

## Estado poblacional de las iguanas terrestres (*Conolophus subcristatus*, *C. pallidus* y *C. marthae*: Squamata, Iguanidae), Islas Galápagos

**Cruz M. Márquez B.<sup>1,4</sup>, Edgar A. Muñoz H.<sup>1</sup>, Gabriele Gentile<sup>2</sup>,  
Washington H. Tapia A.<sup>1</sup>, F. Javier Zabala<sup>3</sup>, Sixto A. Naranjo  
L.<sup>1</sup> & Alizon J. Llerena<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Dirección, Conservación, Restauración y Desarrollo Sustentable de Ecosistemas Insulares;  
Parque Nacional Galápagos, Islas Galápagos, Ecuador. Email: cmarquez@spng.org.ec.

<sup>2</sup>Genética y Biología de la Conservación. Universidad Tor Vergata de Roma, Italia.

<sup>3</sup>Centro de Biodiversidad de Euskadi. Ithobe S. A. San Bartolome 35. 48350 Busturia. Bizkaia.  
España.

<sup>4</sup>Departamento de Ciencias; Fundación Científica Charles Darwin para las Islas Galápagos

---

### RESUMEN

En las islas Galápagos existe un género con tres especies de iguanas terrestres: *Conolophus pallidus* (Heller 1903), endémica de la isla Santa Fe; *Conolophus subcristatus* (Gray 1831) distribuida en 11 lugares en cuatro islas; *Conolophus marthae* (Gentile y Snell 2009) habita únicamente arriba de los 500 m s.n.m. en las laderas del volcán Wolf, Isabela. Monitoreos indicaron que cuatro poblaciones de iguanas terrestres (*C. subcristatus*) eran extintas, dos gravemente amenazadas por perros y gatos cimarrones. Una de las extintas fue restaurada y todas registran reproducción *In-Situ*. Se estudió las distintas poblaciones silvestres para conocer la adaptabilidad y supervivencia de los jóvenes liberados en su ambiente. Métodos de muestreos sistemáticos en captura, marcación, recaptura, modelos de simulación, registros de mortalidad y depredación, fueron desarrollados para las estimaciones poblacionales. Se muestra distribución en los lugares de estudio de *C. subcristatus*, habita en 11 sitios en cuatro de las islas del archipiélago, *C. pallidus* y *C. marthae* son únicas en cada uno de los lugares donde habitan. Los estimados de *C. subcristatus* fueron bajos, moderados y altos y suman un total de 11435 individuos en las islas; para *C. marthae* fue bajo de 545 individuos y para *C. pallidus* alto, de 5016 individuos. Las densidades estuvieron relación con los estimados y tamaño de superficie. Siete de las estructuras poblacionales de *C. subcristatus* muestran ausencia de juveniles; igual que *C. marthae*; *C. pallidus* tiene estructura balanceada. En *C. subcristatus*, *C. marthae* y *C. pallidus*, la relación de sexo es cargada hacia los machos; excepto en las islas Plazas y Fernandina, donde las hembras son más abundante que los machos. La mortalidad natural registrada, es mínima en *C. subcristatus* y *C. pallidus* y

de cero en *C. marthae*; pero *C. subcristatus* y *C. marthae* registran depredación por ratas negras y gatos cimarrones. La amenaza potencial son ratas y gatos cimarrones tanto para *C. subcristatus* como para *C. marthae*. Aunque el presente trabajo fue extenso, aún existen parches poblacionales de *C. subcristatus* pendientes de estimar.

**Palabras Claves.-** Estado poblacional, Iguanas terrestres, Galápagos.

### ABSTRACT

Three species of land iguanas exist in Galápagos, all belonging to the same genus *Conolophus*. Of these, *C. pallidus* (Heller 1903) is endemic to Santa Fe Island; *C. subcristatus* (Gray 1831) occurs in 11 sites in four islands, whereas *C. marthae* (Gentile and Snell, 2009) inhabits the northern-western slopes of volcan Wolf (Isabela, island), above 500 m o.s.l. Census surveys indicated that four *C. subcristatus* populations were extinct, two were seriously impacted by wild dogs and cats. One of the extinct populations was restored and at present all reproduce *in situ*. Populations were investigated in order to assess adaptability and survivorship of reintroduced juveniles. Mark-recapture methods, simulation models, records of mortality and predation were used. *Conolophus subcristatus* occurs in 11 sites, in four islands, whereas *C. pallidus* and *C. marthae* are strictly endemic to the inhabited localities. These preliminary estimates suggest that *C. subcristatus* population might be as large as about 11435 individuals, whereas *C. pallidus* could reach about 5016 individuals. Much less has been estimated for *C. marthae*, whose population is most likely not exceeding 545 individuals. Population estimates are correlated with densities. Seven *C. subcristatus* populations and *C. marthae* show lack of juveniles, which are in turn found in *C. pallidus*. Generally, with the exception of Plaza Sur and Fernandina where female outnumber males, sex-ratio is biased toward males. Natural mortality seems to be minimal in all species, but *C. subcristatus* and *C. marthae* are predated by feral cats and black rats. Although this study is based on a large body of data, results are still to be considered preliminary. In addition, several spotted populations of *C. subcristatus* have not been evaluated, yet.

**Key words:** Population status, land iguanas, Galápagos.

ISSN 1390-3004

Recibido: 28-05-2010

Aceptado: 19-06-2010

### INTRODUCCIÓN

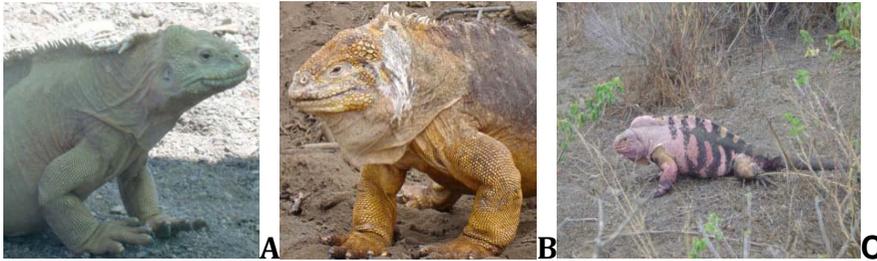
El género *Conolophus* es endémico de las islas Galápagos y se reconocen tres especies de iguanas terrestres dentro del mismo: *Conolophus pallidus* (Heller 1903) endémica de la isla Santa Fe; *Conolophus subcristatus* (Gray 1831), distribuida en las islas Isabela, Baltra, Seymour Norte, Fernandina, Plaza Sur, Santa Cruz y algunos islotes. En esta especie, los machos pueden alcanzar tamaños de 60 cm de longitud de cuerpo y un peso de 12 kg; las hembras una talla de 50 cm de longitud corporal y un peso de 8 kg. La tercera especie, (*Conolophus marthae*; Gentile & Snell 2009), reside únicamente por arriba de los

500 m s.n.m. en las laderas del volcán Wolf (Gentile *et al.*, 2009). Estudios preliminares en 1975, sugirieron que las poblaciones naturales de *C. subcristatus* en Isabela y Santa Cruz, se encontraban amenazadas por especies invasoras, los perros y gatos cimarrones (*Canis familiaris*, *Felis silvestris*, respectivamente), que atacaban adultos y juveniles (Werner, 1980). En 1976, se crea un Centro de Crianza para albergar algunos adultos machos y hembras que fueron removidos a cautiverio desde las poblaciones de Bahía Cartago en Isabela y Bahía Conway en Santa Cruz, para reproducirlos en cautiverio, y restaurar con jóvenes mayores de una libra, los lugares más amenazados (Werner, 1984; Márquez *et al.*, 1992; Fig. 1a-c).

La isla Santa Fe, mantuvo cabras cimarronas hasta 1971 que fueron erradicadas (Christian & Tracy 1980, Calvopiña & de Vries 1975, Márquez *et al.*, 2004,). Estudios de los años 80 (Christian *et al.*, 1986) indican que la población de iguanas terrestres (*C. pallidus*) de la isla Santa Fe se encuentra en buen estado. Esta especie de iguana terrestre es endémica de Santa Fe, los machos pueden alcanzar hasta 56,4 cm de longitud corporal y 7,2 kg de peso; las hembras 49,6 cm de largo de cuerpo y 5,4 kg de peso. Luego de los estudios de Christian, en esta población de iguanas no se ha hecho ninguna evaluación poblacional, que permita conocer el estado de la especie en la isla. Investigadores han sugerido, que la especie no está amenazada; siendo el único depredador que puede ligeramente influir en el reclutamiento de jóvenes el gavilán de galápagos (*Buteo galapagoensis*) que se alimenta de los juveniles y subadultos. Un posterior monitoreo poblacional realizado en el 2005, indicó que continuaba en buen estado sin amenaza de depredadores invasores.

El volcán Wolf, mantuvo cabras cimarronas hasta el 2004 (Guo, 2006; Donlan *et al.*, 2005). Estudios preliminares sobre las iguanas terrestres (*C. marthae*) del volcán Wolf indican que población se encuentra amenazada por ratas negras y gatos cimarrones (*Canis familiaris*, *Rattus rattus*, *Felis silvestris*, [Márquez, 2007; Gentile *et al.*, 2009]). Por otra parte *C. marthae*, más conocida como la iguana rosada de Galápagos, los tres primeros individuos adultos, fueron observados por primera vez, entre el 7 y 11 de octubre de 1986, arriba de los 500 m s.n.m. en la ladera Oeste (Puerto Bravo) de volcán Wolf, por investigadores y técnico de la Estación Científica Charles Darwin y Parque Nacional Galápagos (ECChD/PNG) (Fritts, Márquez & Naranjo, com. pers.). En el 2009, fue determinada mediante técnicas moleculares como una nueva especie para las islas (Gentile *et al.*, 2009). Luego en el mismo año fue descrita taxonómicamente como una nueva especie para la ciencia en las islas (Gentile & Snell 2009). Esta especie de iguana terrestre es endémica del volcán Wolf, los machos pueden alcanzar hasta 57,5 cm de longitud de cuerpo y 8 kg de peso, las hembras 49,4 cm de longitud corporal y 5,8 kg de peso. La finalidad del presente estudio es informar a la comunidad científica nacional e internacional conocimientos preliminares acerca del estado poblacional de las tres especies de iguanas terrestres presentes en el Archipiélago. Hasta el momento información de esta naturaleza no ha sido aun publicada en

conjunto, estando la mayoría de la información dispersa en artículos y notas científicas y en informes de campo.



**Figura.** 1a-c. Las tres especies de iguanas terrestres (A = Amarilla pálida grisacea, *C. pallidus*; B = Amarilla marrón, *C. subcristatus*; C = Rosada con cola y bandas negras, *C. marthae* que habitan en las islas Galápagos (Fotos: A. Llerena & A. Jaramillo).

## METODOLOGÍA

**Área de Estudio.-** Los muestreos se realizaron varios sitios desde el 2002 hasta el 2009 (Tabla 1). Se estudiaron las iguanas terrestres en distintos escenarios, en ambientes áridos y semiáridos: Ambientes áridos: Seymour Norte, Baltra, Santa Fe, Plazas Sur, Bahía Conway, Bahía Cartago, Punta García, Cueva Norte y Bahía Urbina; los lugares de estudios antes anotados mantienen superficies entre 1,8 (Seymour Norte) hasta 27 km<sup>2</sup> (Baltra) y gradientes entre 5 a 300 m s.n.m.; con una precipitación anual de 10 mm en años secos y 600 mm en años lluviosos; con una temperatura promedio anual de 23,8° C. La cobertura vegetal más común está compuesta por lianas, hierbas, arbustos y árboles, incluye especies de aves: como pinzones de cactus (*G. fuliginosa*), cucuves (*Nesomimus parvulus*), palomas silvestres (*Zenaida galapagoensis*), canario maría (*Dendroica petechia*) y gavilanes (*Buteo galapagoensis*). Las iguanas comparten los lugares naturales con otros reptiles, las culebras *Philodryas* spp., *Alsophis* spp., *Antillophis* spp., lagartijas de lava (*Microlophus* spp.), geckos (*Phyllodactylus* spp.) y mamíferos exóticos como los gatos y ratas negras.

Ambientes semi-áridos: Cumbre y ladera Sur-Oeste de Fernandina, Puerto Bravo y Piedra Blanca en las laderas Este y Oeste de volcán Wolf; los sitios de estudios anteriormente citados presentan superficies desde 4 a 29 km<sup>2</sup>, una altitud que oscila entre 5 a 1700 m s.n.m. Puerto Bravo-volcán Wolf. Algunos de los lugares son de origen volcánico activo, con una precipitación anual de 368 mm en años secos y 860 mm en años lluviosos, una temperatura máxima promedio de 21,3°C. La cobertura vegetal más común, está compuesta de árboles, arbustos lianas y hierbas. Comparten algunas especies de aves como pinzones (*Geospiza* spp.), palomas silvestres (*Z. galapagoensis*), cucuves (*Nesomimus* spp.), canario maría, papamoscas (*Myiarchus magnirostris*), cuclillo (*Coccyzus melacoryphus*) y gavilanes (*B. galapagoensis*). Conviven con otros Reptiles, culebras (*Antillophis*, *Alsophis* y *Philodryas*), lagartijas de lava (*Microlophus* spp.) y geckos (*Phyllodactylus* spp., Fig. 2).

**Tabla 1.** Fechas, sitios visitados, método usado (\*=Igual anotación en casilleros a continuación).

<b>Isla o volcán</b>	<b>Fecha</b>	<b>Método</b>
Plaza Sur	11-18-II-02	<b>Petersen;</b> Incluye distancia perpendicular desde el animal al transecto y marca-recaptura de los individuos marcados (*).
Bahía Cartago, Isabela Sur	23-30-IX-03	Petersen: (*)
Bahía Urbina, Isabela Centro	21-29-VII-06	Petersen: (*)
Bahía Conway, Santa Cruz	22-29-VII-03	Petersen: (*)
Piedra Blanca, v. Wolf, Isabela	15-23-VII-05	Petersen: (*)
Puerto Bravo, v. Wolf, Isabela Norte	15-23-VII-05	Petersen: (*)
Cráter Beagle, volcán Darwin, Isabela	20-28-X-04	Petersen: (*)
Cumbre, Cueva Norte, Fernandina	21-29-VII-06	Petersen: (*)
Seymour Norte	15-V-07	<b>Distance Sampling (Muestreo de Distancia):</b> Se anota la distancia perpendicular desde el animal al transecto (*).
Baltra	25-X-07	Distance Sampling: (*)
Punta García, v. Alcedo, Isabela	10-12-VI-08	Distance Sampling: (*)
Santa Fe ( <i>C. pallidus</i> )	15-23-II-05	Petersen: (*)
V. Wolf, Isabela ( <i>C. marthae</i> )	30-V-11-VI-05	Petersen: (*)
V. Wolf, Isabela ( <i>C. marthae</i> )	30-IV-13-V-09	Petersen: (*)

**Métodos usados en el campo.-** El estudio fue realizado con la captura y marcación - recaptura y distancia en sentido perpendicular desde donde estaba la iguana hasta la línea donde se encontraba el observador en las varias poblaciones (Krebs, 1999). Mientras que para el Muestreo de Distancia, solo se cuantifico y calculó distancia en forma perpendicular, desde el observador hasta donde se encontraba el animal avistado a lo largo de dos transectas por cada persona. El estudio desde el 2002 hasta el 2008, se realizó en distintas fechas y años. Durante 2002-2008, el número de observadores varió en tres, seis, nueve y 29, dependiendo de la disponibilidad de personas, del tamaño del área, método usado, población donde se marcaron y recapturaron las iguanas. En las poblaciones de áreas pequeñas como Plaza Sur, Bahía Conway, Bahía Cartago, Bahía Urbina (v. Alcedo) fueron con tres observadores. En las poblaciones de superficies de tamaño mediano que contenían iguanas en su interior, como fue Piedra Blanca, Puerto Bravo, v. Darwin y v. Fernandina, en ellas participaron dos grupos de tres personas cada uno. Las poblaciones grandes en número de individuos con áreas grandes y moderadas como Baltra, Seymour Norte, Santa Fe (*C. pallidus*) y cumbre de v. Wolf (*C. marthae*), tres y cuatro observadores por grupo. Para el método de Muestreo de Distancia (Amstrup *et al.*, 2005; Buckland *et al.*, 2001), un observador recorrió dos transectas y participaron hasta 29 personas por población (Tabla 1).

Desde el 2002 hasta el 2008, la distribución de las iguanas en cada una de las poblaciones, fueron mapeadas, usando un GPS, cada individuo capturado coordinadas fueron registradas en un GPS y los datos fueron desplegados en mapas usando el programa Sistema de Información Geográfica. Todos los observadores usaron un GPS con track programado, para registrar la posición de cada iguana vista.

Las estimaciones poblacionales de las iguanas en cada uno de los lugares de muestreo, se realizó mediante el método de marca y recaptura de Petersen (para poblaciones pequeñas y grandes) (Armstrup *et al.*, 2005). Las iguanas fueron marcadas con pintura blanca en la espalda, herradura en la región pectoral ventral y etiquetas PITs (transponder de implantación permanente), implantadas en forma subcutánea en la región femoral de la pierna posterior derecha (Fig. 2a-b).

Los datos de tamaños corporales, en longitud de cuerpo de las iguanas, medidas, se clasificaron en tamaños de clase de 10 en 10 cm, desde el menor al mayor. Para la densidad poblacional, se midió la distancia *en forma perpendicular* a la iguana más cercana y distante a la línea y o transecto. Los transectos fueron determinados en forma aleatoria en los distintos caminos y lugares usados por las iguanas para su desplazamiento cotidiano, en busca de alimento. Las medidas de los transectos fueron variables entre 1-7 km y el ancho de acuerdo a la visibilidad que permitía el bosque entre 40-100 m (20-50 por lado; Tabla 2).



**Figura.** 2a-b. A = Marcación con herradura (quemadura con hierros candentes numerados) en la región pectoral. B = Marcación con PITs (transponder de implantación permanente) colocado en forma subcutánea en la pierna posterior derecha (Fotos: H. Snell & S. Rea).

Para cuantificar mortalidad y amenaza, se hicieron observaciones que permitieron registrar animales con colas roídas; particularmente en *C. marthae* y *subcritatus* (v. Wolf), en todas las poblaciones de iguanas, se hicieron también observaciones de presencia-ausencia de individuos muertos por causa natural o depredación, que tipo de depredador y que nivel (huevos, crías o adultos). Estos fueron clasificados en cuatro grupos: 1) Las iguanas de

muerte natural, su cuerpo estuvo intacto sin desmembramiento del cuerpo. 2) Las iguanas jóvenes sacrificadas por gatos, solo registraron restos de cola. 3) Las iguanas juveniles que fueron atacadas por gavilanes, restos de extremidades y colas fueron encontradas con huellas de garras de rapaces. 4) Los huevos en los nidos fueron atacados (perforados) por el escarabajo del genero *Trox*.

El análisis estadístico usado fue: Ji-cuadrado para comparar las estructuras inter-poblacionales de machos hembras y juveniles, entre los grupos de tamaños de clases, de las poblaciones de *C. subcristatus*, e intra-poblacionales entre la distribución de sexo de las tres especies que habitan en las islas Galápagos (Zar, 1999).

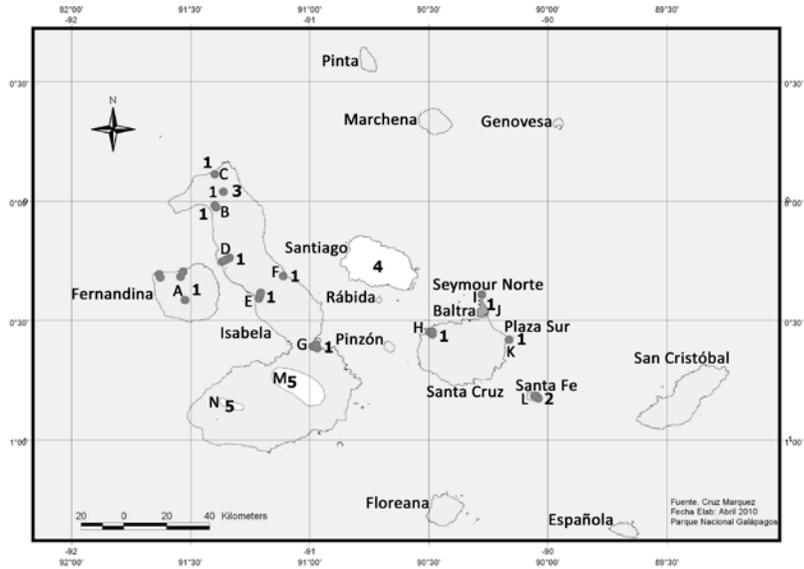
## RESULTADOS

**Distribución.-** La distribución geográfica actual de las iguanas terrestres *C. subcristatus*, es diferente a las que encontró Charles Darwin en 1835; población de iguanas de la isla Santiago, fue extinta luego de la visita de Darwin, se cree que fue diezmada por los perros cimarrones (*Canis familiaris*) y en parte por el hombre. Las iguanas *C. subcristatus* se distribuyen en lugares (parches) ligeramente pequeños, y los tamaños de muestras de individuos capturados y marcados, también fueron moderadas, como se puede apreciar en la estimación poblacional de cada isla y lugar, son relativamente pequeñas. No obstante la distribución de la iguana gris amarillo pálido (*C. pallidus*), es exclusiva, y se la encuentra en toda la isla Santa Fe. Mientras que la iguana terrestre rosada (*C. marthae*), es endémica del volcán Wolf y solamente habita arriba de los 500 m s.n.m. en todos los flancos del volcán Wolf (Fig. 3).

**Demografía.-** La iguana terrestre *C. subcristatus*, los tamaños poblacionales más bajos lo mostraron cuatro poblaciones. Los estimados de población moderados los presentaron cinco sitios y los altos, solamente dos sitios, Bahía Cartago y Seymour Norte. Entre los 11 sitios de muestreo, suman un total de 11435 individuos de la especie de iguana terrestre amarilla marrón (*C. subcristatus*; Tabla 2). La iguana terrestre rosada (*C. marthae*), presenta un estimado bajo de 545 individuos en la población. Por otra parte la iguana de tierra (*C. pallidus*), muestra un estimado alto de 5016 individuos en la población (Tabla 2).

**Densidad.-** En las zonas de muestreo, las densidades poblacionales de la iguana terrestre (*C. subcristatus*) fueron calculadas en forma general dentro del área de estudio, sin especificar los lugares donde las iguanas presentaron densidades altas moderadas y bajas a saber: desde 5 iguanas/km<sup>2</sup> (Puerto Bravo, v. Wolf, Isabela) hasta 188 iguanas/km<sup>2</sup> en el volcán e isla Fernandina. Poblaciones con densidades moderadas por arriba de los 340 iguanas/km<sup>2</sup>, solamente Bahía Conway en la isla Santa Cruz y altas fueron consideradas las que estuvieron sobre las 1 000 hasta los 2 278 iguanas/Km<sup>2</sup> (isla Plaza Sur, B. Cartago y Seymour Norte). La densidad poblacional de la iguana de tierra *C.*

*pallidus*, de la isla Santa Fe, fue de 213 iguanas/Km<sup>2</sup>, y *C. marthae* de 68 iguanas/km<sup>2</sup> (Tabla 2).



**Figura 3.** Distribución de las tres especies de iguanas terrestres (*Conolophus subcristatus* (1), *pallidus* (2) y *marthae* (3) en los sitios de muestreo de las islas Galápagos (A = Fernandina, B = Puerto Bravo, C = Piedra Blanca, D = V. Darwin, E = B. Urbina, F = Punta García, G = Bahía Cartago, H = Bahía Conway, I = Seymour Norte, J = Baltra, K = Islas Plazas, L = Santa Fe, M = V. Chico-Cazuela, N = Cerro Paloma). Islas y lugares en blanco = Poblaciones de iguanas terrestres con pocos individuos (5) y extintas sin restaurar, Santiago (4); Baltra = Población de iguana terrestre extinta, pero restaurada.

**Estructuras poblacionales.-** Las estructuras poblacionales de todos los parches donde ocurren las iguanas terrestres (*C. subcristatus*), son únicas, presentan marcadas diferencias entre los machos y las hembras y ausencia de juveniles en las tallas menores de 20 cm; se exceptúa la de la isla Baltra y B. Conway en Santa Cruz (Fig. 4a-c). Mientras que *C. pallidus* (n = 202 individuos) muestra una estructura poblacional más completa, incluye machos hembras y juveniles. Por otro lado la iguana terrestre rosada (*C. marthae*) (n = 130 individuos) indica una estructura solo de adultos machos y hembras (Fig. 4d-f). La estructura que se observa en *C. marthae*, fue vista en la mayoría de los parches de población de iguanas terrestres *C. subcristatus*, especialmente donde hay presencia de gatos cimarrones. Se compararon las estructuras poblacionales de *C. subcristatus* entre los diferentes lugares y fueron altamente significativa y diferentes ( $X^2_{39,25} = 109$ , g. l. = 16;  $p < 0.0001$ ). Como también se compararon las estructuras poblacionales entre las tres especies de iguanas terrestres y fueron muy diferentes ( $X^2_{18,47} = 25.4$ ; g. l. = 4;  $p < 0.0001$ ; Tabla 3).

**Tabla 2.** Estimaciones y densidades poblacionales de las tres especies de iguanas terrestres en el Archipiélago (FCD = Fundación Charles Darwin; HS = Howard Snell; CM = Cruz Márquez (PNG/FCD); PNG = Parque Nacional Galápagos; JZ = Javier Zabala (FCD); GG = Gabriele Gentile).

Isla o Volcán	Área (km <sup>2</sup> )	n	N	Rangos	Iguanas /km <sup>2</sup>	Autor/Año
B. Cartago (S. Negra)	1.3	233	2600	1800-3200	2000	CM2003
B. Urbina ( “ )	1.7	117	262	235-547	154	CM2006
Punta García ( “ )	4	40	290	160-670	73	FCD/PNG2008
Piedra Blanca (Wolf)	13.64	93	832	800-1600	61	CM2005
Puerto Bravo ( “ )	28.8	30	144	140-480	5	CM2005
V. Darwin (Isabela)	3.99	48	748	620-1230	187	CM2005
B. Conway (S. Cruz)	2	121	693	657-1138	347	CM2003
Seymour Norte	1.8	284	4100	2863-5923	2277	JZ/PNG2007
Baltra	27	38	781	433-1298	29	JZ/CM2007
Fernandina	3.99	185	751	680-1236	188	CM2006
Plazas	0.02	180	380	230-595	>1000	HS2002
<b>Total</b>		<b>1369</b>	<b>11581</b>	<b>8618-17917</b>	<b>213</b>	
Santa Fe ( <i>C. pallidus</i> )	24	202	5016	4500-5800	209	CM2005
P. Blanca ( <i>C. marthae</i> )	8.0	90	545	293-797	68	GG/CM2009

**Tabla 3.** Proporción sexual de las distintas muestras de iguanas terrestres (*C. subcristatus*, *pallidus* y *marthae*) capturadas en el ambiente natural en islas y volcanes.

Isla-volcán (v.)	Especie	n	♂♂	♀♀	JJ	♂♂:♀♀
B. Cartago	<i>C. subcristatus</i>	233	123	99	11	1:0.8
B. Urbina	<i>C. subcristatus</i>	117	72	45	0	1:0.6
Punta Garcia	<i>C. subcristatus</i>	40	22	18	0	1:0.8
P. Blanca	<i>C. subcristatus</i>	93	49	44	0	1:0.9
P. Bravo	<i>C. subcristatus</i>	30	18	12	0	1:0.7
v. Darwin	<i>C. subcristatus</i>	48	25	23	0	1:0.9
B. Conway	<i>C. subcristatus</i>	121	71	47	5	1:0.7
Seymour Norte	<i>C. subcristatus</i>	284	133	137	14	1:1
Baltra	<i>C. subcristatus</i>	120	59	44	17	1:0.7
Fernandina	<i>C. subcristatus</i>	185	47	134	4	0.4:1
Plazas	<i>C. subcristatus</i>	180	79	90	11	0.8:1
Santa Fe	<i>C. pallidus</i>	202	95	88	19	1:0.9
v. Wolf	<i>C. marthae</i>	130	84	46	0	1:0.6

**Proporción sexual.-** Las marcaciones y recapturas realizadas entre 2002 hasta el 2008 de la iguana terrestre *C. subcristatus*, en cuatro de los parches y poblaciones, la proporción de sexo de las muestras es 1:1, se exceptúan seis muestras de población, cuya proporción sexual se encuentra por debajo de 1♂:0.8♀ y dos, poblaciones que los machos se encuentran en menor proporción con relación a las hembras (Tabla 3). En la población de iguana de tierra *C. pallidus*, la proporción de sexo de la muestra fue 1:1; esta población no posee depredación de mamíferos exóticos, solo una ligera depredación por el gavilán endémico. En la muestra capturada de la iguana terrestre rosada *C. marthae*, la proporción de sexo no fue 1:1 (Tabla 3).

**Mortalidad natural y depredación mínima registrada.-** En las 10 poblaciones de iguanas terrestres (*C. subcristatus*) del archipiélago; donde se realizó el trabajo, la mortalidad mínima natural registrada durante el muestreo, fue de 41 individuos; 38 adultos y tres juveniles menores de dos años. De dicho total de la especie, la población de Baltra registró 11 individuos de los 38 animales

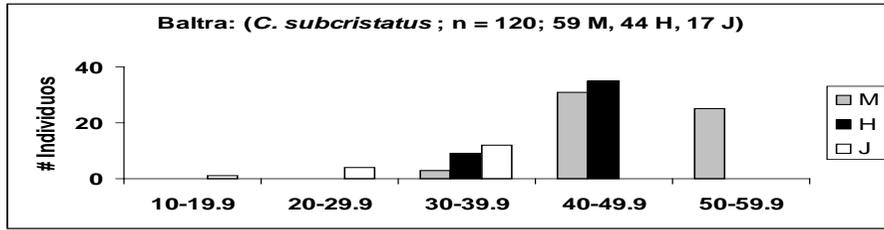
cuantificados entre los distintos sitios, mismos que fueron sacrificados por acción vehicular y aviones, lo que corresponde al 29% de mortalidad por acción antropogénica indirecta. En la población de iguanas de Puerto Bravo (*C. subcristatus*) en el volcán Wolf, en los transeptos de muestreo no se registró ningún individuo muerto, pero se registró el 15.7 % de los individuos adultos, el extremo apical de la cola roída por ratas, en un 5% del total de la cola. Los tres individuos adultos muertos de la población de iguanas terrestres (*C. pallidus*) de la isla Santa Fe, fueron por muerte natural. En la población de iguanas terrestres rosadas (*C. marthae*) en los transeptos de muestreo, no se encontró ningún individuo muerto, pero se registró el 13.3% de las colas medidas a los machos y las hembras, estaban roídas por ratas hasta un 7% del total de la longitud de la cola (Tabla 4).

**Tabla 4.** Mortalidad mínima de iguanas terrestres (*C. subcristatus*, *C. pallidus* y *C. marthae*) registrada en los distintos lugares de muestreo en las islas galápagos.

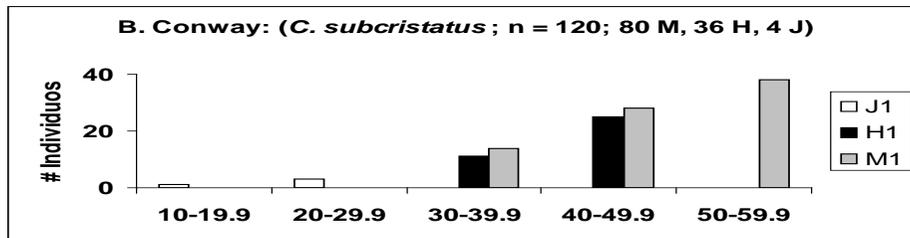
<b>Isla-volcán</b>	<b>Fecha</b>	<b>Especie</b>	♂♂	♀♀	<b>JJ</b>
B. Cartago	23-30-IX-03	<i>C. subcristatus</i>	2	1	0
B. Urbina	21-29-VII-06	<i>C. subcristatus</i>	1	1	0
P. García	10-12-VI-08	<i>C. subcristatus</i>	1	0	0
P. Blanca	15-23-VII-05	<i>C. subcristatus</i>	1	1	0
P. Bravo	15-23-VII-05	<i>C. subcristatus</i>	0	0	0
v. Darwin	20-28-X-04	<i>C. subcristatus</i>	0	1	0
B. Conway	22-29-VII-03	<i>C. subcristatus</i>	1	0	2
Seymour Norte	15-V-07	<i>C. subcristatus</i>	3	4	0
Baltra	29-XII-07	<i>C. subcristatus</i>	6	5	0
Fernandina	21-29-VII-06	<i>C. subcristatus</i>	2	2	0
Plazas	11-18-II-02	<i>C. subcristatus</i>	4	2	1
Total		<i>C. subcristatus</i>	21	17	3
Santa Fe	15-23-II-05	<i>C. pallidus</i>	2	1	0
v. Wolf	30-V-11-VI-05	<i>C. marthae</i>	0	0	0

## DISCUSIÓN

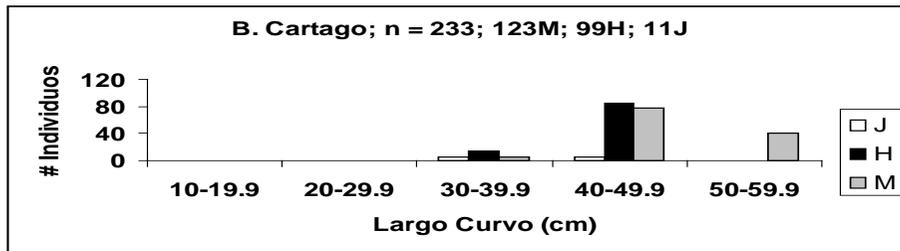
**Distribución.-** La iguana terrestre (*C. subcristatus*), es una especie endémica de las islas Galápagos, que presenta poblaciones en varias islas, en este documento son denominados parches poblacionales, por ejemplo en la isla Isabela, se registran ocho sitios donde habitan iguanas terrestres de la mencionada especie sin que exista conexión entre las poblaciones; a la que se suman la de las islas Fernandina, Santa Cruz, Baltra, Seymour Norte y Plaza Sur. En el pasado, la distribución de las iguanas terrestres en el Archipiélago, era diferente; tres poblaciones de *C. subcristatus* fueron casi extintas; la de los volcanes Cerro Azul y Sierra Negra en los lugares de Cerro Paloma, volcán Chico, en los Cerros Grande y Cazuela, al momento aun sobreviven muy pocos individuos. La población de iguanas terrestres de la isla Santiago, se cree que fue diezmada y extinta por los perros y cerdos cimarrones (*C. familiaris*, *Sus scrofa*, respectivamente) y en parte por el hombre (Snell, 1984).



A



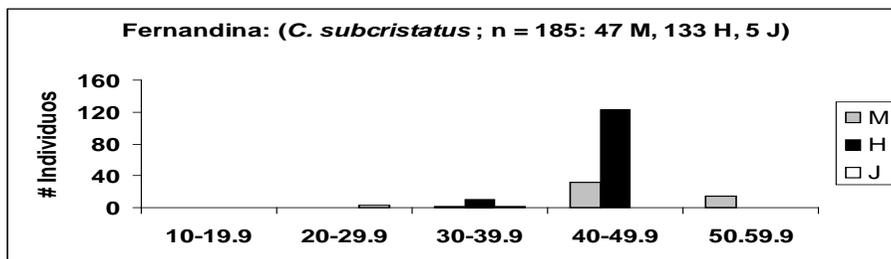
B



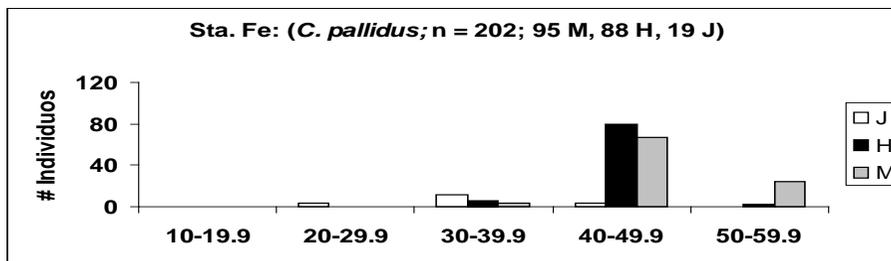
C

Figura 4a-c. Estructura de las poblaciones de Iguanas Terrestres (*C. subcristatus*) de las islas A = Baltra; B = Santa Cruz, Bahía Conway; C = Isabela, Bahía Cartago, Islas Galápagos.

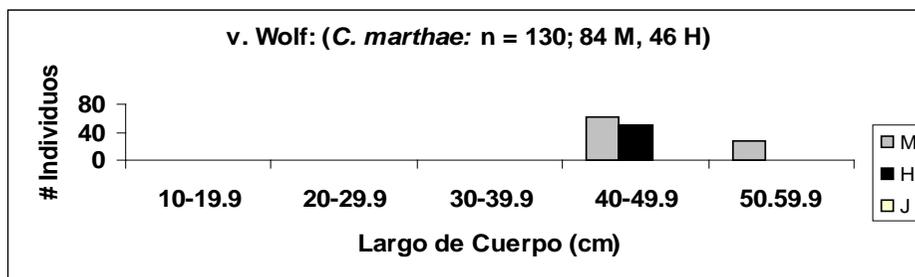
En la isla Baltra, existe una población de iguanas originada a partir de la crianza en cautiverio y repatriación de individuos provenientes de la isla Seymour Norte, cuya población de iguanas se originó a partir de un grupo de la isla Baltra en los años 1931-1932, antes de que las iguanas de Baltra se extinguieran. La causa de la extinción fue el establecimiento de una Base militar, entre 1936-1958, pero fue restaurada entre 1991-2008, gracias al establecimiento de una pequeña colonia reproductiva en 1979-1980, que producía jóvenes en cautiverio y eran repatriados a Baltra (Márquez *et al.*, 1992). Mientras que *C. pallidus* es endémica de la isla Santa Fe, y solo en ella habita (Christian, 1980). Por otra parte *C. marthae*, es endémica y solo se distribuye en volcán Wolf; y solo ocurren a partir de los 500 m s.n.m. hacia la cumbre y laderas de dicho volcán; donde vive en simpatria con la especie *C. subcristatus* (Gentile & Snell, 2009).



**D**



**E**



**F**

**Figura 4d-f.** Estructura de las poblaciones de Iguanas Terrestres (*C. subcristatus*, *C. pallidus* y *C. marthae*) de las islas D = Fernandina, E = Santa Fe, F = Isabela, volcán Wolf, islas Galápagos.

**Tabla 5.** Amenazas potenciales para las especies de iguanas terrestres (*C. subcristatus*, *C. pallidus* y *C. marthae*) en las islas Galápagos. Rata N. = Rata negra.

Islas	Especies	Gatos	Gavilán	Culebras	Rata N.
Isabela	<i>C. subcristatus</i>	X	X	X	X
Santa Cruz	<i>C. subcristatus</i>	X	0	X	X
Baltra	<i>C. subcristatus</i>	0	0	X	X
Seymour Norte	<i>C. subcristatus</i>	0	0	X	0
Plaza Sur	<i>C. subcristatus</i>	0	0	X	0
Fernandina	<i>C. subcristatus</i>	0	X	X	0
Isabela (v.Wolf)	<i>C. marthae</i>	X	X	0	X
Santa Fe	<i>C. pallidus</i>	0	X	X	0

**Demografía.-** Los tamaños poblacionales más bajos, lo muestran los sectores de Puerto Bravo, Urbina y Punta García, en los volcanes Wolf, Alcedo respectivamente e isla Plaza Sur. Los estimados moderados se localizan en volcán Darwin, Bahía Conway (Santa Cruz), Fernandina, Piedra Blanca en volcán Wolf e isla Baltra. Los estimados altos se encuentran en Bahía Cartago

en el volcán Sierra Negra y en la isla Seymour Norte. Entre todos estos lugares, suman una cantidad total de 11 581 iguanas terrestres (*C. subcristatus*) en las islas galápagos. Mientras que de la iguana rosada *C. marthae*, se obtuvo un estimado bajo, por la amenaza de las ratas negras (*R. rattus*) y gatos cimarrones, (*F. silvestris*) y el gavilán endémico (*B. galapagoensis*) que depredan los neonatos luego de emerger de los nidos; como también a los juveniles menores de dos años, y las ratas negras depredan jóvenes y roen las colas de los adultos, por lo que solo se captura adultos.

La población de iguanas terrestres *C. pallidus*, es la población que en mejor estado se encuentra, el reclutamiento de jóvenes no presenta limitantes por especies introducidas, y el estimado poblacional es uno de los más altos. Christian (1978) estimó una población de 4 000 individuos y ausencia de organismos exóticos que limitaran el reclutamiento natural en la población. En 27 años más tarde, se realizó este trabajo y mostró el aumento de 1 000 individuos más, luego de erradicar las cabras. Los juveniles están sujetos a una mínima depredación por parte del gavilán endémico y la culebra de galápagos *Alsophis biserialis dorsalis*.

Los estimados poblacionales bajos, moderados y algunos de los altos, sugieren que hay un efecto de la depredación de los gatos cimarrones, en parte la rata negra y el gavilán de galápagos. Como también puede ser un efecto de muestreo inducido al momento de la búsqueda de las iguanas, mismas que fácilmente se pueden ver los adultos machos, hembras y subadultos. Mientras que los juveniles menores de dos años al huir del observador, en muchas de las veces no son escuchados por el investigador, y escapan de ser vistos y capturados. En poblaciones naturales, a menudo individuos juveniles involuntariamente son excluidos de los muestreos y censos de población por la ausencia y dificultad de poder verlos el observador (Amstrup *et al.* 2005; Snell, 1984).

**Densidad.-** La densidad poblacional de las iguanas terrestres (*C. subcristatus*) se correlaciona con el efecto de los gatos; los lugares sin gatos cimarrones son los que más altas densidades presentan, como son Seymour Norte y Plaza Sur. Así como la iguana de tierra de la isla Santa Fe, *C. pallidus* no presenta depredación de organismos exóticos que limiten o bajen la densidad. La población de *C. marthae*, tiene densidad baja probablemente por el tamaño del área de muestreo que es grande con relación al tamaño estimado y la depredación de juveniles por los gatos cimarrones. Como se observa en la tabla 2 citada en resultados, los valores de la densidad calculada desprenden lo siguiente: 1) Poblaciones de iguanas terrestres con áreas de dispersión grandes, y la baja cantidad de individuos que la integran sugiere que los individuos en la población están muy dispersos, lo que origina una densidad baja. 2) Poblaciones de iguanas terrestres con áreas de dispersión moderada, la abundancia de individuos que integran la población, se encuentran ligeramente agrupados y originan una moderada densidad. 3) Poblaciones de iguanas con áreas de dispersión pequeñas, pero con alto número de

individuos que integran la población se encuentran agrupados y muestran densidad alta. Aunque no se ha analizado en el presente estudio, es muy probable que uno de los factores limitantes de la densidad sea la disponibilidad de agua y alimento en momentos críticos del año. Las diferencias de aridez y densidad de cactus podrían explicar en parte las diferencias de las densidades de iguanas observadas.

**Estructura poblacional.-** Existen cinco poblaciones de iguanas terrestres *C. subcristatus* en las que no se han detectado juveniles menores de 20 cm de longitud corporal en su estructura poblacional. Todas ellas pertenecen a la isla Isabela donde la población de ratas negras y gatos cimarrones están ampliamente distribuidos en toda la isla, depredan los neonatos al emerger del nido; como también a los juveniles menores de dos años. En las Bahías Cartago y Conway, en las islas Isabela y Santa Cruz respectivamente, se efectúa control de gatos con periodicidad bianual, para facilitar el reclutamiento de jóvenes. Las otras cuatro poblaciones de Isabela presentan bajos números de reclutamiento en la muestra capturada, tienen bajos números de depredadores y existe la posibilidad de deficiencia de los observadores en detectar jóvenes menores de dos años. El sonido de huida en las Iguanas juveniles, son como los de las lagartijas de lava, que con finos ruidos se desplazan y escapan, dificultando la capacidad del observador para visualizarlos en su ambiente natural (Werner, 1982, 1983; Snell, 1984). Aspecto similar ocurre en la población de iguanas terrestres rosada (*C. marthae*), que solo adultos, machos, hembras y ausencia de juveniles exhibe la estructura poblacional. Sin embargo *C. pallidus* indica una estructura de población que incluye adultos y juveniles.

**Proporción sexual.-** En nueve muestras de población de iguanas terrestres (*C. subcristatus*), los machos son vistos en mayor número con relación a las hembras. En dos de las muestras, las hembras fueron capturadas en mayor número que los machos. Solo en una de ellas, el número de individuos capturados fue igual tanto de machos como de hembras. Esto podría estar relacionado: 1) Los machos son territoriales y se exhiben más que las hembras, por tanto ellos usualmente no huyen ante la presencia de un depredador. 2) Las hembras huyen rápidamente, para esconderse en fisuras, grietas y o madriguera para protegerse de los intrusos, y evitar la depredación. 3) La única muestra poblacional que indica relación de sexo 1:1 fue la de la isla Seymour Norte, no presenta depredadores naturales tampoco especies invasoras que la limiten. 4) En el caso particular de la población de iguanas de las islas Plazas y Fernandina, posiblemente se encontraron más hembras que machos, porque las hembras se encontraban en periodos de desoves, ellas en dicha temporada están agrupadas en las zonas de anidación y escasamente huyen. Las ratas introducidas que habitaban en la isla Seymour Norte, fueron erradicadas en el 2007 (Zabala & Márquez, 2007; Zabala *et al.* 2010). La muestra de *C. pallidus*, a pesar de no tener depredador exótico, presenta una proporción de sexo cerca a 1:1, probablemente porque existe un depredador nativo como el gavilán de galápagos (*B. galapagoensis*). En la

población de la iguana terrestre rosada (*C. marthae*), la proporción de sexo de la muestra es 1♂:♀0.6.

**Mortalidad natural y Depredación mínima registrada.-** En las muestras de iguanas terrestres (*C. subcristatus*) registradas muertas, se nota baja mortalidad en los lugares con o sin gatos cimarrones. Dos individuos juveniles comidos por gatos solamente se observaron en Bahía Conway que corresponde al 1,7% con relación a la muestra capturada in-situ. Los 38 restos de iguanas terrestres (*C. subcristatus*) adultas vistos entre los 11 lugares de muestreo, indican el 2,8% de mortalidad natural con relación a la muestra total de *Conolophus* capturada; mientras que por depredación de organismos oxóticos se observó el 0,2%, con relación a los tres individuos sacrificados por gatos en dos de las 11 poblaciones visitadas. En Baltra se registraron 11 de los 38 individuos muertos de la especie, por acción antropogénica indirecta; esto sugiere que el hombre sigue diezmando a las iguanas en la isla; de la misma manera como lo hicieron en las décadas 1938 - 1958; que aviones y vehículos y con ellos el hombre, fueron los causantes de la extinción de las iguanas en la isla. En Seymour Norte, en enero de 2009 se detectaron 6 individuos muertos, probablemente, por intoxicación con el veneno que se utilizó para la erradicación de ratas (Zabala & Buitrón, 2008; Zabala *et al.*, 2010). El porcentaje de la población afectado muerto como consecuencia de la erradicación fue de entre el 2,5 y el 4% (Zabala & Buitrón, 2008; Zabala *et al.*, 2010).

La población de iguanas terrestres *C. pallidus*, no tiene depredadores invasores de carácter introducido que se hayan vuelto cimarrones (Christian *et al.*, 1986). La mortalidad natural mínima registrada solo es de adultos y representa el 1,5% con relación al tamaño de muestra capturada. En esta especie, una depredación mínima ocurre, en parte por el gavilán endémico y la culebra de galápagos (*Alsophis*); pero se entiende que es un efecto natural, para mantener el equilibrio poblacional ambiental. En la población de iguana terrestre rosada (*C. marthae*), no se registró ningún resto de individuo adulto por muerte natural, pero se observó el 13,3% de las colas que se midieron a los machos y las hembras, que habían sido roídas por ratas negras; de la misma manera para *C. subcristatus* se registró el 15,7 % de los individuos adultos, el extremo apical de la cola roída por ratas negras, en un 5% del total de la cola. Esto sugiere que, así como roen las colas a los adultos también depredan a los jóvenes; en lo que también participan los gatos cimarrones, ya que, se vieron algunos individuos de estos felinos en el ambiente de muestreo, y no se encontraron iguanas jóvenes.

**Potenciales amenazas.-** Las poblaciones de iguanas terrestres (*C. subcristatus*, *pallidus* y *marthae*) aun tienen amenazas en su ambiente, mismas que varían de acuerdo a la ubicación geográfica. Así por ejemplo, en las tres poblaciones de iguanas terrestres restauradas, como son las de Isabela, tiene los tres tipos de depredación; por lo que los estimados son bajos y con bajos números de juveniles o ausencia de los mismos en el ambiente; se exceptúa Bahía Cartago,

que funcionarios del PNG, realizan control de gatos cimarrones en forma bi-anual. En la población de iguanas terrestres de Santa Cruz, también personal del PNG, realiza control de gatos en forma bi-anual. En Baltra, se erradicaron los gatos, y se realiza cuatro charlas anuales de sensibilización y educación ambiental a los conductores tanto de FAE, como de la DAC, TAME y civiles para mitigar y disminuir el número de animales sacrificados por vehículos (Márquez *et al.*, 1992). El sacrificio de las iguanas terrestres en Baltra ejercido por los aviones al aterrizar y decolar, se sale de las manos de los funcionarios del PNG. Se ha sugerido cercar la pista, para evitar el ingreso de las iguanas al aeropuerto, pero el costo sobrepasa los 900 000 USD, por lo que no se lo ha podido hacer hasta el momento. Las islas Isabela y Santa Cruz, son de tamaño grande como para poder erradicar las ratas negras y gatos cimarrones, pero se lo ha realizado en islas pequeñas como ratas negras en Seymour Norte y gatos cimarrones en la isla Baltra y en otros lugares como Cartago, Isabela y Conway Santa Cruz se los controla anualmente.

Entre 1981-1983, en Isabela y Santa Cruz, fueron erradicados los perros, pero antes, un Centro de Crianza fue establecido, y albergó padrones de iguanas terrestres (machos y hembras) de Bahía Cartago, Isabela y Bahía Conway en Santa Cruz, para reproducirlos y desarrollar jóvenes en cautiverio y restaurar los sitios con mayor amenaza (Calvopiña, 1986; Werner, 1980, 1983). Los sitios con iguanas más amenazados y a punto de extinguirse fueron los de los lugares antes anotados; (Calvopiña, 1985, 1986; Philip *et al.*, 2005). Las poblaciones de Bahía Conway, Bahía Cartago y Baltra, fueron restauradas a través de la crianza de jóvenes en cautiverio (Márquez *et al.*, 1992). Los estimados de población sugieren que las demás poblaciones de iguanas siguen amenazadas por gatos cimarrones; exceptuando las de las islas Fernandina, Seymour Norte, Baltra, Plaza Sur y Santa Fe.

## CONCLUSIONES

La iguana terrestre (*C. subcristatus*) vive en 11 sitios en cuatro de las islas del archipiélago, *C. pallidus* y *C. marthae*, son únicas en los lugares donde habitan.

La iguana de tierra *C. subcristatus*, de Galápagos, solo dos lugares tienen estimados altos, cinco sitios muestran tamaños de población moderados y tres presentan estimados bajos. Mientras que *C. pallidus* muestra estimados altos y *C. marthae* bajo.

Las densidades de población de la iguana terrestre *C. subcristatus*, tienen relación con los estimados y presentan densidades altas, moderadas y bajas. *C. pallidus* y *C. marthae*, muestran densidades bajas.

La mayoría de la estructura de población, de *C. subcristatus*, presentan ausencia de juveniles; se exceptúa la de Baltra, Seymour Norte, Plaza Sur y Bahía Cartago; ausencia de juveniles también se observa en la población de iguana terrestre rosada *C. marthae*; mientras que, *C. pallidus* muestra una estructura que incluye los tres estratos de la población.

En lo referente a la proporción sexual de las distintas poblaciones de *C. subcristatus*, la relación de sexo es cargada hacia los machos; se exceptúa Fernandina y Plaza Sur, que las hembras son mayoría en la población. En *C. marthae* y *C. pallidus*, también los machos son mayoría.

En *C. subcristatus* la mortalidad mínima registrada, es del 2.99%, con relación a la muestra de animales vistos y capturados; mientras que para *C. pallidus* fue del 1,49% y 0% para *C. marthae*.

Para las poblaciones de iguanas terrestres *C. subcristatus*, y *C. marthae* la amenaza potencial son las ratas negras y los gatos cimarrones; también ausencia de amenaza exótica muestra la población de *C. pallidus* en la isla Santa Fe.

Por el bajo estimado poblacional y la permanente amenaza de las ratas negras y los gatos cimarrones, actualmente se cree que *C. marthae* y algunos parches de *C. subcristatus* se encuentran en Amenaza Crítica.

## AGRADECIMIENTOS

Nuestra sincera gratitud a las organizaciones internacionales que financiaron el costo de algunos de los viajes de campo. A la FCD, que contrató durante el tiempo que se realizó este trabajo al primer autor. A los 132 observadores que participaron en los 14 viajes de investigación de campo, a las distintas islas y lugares remotos de Galápagos, para obtener la información que aquí se presenta. A Patricia Puebla por su apoyo en la elaboración del mapa. A todas y cada una de las personas que apoyaron en la logística y otros aspectos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Amstrup, S. C., T. L. McDonald & B. F. J. Manly.** 2005. *Handbook of capture-recapture Analysis*. Princeton University Press.
- Buckland, S.T., D. R. Anderson, K. P. Burnham, J. L. Laake, D.L. Borchers, & L. Thomas.** 2001 *Introduction to distance sampling. Estimating abundance of biological populations*. Oxford University Press.
- Calvopiña, L.H. & T. de Vries.** 1975. Estructura de la población de cabras salvajes (*Capra hircus*, L.) y los daños causados en la vegetación de la isla San Salvador, Galápagos. *Rev. Univ. Católica* 3 (8): 219-242.
- Calvopiña, L.H.** 1985. Gatos y perros en Bahía Conway, Santa Cruz. *Carta Informativa* 16: 4.
- Calvopiña, L.H.** 1986. Exterminio de los perros salvajes de la isla Isabela Sur y Santa Cruz, Galápagos (Proyecto Conjunto SNPG-ECCD, 1981-82). *Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales* 5(7): 137-147.
- Christian, K.A.** 1979. *Los factores determinantes de la utilización del espacio y el tiempo de Conolophus pallidus*. 1978, Unpubl. Ann. Rept., CDRS, unpaginated.
- Christian, K. A. & C. R. Tracy.** 1980. An update on the status of Isla Santa Fe since the eradication of the Feral Goats. *Noticias de Galápagos* 31: 16-17.

- Christian, K., W.P. Porter & C.R. Tracy.** 1986. Core areas within the home ranges of Galapagos Land Iguanas, (*Conolophus pallidus*) *Journal Herpetology* 20(2): 272-276.
- Donlan, C.J., K. Campbell, V. Carrión, C. Lavaje & F. Cruz.** 2005. Proyect Isabela: Update on introduced herbivore eradications in the Galápagos *Islands Aliens* 21: 8.
- Gentile, G., A. Fabiani, C. Márquez, H.L. Snell, H.M. Snell, W. Tapia & V. Sbordoni.** 2009. An overlooked pink species of land iguana in the Galápagos. *PNAS* 106(2): 507-511.
- Gentile, G. & H.L. Snell.** 2009. *Conolophus marthae* sp. nov. (Squamata, Iguanidae), a new species of Land Iguana from the Galápagos Archipelago. *Zootaxa*: 2201:1-10.
- Gentile, G.** 2009. Iguanas Terrestres: Descubrimiento de una nueva especie. Pp: 114-121. In: Tui De Roy (Ed.), *Galápagos cincuenta años de ciencia y conservación*. Parque Nacional Galápagos, Ecuador.
- Gray, J.E.** 1831. Synopsis Reptilium or short descriptions of the species of reptiles. Part 1. *Cataphraca, Tortoises, Crocodiles And Enaliosaurians*. London, Treuttel, Wurtz & Co.
- Guo, J.** 2006. The Galápagos Islands kiss their goat problems goodbye. *Science* 313: 1567.
- Heller, E.** 1903. Papers from the Hopkins Stanford Galápagos Expedition, 1898-1899, XIV: Reptiles. *Proc. Washington Acad. Sci.* 5: 39-98.
- Krebs, Ch. J.** 1999. *Ecological methodology*. University of British Columbia . Harper & Row, Publishers. New York. 620pp.
- Márquez, C., S. Rea, T. Fritts, F. Cepeda, F. Llerena, H.L. Snell.** 1992. Reproducción de tortugas e iguanas terrestres en cautiverio en las Islas Galápagos. *Acta Zoológica Lilloana* 41: 295-306.
- Márquez, C., H. Vargas, H. Snell, A. Mauchamp, J. Gibbs & W. Tapia.** 2004. ¿Por qué tan pocas *Opuntia* en la Isla Española, Galápagos?, *Ecología Aplicada*, 2(1): 21-29.
- Márquez, C.** 2007. Libro Rojo de los Reptiles del Ecuador: Capítulo Galápagos. Impress. Phillips, R. B., Cooke, B. D., Campbell, K. Carrión, V., Márquez C. and Snell, H. L.
- Phillips, K.** 2005. Eradicating feral cats to project Galapagos Land Iguanas: methods and strategies. *Pacif. Conserv. Biol.* 11: 257-267.
- Snell, H.L.** 1984. *Evolutionary ecology of Galápagos Land Iguanas (Iguanidae: Conolophus)*. Ph.D Thesis, Colorado State Univ., Fort Collins.
- Werner, D.I.** 1980. Galápagos Land Iguana (*Conolophus*): Natural history and conservation survey. Pp. 142-145. In U. Eberhardt (Ed.). *1979 Annual reports CDRS*.
- Werner, D.I.** 1982. Social organization and ecology of Land Iguanas, *Conolophus subcristatus*, on Isla Fernandina, Galápagos. Pp.342-365. In G. M. Burghardt and A. S. Rand (Eds.). *Iguanas of world: Their behavior, ecology, and conservation*. Noyes Publications, Park Ridge, NJ.
- Werner, D.I.** 1983. Reproduction in the Iguana (*Conolophus subcristatus*): on Fernandina Islands, Galápagos, Ecuador: Clutch size and migration costs. *Amer. Nat.* 121 (6): 757-775.

- Werner, D.I.** 1984. The Galápagos Land Iguanas (*Conolophus*): Natural history and conservation surveys. *Natl. Geog. Soc. Res. Rept. (1976 Proyects)* 17: 81-94.
- Zabala, J. & C. Márquez.** 2008. Aplicación de *Distance Sampling* para la estimación de la población de iguanas de tierra (*Conolophus subcristatus*), parámetros de vegetación en la isla Baltra, y análisis de la composición de la población. Info. Camp. Interno, PNG/FCD.
- Zabala, J. y Buitrón, P.** 2008. Informe de avance de la campaña de erradicación de rata negra *Rattus rattus* en la isla de Seymour Norte. Info. Camp. Interno, PNG/FCD. 17pp.
- Zabala, J., V. Carrión & H. Grant.** 2010. Effects of brodifacoum on a population of Galápagos land iguanas (*Conolophus subcristatus*) during rat eradication. *Island Invasoras: Eradication and Management*. Feb 2010. University of Auckland, New Zealand.
- Zar, J. H.** 1999. *Biostatistical analysis*. 4<sup>th</sup>. ed. Princeton -Hall, Englewood Cliffs, N.J.