

---

Caracterización de la población del lagarto  
canario moteado, *Gallotia intermedia*, en el  
Espacio Natural Protegido de la Montaña de  
Guaza (Tenerife).

---

*Characterization of The canary speckled lizard,  
Gallotia intermedia, population in the Protected  
Natural Area of Guaza Mountain (Tenerife).*

---

***Gonzalo Albaladejo Robles.***

*Grado en Biología*

*Facultad de Biología, septiembre de 2014*



# Índice.

<b>1. Introducción.....</b>	<b>5</b>
1.1. Historia de los lagartos canarios.....	5
1.2. Gallotia intermedia.....	7
1.2.1 Descripción.....	7
1.2.2 Estatus y conservación.....	7
1.3. Monumento Natural de la Montaña de Guaza.....	8
<b>2. Objetivos.....</b>	<b>9</b>
<b>3. Materiales y métodos.....</b>	<b>9</b>
3.1. El método de captura-recaptura.....	9
3.2. Cálculo de la distribución de individuos.....	10
3.3. Diseño del de trampeo.....	11
3.4. Sesiones de trampeo.....	14
3.5. Análisis de los datos.....	17
3.5.1 Método de Petersen.....	17
3.5.2. Método Schnabel.....	18
3.5.3. Método de Schumacher & Eschmeyer.....	19
3.5.4. Cálculo de los intervalos de confianza.....	19
3.5.5. Cálculo de la capturabilidad.....	19
3.5.6. Rcapture.....	20
<b>4. Resultados.....</b>	<b>20</b>
4.1. Captura-recaptura.....	21
4.2. Estima de la población total.....	25
4.3. Análisis de la población.....	27
<b>5. Discusión.....</b>	<b>30</b>
<b>6. Conclusiones.....</b>	<b>32</b>
<b>7. Bibliografía.....</b>	<b>33</b>
Recursos Web.....	34

## **Resumen**

El lagarto moteado de Tenerife, *Gallotia intermedia*, es la única de las 3 especies de lagartos pertenecientes al clado "simonyi" que presenta dos poblaciones naturales en la isla: una en el macizo de Teno y otra en los acantilados costeros de la montaña de Guaza, donde su área de distribución se estima en unas 23.09 hectáreas. En el presente estudio se estimó el tamaño de la población de esta especie en Guaza mediante el método de captura-recaptura. Los datos obtenidos de las 35 sesiones de trampeo realizadas en 5 localidades muestran una densidad de individuos por hectárea que varió entre 3 y 44 ind/Ha. De esta forma se ha estimado que la población está formada por entre 529 y 867 ejemplares. Se discuten comparativamente estas estimaciones y las obtenidas por otros autores. Los datos biométricos obtenidos también revelan que dicha población está formada por individuos de tamaño medio, con una baja presencia de juveniles y adultos de gran tamaño, y con una mayor presencia de hembras que de machos. Estos datos se comparan con los obtenidos por otros autores.

Palabras clave: *Gallotia intermedia*; Guaza; captura-recaptura; distribución; densidad.

## **Abstract**

The Tenerife speckled lizard, *Gallotia intermedia*, is the only of the 3 species belonging to "simonyi" clade that has two natural populations in the island, one in the Teno massif and another in the coastal cliffs of Guaza Mountain, where the distribution area is estimated in 23.09 hectares. In this study, the population size of this species in Guaza was estimated by using the mark-recapture technique. The data collected for the 35 trapping sessions, in 5 different situations, show a varied density per hectare between 3 and 44 ind/Ha. From this data the estimated population ranges from 529 to 867 specimens. These data were confronted with those obtained by other authors. The obtained biometric data also reveal that the population is made up of individuals of medium size, with a low presence of juveniles and large adults, and a greater presence of females than of males. These data were also compared with those obtained by other authors.

Key words: *Gallotia intermedia*; Guaza; mark-recapture; distribution; density.

## 1. Introducción.

### 1.1. Historia de los lagartos canarios.

El género *Gallotia*, perteneciente a la familia de los Lacertidae y a la subfamilia Gallotinae, la cual incluye al género *Psammodromus*, es un género endémico de Canarias representado por 7 especies actuales (Arnold, 1973; 2007; Arnold *et al.*, 2007) y de 10 a 13 subespecies de lagartos (Bischoff, 1985; López-Jurado, 1991): *Gallotia atlantica*, en las islas orientales de Lanzarote, Fuerteventura y Gran Canaria, donde existe una pequeña población introducida; *Gallotia stehlini* en Gran Canaria, aunque también ha sido introducido en una pequeña área de Fuerteventura; *Gallotia galloti* en las islas occidentales de Tenerife y La Palma; *Gallotia caesaris* en El Hierro y La Palma; *Gallotia simonyi* en El Hierro; *Gallotia bravoana* en la isla de La Gomera; y *Gallotia intermedia* en Tenerife (Hernández *et al.*, 2000).

Las siete islas principales tienen orígenes independientes y tienden a ser más antiguas en el este y relativamente recientes en el oeste. Las islas más antiguas son Fuerteventura y Lanzarote, con rocas subterráneas datadas en 20,4 -20,6 millones de años (Ma) (Coello *et al.*, 1992; Carracedo *et al.*, 1998). Después Gran Canaria, con una edad estimada de 14,5 Ma (Carracedo *et al.*, 1998). En el oeste, el edificio volcánico del Roque del Conde, integrado en la actual isla de Tenerife, y la isla de La Gomera surgieron hace aproximadamente 11,6 Ma (Ancochea *et al.*, 1990; Guillou *et al.*, 2004) y 10,5 Ma (Ancochea *et al.*, 2006) respectivamente. Tenerife también se compone de dos islas anteriormente independientes que aparecieron después del Roque del Conde: Anaga (6,5 Ma) y Teno (7,4 Ma) (Guillou *et al.*, 2004). Las islas más jóvenes se sitúan en el extremo oeste del archipiélago: La Palma, que emergió hace unos 1,77 Ma (Guillou *et al.*, 2001), y El Hierro, en la que las rocas más antiguas han sido datadas en 1,12 MA (Guillou *et al.*, 1996).

La colonización del archipiélago canario por los primeros lagartos emparentados con el género *Psammodromus* se produjo hace 17-20 Ma en las islas más orientales (Lanzarote y Fuerteventura) (Cox *et al.*, 2010). A esta primera colonización le siguieron la de Gran Canaria (11-13 Ma) (Cox *et al.*, 2010), La Gomera y Roque del Conde (9-10 Ma) (Cox *et al.*, 2010), ambas colonizaciones producidas por ejemplares procedentes de Lanzarote y Fuerteventura. No parece haber existido un flujo suficiente de individuos entre Gran Canaria y el resto de islas occidentales. A partir de este momento los fenómenos de colonización se producirán con una mayor frecuencia entre los islotes que formarán Tenerife (Roque del Conde, Teno y

Anaga) y la Gomera, produciéndose varias colonizaciones cruzadas por parte de antecesores de *G. galloti* y *G. caesaris* formando el clado *G. caesaris/galloti* (hace 3-4 Ma) (Cox *et al.*, 2010) y antecesores de *G. bravoana*/*G. intermedia*/*G. simonyi* formando el clado o grupo "simonyi" (hace 2-3 Ma) (Cox *et al.*, 2010). La Palma fue colonizada por individuos de *G. galloti* procedentes de la ya formada isla de Tenerife (0,8-0,9 Ma) (Cox *et al.*, 2010). Existen evidencias de que también se produjo una colonización por parte de ejemplares pertenecientes al grupo "simonyi", un posible ancestro de *G. auaritae*, pero su procedencia y periodo de colonización no están claros. La colonización de El Hierro parece haberse producido fundamentalmente desde la isla de la Gomera por ejemplares de la especie *G. caesaris* (0,7-0,8 Ma) y *G. bravoana* (aproximadamente 0,6 Ma). En general, la colonización se produjo poco después de que las islas emergieran, siguiendo un patrón de este a oeste (figura 1).

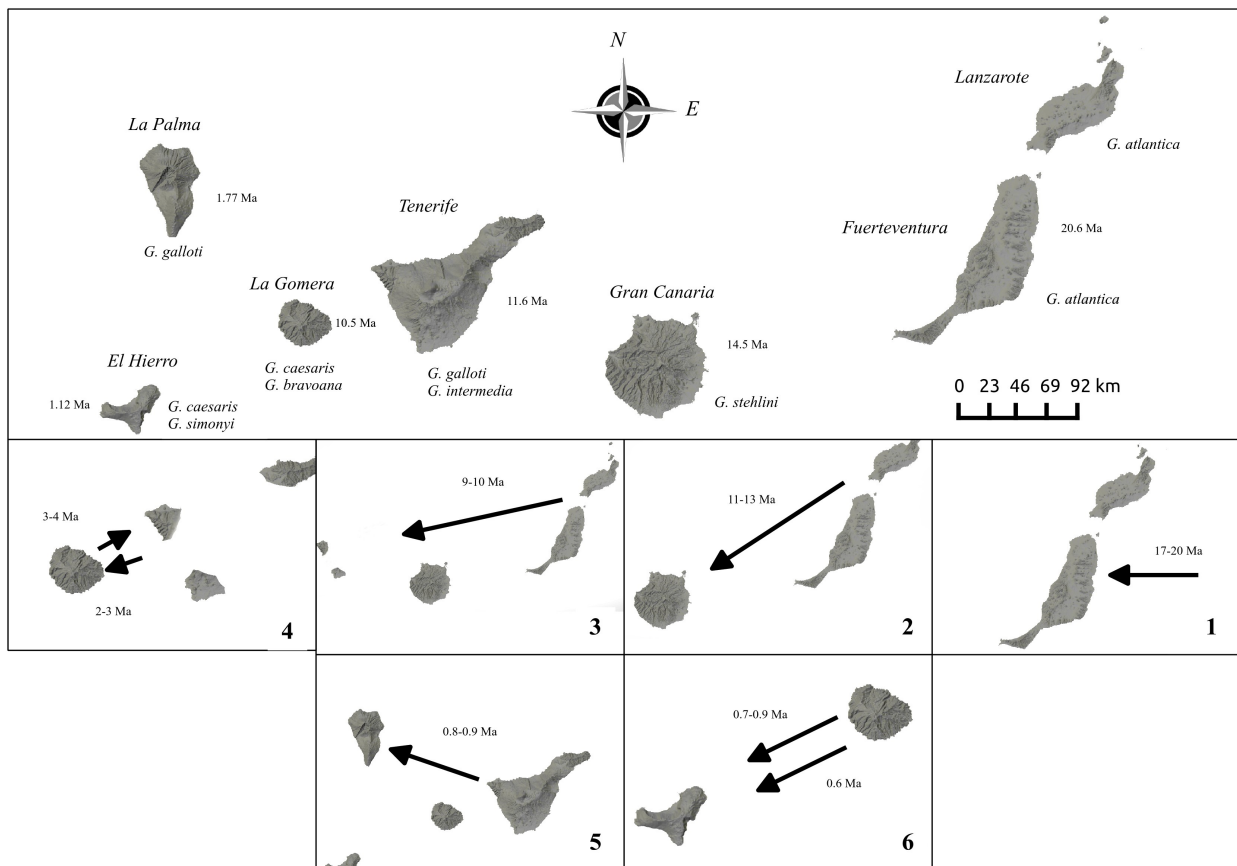


Figura 1. Distribución de las especies del genero *Gallotia* en el archipiélago canario junto con sus tiempos geológicos y periodos de colonización, imágenes de 1 a 6. Detalles ver texto.

adaptado de Cox, S.C., et al. 2010. Divergence times and colonization of the Canary Islands by *Gallotia* lizards.

Los lagartos gigantes de las islas occidentales, pertenecientes al clado "simonyi", se creían extintos hasta la década de 1970 cuando se redescubre una población de *Lacerta simonyi* (*G. simonyi*) (Steindachner 1889) en los riscos de Tibataje, en El Hierro (Böhme &

Bings, 1975), iniciándose desde entonces un redescubrimiento de especies del grupo "simonyi" en las islas occidentales: *G. bravoana* en La Gomera (Nogales *et al.*, 2001) y *G. auaritae* en La Palma (Mínguez, E., *et al.*, 2007). De esta manera, en 1996 se encontró una población de *G. intermedia* en el Macizo de Teno al noroeste de Tenerife estimada en unos 280 a 461 individuos (Rando & Valido, 2000). En abril de 2003 se describió una segunda población en los acantilados de la montaña de Guaza (Rando *et al.*, 2004), con una población estimada de entre 884 a 1100 individuos (Ginovés *et al.*, 2005).

## **1.2. *Gallotia intermedia*.**

### **1.2.1 Descripción.**

En Tenerife, el género *Gallotia* está representado por *G. galloti*, de tamaño relativamente pequeño, *G. goliath* (extinta), de gran tamaño, y *G. intermedia* (figura 2), que presenta un tamaño intermedio entre los lagartos del género de menor talla (*G. atlantica* y *G. galloti*) y los considerados como gigantes (*G. simonyi* y *G. stehlini*). En comparación con el resto de lagartos gigantes resulta algo menor: la longitud hocico-cloaca alcanza los 150 mm en machos y hembras, aunque no es raro encontrar ejemplares de mayor tamaño. La cola es, en relación al cuerpo, muy larga, alcanzando los 308 mm en machos y 296 mm en hembras. Los machos tienen una longitud hocico-cloaca (media =147,5 mm) mayor que las hembras (media =136,5mm) (Hernández *et al.*, 2000). Presentan escama masetérica y un número de escamas temporales que va de 38 a 90 y entre 3 y 5 escamas supratemporales. Las escamas ventrales están dispuestas en series longitudinales de 16 a 18 escamas.

### **1.2.2 Estatus y conservación.**

Todos los lagartos del grupo "simonyi" están considerados como especies en peligro crítico o en peligro de extinción. *G. intermedia* esta considerado como especie en "peligro crítico" por la UICN (UICN-Red List of Threatened Species) y como especie en peligro de extinción por el "Catalogo Canario de Especies Protegidas" y el "Catalogo Español de Especies Amenazadas". Pese a estar considerada como "En peligro de extinción" por la legislación Española, esta especie no cuenta con un "Plan de recuperación" activo.

Las actuaciones realizadas para su conservación han sido la financiación de dos asistencias técnicas (Gobierno de Canarias), un estudio de la población así como varias actuaciones de control de especies exóticas invasoras (cabildo de Tenerife). Dentro de estos

trabajos, en el verano de 2001 se realizó un control de gatos y ratas en algunas localidades habitadas por la especie en el macizo de Teno. Actualmente se está poniendo en marcha un programa de cría en cautividad en un convenio entre la Fundación “Neotrópico y el Zoológico de Barcelona” (J. A. Urioste, com. pers.).



Figura 2: Macho adulto de *Gallotia intermedia* en el Monumento Natural de la Montaña de Guaza. Foto Itahisa Gonzalez.

### **1.3. Monumento Natural de la Montaña de Guaza.**

El Monumento Natural de la Montaña de Guaza es un espacio protegido situado en el municipio de Arona, al sur de la isla de Tenerife. Este espacio fue declarado por la Ley 12/1987, de 19 de junio, de Declaración de Espacios Naturales de Canarias como paraje natural de interés nacional de la Montaña de Guaza y reclasificado a su actual categoría por la Ley 12/1994, de 19 de diciembre, de Espacios Naturales de Canarias. Todo el monumento es, por definición, área de sensibilidad ecológica a efectos de lo indicado en la Ley 11/1990, de 13 de julio, de Prevención de Impacto Ecológico.

El espacio protegido comprende 725,7 Ha, estando constituida fundamentalmente por la Montaña de Guaza, uno de los domos volcánicos exógenos más representativos de la isla y por las coladas fonolíticas derivadas de su erupción. Limita al oeste con la localidad turística de Los Cristianos, al este con el pueblo de Guaza y la urbanización El Palm-Mar, al norte con la carretera que une Los Cristianos con Guaza y al sur con el mar.



La vegetación dominante es el tabaibal dulce tinerfeño halófito (*Ceropegio fuscae-Euphorbietum salsoletosum divaricae*) y el Ahulagar o saladar blanco (*Launaeo arborescentis-Schizogynnetum*), este último menos abundante y asociado a antiguas huertas y zonas de cultivo ya en desuso (Grafcán, 2014). La antigüedad de este monumento natural es de un máximo de 3,5 millones de años y un mínimo de 0,67 millones de años.

## **2. Objetivos.**

El objetivo del presente estudio es estimar el tamaño de la población de *Gallotia intermedia* en el Monumento Natural de la Montaña de Guaza, así como la configuración de sexo y edades y el estado de la misma.

## **3. Materiales y métodos.**

### **3.1. El método de captura-recaptura.**

Para calcular el tamaño y distribución de la población de lagarto moteado de Tenerife en el espacio natural protegido de la montaña de Guaza se empleó el método de captura-recaptura. Este método ha sido usado habitualmente para el cálculo de las poblaciones de lagartos en el archipiélago canario. Pese a su amplia utilización, no existe una metodología formal para la aplicación de dicho método en poblaciones de reptiles. Así, con el fin de establecer una metodología conveniente para el estudio de la población de lagarto gigante en Guaza, se adaptó el método del *Standard Minimum* (Grodzinski *et al.*, 1966), usado habitualmente en el estudio de micromamíferos. Este método se adaptó a las características de un estudio de captura-recaptura, del terreno en el que habita *G. intermedia* y de los periodos de actividad de la especie. La fiabilidad de las estimas obtenidas se basa en el cumplimiento de 3 supuestos:

1. Que todos los individuos de la población en estudio (población accesible) tengan igual probabilidad de ser capturados, lo que implica una distribución uniforme de las estaciones de captura dentro de la parcela a estudiar.
2. Que las condiciones de captura (por ejemplo, climatología, disponibilidad de alimento, etc.) no varíen a lo largo del periodo del censo, con el fin de no afectar al patrón de distribución temporal de las capturas.
3. Que no haya natalidad, mortalidad o migración (es decir, que sean poblaciones cerradas).

Dadas las exigencias de las condiciones de estudio que requieren estos métodos y contando ya con datos previos de las zonas seleccionadas para el estudio (Ginovés *et al.* 2004), se realizó un análisis de la distribución de capturas en cada una de las parcelas prospectadas durante el estudio de 2004 con el fin de asegurar que la distribución de los individuos en las zonas de estudio fuera al azar y que, por tanto, la probabilidad de ser capturados fuera la misma para todos los individuos. Para este análisis se emplearon los modelos de Elliott (1971) para la distribución de organismos.

### 3.2. Cálculo de la distribución de individuos.

Para el análisis de la distribución espacial de las diferentes poblaciones se recurrió en primer lugar a un índice dispersión o “*Variance-to-mean ratio*” ( $I$ ) que viene dado por la relación existente entre la varianza y la media:

$$I = \left( \frac{S^2}{\bar{X}} \right) \begin{cases} S^2 = \frac{\sum f_i (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)} \\ \bar{x} = \frac{\sum f_i \cdot x_i}{n} \end{cases}$$

Este índice de dispersión es igual a 1 si la distribución es al azar y menor o mayor a este valor si se trata de una distribución contagiosa o uniforme. Este índice nos da una buena aproximación a la distribución de nuestra especie en el territorio. Sin embargo, dado que en muchos casos la cantidad de datos es pequeña, es necesario profundizar un poco más para delimitar de forma correcta la distribución que sigue nuestra especie. Para esto recurrimos además a una prueba de  $\chi^2$  (Elliott, 1971) dado que la expresión  $I(n-1)$  da una buena aproximación a una  $\chi^2$  con  $(n-1)$  grados de libertad:

$$\chi^2 = I(n-1) = \frac{S^2(n-1)}{\bar{x}} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 (n-1)}{\bar{x}(n-1)} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{\bar{x}}$$

Si  $n \leq 31$  se verifica la significación del  $\chi^2 = I(n-1)$  para  $n-1$  grados de libertad, por lo que solo es necesario acudir a la tabla para ver si nuestro valor entra dentro de los límites de confianza para una distribución al azar. Si  $n > 31$  debemos calcular el parámetro  $d$  :

$$d = \sqrt{2\chi^2} - \sqrt{2(n-1) - 1}$$

En el caso de que  $d > 1,96$  con signo positivo la distribución será contagiosa mientras que si su signo es negativo sera homogénea. Entre ambos extremos nos encontramos con una distribución al azar.

Además de las dos pruebas anteriores, se realizó una prueba de bondad de ajuste, o prueba de la  $\chi^2$  para comprobar si la distribución obtenida anteriormente se ajusta a dicha distribución o si bien existen diferencias significativas entre nuestra muestra y los valores esperados para la distribución teórica de nuestra población.

La combinación de estos tres tests debe proporcionarnos una idea de la distribución teórica de los individuos en las diferentes zonas de estudio. Al menos dos de ellos deben darnos la misma solución, ya que si no es así deberemos tomar más datos sobre el terreno antes de realizar el estudio final. En caso de no ser así, no habría que asumir una distribución al azar y, una vez realizado el estudio, tendría que comprobarse la distribución de las capturas y ver si estas se adaptan a las exigencias del método de captura-marcado recaptura.

El conocimiento de la distribución espacial de los individuos dentro de las zonas a prospectar es fundamental, ya que nos permite determinar si el tamaño de las mismas es el adecuado o si, por el contrario, es necesario reajustar el tamaño de las mismas o aplicar un esfuerzo de trampeo mayor.

Todos los cálculos se realizaron mediante el software libre de computación y estadística *R.proyect* versión 3.0.2 (2013-09-25).

### **3.3. Diseño del de trampeo.**

El diseño del trampeo es un elemento fundamental de los estudios de densidad de poblaciones basados en métodos de captura directos. Pese a que los métodos de captura directos son uno de los procedimientos más utilizados para el estudio de las poblaciones de reptiles de canarias, no existe una metodología propia que responda a las características del territorio y a la distribución de los organismos en el mismo. La mayoría de los estudios sobre densidades de lagartos gigantes están basados en estos métodos (Pérez-Mellado *et al.* 1999), pero no se tienen en cuenta la distribución de las estaciones de captura, que muchas veces son colocadas en zonas donde se observa mayor actividad de estos animales o donde se espera obtener mayores capturas. Este hecho puede llevar a sobreestimaciones de las densidades (Krebs, 1989), ya que se tienen en cuenta solo zonas reducidas de alta concentración de individuos y se omiten zonas donde tal vez los ejemplares son menos abundantes pero están asimismo presentes.

Para asegurar la distribución homogénea del esfuerzo de captura en cada una de las parcelas a prospectar, se diseñó una “red de trampeo” de 5 metros para cada una de las zonas de estudio. Dada la naturaleza del terreno y el tamaño de las trampas no se pudo realizar esta tarea directamente sobre un mapa. Para establecer los puntos de captura se dividieron las parcelas en transectos lineales de 10 metros mediante una cinta métrica. Cada uno de los transectos en los que se dividió la parcela fue revisado y marcado mediante GPS (sistema UTM-WGS 84), localizando en ellos todos los puntos donde podía situarse una trampa. Una vez marcados todos los posibles emplazamientos de las trampas estos se pasaron a un sistema de información geográfica *Qgis* (Quantum GIS valmeria 2.0). Mediante el uso de *Qgis* se corrigieron las desviaciones dadas por el GPS (6 metros de media) y se eliminaron las estaciones de trampeo que guardaban menos de 5 metros de distancia con el resto de trampas, resultando un total de 91 puntos de trampeo válidos (figura 4). Dado que las parcelas no tienen formas regulares, las redes de trampeo tampoco son iguales entre sí y las distancias entre las trampas, pese a los esfuerzos, no son regulares y presentan una variación media de 1,2 a 2 metros. El método de marcado se detalla en la figura 3.

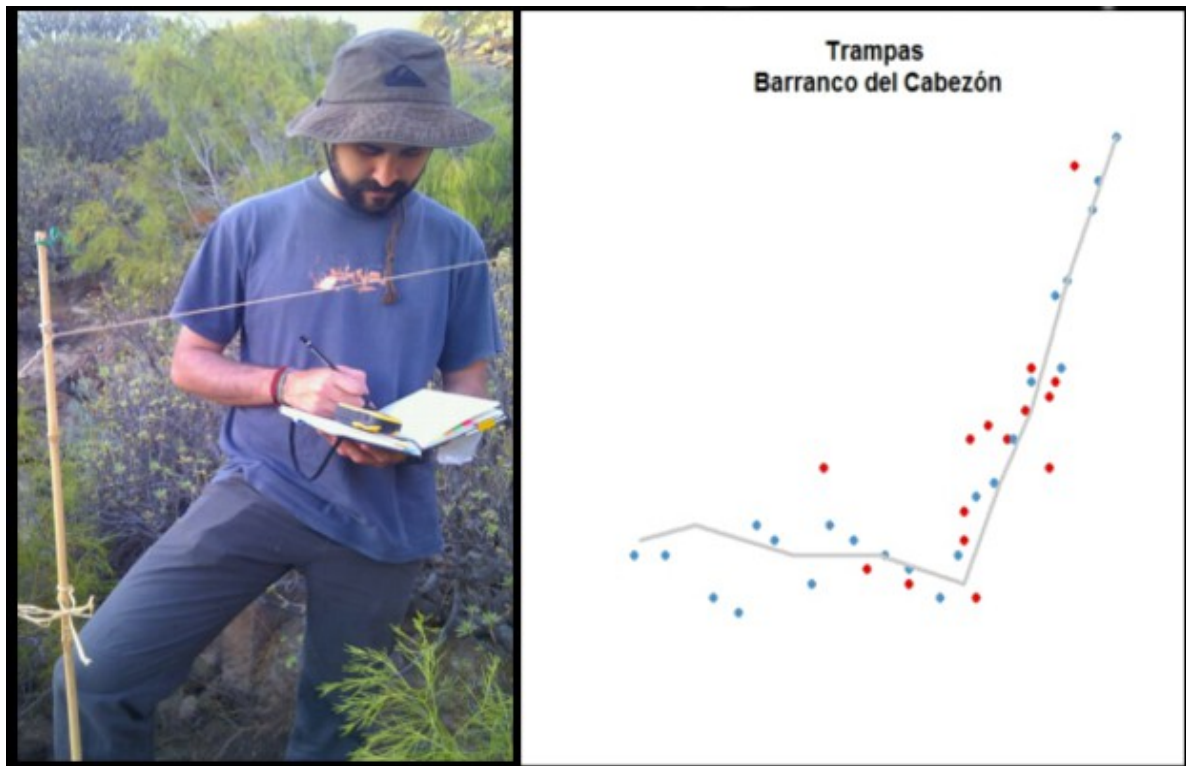


Figura 3: Marcado de las estaciones de trampeo en el “Barranco del Cabezón”. El esquema de la derecha muestra la distribución de las trampas (puntos) en relación a los transectos realizados (línea gris). Los puntos rojos representan las estaciones de trampeo descartadas por no guardar una distancia de 5 metros con el resto. Los puntos azules representan el total de trampas que fueron usadas para formar la "red de trampeo".

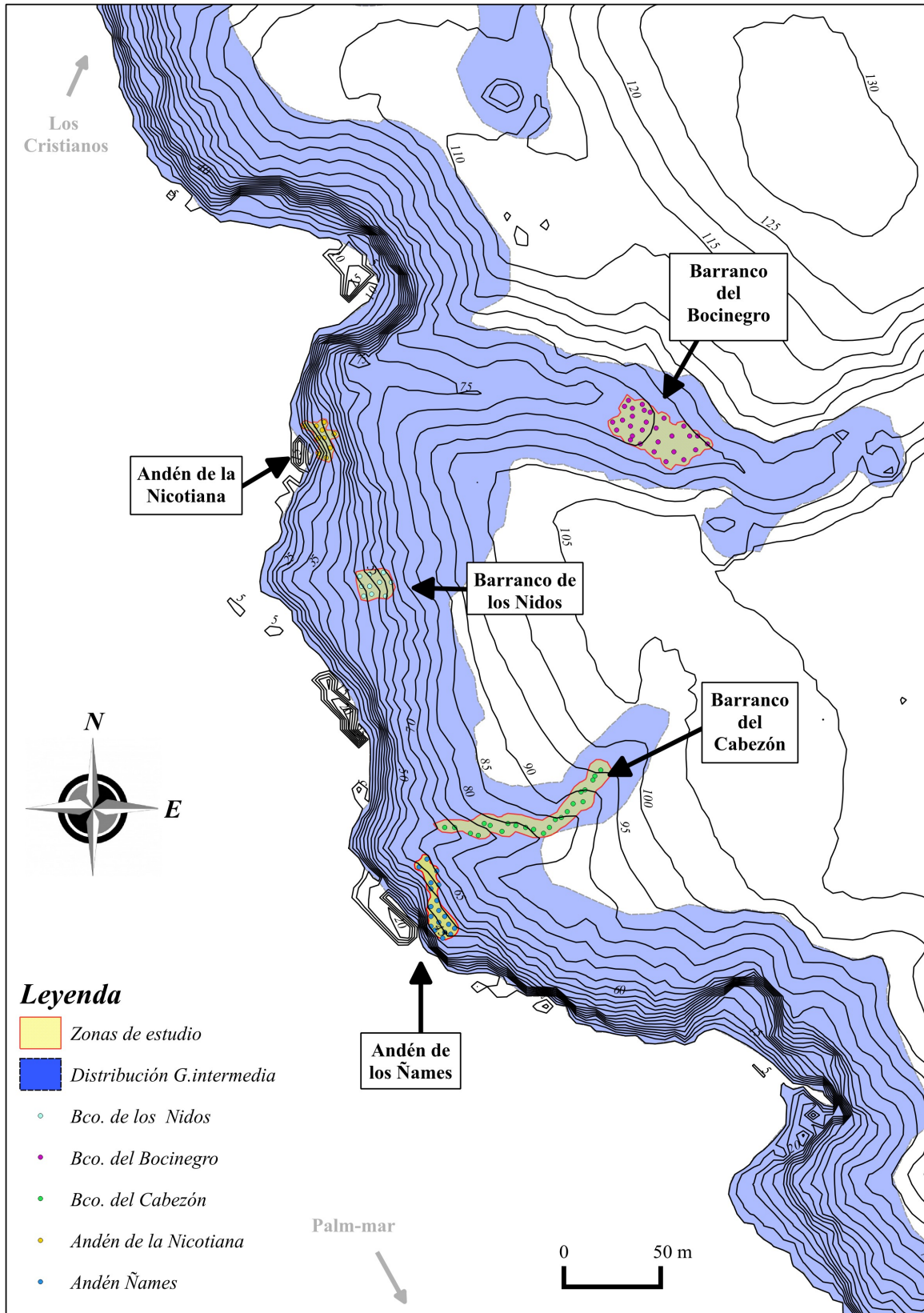


Figura 4: distribución de las estaciones de trampeo utilizadas durante el estudio de captura-recaptura. Los puntos representan cada una de las estaciones de trampeo. Mapa realizado con Qgis-Valmeria a partir de un Modelo Digital del Terreno con una resolución de 5 metros. MDT05-1102-LIDAR, centro de descargas Instituto Geográfico Nacional (IGN).

### 3.4. Sesiones de trampeo.

La duración del trampeo es fundamental cuando se planean censos de captura-recaptura sobre poblaciones cerradas. Para asegurar que las poblaciones se mantienen estables durante el estudio de las parcelas es necesario que no se produzcan migraciones, nacimientos o muertes. Estos fenómenos, comunes a todas las poblaciones de animales, pueden ser atenuados seleccionando tiempos de estudio cortos. Los tiempos de estudio cortos nos permiten un mayor control puntual de las condiciones de censo, la distribución espacial de los animales y el cambio en el número de animales accesibles por reproducción o migración.

Cada una de las parcelas fue prospectada durante 6 días en sesiones de 5 horas de duración. Estas sesiones fueron a su vez divididas en dos sesiones de 2'5 horas de duración. Al final de cada una de estas subsesiones las trampas eran revisadas y los animales eran marcados y liberados. Se optó por este método para asegurar que no se produjeran muertes en las estaciones de trampeo, que pueden alcanzar altas temperaturas, y para aumentar la efectividad de las mismas a lo largo de toda la sesión de trampeo.

Los periodos de trampeo variaron de una parcela a otra, (tabla 1) fundamentalmente por las condiciones meteorológicas, que fueron especialmente variables durante los meses de estudio. Por este motivo, las sesiones de trampeo no fueron continuas, sino que presentan una discontinuidad de unos pocos días, en la mayoría de los casos, a una semana (Andén de los Ñames). Dichas discontinuidades no supusieron diferencias en la capturabilidad y la media de capturas se mantuvo estable en todas las parcelas.

<i>Localidad</i>	<i>Inicio</i>	<i>Fin</i>	<i>Nº Trampas</i>	<i>Superficie (Ha)</i>
Andén de los Ñames	28/05/14	09/06/14	19	0,0427
Barranco del Cabezón	20/06/14	01/07/14	23	0,093
Andén de la Nicotiana	20/07/14	31/07/14	10	0,0193
Barranco de los Nidos	20/07/14	31/07/14	10	0,0261
Barranco del Bocinegro*	03/08/14	08/08/14	29	0,0986

Tabla 1: Detalle de las sesiones de trampeo en el espacio natural de la Montaña de Guaza. El tamaño de las parcelas se calculó con ArcGis, usando como mapa base un MDT (modelo digital de elevación) de 5 metros de resolución.

Puesto que la actividad de los reptiles está condicionada por la temperatura, se eligieron períodos de muestreo en los que el sol incidiera de forma directa en las parcelas, asegurando así que las horas de mayor actividad de los animales coincidieran con las horas de trampeo.

Para la captura de los ejemplares se emplearon trampas de caída libre, con una apertura de 30 x 40 cm y una altura de 50 cm (figura 5). Estas trampas, pese a su gran tamaño, han sido usadas frecuentemente en censos de poblaciones de lagartos canarios. El uso de trampas de menor apertura puede inducir a error debido a que los lagartos son más reacios a caer en ellas (Rando & Valido, 2000). Las trampas fueron cebadas con tomate maduro previamente lavado. Al finalizar cada sesión o unidad de trampeo el cebo era retirado y las trampas colocadas boca abajo cerca de su posición. Con el fin de proyectar algo de sombra en el fondo de las trampas y ofrecer algo de refugio contra el calor y los posibles depredadores a los animales que entraran en éstas, la entrada de las trampas fue tapada parcialmente con ramas, rocas u hojas de periódico en aquellos casos en los que se consideró necesario.

Todos los ejemplares de *G. intermedia* capturados fueron pesados y medidos (longitud total, longitud hocico-cloaca y largo y ancho del píleo) y marcados con laca de uñas sin xileno, que resulta tóxico para los reptiles (Boone & La Rue, 1999)(figura 7). Las marcas consistieron en un número y una línea en la parte trasera del dorso, entre las extremidades posteriores (figura 6.A). Se escogió este método de marcado por ser indoloro para el animal y por haber sido usado con anterioridad en estudios sobre lagartos durante periodos de estudio inferiores a 30 días. Durante el estudio se pudo comprobar que estas marcas se mantenían legibles más de 10 días y que los restos de la mismas eran visibles un mes después de haber sido marcados.



Figura 5: Trampas, utilizadas durante el estudio de captura-recaptura.



Figura 6: Detalle de las marcas utilizadas para *Gallotia intermedia* (A) y *Gallotia galloti* (B). Los colores de las marcas cambiaron en función de la localidad de captura para hacerlos fácilmente identificables.



Figura 7. (A) Toma de datos biométricos de un ejemplar de *G. intermedia* en el Andén de los Ñames, (B) Ejemplar recapturado de *G. intermedia*.(C) Inspección de un ejemplar de *G. intermedia* en busca de marcas distintivas y parásitos.



*Gallotia intermedia* comparte hábitat con *Gallotia galloti*, siendo esta última más abundante y estando mayormente distribuida que *G. intermedia*. Ambas especies eran atraídas por igual hacia las trampas, pero puesto que los ejemplares de *G. galloti* no eran la población objetivo se marcó a estos con una simple marca de color que diferenciara a los ejemplares capturados en cada sesión (figura 6.B).

### 3.5. Análisis de los datos.

Para estimar el tamaño de la población en las zonas prospectadas se emplearon varios métodos de cálculo:

#### 3.5.1 Método de Petersen (1896).

Es el método más sencillo, ya que solo requiere una sesión de marcado-recaptura. Es también el menos preciso de todos los métodos de estima para poblaciones cerradas (Krebs, 1999). El procedimiento normal se basa en marcar una muestra de la población durante un periodo corto de tiempo, liberarla, y después capturar otra muestra de la población, contando esta vez los individuos marcados y los que no lo están. La ecuación más ampliamente utilizada para el cálculo de poblaciones mediante este método fue propuesta por Chapman en 1951 y corrige las desviaciones causadas al trabajar con poblaciones pequeñas:

$$\hat{N} = \frac{(M+1) \cdot (C+1)}{(R+1)} - 1$$

*M* = número de individuos marcados en la primera sesión  
*C* = Número de animales capturados en la segunda sesión  
*R* = número de recapturados

Esta fórmula da lugar a estimas no sesgadas cuando  $M+n \geq N$ , o cuando  $m > 7$  (Telleria, 1986 - Krebs, 1999). Su error estándar viene dado por:

$$es(\hat{N}) = \sqrt{\frac{(M+1) \cdot (C+1) \cdot (M-R) \cdot (C-R)}{(R+1)^2 \cdot (R+2)}}$$

Existe otra aproximación que resulta más útil cuando se trabaja sin recapturas, es decir, cuando el control de los individuos se realiza de forma indirecta (por ejemplo, desde puestos de observación) (Bailey, 1951):

$$\hat{N} = \frac{(M+1) \cdot (C+1)}{(R+1)} \quad es(\hat{N}) = \sqrt{\frac{M^2 \cdot (C+1) \cdot (C-R)}{(R+1)^2 \cdot (R+2)}}$$

El método de Petersen fue empleado en el Barranco del Bocinegro, ya que tras 4 días sin recapturas de *G. galloti* y sin ninguna captura de *G. intermedia*, se realizó un recuento de ejemplares mediante grabación de vídeo.

### 3.5.2. Método Schnabel (1938).

Se trata de una extensión del método de Petersen a una serie de episodios de marcado-recaptura (Krebs. 1998), en las que se diferencian dos tipos de individuos: los marcados, capturados al menos una vez, y los no marcados, que no han sido capturados. La estima de la población se obtiene mediante una media ponderada de estimaciones de Petersen:

$$\hat{N} = \frac{\sum_t (C_t \cdot M_t)}{\sum_t R_{t+1}} \quad \text{donde; } \begin{array}{l} M_t = \text{Número de individuos marcados en la población antes de la sesión } t \\ C_t = \text{Número de individuos capturados en la sesión } t \\ R_t = \text{Número de individuos recapturados en la sesión } t \end{array}$$

La varianza y error estándar vienen dados por la estima de  $N$ :

$$\text{varianza} \rightarrow \left(\frac{1}{\hat{N}}\right) = \frac{\sum R_t}{(\sum C_t \cdot M_t)^2}$$

$$\text{Error estándar} \rightarrow \left(\frac{1}{\hat{N}}\right) = \sqrt{\frac{\sum R_t}{(\sum C_t \cdot M_t)^2}}$$

El inconveniente del método de Schnabel es que necesitamos un número alto de recapturas. Cuando esto no es posible, es mejor utilizar modelos basados en el cálculo de medias no ponderadas o basados en el cálculo por regresión lineal (figura 8).

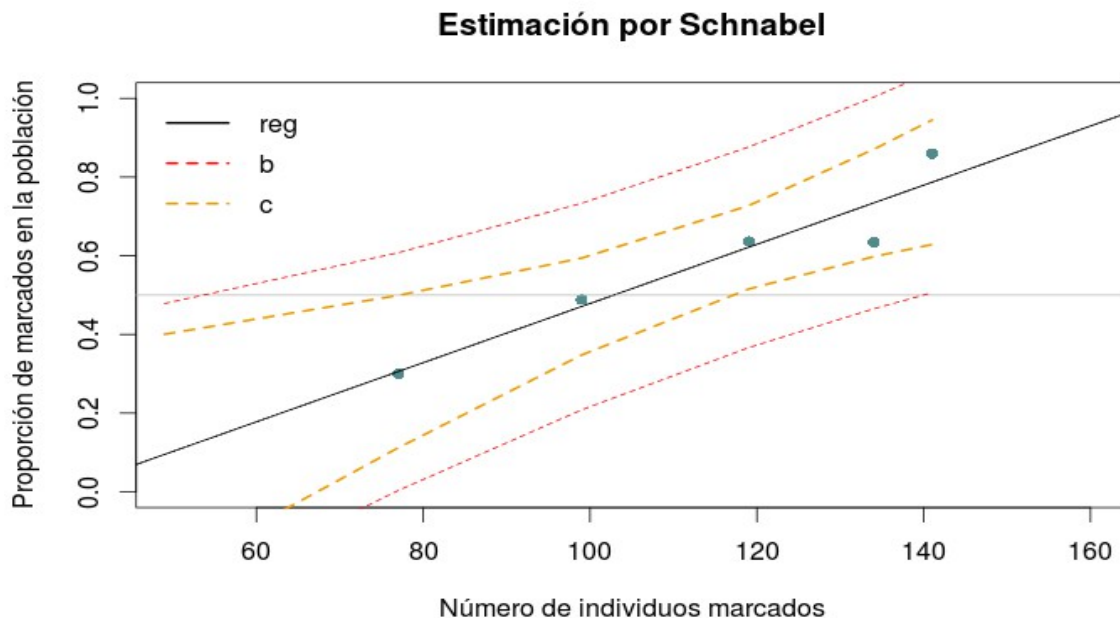


Figura 8: Método de estimación de Schnabel para la población de *Gallotia galloti* en el Barranco del Cabezón durante 2014. Los puntos azules muestran el acumulado de animales marcados  $M_t$  contra la proporción de animales marcados en cada muestra  $(R_t / C_t)$ . (reg) Recta de regresión ajustada, (b) la línea de puntos rojo muestra los intervalos de estimación. (c) muestra los intervalos de confianza al 95% de para nuestra muestra.

### 3.5.3. Método de Schumacher & Eschmeyer (1943).

El método es una modificación del de Schnabel y se basa en una aproximación por regresión lineal para el cálculo del tamaño de la población. Al igual que otros modelos de análisis de poblaciones, se basa en el cálculo de la pendiente que forma la relación de individuos previamente marcados ( $M_t$ ) y el porcentaje de individuos marcados en las sucesivas muestras ( $R_t/C_t$ ). Viene definida por la ecuación:

$$\hat{N} = \frac{\sum_{t=1}^s (C_t \cdot M_t^2)}{\sum_{t=1}^s (R_t \cdot m_t)} \quad \text{donde } S = \text{número total de muestras.}$$

Y cuya varianza y error estándar vienen dados por:

$$\text{varianza} \rightarrow \left(\frac{1}{\hat{N}}\right) = \frac{\sum (R_t^2 / C_t) - [(\sum R_t \cdot M_t)^2 / \sum C_t \cdot M_t^2]}{S - 2} \quad \text{donde } S = \text{número de muestras incluidas.}$$

$$\text{Error estandar} \rightarrow \left(\frac{1}{\hat{N}}\right) = \sqrt{\frac{\text{Varianza} \left(\frac{1}{\hat{N}}\right)}{\sum (C_t \cdot M_t^2)}}$$

El método de Schumacher & Eschmeyer está descrito como uno de los métodos de

estima más robustos y fiables para este tipo de estudios (Seber. 1982, Krebs. 1998). En ciertas ocasiones puede ocurrir que la relación entre ( $R/C$ ) y ( $M$ ) no sea lineal sino curvilínea. En este caso no se cumplirían nuestras asunciones o supuestos, esto querrá decir que nuestra población no es cerrada o que la capturabilidad no es constante ( Krebs.1998).

### 3.5.4. Cálculo de los intervalos de confianza.

Como el número total de recapturas fue inferior a 50 en todas las parcelas, los intervalos de confianza fueron calculados asumiendo una distribución de Poisson (Krebs, 1998). Estos intervalos fueron calculados tanto para el método de Schnabel como para Schumacher & Eschmeyer usando la siguiente formula:

### 3.5.5. Cálculo de la capturabilidad.

A fin de determinar la igual probabilidad de captura de los ejemplares se recurrió a una prueba de Poisson cero-truncada (Caughley 1977). Este cálculo es posible si el periodo entre la primera y la ultima sesión de trampeo es lo suficientemente corto como para asegurar que

no existe mortalidad. Este método calcula las frecuencias de que un animal sea capturado 1,2...n veces durante el estudio y los compara con los valores esperados asumiendo igual capturabilidad mediante una prueba de bondad de ajuste o  $\chi^2$ .

Los cálculos para los modelos de Petersen, Schnabel, Schumacher & Eschmeyer, así como los intervalos de confianza de dichos modelos y cálculos sobre la capturabilidad se realizaron mediante el software Ecological Methodology (Krebs, 2003) y mediante el software estadístico R-proyect .

### **3.5.6. Recapture.**

Además de los modelos clásicos de cálculo para poblaciones, mencionados antes, se empleó el paquete estadístico *Rcapture* (Baillargeon & Rivest. 2007) para el análisis de los resultados de captura-recaptura (tabla 2). Este paquete estadístico funciona en R-proyect y nos permite comparar varios modelos de ajuste en función de como cambian las frecuencias de captura de los animales. A diferencia de los otros métodos de cálculo no es necesario que las observaciones se ajusten a una recta, se tiene en cuenta la heterogeneidad de las capturas.

Para el trabajo con poblaciones cerradas el programa compara 8 posibles modelos que engloban varios métodos de estima y ofrece una serie de parámetros que nos permiten seleccionar el modelo que presenta una menor desviación, así como la estima de la población y sus intervalos de confianza.

## **4. Resultados.**

Para el cálculo de las densidades se ha tenido en cuenta el mapa de distribución de la especie realizada por Ginovés *et al.*, en 2004, por considerarse más preciso que los últimos estudios sobre distribución realizados durante el SEGA<sup>1</sup> de 2011 (Pilar Bello *et al*), ver figura 2. De esta forma la superficie habitada por esta especie supondría un total de 23,09 Ha aproximadamente. Sin embargo esta superficie, hoy en día, podría ser menor, ya que durante el estudio se ha constatado que zonas donde estos animales eran abundantes (Ginovés *et al.*, 2004, Pilar Bello *et al.*, 2011) están poco pobladas o las poblaciones ya no existen.

---

1 SEGA: Seguimiento de Poblaciones de Especies Amenazadas.

Modelo	Log-lineal / forma logística	Métodos de aproximación
$M_{tbh}$	$\log(P_{ij}) = \alpha_i + \mu_j + \gamma Y_{ij}$ $\text{logit}(P_{ij}) = \alpha_i + \mu_j + \gamma Y_{ij}$	Cobertura Condicional de la muestra (Lee 1996) MLE utilizando mezcla (2000 Pledger) Función de estimación (Chao et al. 2001b) Modelos lineales generalizados utilizando covariables (Huggins 1991; Evans et al. 1994) (Todos los métodos son válidos para los submodelos dados a continuación; por lo que no se repetirán en cada modelo)
$M_{bh}$	$\log(P_{ij}) = \alpha_i + \gamma Y_{ij}$ $\text{logit}(P_{ij}) = \alpha_i + \gamma Y_{ij}$	Eliminación Generalizada (Otis et al 1978.) Jackknife (Pollock y Otto 1983) Cobertura de la muestra (Lee y Chao 1994) MLE no paramétrica (Norris y Pollock 1995, 1996b)
$M_{tb}$	$\log(P_{ij}) = \mu_j + \gamma Y_{ij}$ $\text{logit}(P_{ij}) = \mu_j + \gamma Y_{ij}$	Método Martingale (Lloyd 1994) Aproximación de Bayes (Lee y Chen 1998) MLE y máxima cuasi-verosimilitud (Chao, Chu, y Hsu 2000) Modelos log-lineales b (Cormack, 1989)
$M_{th}$	$\log(P_{ij}) = \alpha_i + \mu_j$ $\logit(P_{ij}) = \alpha_i + \mu_j$	Cobertura de la muestra (Lee y Chao 1994) Modelos logit mixtos (Sanathanan 1972, Coull y Agresti 1999) Modelos Log-lineales o modelos de clase latente (Darroch et al. 1993; Agresti 1994)
$M_h$	$\log(P_{ij}) = \alpha_i$ $\text{logit}(P_{ij}) = \alpha_i$	Método Jackknife (Burnham y Overton 1978) Estimador Bootstrap (Smith y Van Belle 1984) Método Martingala (Lloyd y Yip 1991) MLE no paramétrico (Norris y Pollock 1995, 1996b) (Todos los estimadores mencionados por $M_{th}$ modelo son válidas aquí)
$M_b$	$\log(P_{ij}) = \alpha_i + \gamma Y_{ij} (\alpha_i = \alpha)$ $\logit(P_{ij}) = \alpha_i + \gamma Y_{ij} (\alpha_i = \alpha)$	MLE (Zippin 1956) Método Martingale (Lloyd 1994) Modelos log-lineales b (Cormack, 1989)
$M_t$	$\log(P_{ij}) = \mu_j$ $\logit(P_{ij}) = \mu_j$	Modelo Binomial (Schnabel 1938) MLE y MLE condicional (Darroch 1958; Otis et al. 1978; Sanathanan 1972) Modelos log-lineales (b Fienberg 1972) Método Martingale (Yip 1991) Bayes y empírico de Bayes (Castledine 1981; Smith 1988, 1991; George y Robert 1992)
$M_0$	$\log(P_{ij}) = \alpha$ $\text{logit}(P_{ij}) = \alpha$	(Todos los estimadores citados anteriormente son válidos)

Tabla 2: Modelos de estimación para tiempos de captura discretos y sus métodos de aproximación.

#### 4.1. Captura-recaptura.

Tras las 35 sesiones de trampeo llevadas a cabo durante el estudio, se capturaron un total de 29 ejemplares diferentes de *Gallotia intermedia* y se produjeron 9 recapturas. De los 29 ejemplares capturados, 17 pertenecen al Andén de los Ñames y sus inmediaciones, lo cual representa el 58,6% del total de capturas. Además de contar con más de la mitad de individuos

capturados es la localidad con un mayor índice de recapturas (8) lo que supone el 88,8% del total de recapturas. La otra localidad donde se registró alguna recaptura fue en el Andén de la Nicotiana (1). La distribución de las capturas por localidades se detalla en la figura 9.

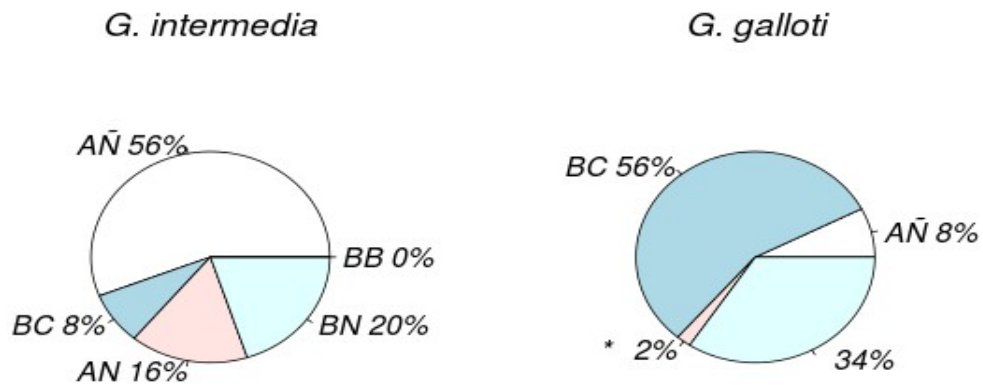


Figura 9: Distribución de las capturas de *Gallotia intermedia* y *Gallotia galloti* en cada una de las localidades estudiadas: (AÑ) Andén de los Nombres, (BC) Barranco del Cabezón, (AN) Andén de la Nicotiana, (BN) Barranco de los Nidos, (BB) Barranco del Bocinegro, (\*) las localidades del Andén de la Nicotiana y el Barranco de los Nidos suponen menos del 2% del total de capturas para *G. galloti*.

Al margen de los individuos capturados, fue posible identificar, mediante el uso de prismáticos, 16 ejemplares diferentes repartidos por las inmediaciones de las zonas de trampeo. De esta forma, se pudo confirmar la presencia de lagartos en zonas de difícil acceso. En total, se logró identificar 45 ejemplares distintos, 29 mediante captura directa y 16 mediante observaciones.

El valor estimado de la población en cada una de las parcelas así como sus densidades se detallan en la tabla 3. Las estimaciones se llevaron a cabo mediante el uso de modelos lineales y log-lineales en las localidades donde el número de recapturas hizo posible su cálculo. Para el resto de parcelas se usó solamente el número de animales capturados. En dos de las localidades donde no se obtuvieron recapturas, el Barranco del Cabezón y el Barranco de los Nidos, el análisis de la distribución de las capturas hizo posible llegar a la conclusión de que los ejemplares capturados podían corresponder a individuos periféricos, puesto que las capturas tendían a concentrarse en los bordes de las parcelas y no se encontraron excrementos de *G. intermedia* ni se detectó actividad de los mismos desde los puntos de observación de las zonas de trampeo. Este hecho es particularmente llamativo en el Barranco del Cabezón, donde

se capturaron solo dos individuos adultos, en la primera y última sesión de trampeo y en puntos opuestos del barranco. Esto, unido a que no se encontraron excrementos de gran tamaño ni se consiguió ver ningún ejemplar desde el puesto de vigilancia hace pensar que ya no existe una población de lagarto gigante en dicho barranco.

*Schumacher, Schnabel*

<i>Localidad</i>	<i>C</i>	<i>R</i>	<i>N</i>	<i>Intervalos de confianza 95%</i>	<i>Densidad (C/ha)</i>	<i>Densidad (N/ha)</i>
Andén de los Ñames <sup>SE</sup>	14 (3)	8	19,5	13,4-35,2	31,81	44,31
Barranco del Cabezón <sup>CAP</sup>	2	0	2	*	1,42	1,42
Andén de la Nicotiana <sup>SC</sup>	4 (2)	1	7	1,3-137,3	18,18	31,81
Barranco de los Nidos <sup>CAP</sup>	4	0	4	*	24,53	24,53
Barranco del Bocinegro <sup>OB</sup>	0 (5)	0	5	*	12,82	12,82
<b>Total:</b>	<b>24(10)</b>	<b>9</b>	<b>37,5</b>			

Tabla 3: Estimación de las poblaciones de *G. intermedia* y densidades en las cinco localidades estudiadas. C; número de ejemplares distintos capturados ( ente paréntesis se muestra el número de ejemplares avistados desde los puntos de observación y que no han sido tenidos en cuenta para los cálculos). R: número de individuos recapturados. N: Tamaño estimado de la población. \* el modelo empleado no da información suficiente para el calculo. <sup>SE</sup> Método de Schumacher & Eschmeyer. <sup>SC</sup> Método de Schnabel. <sup>OB</sup> Estimaciones basadas las observaciones. <sup>CAP</sup> Las estimas están basadas en las capturas.

En el Barranco del Bocinegro, pese a que se detectaron un gran número de ejemplares cerca de las trampas no se llega a capturar ninguno. La causa de esta baja capturabilidad pudo deberse a que en el momento del trampeo los ejemplares de “balo”( *Plocama pendula*) se encontraban en un estado de gran fructificación. Este arbusto es especialmente abundante en esta localidad, ocupando los cauces del barranco. El acceso a alimento fácil parece haber afectado la capturabilidad de *G. intermedia* en esta zona. Durante el estudio se pudo comprobar que muchos ejemplares de *G. galloti* preferían los frutos del balo a los tomates con los que estaban cebadas las trampas. Dado que no se capturó ningún ejemplar de *G. intermedia* el tamaño de la población se estimó en base a las detecciones periódicas de individuos y solo se han tenido en cuenta los ejemplares que fueron vistos durante varias sesiones de observación. Estas estimas no son correctas y deben tomarse solo como una aproximación, ya que el Barranco del Bocinegro es la localidad que cuenta con una mayor superficie y solo fue posible controlar mediante observación directa la mitad de esta superficie. Además por la naturaleza del terreno y la gran cantidad de oquedades y huecos es muy posible que solo se haya llegado a contactar con una fracción de los individuos que estaban presentes.

Además de los métodos de estima mencionados anteriormente se recurrió al uso del entorno de estadística R-proyect y a uno de sus paquetes de cálculo Rcapture para el cálculo de las poblaciones y sus intervalos de confianza (tabla 4). Así, tanto para el Andén de los

Ñames como para el Andén de la Nicotiana los nuevos intervalos de confianza aparecen más ajustados. Este modelo también nos da una estimación de la población en el Barranco del Cabezón de aproximadamente 4 individuos, sin embargo este dato puede ser fruto de la escasez de capturas para esta localidad, por este motivo el programa tiene problemas para ajustar su intervalo de confianza.

*Rcapture*

<i>Localidad</i>	<i>C</i>	<i>R</i>	<i>N</i>	<i>Intervalos de confianza 95%</i>	<i>Densidad (C/ ha)</i>	<i>Densidad (N/ ha)</i>
Andén de los Ñames <sup>MO</sup>	14 (3)	8	18,6	14-32,6	31,81	42,27
Barranco del Cabezón <sup>MO</sup>	2	0	4,48	2-7258..**	1,42	3,2
Andén de la Nicotiana <sup>MH</sup>	4 (2)	1	7	4-27,7	18,18	31,81
Barranco de los Nidos**	4	0	4	**	24,53	24,53
Barranco del Bocinegro**	0 (5)	0	5	**	12,82	12,82
<b>Total:</b>	<b>24(10)</b>	<b>9</b>	<b>30,08</b>			

Tabla 4: Estimación de las poblaciones de *G. intermedia* y densidades en las cinco localidades estudiadas. C; número de ejemplares distintos capturados ( ente paréntesis se muestra el número de ejemplares avistados desde los puntos de observación y que no han sido tenidos en cuenta para los cálculos). R: número de individuos recapturados. N: Tamaño estimado de la población. \*\* el modelo falla o el ajuste esta forzado:<sup>MO MH</sup> métodos de cálculo utilizados (detalles ver tabla 2).

Podemos ver que la diferencia en cuanto al total de ejemplares estimados, 37,50 mediante el uso de “*Ecological Methodology*” y 30,08 mediante el uso de “*Rcapture*”, no son especialmente significativas. Si bien los intervalos de confianza y estimas usando Rcapture son menores si las comparamos con los modelos lineales. En ambos casos las estimas de densidad de individuos por hectárea presentan variaciones muy pequeñas.

Del total de localidades estudiadas solo se pudo aplicar el test de igual capturabilidad cero-truncada de Poisson, en el Andén de los Ñames ya que fue en la única localidad donde se produjeron recapturas suficientes (8). En este caso el valor de  $\chi^2$  obtenido (3,04) tiene un p-valor asociado de 0,4926 señalando que no hay diferencias en la capturabilidad de los individuos.

Durante el estudio también se capturaron y marcaron un total de 248 ejemplares de *Gallotia galloti* y se recapturaron 146 ejemplares. De estos 248 lagartos, 225 pertenecen a las localidades del Barranco del Cabezón y el Barranco del Bocinegro, 141 y 84 capturas respectivamente. La distribución de capturas por localidad se detalla en la figura 9.

Cabe destacar la escasa captura de ejemplares del Andén de la Nicotiana y el Barranco de los Nidos, en ambas localidades no se encontraron excrementos de lagarto y tampoco se consiguió detectar ningún animal desde los puntos de observación. En el Andén de la



Nicotiana se observó a un ejemplar alimentándose de los restos de peces que había desechado una gaviota patiamarilla (*Larus michahellis*), muy abundante en todo el acantilado de Guaza. Dicho ejemplar fue capturado más tarde.

Para el cálculo de las poblaciones de *G. galloti* se empleó el método de Schumacher & Eschmeyer para las localidades en las que el número de recapturas fue suficiente, cuando las recapturas fueron escasas se empleó el método de Schnabel. El valor estimado de la población en cada una de las parcelas así como sus densidades se detallan en la tabla 5. Para el Barranco del Bocinegro, dado que después de 5 sesiones de trampeo no se recapturaron animales, pese a haber marcado 84 ejemplares, se decidió analizar los resultados como si se tratase de un experimento de Petersen, una captura-una recaptura. De esta forma se combinaron las 5 sesiones de captura en una sola. Para obtener recapturas y así poder realizar los cálculos, se colocaron sardinas a modo de cebo sobre una roca en el centro de la parcela y sobre ésta, con la ayuda de un trípode, se colocó una cámara de vídeo con gran angular. La cámara grabó durante 2:30 horas y en este tiempo se contabilizó un total de 22 lagartos sin marcar y 9 lagartos previamente marcados. Con estos datos se calculó la población de *G. galloti* en el Barranco del Bocinegro mediante el método de Petersen.

*Schumacher, Schnabel*

<i>Localidad</i>	<i>C</i>	<i>R</i>	<i>N</i>	<i>Intervalos de confianza 95%</i>	<i>Densidad (C/ha)<sup>1</sup></i>	<i>Densidad (N/ha)<sup>2</sup></i>
Andén de los Ñames <sup>SC</sup>	19	9	27,7	14,8-55,8	43,18	62,95
Barranco del Cabezón <sup>SE</sup>	141	137	163	147,6-182,1	100,71	116,42
Andén de la Nicotiana <sup>SC</sup>	2	0	2	**	9,09	9,09
Barranco de los Nidos <sup>CAP</sup>	2	1	3	0,6-58,8	12,26	18,4
Barranco del Bocinegro <sup>PE</sup>	84(22)	9	391	250-718	271,79	1002,56
<b>Total:</b>	<b>248(22)</b>	<b>147(9)</b>	<b>586</b>			

Tabla 5 Estimación de las poblaciones de *G. galloti* y densidades en las cinco localidades estudiadas. C; número de ejemplares distintos capturados (entre paréntesis se muestra el número de ejemplares identificados mediante grabación de vídeo). R: número de individuos recapturados. N: Tamaño estimado de la población. \*\* el modelo falla o el ajuste esta forzado, los cálculos no se han podido realizar o no son fiables: <sup>SE</sup> Método de Schumacher & Eschmeyer. <sup>SC</sup> Método de Schnabel. <sup>PE</sup> Método de Petersen. <sup>CAP</sup> Las estimas están basadas en las capturas.

#### 4.2. Estima de la población total.

El cálculo de la población total de *G. intemedia*, en el Monumento Natural de la Montaña de Guaza, se realizó mediante la extrapolación de las densidades obtenidas mediante el método de captura-recaptura, al total de la zona habitada por esta especie, 23,09 Ha (Ginovés *et al.*, 2004).

En total se prospectó 26.577 m<sup>2</sup> (2,65 Ha) obteniéndose una densidad media de individuos que osciló entre los 22,97 (tabla 3) y los 22,92 individuos por hectárea (tabla 4). El Andén de los Ñames fué la localidad donde se obtuvieron mayores densidades, con 44,31 y 42,27 individuos por hectárea. Las densidades resultantes de los modelos de cálculo no variaron significativamente entre sí y por lo tanto se usó la media de las densidades totales para una primera aproximación al tamaño total de la población resultando la estima en 529,8 ejemplares. Esta cifra está muy lejos de los 1.945,49 ejemplares estimados en 2004 por este mismo método. Esta estima es poco fiable, ya que solo en 2 de las 5 localidades se obtuvieron recapturas. Si tenemos en cuenta solo los individuos capturados en cada una de las parcelas (18,98 individuos / Ha) el tamaño de la población resultante es de 438,36 individuos. Dado que solo se produjeron capturas en 4 de las 5 localidades y que en algunas de las que se produjeron capturas, como el Barranco del Cabezón, se sospecha que ya no existe una población fija de lagartos, estos cálculos pueden resultar imprecisos.

Si tenemos en cuenta solo las dos localidades donde se produjeron recapturas (Andén de la Nicotiana y Andén de los Ñames) nuestro promedio de densidad sería de 37,04 ind/ Ha, con una población total de 855 lagartos. Así mismo si tenemos en cuenta las densidades de ambas localidades por separado obtenemos 999,56 (Andén de los Ñames) y 734,5 (Andén de la Nicotiana), individuos totales. De esta forma el conjunto de las estimas permitiría establecer que los efectivos totales estarían comprendidos entre los 734,5 y los 999,56 lagartos, estando la población en torno a los 867 lagartos.

Las estimas se han realizado teniendo en cuenta una distribución de los animales en un área de 23,09 Ha a lo largo de todo el acantilado costero de Guaza. Dado que ambas estimas difieren significativamente entre sí y que los cálculos basados solo en las localidades con recapturas no refleja el total de zonas en las que se mueve esta especie (solo tiene en cuenta los andenes) lo mas prudente es decir que el tamaño de la población de *G. intermedia* en el Monumento Natural de la montaña de Guaza está comprendida entre los 529,8 y los 867,03 ejemplares. En promedio unos 698 ejemplares.

Con el fin de que las estimas fueran comparables el cálculo de la población de *G. galloti* en el Monumento Natural de la Montaña de Guaza se realizó suponiendo, al igual que para *G. intermedia*, un área de distribución de 23,09 Ha, aunque la especie está presente en todo el espacio natural. De esta forma la densidad promedio de esta especie es de 241,8 animales por hectárea. Esta densidad extrapolada nos da un total de 5.585 lagartos. Esta

primera estima está basada en la densidad promedio y puede estar fácilmente sobrestimada, ya que las densidades calculadas para el Barranco del Bocinegro presentan unos intervalos de confianza muy amplios.

Si tenemos en cuenta las densidades de las zonas donde se produjeron un número de recapturas suficiente nuestra densidad promedio sería de 89,6 ind/Ha. Extrapolando esta densidad la población total estaría en torno a los 2.070 individuos. De esta forma la población estaría comprendida entre los 2.070 y los 5.585 ejemplares. En promedio unos 3.827 ejemplares de *Gallotia galloti*.

Comparando ambas densidades obtenemos el dato de que hay 5 *G. galloti* por cada *G. intermedia* (ratio de 1:5).

### 4.3. Análisis de la población.

Los datos obtenidos de 24 de los 29 ejemplares capturados permiten una aproximación al conocimiento de la estructura de edades y sexo de la población. Las tallas de los ejemplares capturados (longitud hocico-cloaca) se muestran en la figura 11 y oscilaron entre los 74 mm de un juvenil y los 161mm de un macho adulto (resumen de las variables analizadas tabla 6).

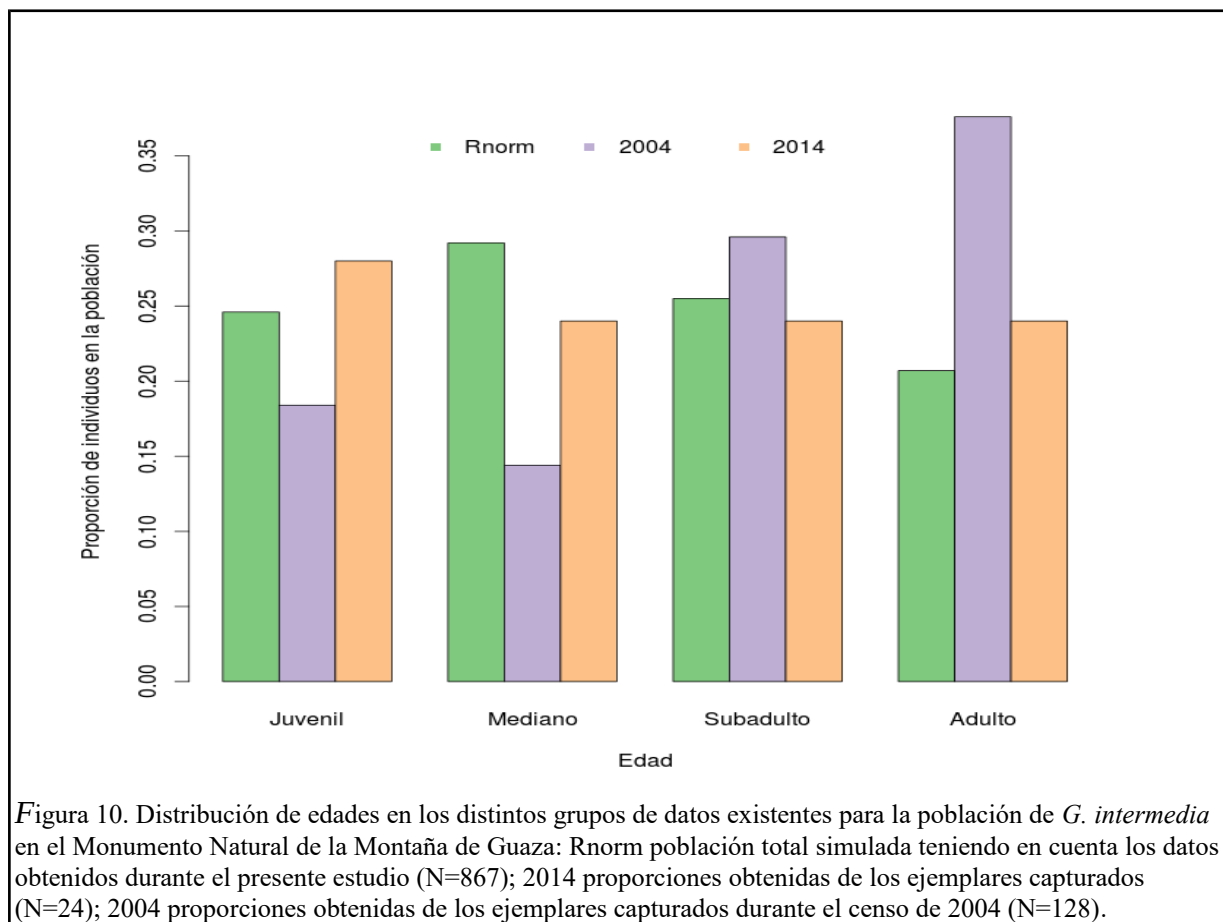
	<i>LT</i>	<i>LHC</i>	<i>P</i>	<i>LP</i>	<i>AP</i>
<i>Media</i>	358,9	118,27	68,81	27,75	13,23
<i>Sd</i>	41,34	27,85	44,18	5,67	3,34
<i>Var</i>	1709	370,56	1951,86	32,23	11,21
<i>Max</i>	465	161	166	41	20,8
<i>Min</i>	242	74	12	17,4	8,4
<i>Sexo</i>					
	<i>Machos</i>	<i>Hembras</i>	<i>Ratio</i>		
	7	10	1♂:1,4♀		

Tabla 6: Resumen de los datos biométricos obtenidos de los 24 ejemplares de *G. intermedia* capturados durante el estudio. LT= longitud total (mm), LHC=longitud hocico-cloaca (mm),P= Peso (gramos), LP=longitud píleo (mm), AP=anchura píleo (mm). El sex ratio está basado en los ejemplares que pudieron ser sexados.

Para la caracterización de la población se siguió a Ginovés *et al.*, 2004, y se asignó a los ejemplares en las diferentes clases de edad en función de la longitud hocico-cloaca, estableciendo de esta forma cuatro categorías: juvenil (LHC<110 mm), mediano (101-120 mm), subadulto (121-140) y adulto (LHC>140 mm). Para comprobar si se había producido variación en la composición de edades de la población se realizó una prueba de *Wilcoxon* o test de la *U de Mann-Whitney*. Esta prueba reveló que no existen diferencias estadísticamente

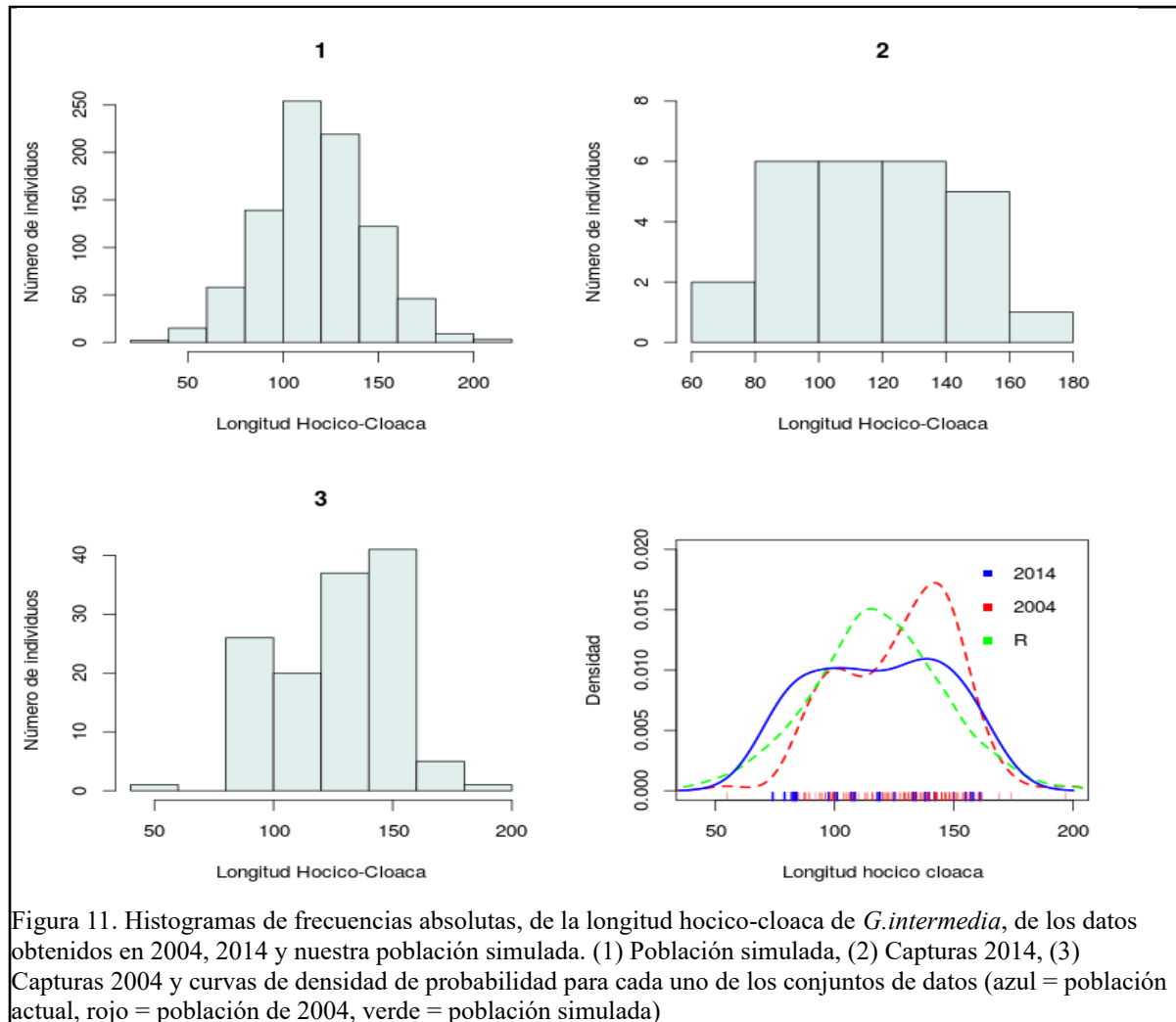
significativas entre la población capturada durante el censo de 2004 y nuestra población ( $W=0,1396$ ,  $p=0,1477$  con un  $\alpha=0,05$ ).

Nuestros datos se ajustan a una distribución normal de media=118,5 y desviación típica= 27,85 (Test de *Shapiro* para normalidad,  $W=0,9353$ ,  $p=0,1043$  y  $\alpha=0,05$ ). Conociendo su distribución de probabilidad se simuló una población de 867 individuos (figura 11). Una vez construida nuestra población teórica se calculó la frecuencia de individuos por cada clase de edad; 214 juveniles (24,6%), 254 medianos (29,2%), 219 subadultos (25,5%) y 180 adultos (20,7 %). Suponiendo esta distribución la población de Guaza estaría formada sobre todo por individuos de tamaño medio (medianos y subadultos) con una LHC comprendida entre los 100 y los 140 mm, agrupando este rango de edades el 54,7 % de la población (figura 10).



Pese a que las pruebas muestran que las muestras de 2014 y 2004 no presentan diferencias estadísticas, se aprecian diferencias en las frecuencias de las clases de edad. Las muestras de 2004 muestran una mayor predominancia de individuos adultos (LHC>140mm) mientras que la muestra de 2014 (tanto la población simulada como la muestra de ejemplares capturados) presenta una mayor proporción de individuos de tamaño mediano (medianos y subadultos). Si observamos las curvas de densidad de los diferentes conjuntos de datos

podemos ver la diferencia en los picos de nuestra población simulada y los datos de 2004, observamos que se ha producido un desplazamiento a la izquierda de la media, entre 2004 y 2014 (figura 11). Este desplazamiento teórico parece coincidir con lo observado durante las sesiones de trampeo; sin embargo, por la fracción de población que hemos observado no podemos concluir de forma absoluta que la distribución de tallas haya cambiado desde 2014, ya que la curva de densidad de nuestros datos se puede ajustar a cualquiera de los dos modelos, debiéndose al escaso número de capturas.



Si tenemos en cuenta el sex-ratio obtenido durante el estudio vemos que existe un pequeño sesgo a favor de las hembras. Así si suponemos una población máxima de 867 individuos obtenemos un total de 361 machos y 506 hembras.

La distribución de ejemplares en las diferentes zonas de estudio estuvo sesgada a favor de los individuos de gran tamaño ya que de los 7 juveniles capturados 6 pertenecen al Andén de los Ñames. En el resto de localidades apenas se detectaron juveniles, lo que sugiere una tasa de reclutamiento baja. Esta baja presencia de juveniles parece ser común en todas las

poblaciones de lagarto gigante del archipiélago (Romero-Bevia *et al.*, 1999). Este sesgo podría estar causado por las escasas capturas registradas debidas a diferencias en la capturabilidad a causa de la edad, o por una mayor mortalidad de los individuos juveniles. Otra causa que puede explicar el bajo número de juveniles capturados es la estrategia de reproducción de esta especie, con puestas de 2 a 3 huevos de gran tamaño (J. A. Urioste, com. pers.), sumada a una tasa de mortalidad elevada.

## 5. Discusión.

Si consideramos como representativos del total de la población del lagarto moteado de Tenerife los datos obtenidos durante el estudio, podemos concluir que nos encontramos con una población disminuida con respecto al censo realizado en 2004 y cada vez más localizada en las zonas acantiladas del espacio natural de la montaña de Guaza.

Si atendemos sólo al número total de capturas, éstas se han reducido en un 64,9% en relación a las capturas obtenidas en las mismas parcelas en 2004 y las estimaciones en cuanto al total de ejemplares dentro del área de distribución delimitada para esta especie se han visto reducidas entre un 32,6% (si tenemos en cuenta el promedio de las densidades por parcela) y en un 3,6% (para las estimas más elevadas). Además de una reducción en el número de efectivos, la estructura de la población también ha variado, desplazándose los tamaños de los ejemplares hacia individuos de tamaño medio, con una cantidad baja de juveniles y adultos de gran tamaño.

El Andén de los Ñames fue la única de las 5 parcelas que presentó un número de capturas y recapturas suficiente para obtener datos fiables sobre densidades. En el resto de parcelas, las capturas y recapturas fueron muy escasas o nulas, y la mayoría de los ejemplares capturados en éstas eran individuos adultos que presentaban diferentes heridas y marcas. Este hecho pone de manifiesto una baja tasa de reclutamiento, lo que también se observó en 2004.

La distribución de *G. intermedia* en el acantilado de Guaza parece haber variado, concentrándose cada vez más en el acantilado. Durante las sesiones de trampeo y el trabajo previo de estudio de las localidades, no se encontraron ejemplares ni excrementos por encima de los 100 metros, salvo en el Barranco del Bocinegro. Zonas como el Andén de la Nicotiana y el Barranco de los Nidos, así como sus alrededores, destacan por la baja concentración de lagartos, tanto de *G. intermedia* como de *G. galloti*. En el Andén de la Nicotiana las densidades calculadas son 56,6% menores a las obtenidas en 2004 y las capturas se han

reducido un 50%; en el Barranco del Cabezón las capturas descendieron un 71,4% y la estima de densidad un 98%. Esto, unido a que no se encontraron excrementos ni se detectaron animales desde los puestos de observación, pone en evidencia que la población de esta especie se encuentra en recesión si comparamos los resultados con los obtenidos hace 10 años.

Una de las posibles causas del declive de la población es la introducción de especies exóticas invasoras en el Espacio Natural de la Montaña de Guaza. En 4 de las 5 parcelas estudiadas se encontraron excrementos y huellas de gato y en el Barranco del Cabezón se observó un gato cerca de las trampas. Además de estos indicios se capturó un ejemplar que había sido atacado recientemente por un gato (figura 12). Este ejemplar fue entregado a la “Fundación Neotrópico” para su recuperación. Además de gatos, se encontraron abundantes huellas de ratas en los senderos que circulan en las proximidades del acantilado, y aunque no se detectaron ratas en las zonas de estudio se tiene constancia de que estas atacan a los lagartos (A. Martín. com per.).



*Figura 12. Gallotia intermedia capturado en el Barranco de los Nidos y que presenta una pata seccionada y otras lesiones.*

## **6. Conclusiones.**

1. The *Gallotia intermedia* population in the Protected Natural Area of Montaña de Guaza is estimated between 529,80 and 867,03 individuals.

2. The population has experienced a significant reduction, being its actual size 32,60% smaller than the one found in 2004. Furthermore, the mean size of the individuals has changed greatly, being large sized adults and juveniles scanty in comparison with those found ten years ago and presenting a sex-ratio of 1,4 females for each male.

3. The distribution area is nowadays smaller and more fragmented than in 2004, being the populations concentrated in some isolated regions the coastal cliffs of the Protected Natural Area of Montaña de Guaza.

4. The large amount of cat excrement found at the examined locations, together with the low presence of *G. intermedia*, reveals the necessity of starting an invasive alien species control program that takes into special consideration cats and rats, as the decline in the giant lizard population seems to be directly related to the presence of these species in the area.



## 7. Bibliografía.

- Ancochea, E., Fuster, J.M., Ibarrola, E., Cendrero, A., Coello, J., Hernan, F., Cantagrel, J.M., Jamond, C., 1990. Volcanic evolution of the island of Tenerife (Canary Islands) in the light of new K–Ar data. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 44: 231–249.
- Ancochea, E., Hernán, F., Huertas, M.J., Brändle, J.L., Herrera, R., 2006. A new chronostratigraphical and evolutionary model for La Gomera: implications for the overall evolution of the Canarian Archipelago. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 157: 271–293.
- Arnold, E. N. 1973. Relationships of the palearctic lizards assigned to the genera *Lacerta*, *Algyroides* and *Psammodromus* (Reptilia: Lacertidae). *Bulletin of the British Museum (Natural History) Zoology* 25: 1-366.
- Arnold, E. N., Arribas, O., Carranza, S. (2007) Systematics of the Palearctic and Oriental lizard tribe Lacertini (Squamata: Lacertidae: Lacertinae), with descriptions of eight new genera. *Zootaxa* (1430) ISBN 978-1-86977-097-6. *Magnolia Press Auckland 1346 New Zealand*.
- Bailey, N. T. J. 1951. On estimating the size of mobile populations from recapture data. *Biometrika* 38: 293-306.
- Baillargeon, S., Rivest, L. P., 2007. Loglinear Models for Capture-Recapture in R. *Departement de mathématiques et de statistique, Université Laval, Québec (Québec)*. CRAN-project (<http://cran.r-project.org/web/packages/Rcapture/index.html>)
- Bello, P., Fariña, B., Silva, J. L., 2001. Seguimiento de Poblaciones De Especies Amenazadas. *Gobierno de Canarias, informe interno (sin publicar)*.
- Bischoff, W. 1985. Die herpetofauna der Kanarischen Inseln. V. Die Rieseneidechsen der Gattung *Gallotia*. *Herpetofauna* 7:11-21.
- Böhme, W., Bings, W., 1975. Zur Frage des Überlebens von *Lacerta s. simonyi* Steindachner (Sauria: Lacertidae). *Salamandra* 11(1):39-46.
- Boone, J. L., LaRue, E. A., 1999. Effects of marking *Uta stansburiana* (Sauria: Phrynosomatidae) with Xylene-based paint. *Herpetological Review* 30: 33-36.
- Carracedo, J.C., Day, S., Guillou, H., Rodríguez Badiola, E., Canas, J.A., Pérez Torrado, F.J., 1998. Hotspot volcanism close to a passive continental margin: the Canary Islands. *Geological Magazine* 135: 591–604.
- Caughley, G. 1977. Analysis of Vertebrate Populations. *Wiley. London*.
- Chapman, D. G. 1951. Some properties of the hypergeometric distributions with applications to zoological sample census. *Univ. Calif. Public. Stat. 1: 131-160*.
- Coello, J., Cantagrel, J.M., Hernan, F., Fuster, J.M., Ibarrola, E., Ancochea, E., Casquet, C., Jamond, C., Diaz de Teran, J., Cendrero, A., 1992. Evolution of the eastern volcanic ridge of the Canary Islands based on new K–Ar data. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 53: 251–274.
- Cox, C. S., Carranza, S. P Brown, R., 2010. Divergence times and colonization of the Canary Islands by *Gallotia* lizards. *Mol Phylogenet Evol* 2010 Aug 20, 56(2):747-57. *Epub 2010 Mar 20*.
- Elliott, J.M., 1971. Some methods for the statistical analysis of samples of bentic invertebrates. *Freshwater Biological Association. Scientific Publication n°. 25*.
- Ginovés, J., Betoret, A., Martín, A., 2005. Estudio de la población del lagarto gigante de Tenerife (*Gallotia intermedia*) en el Espacio Natural Protegido de la montaña de Guaza. *Departamento de Biología Animal (zoología) Universidad de La Laguna. Sin publicar*.

Grodzinski, W., Pucek, Z., Ryszkowski, L., 1996. Estimation of rodent numbers by means of prebating and intensive removal. *Acta Theriologica* 11:297-314.

Guillou, H., Carracedo, J.C., Duncan, R.A., 2001. K–Ar, 40 Ar– 39 Ar ages and magnetostratigraphy of Brunhes and Matuyama lava sequences from La Palma Island. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 106: 175– 194.

Guillou, H., Carracedo, J.C., Paris, R., Torrado, J.P., 2004. Implications for the early shield-stage evolution of Tenerife from K/Ar ages and magnetic stratigraphy. *Earth and Planetary Science Letters* 222: 599–614.

Guillou, H., Carracedo, J.C., Pérez Torrado, F.J., Rodríguez Badiola, E., 1996. K–Ar ages and magnetic stratigraphy of a hotspot-induced, fast grown oceanic island: El Hierro, Canary Islands. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 73: 141–155.

Hernández, E., Nogales, M., Martín, A. (2000). Discovery of a new lizard in the Canary islands, with a multivariate analysis of *Gallotia* (Reptilia: Lacertidae). *Herpetologica*, 56 (1): 63-76.

Krebs, C. J., 1999. Ecological Methodology (second edition). *Addison-Welsey Educational publisher*. 620pp.

Mínguez, L. E., Pether, J., Afonso, O. M., Mateo, J. A. (2007). Evidencias de la supervivencia del lagarto gigante de La Palma (*Gallotia avaritae*). *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 18: 11-13.

Nogales, M., Rando, J.C., Valido, A., Martín, A., 2001. Discovery of a living giant lizard, genus *Gallotia* (Reptilia: Lacertidae) from the Gomera Canary Islands. *Herpetologica* 57: 169-179.

Perez-Mellado, V., Romero-Beviá, M., De la Torre, A., 1999. Habitat, distribución actual y tamaño de la población de *Gallotia simonyi* en la isla de El Hierro. *Monografías de Herpetología* vol 4. pp 17-27.

Rando, J. C. (2002). *Gallotia intermedia* Hernández et al., 2000. Lagarto canario moteado, Caimán. Pp. 204-206. En: Pleguezuelos, J. M., Márquez, R., Lizana, M. (Eds). Atlas y libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España. *Dirección General de Conservación de la Naturaleza – Asociación Herpetológica Española, Madrid. España*.

Rando, J.C., Betoret, A., Martín, A., Barone, R. (2004). Discovery of a new population of the spotted lizard of the Canary Islands. *Oryx*, 28 (2): 134.

Romero-Beviá, M. A. Mateo, J. Perez-Mellado, V., 1999. Morfometría y estructura de edades y sexos de la población natural de *Gallotia simonyi*. *Monogr. Herpetol. (1999)* 4: 11pp.

Seber, G. A. F., 1982. The estimation of Animal Abundance and Related Parameters. *Griffin & Co. London*.

Steindachner, F., 1891. Über die Reptilien und Batrachier der westlichen und östlichen Gruppe der canarischen Inseln. *Ann. Naturh. Mus. Wien* 6(3): 287-306.

Telleria, J.L., 1985. Manual para el censo de los Vertebrados terrestres. *Raices, Madrid-España*. 278 pp.

## Recursos Web.

The IUCN Red List of Threatened Species 2014.2. Pagina web: [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). 17/06/2014.

Gobierno de Canarias – Consejería de Educación Universidades y Sostenibilidad: Catálogo de Especies Amenazadas de Canarias. 3/03/2014.

[www.gobiernodecanarias.org/medioambiente/piac/temas/biodiversidad/medidas/conservacion-especies-terrestres/planes/catalogo-de-especies-amenazadas-de-canarias.html](http://www.gobiernodecanarias.org/medioambiente/piac/temas/biodiversidad/medidas/conservacion-especies-terrestres/planes/catalogo-de-especies-amenazadas-de-canarias.html)

Gobierno de España – Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Listado y Catálogo de Especies Amenazadas : 2/03/2014.

<http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies-amenazadas/catalogo-nacional-de-especies-amenazadas/>

Instituto Geografico Nacional, descarga de cartografia (Modelo Digital del Terreno-MDT05/MDT05-Lidar):  
6/10/2013

<https://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>