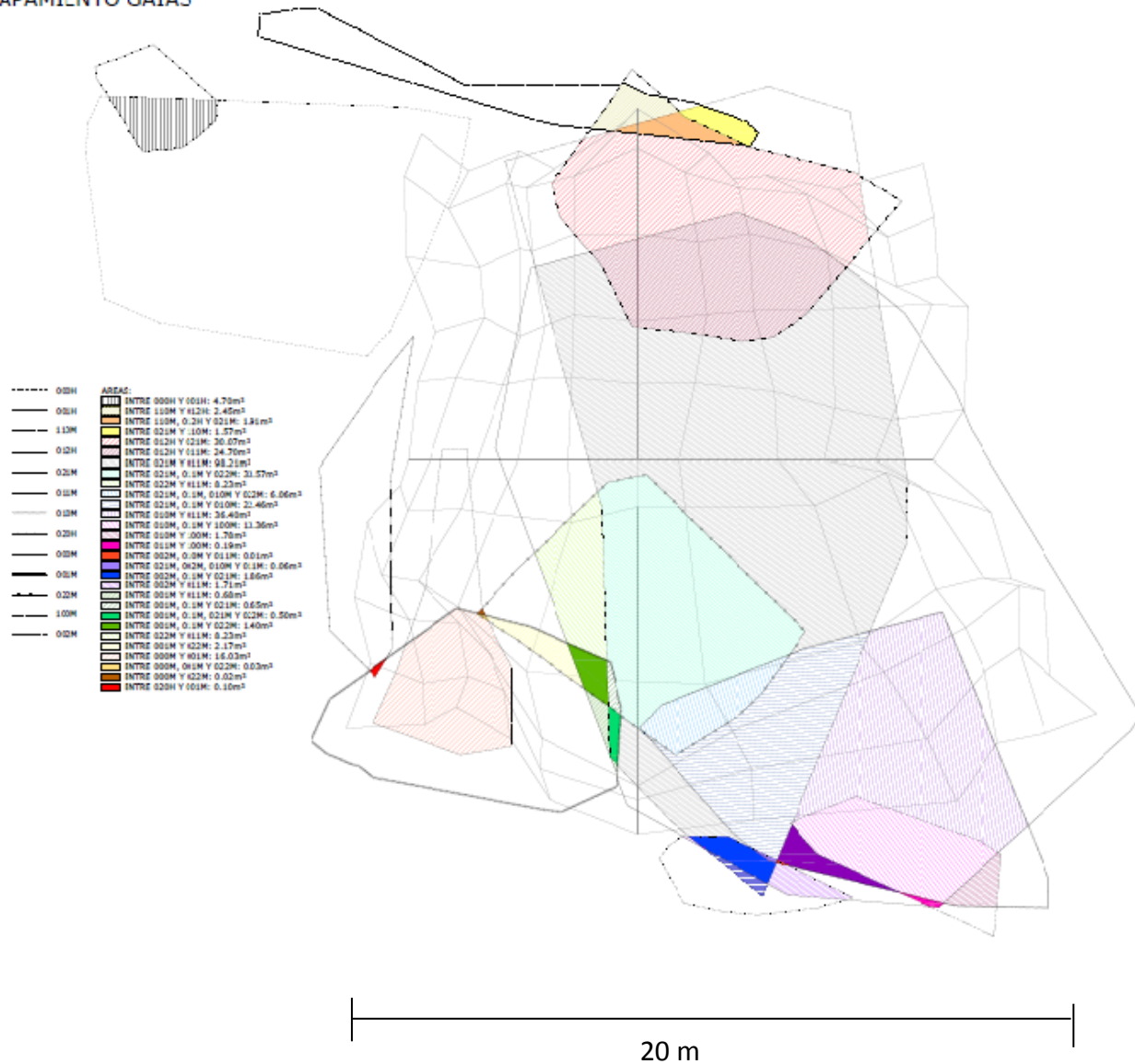


Figura 16. Esquema para la localidad GAIAS en las Isla San Cristóbal, Galápagos, con las respectivas para áreas de vida y áreas de solapamiento entre lagartijas de lava hembras y machos (*M. bivittatus*), durante la época no reproductiva.