LIFE10 NAT/ES/565
CONTROL DE LA ESPECIE INVASORA *LAMPROPELTIS CALIFORNIAE* EN GRAN CANARIA.

ACCIÓN C.4: Obtención de parámetros biológicos de ejemplares *de Lampropeltis californiae* capturados. Informe año 2014.

15/12/2014

Asociación para el Desarrollo Sostenible
y la Conservación de la Biodiversidad
C/ Blas de Lezo 55, 1° G.
35118. Agüimes. Gran Canaria
NIF: G-35539774

Asociación para el Desarrollo Sostenible

y la Conservación de la Biodiversidad

C/ Blas de Lezo 55, 1º G.

35118. Agüimes. Gran Canaria

NIF: G-35539774

PROYECTO LIFE 10 NAT/ES/000565

CONTROL DE LA ESPECIE EXÓTICA INVASORA *LAMPROPELTIS CALIFORNIAE* EN LA ISLA DE GRAN CANARIA

OBTENCIÓN DE PARÁMETROS BIOLÓGICOS DE EJEMPLARES DE

LAMPROPELTIS CALIFORNIAE

Clara Patiño Martínez

Informe año 2014

15/12/2014

ÍNDICE

pág.

1. **Introducción** 2

2. **Protocolo de toma de muestras** 3

3. **Análisis** 6
   - **3.1. Biometría** 6
   - **3.2. Parámetros reproductivos** 13
     - **3.2.1. Sexo** 13
     - **3.2.2. Estado de gestación** 16
     - **3.2.3. Volumen testicular** 19
     - **3.2.4. Madurez sexual** 22
   - **3.3. Dieta** 27
   - **3.4. Condición corporal** 33
   - **3.5. Edad** 36

4. **Dispersión** 39

5. **Conclusiones** 40

6. **Recomendaciones finales** 49

7. **Bibliografía** 50

8. **Anexo I: Fichas laboratorio** 57

1.- Introducción

Lampropeltis californiae o serpiente real de California es una especie introducida e invasora en la isla de Gran Canaria, en el ecosistema insular este ofidio no posee competidores ni depredadores naturales, de forma que el impacto que puede ejercer esta especie introducida en su nuevo hábitat puede ser muy elevado (Melbourne et al 2007).

La IUCN describe una especie invasora como aquella especie exótica que ha sido introducida accidental o intencionalmente fuera de su distribución natural, y que posee la capacidad de colonizar, invadir y persistir, su introducción y dispersión amenazan la diversidad biológica, causando daños al ambiente, a la economía y a la salud humana. Se considera que las invasiones biológicas pueden ser una de las principales causas de pérdida de biodiversidad, (Castro-Diez, 2004; Travest y Santamaría 2004) sobre todo en ecosistemas insulares donde la introducción de especies en estás áreas geográficamente aisladas, puede tener consecuencias negativas sobre la biota nativa y provocar elevados costes económicos para la sociedad. (Traveset A., 2004)

La facilidad de una especie exótica para ocupar nuevos hábitats y el carácter generalista son determinantes para el éxito de su invasión (Cassey, 2002) así como la disponibilidad de hábitats adecuados, que faciliten el establecimiento de nuevos núcleos de expansión.

En Gran Canaria *Lampropeltis californiae* posee una distribución discontinua, fragmentada y se encuentra separada en dos núcleos poblacionales, uno principal (que comprende principalmente los municipios de Telde, Santa Brígida, Valsequillo y San Mateo) en el Noreste de la isla y otro secundario en el Noroeste en Gáldar. (Fig.1)

Fig.1. Mapa de localización de las dos poblaciones de *Lampropeltis californiae* existentes en Gran Canaria. Núcleo principal (rojo) y núcleo secundario (azul).

2.- Protocolo de toma de muestras

En el año 2014 se analizaron un total de 300 especímenes de *Lampropeltis californiae*, 236 procedentes del núcleo principal y 64 del núcleo secundario.

Una vez recibidos los individuos de *Lampropeltis californiae*, se procedió en primer lugar a su descongelación y a la toma de los parámetros biométricos (tamaño y peso). Todos los ejemplares (n= 300) se pesaron en una balanza electrónica (Max 3,100 g y d= 0,1 g) y se registró con ayuda de una cinta métrica la longitud del píleo (Lp), longitud de la cola (Lc), longitud hocico-cloaca (LHC) y longitud total (LT). También se analizó la frecuencia con la que se encontraban individuos con la cola seccionada.

Posteriormente se realizó la necropsia a cada uno de los ejemplares con el fin de obtener la mayor información posible acerca de los parámetros biológicos de esta especie introducida en la isla de Gran Canaria. Se analizó la biología

reproductiva de *Lampropeltis califorinae* en su nuevo hábitat, incluyendo el dimorfismo sexual, la madurez de cada individuo, la fecundidad y el ciclo reproductivo. También se estudió el contenido gastrointestinal para determinar la dieta, el estado del tejido adiposo o índice de grasa corporal y la edad.

La condición reproductiva de los ejemplares fue estimada a través del examen de las gónadas. En las hembras se estudió con especial atención los ovarios, la existencia de huevos y grado de desarrollo de los mismos, o en su defecto la presencia o ausencia de folículos ováricos. Aquellas hembras con folículos vitelogénicos mayores a 5 mm o con huevos en oviducto fueron consideradas maduras (Marques & Puorto 1998, Aguiar & Di-Bernardo 2005). En cada hembra grávida se contó el número de huevos y se midió el largo y ancho del huevo de mayor tamaño, utilizando para ello un calibre milimétrico de precisión 0,05 mm.

En los machos se determinó el volumen testicular para evaluar la actividad reproductiva y se calculó suponiéndolos elipsoidales según la fórmula $V = 4/3\ a.b.c$ donde a = radio del largo, b = radio del ancho, c = radio del alto (Pizzatto & Marques 2006, Mayhew 1963) midiendo los diámetros de los ejes del testículo izquierdo con ayuda del calibre milimétrico anteriormente citado. Con objeto de compensar las diferencias de tamaño de cada ejemplar, se relativizaron los volúmenes. Se consideraron machos maduros aquellos que presentaron vasos deferentes enrollados, hecho que indica la presencia de actividad espermática (Aguiar & Di-Bernardo 2005)

El examen del contenido gastrointestinal, de los excrementos y del material regurgitado nos permite determinar cuales son las especies endémicas sobre las que depreda la serpiente real de California, la posible diferencia existente entre la dieta de ambos núcleos poblaciones, su cambio en el tiempo y su variación con el desarrollo ontogénico.

Para obtener una aproximación de la dieta de *Lampropeltis californiae* en la isla de Gran Canaria se analizó, con la ayuda de un microscopio estereoscópico a

100 aumentos, los tubos digestivos de todos los ejemplares necropsiados (n=300), los excrementos hallados y el material regurgitado. Se tomaron datos sobre el tipo de presa y en los casos en los que el estado de las presas lo permitió se consideró tamaño (LHC) y biomasa, con la ayuda de una cinta métrica (± 1mm) y una balanza electrónica (Max 3,100 g y d= 0,1 g).

Se analizó la biomasa que aporta cada tipo de presa a la dieta de la serpiente real de california en ambos núcleos poblacionales y se comprobó la posible existencia de cambios ontogénicos en la alimentación, para ello se dividió a los ejemplares en varios grupos en función de su longitud hocico-cloaca.

Para determinar el estado nutricional o condición corporal de los individuos se extrajo durante las necropsias la grasa corporal a todos los individuos y se pesó en una balanza electrónica (Max 3,100g y d= 0,1 g). Se analizó el estado nutricional de los ejemplares según el sexo y su desarrollo ontogénico.

La edad de los ejemplares de *Lampropeltis* se determinó por esqueletocronología, mediante el estudio del crecimiento óseo aplicando el método de bandas de crecimiento (Petter-Rousseau, 1953). Esta metodología está basada en los anillos de crecimiento existentes en la estructura ósea, el principio básico de este método se fundamenta en que las estructuras óseas poseen un patrón de crecimiento cíclico y tienen una periodicidad anual (Snover & Hohn, 2004). Los huesos son estructuras de desarrollo continuo que cambian progresivamente desde el nacimiento hasta la muerte del animal, proporcionando un registro permanente de la edad. El crecimiento es una respuesta a los cambios estacionales y se observa en el hueso la alternancia de bandas claras y oscuras, las primeras se forman en periodos de crecimiento rápido y las segundas en periodos de crecimiento lento. (Prieto A., 2013) El conocer el año en el que han muerto cada uno de los individuos nos permite datar el resto de los anillos.

Para la estimación de la edad de los ejemplares de la muestra estudiada se le extrajo tras la necropsia a cada individuo el hueso angular izquierdo de la

mandíbula, seguidamente se limpió el material sumergiendo cada muestra en agua corriente. Posteriormente se realizó una tinción con una disolución de yodo molecular y yoduro potásico en agua destilada, esto permitió, con ayuda de un microscopio estereoscópico a 400 aumentos, distinguir todas las estructuras óseas presentes en la muestra y estimar a partir de ellas el número de años de los individuos estudiados.

Con los resultados obtenidos de las necropsias y los datos geográficos de las capturas de los ejemplares expuestos por Gesplan en la Web del proyecto www.lifelampropeltis.es, se analizó la dispersión de los especímenes estudiados durante el año 2014 que se localizaron fuera de los focos poblacionales.

3.- Análisis

3.1.- Biometría

En el año 2014 se estudiaron un total de 300 ejemplares de la especie *Lampropeltis californiae*, 236 individuos procedentes de la población del núcleo principal y 64 especímenes originarios del núcleo secundario. Cuando analizamos el número de ejemplares en función del mes en el que se realizaron las capturas observamos como en ambos núcleos los meses en los que se examinaron un mayor número de individuos fueron Abril y Mayo, en el núcleo principal se necropsiaron ejemplares apresados desde el mes de Enero hasta Septiembre y en el núcleo secundario desde Febrero hasta Octubre. (Fig.2)

Fig.2. Número de ejemplares estudiados por mes de captura.

El resultado del estudio de los parámetros biométricos de tamaño y peso obtenidos tras el análisis realizado a los 300 ejemplares de *Lampropeltis californiae* llegados al laboratorio se detalla en la siguiente tabla. (Fig.5) Al analizar las medias de los valores de peso y longitud de los individuos procedentes de ambos núcleos se observó como los ejemplares del núcleo principal tuvieron una longitud hocico-cloaca y un peso medio inferior a las serpientes originarias del núcleo secundario, siendo la LHC media de 74 ± 19,8 cm y el peso medio de 140,1 ± 115,4 g para los ejemplares del núcleo principal y de 85 ± 21,6 cm y 199 ± 155,5 g para los del núcleo secundario. (Figs. 3 y 4)

El individuo de mayor tamaño estudiado durante el año 2014 correspondió con un macho capturado en el núcleo secundario en el mes de Marzo con LHC de 130,4 cm y una Longitud total de 145,4 cm y el espécimen de menor envergadura estudiado fue un ejemplar inmaduro apresado en el mes de Septiembre en el núcleo principal, con una LHC de 28,1 cm y cuya longitud total alcanzó los 32,4 cm.

El individuo de mayor peso encontrado en el estudio fue una hembra originaria del núcleo principal con unos 770,3 g y el ejemplar con el menor peso correspondió con un un neonato capturado en Septiembre en la misma área con unos 10 g.

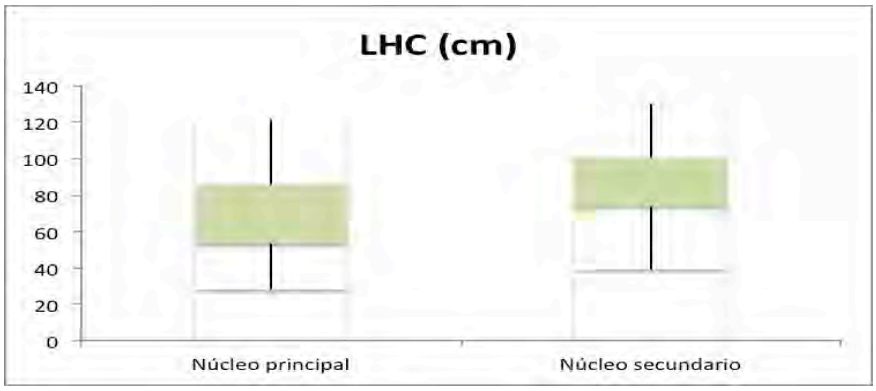

Fig.3. Longitudes medias (LHC) de los ejemplares de ambos núcleos poblacionales.

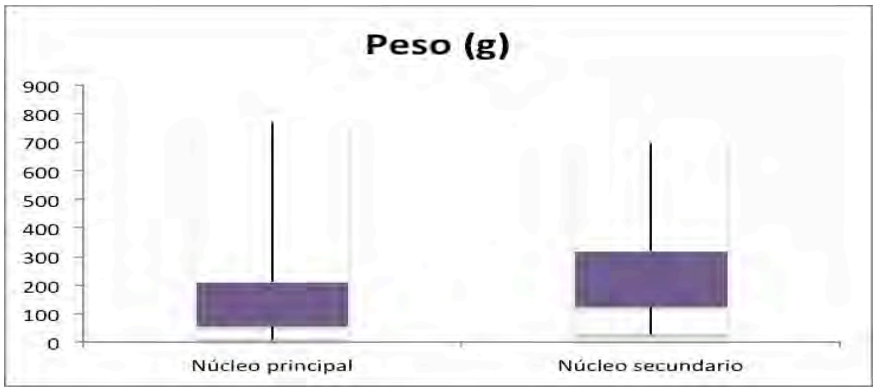

Fig.4. Peso medio de los ejemplares de las dos poblaciones presentes en Gran Canaria.

Se realizó un análisis de comparación entre sexos y se observó como la longitud hocico-cloaca media de los machos del núcleo principal (74,3 ± 17,9 cm) fue ligeramente superior al de las hembras (de 73,9 ± 21,7 cm) y en los ejemplares procedentes del núcleo secundario los machos tuvieron un tamaño medio superior al de las hembras con un LHC de 87,8 ± 21 cm y 76,5 ± 20,5 cm respectivamente. (Fig.5)

Al comparar las dimensiones medias del píleo entre poblaciones se obtuvieron diferencias, LP fue superior en los individuos originarios del núcleo secundario con un valor de 2 ± 0,3 cm frente a 1,8 ± 0,3 cm de los ejemplares

procedentes del principal, no se observaron diferencias en la media de LP entre los sexos.

Se analizó la longitud de la cola (LC), sin tener en cuenta los ejemplares con la cola seccionada y se observó una notable diferencia entre los ejemplares de ambos sexos en cada núcleo poblacional, siendo la media del tamaño de la cola en machos del área principal de 11,2 ± 2,6 cm y de 9,95 ± 3,2 cm para las hembras. En el núcleo secundario la media de LC fue de 13,95 ± 3,4 cm y 11 ± 3 cm para los machos y hembras respectivamente.

El peso medio de las hembras capturadas en el núcleo principal fue de 139,9 ± 134,9 g y de 141,4 ± 92,5 g para los machos, en el núcleo secundario el peso medio fue de 159,3 ± 157,4 g para las hembras y de 207,65 ± 154,6 g para los machos.

	Núcleo principal	Núcleo principal	Núcleo secundario	Núcleo secundario
	Hembras	Machos	Hembras	Machos
Media LHC ± SD (cm)	73,9 ± 21,7	74,3 ± 17,9	76,5 ± 20,5	87,8 ± 21
Rango LHC (SD)	28,1 - 121,7	29 -110,9	43,6 - 115,7	39,1 - 130,4
Media LP ± SD (cm)	1,8 ± 0,34	1,8 ± 0,31	2 ± 0,3	2 ± 0,32
Rango LP (cm)	1,1 - 2,6	1,1- 2,4	1,4- 2,5	1,3- 2,6
Media LC ± SD (cm)	9,95 ± 3,2	11,2 ± 2,6	11 ± 3	13,95 ± 3,4
Rango LC (cm)	1,3 -16	4,2 - 16,6	5,9 -17,5	5 - 19
Media LT ± SD (cm)	83,9 ± 24,1	85,4 ± 20,1	87,2 ± 23,5	101,2 ± 23,5
Rango LT (cm)	32,4 - 137,7	33,2 - 127,5	49,5 - 131,4	46,1 - 148,9
Peso medio ± SD (g)	139,9 ± 134,9	141,4 ± 92,5	159,3 ± 157,4	207,6 ±154,6
Rango peso (g)	10 - 770,3	11,7 - 414,1	29 - 546	26,3 - 698

Fig.5.Datos biométricos obtenidos por sexos y población. LHC (Longitud hocico-cloaca), LP (Longitud píleo), LC (Longitud cola), LT (Longitud total).

Al relacionar el tamaño y peso medio de los ejemplares procedentes de cada núcleo poblacional se obtuvo una correlación positiva y elevada entre ambos parámetros. (Figs. 6 y 7)

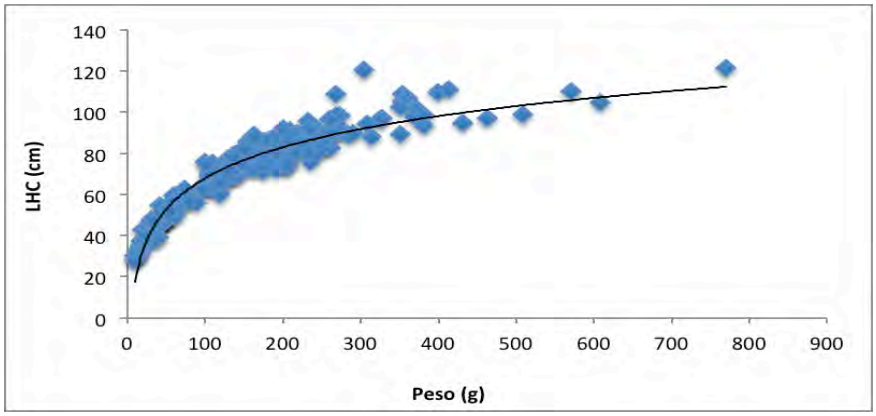

Fig.6. Logarítmica de comparación del peso y longitud de los ejemplares procedentes del núcleo principal. R=088,; n=236; p= 0,05.

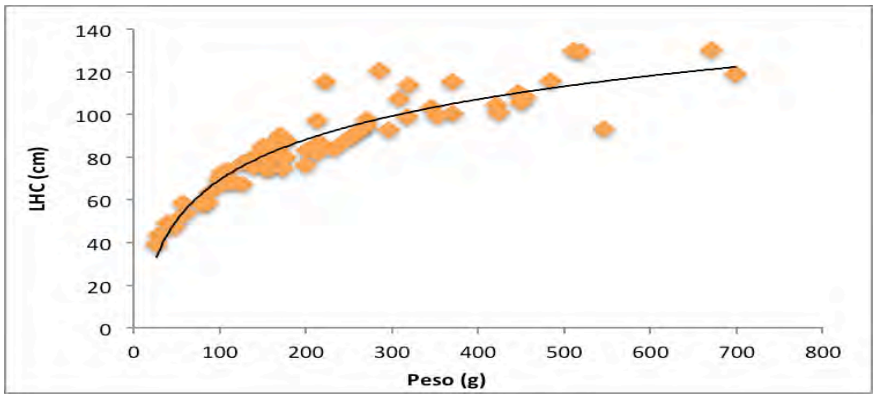

Fig.7. Logarítmica de la muestra procedente del núcleo secundario comparando el peso y el tamaño (LHC). R=0,87; n=64; p= 0,05.

Del estudio de la frecuencia con la que se encontraron ejemplares con la cola seccionada se desprende que un total de 63 ejemplares presentaron la cola partida en mayor o menor medida, esto representó un 21 % de la población, encontrándose 47 individuos en el núcleo principal (20 %) y 16 en el secundario (25 %).

Examinamos por sexos la presencia de colas seccionadas, encontramos que en el núcleo principal presentaban esta característica 24 machos, 22 hembras y un único ejemplar inmaduro con la cola levemente seccionada, esto representó un 27,5 % , un 27,1 % y un 1,4 % respectivamente. En el núcleo secundario se observaron 4 hembras (30,7 %) y 12 machos (27,2 %) con la cola seccionada, ninguno de los inmaduros estudiados en este núcleo presentó daños en su cola.

Cuando estudiamos el porcentaje de individuos que presentaban la cola seccionada y como varió este valor en función del tamaño de los ejemplares analizados se observaron diferencias entre las dos poblaciones, en el núcleo principal se contempló por primera vez un ejemplar inmaduro con la cola seccionada y un macho maduro con un tamaño menor de 61 cm con dicha característica, a partir de los 61 cm de LHC el número de individuos aumentó proporcionalmente con el tamaño hasta una longitud hocico-cloaca de 100 cm a partir de este punto el valor disminuyó. (Fig. 8)

En el núcleo secundario no se estudió ningún ejemplar menor de 60 cm con la cola seccionada, sin embargo a partir de los 61 cm el porcentaje aumentó con el tamaño de los individuos incluso para los de una talla superior a los 100 cm. (Fig.9)

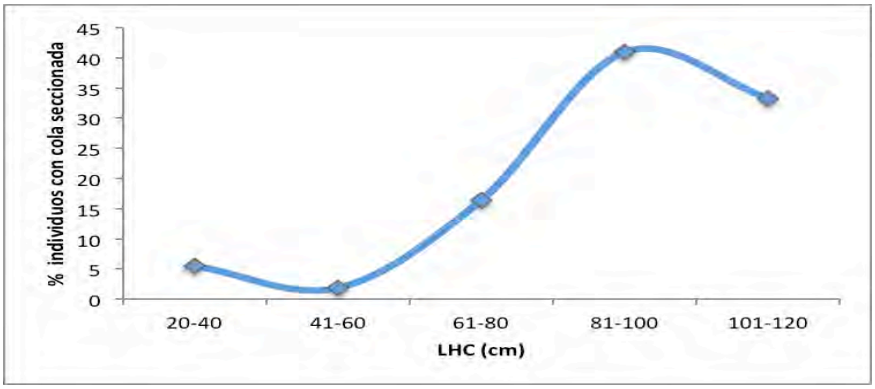

Fig.8. Porcentaje de individuos con cola seccionada por rangos de tamaño (núcleo principal).

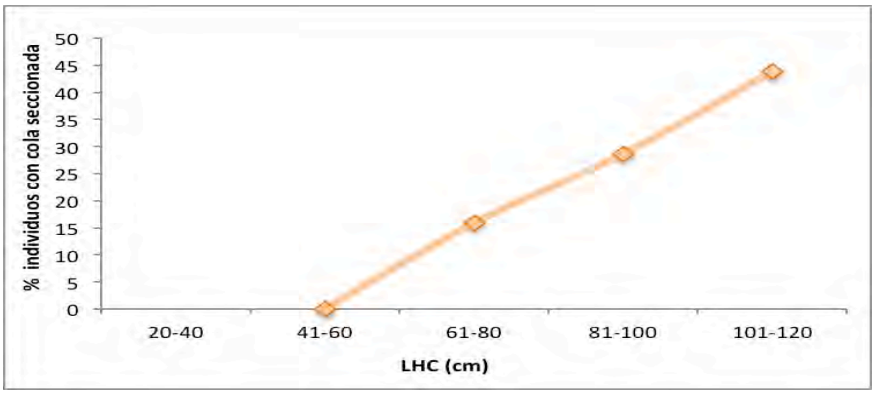

Fig.9. Porcentaje de individuos con cola seccionada por rangos de tamaño (núcleo secundario).

3.2.- Parámetros reproductivos

3.2.1.- Sexo

Cuando analizamos el número de individuos maduros por sexos estudiados en el laboratorio en función de su fecha de captura observamos como en el núcleo principal se estudiaron ejemplares de ambos sexos desde los meses de Febrero hasta Julio, los machos superaron a las hembras únicamente en los meses de Abril y Mayo. El número de machos analizados aumentó desde principios de año hasta alcanzar un pico en Abril, a partir de Mayo el valor empezó a disminuir, para las hembras no se siguió esta tendencia, todos los meses se analizaron aproximadamente la misma cantidad de hembras exceptuando el mes de Febrero en el que únicamente se estudiaron 3 hembras. (Fig.10)

En el núcleo secundario los primeros meses del año (Febrero-Mayo) se analizó un mayor número de machos y al igual que en el núcleo principal el valor aumentó desde Febrero hasta Abril donde alcanzó el valor máximo, a partir del cual comenzó a disminuir. La primera hembra estudiada procedente de este núcleo poblacional fue apresada en el mes de Marzo, en los siguientes meses el número de ejemplares de este sexo aumentó alcanzando su máximo en el mes de Junio, para posteriormente disminuir en el mes de Julio. (Fig.11)

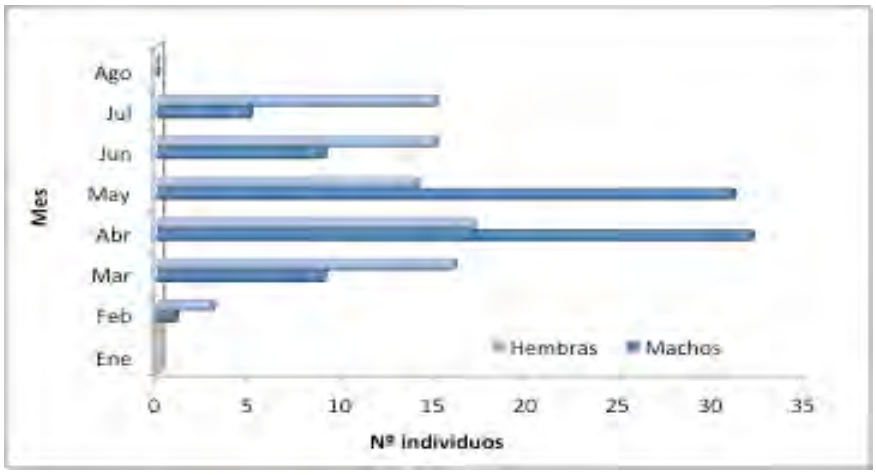

Fig. 10. Número de ejemplares sexualmente maduros capturados al mes (núcleo principal)

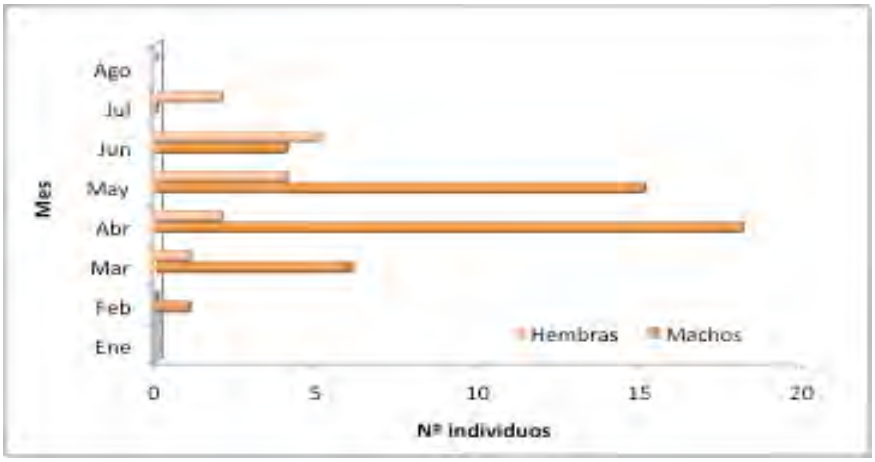

Fig. 11. Número de ejemplares sexualmente maduros capturados al mes (núcleo secundario)

La proporción de sexos de la muestra analizada en el núcleo principal arroja los valores de 87 machos (52 %), 81 hembras (48 %), en el núcleo secundario se examinaron un total de 44 machos (77 %) y 13 hembras (23%) . (Fig. 12)

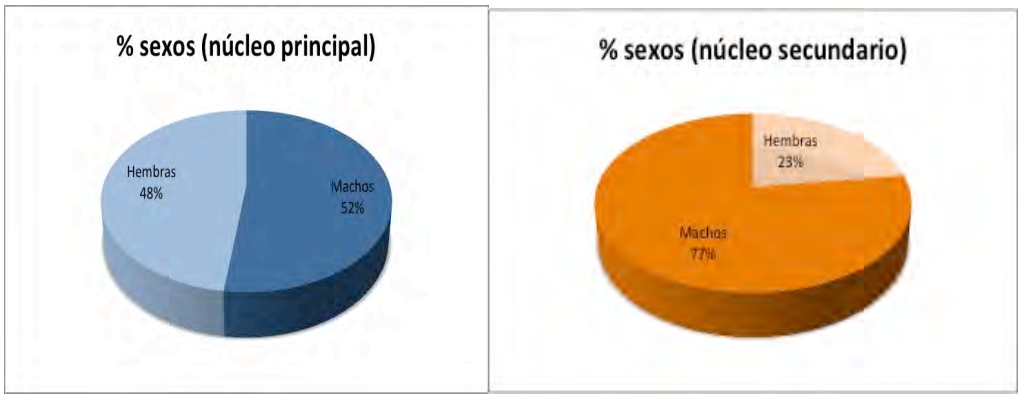

Fig. 12. Porcentaje de sexos de la muestra procedente del núcleo principal y secundario.

Se analizó la distribución por tamaño y sexo de los ejemplares, el resultado del estudio queda reflejado en las figuras 13 y 14. En el núcleo principal se observó que la mayor parte de ejemplares estudiados fueron machos comprendidos entre los entre los 61 y 80 cm longitud hocico-cloaca, también fue este el intervalo de LHC en el que se estudió la mayor cantidad de hembras procedentes de esta población. En el año 2014 se han examinado más machos que hembras en cualquier intervalo de longitud, exceptuando los ejemplares de mayor tamaño (LHC>101 cm) en los que únicamente se estudiaron 12 individuos de los que 9 fueron sexados como hembras.

En el núcleo secundario el porcentaje de machos analizados fue mucho mayor, existiendo una diferencia significativa entre el número de machos y el de hembras. En esta población se necropsiaron más machos que hembras en todos los intervalos de tamaño exceptuando los que se encontraban entre los 41-60 cm de LHC, en esta área no se estudiaron hembras inmaduras menores de 40 cm. La mayor cantidad de ejemplares analizados se encuadraron entre los 81 y 100 cm de longitud hocico-cloaca.

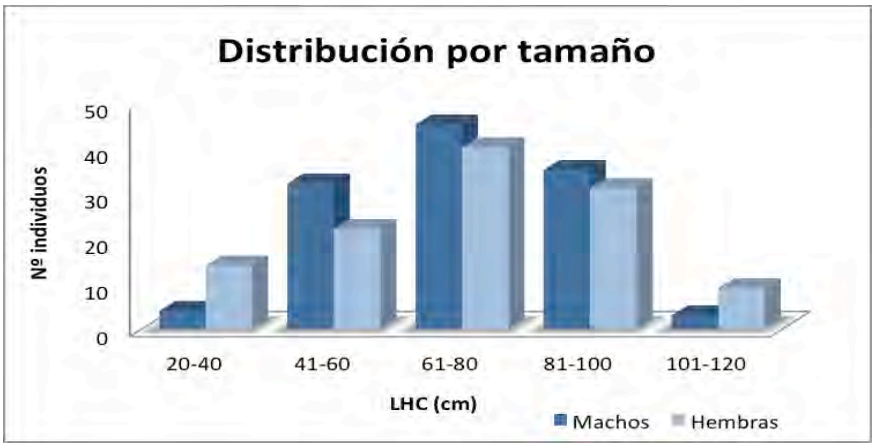

Fig.13. Distribución por tamaño y sexo de ejemplares del núcleo principal.

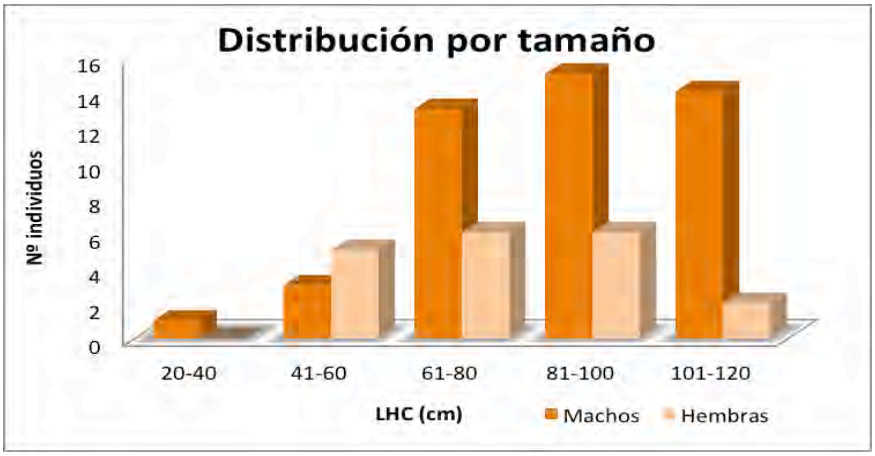

Fig.14. Distribución por tamaño y sexo de individuos del núcleo secundario.

3.2.2- Estado de gestación

Se han analizado un total de 94 hembras sexualmente maduras, de las cuales 46 se encontraban grávidas en el momento de su captura, 38 procedentes del núcleo principal (46,9 %) y 8 (61,5 %) del núcleo secundario.

El número de huevos obtenidos tras las correspondientes necropsias o bien los procedentes de puestas ya realizadas ascendió a un total de 440, 352 procedentes de los ejemplares del núcleo principal y 88 de las hembras del núcleo secundario. El rango de huevos por puesta en el 2014 osciló entre 3 y 23, siendo el número medio de huevos de 8,5 ± 4,3 para las hembras del núcleo principal y de

11 ± 2,4 para las del secundario. Los huevos midieron de media en el momento de la puesta unos 5,5 cm de largo y 2,28 cm de ancho.

Cuando se estudió el número de huevos por hembra se observó como en el caso de los individuos originarios del núcleo principal existió un mayor número de hembras que tuvieron entre 6 y 10 huevos, este valor fue superior para los ejemplares del núcleo secundario donde la mayor parte poseían entre 11 y 15 huevos. (Figs. 15 y 16)

Fig.15. Hembra llegada al laboratorio con parte de la puesta realizada.

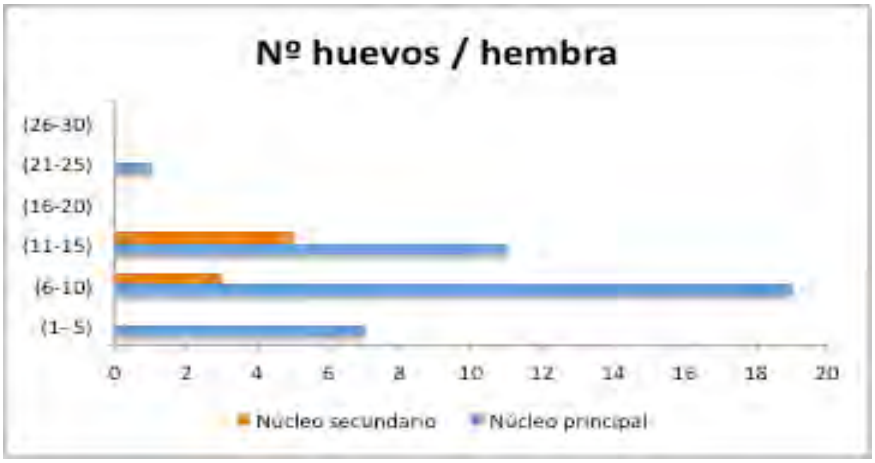

Fig.16. Número de huevos por hembra.

Al analizar la distribución de las hembras grávidas a lo largo del año se observó como en el núcleo principal se encontraron hembras grávidas desde el mes de Marzo hasta Julio inclusive, en el núcleo secundario las hembras grávidas

aparecieron desde el mes de Marzo hasta Junio. La mayor cantidad de hembras con huevos fueron capturadas en el mes de Mayo en ambas zonas. (Figs. 17 y 18)

Fig.17. Hembras grávidas procedentes del núcleo principal.

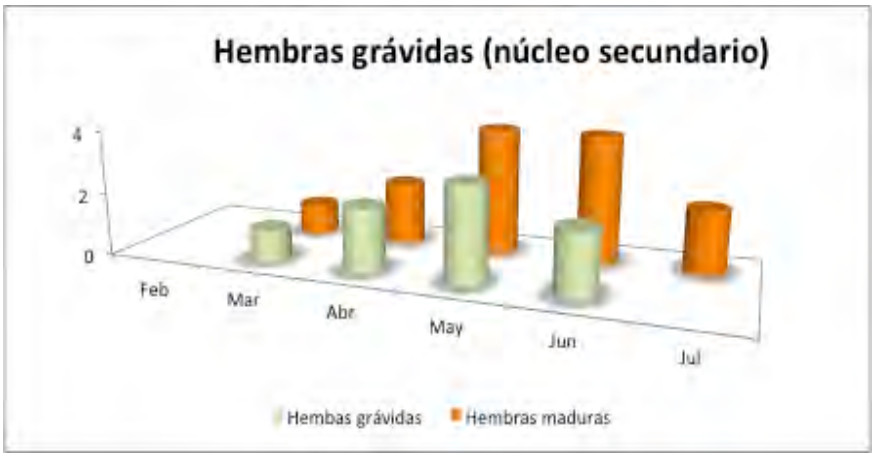

Fig.18. Hembras grávidas procedentes del núcleo secundario.

En los siguientes gráficos se muestra la posible relación existente entre la longitud de las hembras grávidas con el número de huevos encontrados. (Figs. 19 y 20) Al correlacionar el tamaño de las hembras grávidas con el número de huevos hallados, existió una correlación entre ambas variables, en el caso del núcleo principal con un coeficiente de correlación igual a R= 0,66 n= 38 y p= 0,05. y de R= 0,80 ; n= 8 y p= 0,05 para las hembras procedentes del núcleo secundario.

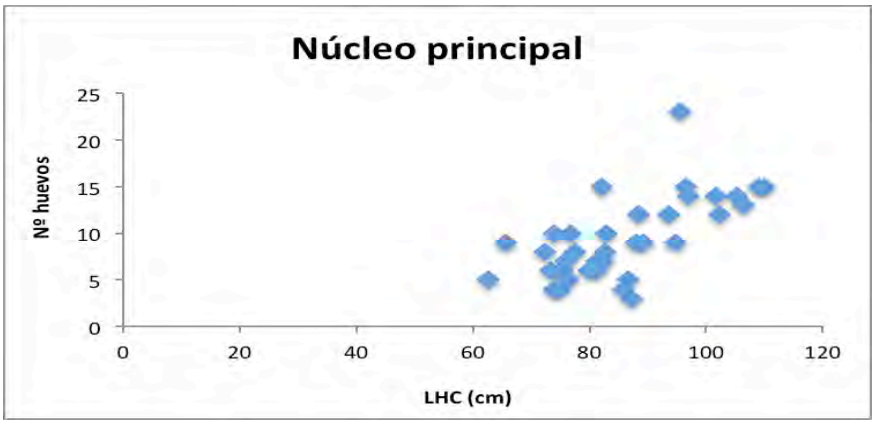

Fig.19. Relación del tamaño (LHC) de las hembras con el número de huevos.

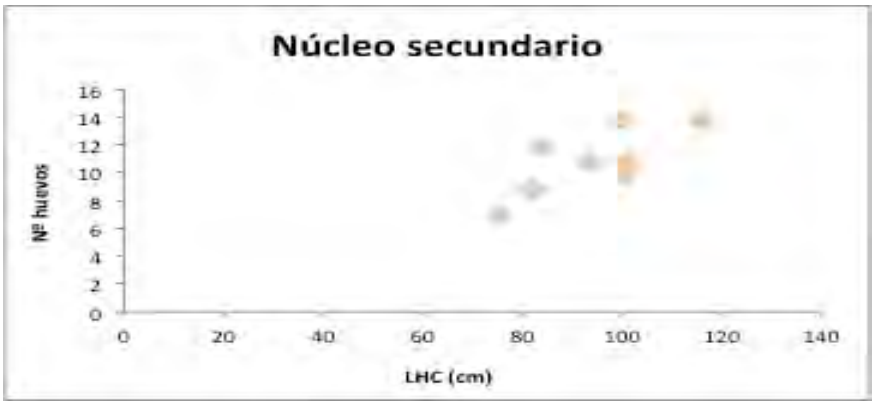

Fig.20. Relación entre el tamaño de las hembras (LHC) y el número de huevos encontrados durante las necropsias.

3.2.3.- Volumen testicular

Se estudió el volumen testicular y su evolución anual en los machos considerados sexualmente maduros, 87 procedentes del núcleo principal y 44 del secundario.

La evolución estacional del volumen testicular nos permitió realizar una aproximación al ciclo reproductor de los machos, un aumento del volumen testicular es indicativo de la producción de esperma por parte de estos y tras la espermiogénesis se produce una regresión del volumen testicular (Pleguezuelos, j.m. 2009).

En los machos procedentes del núcleo principal el volumen testicular comenzó a disminuir levemente en el mes de Febrero hasta llegar al mes de Abril a partir del cual el valor aumentó progresivamente hasta Julio, los datos referentes a los meses de Junio y Julio no son significativos puesto que este año se estudiaron pocos individuos en estas fechas, sin que se tengan datos de machos sexualmente maduros en el periodo comprendido entre los meses de Agosto y Diciembre.(Fig.21)

En los machos capturados en el núcleo secundario se produce un aumento progresivo del volumen medio testicular desde Febrero hasta el mes de Mayo posteriormente en Junio desciende ligeramente. (Fig.22)

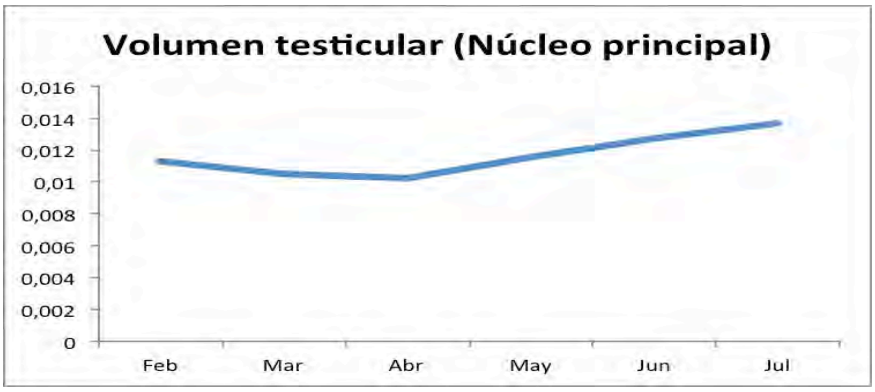

Fig.21. Variación anual del volumen testicular en machos del núcleo principal.

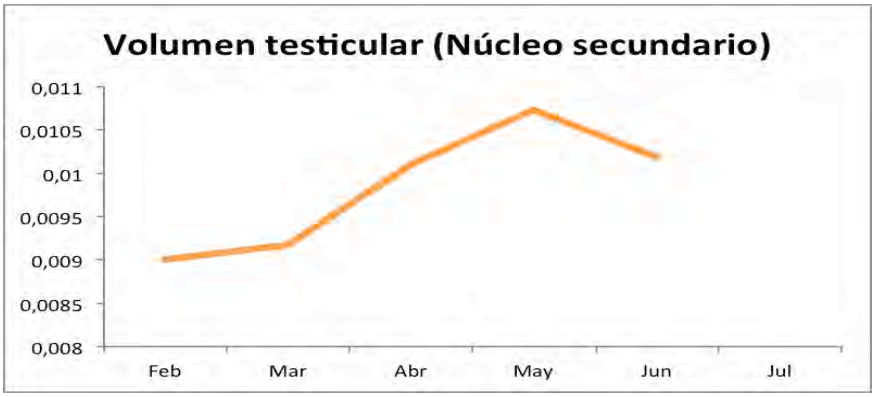

Fig. 22. Variación del volumen testicular de machos maduros procedentes del núcleo secundario.

Al comparar el tamaño de los ejemplares procedentes de ambos núcleos con el volumen testicular se observó que al aumentar la longitud hocico-cloaca de los machos aumentó también el volumen de los testículos, existiendo una correlación positiva entre ambos parámetros, para los individuos del núcleo principal fue de R= 0,48; n= 87; p= 0,05 , y en el núcleo secundario se obtuvo un coeficiente de correlación de R=0,67 para n= 44 y p= 0,05. (Figs. 23 y 24)

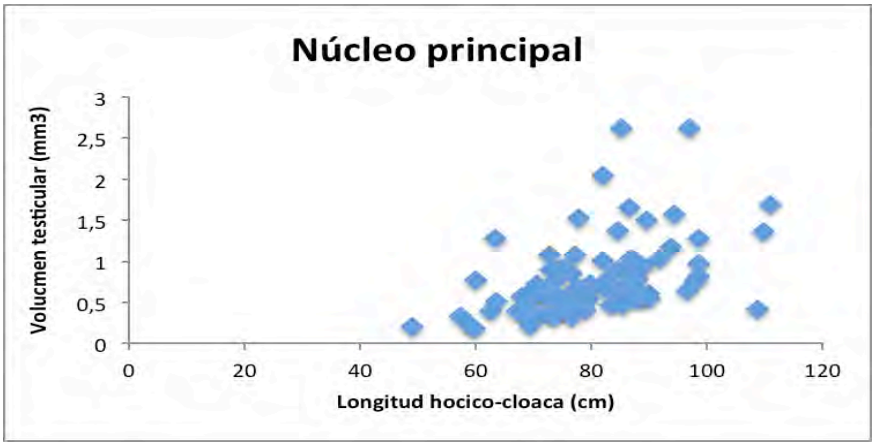

Fig.23. Volumen testicular en función del tamaño de los machos procedentes del núcleo principal.

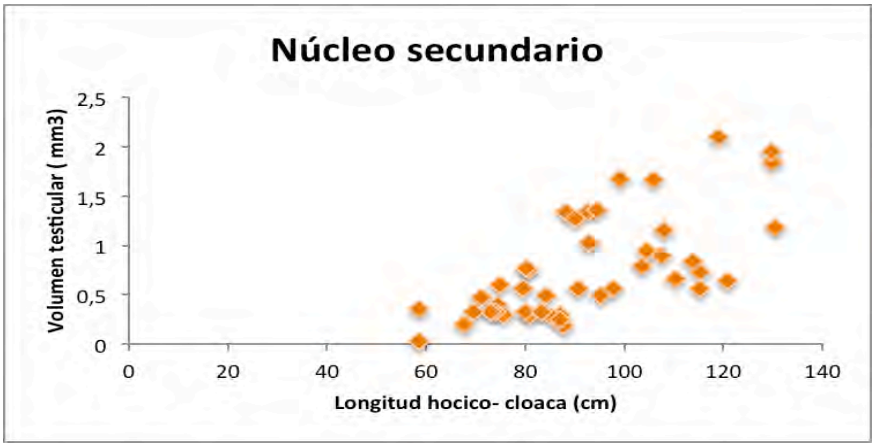

Fig.24. Relación del volumen testicular con LHC de los machos capturados en el núcleo secundario.

3.2.4.- Madurez sexual

Para conocer el tamaño al cual alcanza la madurez sexual *Lampropeltis californiae* en la isla de Gran Canaria se han estudiado las gónadas de los ejemplares necropsiados, considerándose hembras sexualmente maduras aquellas que presentaban folículos ováricos mayores a 5mm o huevos oviductales y en los machos el aumento del volumen de los testículos y la presencia de conductos deferentes engrosados nos indicó la existencia de esperma en su interior.

Se estimó que el tamaño al cual alcanzan la madurez sexual las hembras fue en torno a los 61 cm LHC y de 58 cm para los machos. En el núcleo principal la hembra madura de menor tamaño estudiada tuvo una LHC de 62,6 cm en cuyos ovarios se encontraron 5 huevos y para los machos fue de 59 cm. En el núcleo secundario la hembra madura de menor tamaño tuvo una LHC de 63,6 cm y el macho maduro de menor tamaño de esta población correspondió con un individuo de 58,4 cm de LHC.

El número total de individuos inmaduros estudiados en el 2014 fue de 75, 68 ejemplares procedentes del núcleo principal (29%) y 7 del secundario (11%). (Figs. 25, 26 y 27)

Fig. 25. Ejemplares inmaduros estudiados en el 2014.

Fig.26. Porcentaje de individuos en la muestra procedente del núcleo principal.

Fig.27. Porcentaje de ejemplares procedentes del núcleo secundario.

Cuando se analizó la frecuencia de ejemplares maduros e inmaduros por sexo y rango de tamaño (LHC) observamos que en el núcleo principal el 100% de las hembras con una LHC superior a 61 cm correspondieron con hembras maduras, en los rangos de tamaño inferiores (24-40 y 41-60) todas las hembras fueron consideradas inmaduras. En los machos se obtiene que el 100 % de los individuos con un LHC superior o igual a los 61 cm correspondieron con machos maduros, para los ejemplares con una longitud hocico- cloaca de entre 41 y 60 cm el 10 % de los ejemplares estudiados fueron inmaduros, al igual que en el género femenino el 100% de los individuos analizados con un intervalo de tamaño entre los 20 y 40 cm eran inmaduros.(Figs. 28 y 29)

En el núcleo secundario todas las hembras estudiadas con un LHC superior a 61 cm fueron consideradas maduras, por debajo de este tamaño todos se valoraron como sexualmente inmaduros, cabe destacar en este estudio la ausencia de hembras menores de 41 cm LHC. (Fig.30) Todos los machos apresados en el núcleo secundario con una LHC superior a los 61 cm fueron ejemplares sexualmente maduros, en el intervalo de tamaño comprendido entre los 41 y los 60 cm el 33,3 % de los machos se consideraron inmaduros, por debajo de los 41 cm todos fueron inmaduros. (Fig.31)

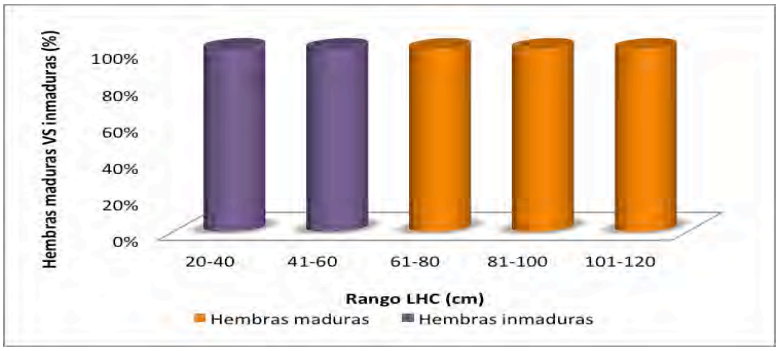

Fig.28. Porcentaje de Hembras maduras (núcleo principal).

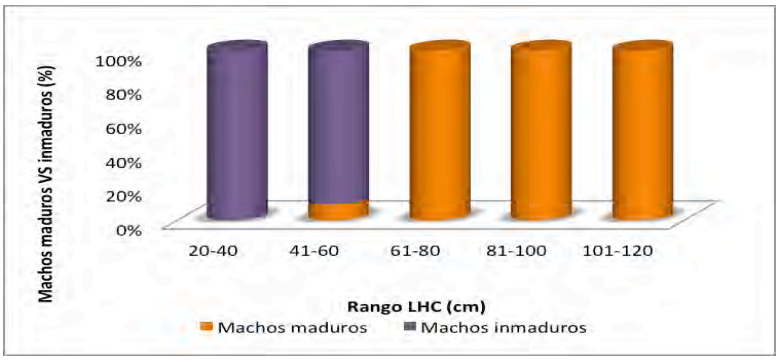

Fig.29. Frecuencia de machos inmaduros (núcleo principal).

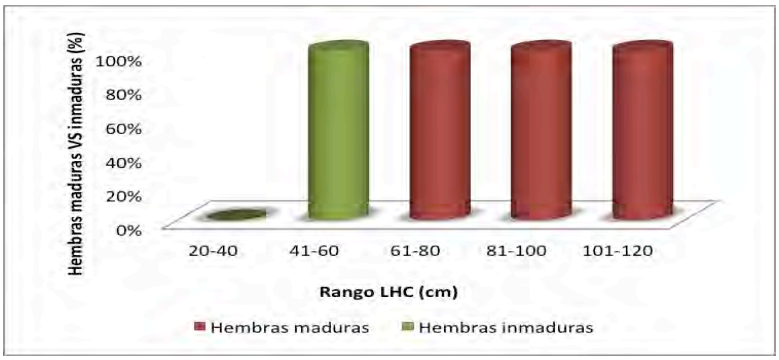

Fig.30. Porcentaje de Hembras maduras (núcleo secundario).

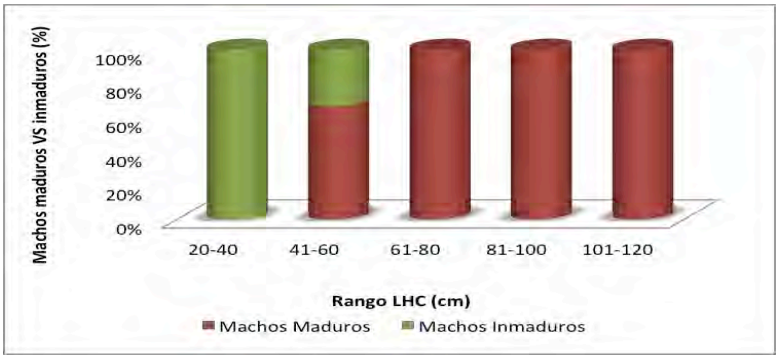

Fig.31. Porcentaje de machos maduros (núcleo secundario).

La estructura poblacional de la muestra estudiada en el año 2014 queda reflejada siguiente tabla. (Fig.32)

	Total estudio		Núcleo principal		Núcleo secundario	
	n	%	n	%	n	%
Hembras maduras	94	31	81	34	13	20
Machos maduros	131	44	87	37	44	69
Juveniles	75	25	68	29	7	11
Total estudio	300		236		64	
Razón de sexos (machos:hembras)	1: 0,7		1 : 0,9		1: 0,3	

Fig.32. Estructura poblacional, razón de sexos total y en detalle por localidades.

Al estudiar el número de *Lampropeltis californiae* adultos (machos y hembras) e inmaduros por mes de captura obtuvimos que en el núcleo principal

se apresaron ejemplares inmaduros desde el mes de Enero hasta Septiembre, el número aumentó progresivamente desde principio de año hasta el mes de Junio donde alcanzó un pico, en Julio decreció para posteriormente en el mes de Septiembre volver a subir, destacando que las de las 10 serpientes apresadas en este núcleo en el mes de Septiembre, 8 fueron considerados neonatos. (Fig. 33)

En el núcleo secundario se estudiaron pocos ejemplares inmaduros (7), se apresó un individuo en el mes de Marzo, Abril, Junio, Agosto, Septiembre y en el mes de Octubre se analizaron únicamente 2 serpientes las cuales se valoraron como no maduras. (Fig. 34)

Fig.33. Ejemplares de *Lampropeltis* juveniles y adultos capturados al mes en el núcleo principal.

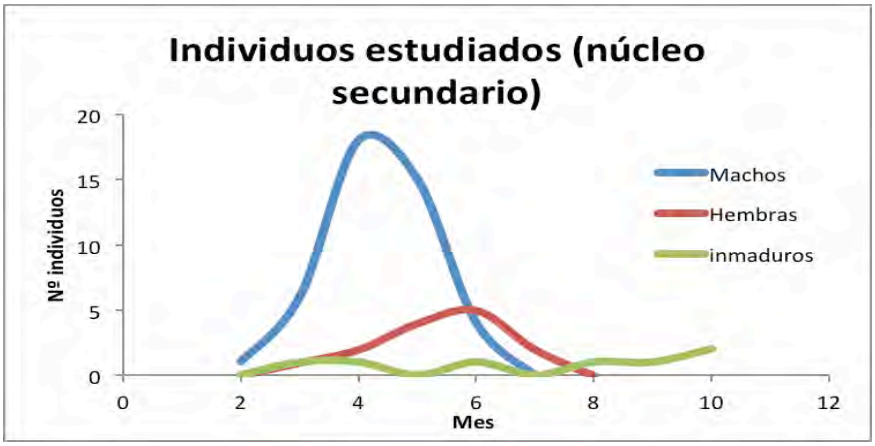

Fig.34. Ejemplares maduros e inmaduros procedentes del núcleo secundario.

3.3.- Dieta

Cuando analizamos la composición de la dieta en función de la procedencia de los ejemplares se observaron diferencias significativas entre ambos núcleos poblacionales, del total de ejemplares estudiados (236 procedentes del núcleo principal y 64 del secundario) se halló contenido gastrointestinal, excrementos o material regurgitado en 115 ejemplares (38,3 %), en 96 individuos de la población principal (40,6 %) y 19 del secundario (29,6 %). Del total de la muestra estudiada únicamente 8 ejemplares poseían en su aparato digestivo más de un tipo de presa, por lo que el 97,3 % de los individuos habían ingerido un solo tipo de presa.

Parece ser que la dieta de las serpientes del núcleo principal se basó principalmente en reptiles endémicos (69%), seguidos por pequeños mamíferos (25%). El 3% de las ocasiones se encontró restos de aves y el 3% restante correspondió con 5 (3 +2) huevos de *Lampropeltis califorinae* encontrados en dos serpientes y con una *Lampropeltis californiae* hallada durante la necropsia en el interior del tubo digestivo de otra serpiente real de California de mayor tamaño, siendo este el primer caso de depredación intraespecífica citado hasta el momento. (Figs. 35 y 36)

Fig. 35. Depredación intraespecífica de la serpiente real de California en la isla de Gran Canaria.

En el grupo de los reptiles la presa más abundante fue por primera vez en este núcleo poblacional la lisa de Gran Canaria (*Chalcides sexlineatus* Steindachner,

1891) representada por un 38%, seguidos por el lagarto de Gran Canaria o *Gallotia stehlini* (Schenkel, 1901*)* y los roedores con un 25% cada uno, los restos de *Tarentola boettgeri* Steindachner, 1981 o Perenquén de Boettger alcanzaron el 6 %.

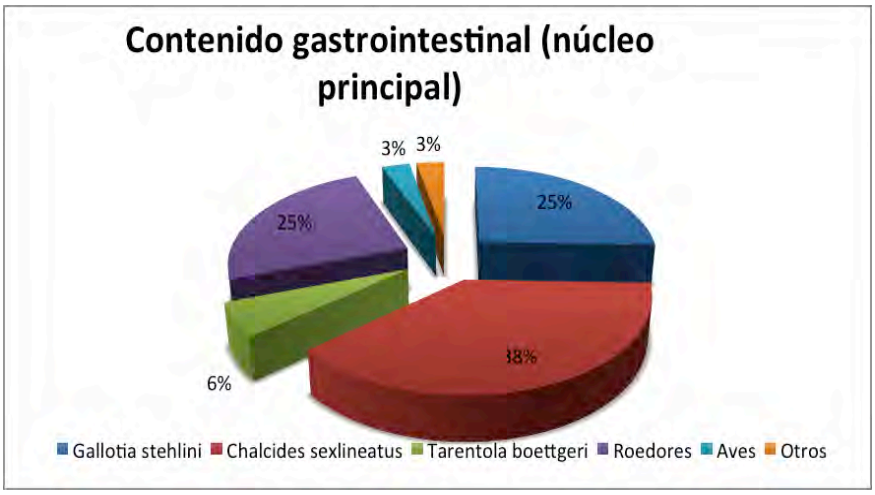

Fig. 36. Composición taxonómica de la dieta de *Lampropeltis* en núcleo principal.

Cuando realizamos una aproximación a la dieta que posee *Lampropeltis californiae* en el núcleo secundario observamos que al igual que el caso anterior se basó principalmente en reptiles (52 %) seguidos de cerca por los micromamíferos con un 48%.

El grupo de los reptiles quedó representado principalmente en el 26% de las ocasiones por el lagarto *Gallotia stehlini* (Schenkel, 1901*)*, en un 21 % de las ocasiones se encontraron restos de *Chalcides sexlineatus* Steindachner, 1891 o Lisa Gran Canaria y en menor cantidad también se hallaron restos de *Tarentola boettgeri* Steindachner, 1981 o Perenquén de Boettger (5%). Durante las necropsias realizadas a los ejemplares procedentes de esta población no se han encontrado restos de aves. (Figs. 37 y 38)

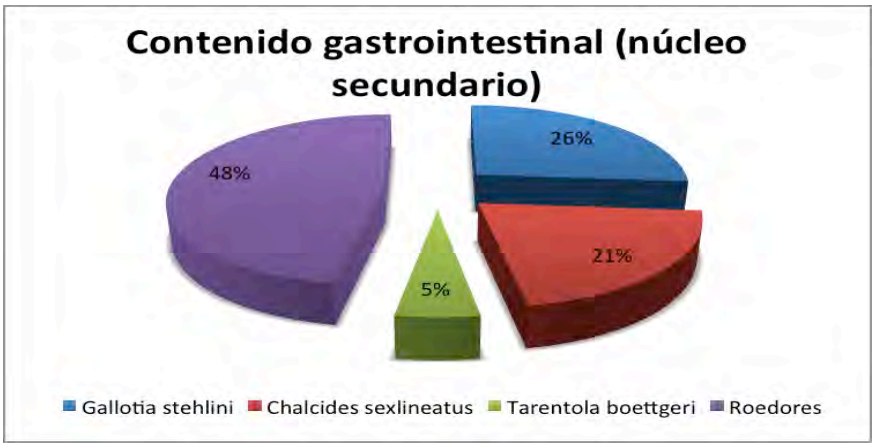

Fig.37. Composición taxonómica de la dieta de los especímenes de *Lampropeltis* procedentes del núcleo secundario.

Fig.38. Ejemplar de *Chalcides sexlineatus* regurgitado por una *Lampropeltis*.

Al analizar la variación en la composición de la dieta con el desarrollo ontogénico, se observaron diferencias entre ambos núcleos poblacionales. (Figs. 39 y 40) En el núcleo principal se observó como para todos los ejemplares de menor tamaño (LHC < 100 cm) la presa más abundante fue *Chalcides sexlineatus*, seguidos en igual medida por *Gallotia stehlini* y los pequeños mamíferos. En menor medida depredaron sobre *Tarentola boettgeri* y pequeños paseriformes. En los ejemplares con una longitud mayor a 100 cm únicamente se hallaron durante las necropsias tres presas, un lagarto de Gran Canaria, un perenquén de boettger y un pequeño ratón. (Fig. 39)

En el núcleo secundario en los individuos con LHC < 80 cm se halló principalmente restos de micromamíferos (83%), seguidos por *Chalcides sexlineatus* (17%). En los ejemplares comprendidos entre los 80 y 100 cm se detectó que las serpientes depredaron sobretodo micromamíferos, principalmente *Mus musculus* (43%), seguidos de *Gallotia stehlini* con un 29%, *Chalcides sexlineatus* y *Tarentola boettgeri* quedaron representados por un 14%.

En los individuos de mayor tamaño (LHC >100 cm) se encontró en un 50 % de los casos Lagarto de Gran Canaria (*Gallotia stehlini*), seguidos por un 33% de *Chalcides sexlineatus* y en último lugar con un 17% los pequeño mamíferos. (Fig.40)

		LHC < 80 cm		80 a 100 cm		LHC >100 cm	
PRESAS	FRECUENCIA	(n)	%	(n)	%	(n)	%
REPTILES	*Gallotia stehlini*	17	25	8	28	1	33,33
	Chalcides sexlineatus	28	42	11	38	0	0
	Tarentola boettgeri	4	6	1	3	1	33,33
MAMÍFEROS	Mamíferos	16	24	8	28	1	33,33
AVES	Paseriformes	2	3	1	3	0	0

Fig. 39. Variación de la dieta con el desarrollo ontogénico en el núcleo principal.

		LHC < 80 cm		80 a 100 cm		LHC > 100 cm	
PRESAS	FRECUENCIA	n	%	n	%	n	%
REPTILES	*Gallotia stehlini*	0	0	2	29	3	50
	Chalcides sexlineatus	1	17	1	14	2	33
	Tarentola boettgeri	0	0	1	14	0	0
MAMÍFEROS	Mamíferos	5	83	3	43	1	17

Fig. 40. Variación de la dieta con el desarrollo ontogénico en el núcleo secundario.

Se analizó además del tipo, el número mínimo, el tamaño (LHC) y biomasa de las presas encontradas durante las necropsias en el aparato digestivo y del material regurgitado por *Lampropeltis* en el momento de su captura. El estado de las presas permitió examinar un total de 19, 18 procedentes del núcleo principal y 1 del secundario.

La longitud hocico-cloaca media de las presas encontradas fue de 7,1 ± 1,4 cm (n=19) con un rango comprendido entre los 3,5 y 9,6 cm. El peso medio de la presa fue de 7,1 ± 3,5 (n = 19), con un rango 1- 15,8 g. El porcentaje medio del tamaño de la presa con respecto a la LHC del depredador quedó representado por un 11,68 % y el peso medio de la presa fue aproximadamente el 8,4 % del peso del depredador.

Se examinó la biomasa que aporta a la dieta cada una de las presas por sexos y por zona de captura, el estado del contenido gastrointestinal solo permitió

tomar los parámetros necesarios en reptiles, para las hembras del núcleo principal la lisa de Gran Canaria representó un 50% del total, seguidos por un 40% de Lagarto (*Gallotia stehlini*), por último encontramos las *Tarentola de boettgeri* con un escaso 10%. Para los machos el porcentaje más elevado lo representaron los reptiles con un 77,9 %, con un 74,2 % *Chalcides sexlineatus* seguidos por *Tarentola* con un 3,7 %. Los mamíferos aportaron un 22,1 %. (Fig.41)

En el núcleo secundario únicamente se pudo estudiar una presa, una *Tarentola boettgeri* de 3,6 g extraída durante las necropsias a una hembra de *Lampropeltis californiae*. por lo que los datos obtenidos no son significativos.

Núcleo principal / **Presas**	**Machos (n=7)**		**Hembras (n=10)**	
	Biomasa (g)	Biomasa (%)	Biomasa (g)	Biomasa (%)
REPTILIA				
Gallotia stehlini	0	0	30,3	40
Chalcides sexlineatus	47	74,2	37,9	50
Tarentola boettgeri	2,3	3,7	7,6	10
MAMMALIA	14	22,1	0	0
TOTAL	63,3	100	75,8	100

Fig.41. Composición de la dieta de *Lampropeltis* (biomasa) en el núcleo principal.

Al relacionar el tamaño del depredador y de la presa se obtuvo un coeficiente de correlación de R = 0,23, con n= 19 y p= 0,05, esto nos indica que no existió correlación entre ambos parámetros estudiados. (Fig.42)

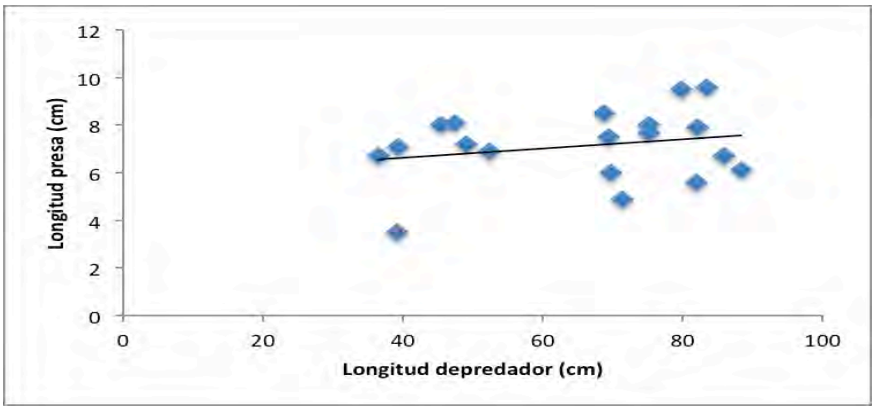

Fig.42. Relación tamaño depredador - presa.

3.4.- Condición corporal

La condición corporal de los individuos se determinó mediante el índice de grasa corporal, el porcentaje medio de grasa en los especímenes estudiados fue de 4,69 ± 2,3 % para los ejemplares procedentes del núcleo principal y de un 4,44 ± 1,91 % para los capturados en el núcleo secundario.

Al analizar el porcentaje medio de grasa corporal por sexos se observó que en los ejemplares procedentes del núcleo principal las hembras tuvieron un porcentaje de grasa corporal de 4,75 ±2,75 % frente al 4,63 ± 1,78 % de los machos, en las hembras capturadas en el núcleo secundario este valor fue inferior al de los machos con un 3,52 ± 2,1 % y 4,82 ± 1,69 % respectivamente.

Se estudió la evolución anual del porcentaje medio de grasa por sexos, en el núcleo principal las hembras tuvieron un valor superior a los machos los primeros meses del año (desde Febrero hasta Mayo), a partir del mes de Junio la tendencia se invierte siendo los machos los que presentaron un mayor valor medio de grasa corporal. El máximo valor se alcanzó para las hembras en el mes de Febrero y en Abril para los machos (Fig. 43)

En el núcleo secundario el valor medio del porcentaje de grasa fue superior en machos en todos los meses en los que se estudiaron ejemplares de ambos sexos (Marzo-Junio) exceptuando el mes de Junio. Para las hembras el valor

aumentó a lo largo del año hasta alcanzar el pico en el mes de Julio, para los machos el valor máximo se consiguió en el mes de Marzo. (Fig.44)

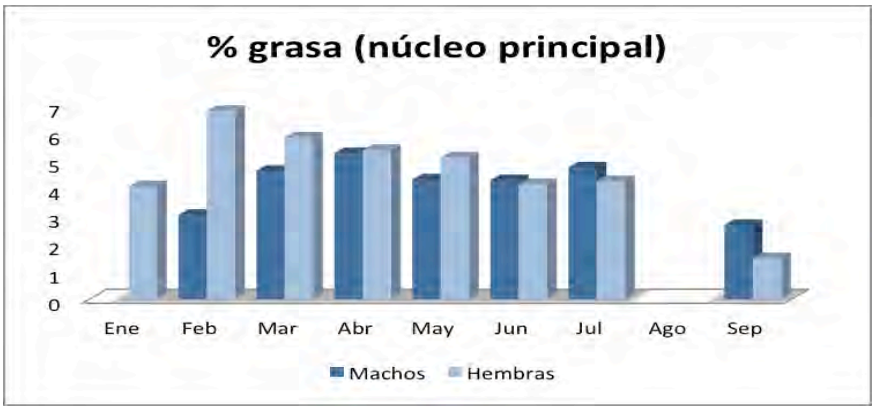

Fig.43. Variación anual del porcentaje de grasa corporal (núcleo principal).

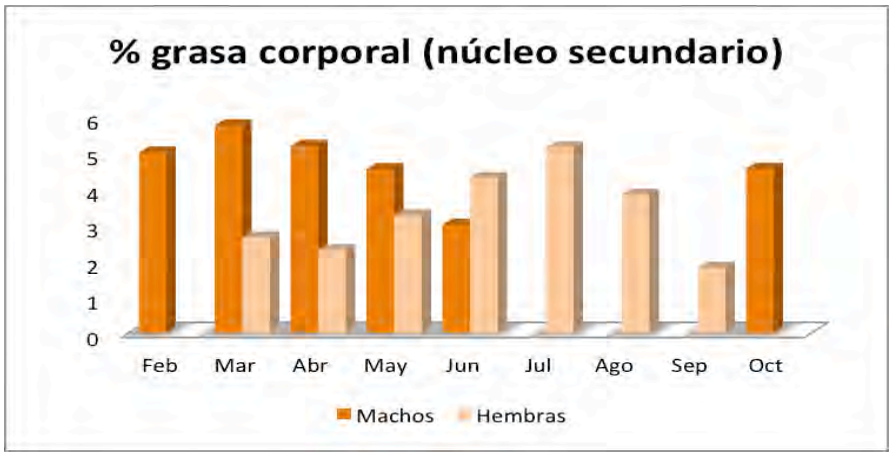

Fig.44. Evolución anual del porcentaje de grasa corporal (núcleo secundario).

Se analizó la media del porcentaje de grasa corporal presente en los ejemplares de *Lampropeltis californiae* y se estudió el valor en machos maduros, hembras maduras en sus distintos estados (grávidas a punto de realizar la puesta, las grávidas con huevos poco desarrollados y las hembras sin huevos) y de ejemplares inmaduros. (Figs. 45 y 46)

En el núcleo principal el valor máximo correspondió con las hembras sin huevos (6,3 %), seguidas por las hembras grávidas con huevos poco desarrollados (5,48 %), cerca observamos los machos maduros con un 4,94 %, las hembras que

se encontraban a punto de realizar la puesta y los ejemplares inmaduros presentaron un valor aproximado de 3,17 % y 3,46 % respectivamente.

En el núcleo secundario fueron también las hembras sin huevos las que alcanzaron un mayor porcentaje de grasa media (5,77%), seguidas en este caso por los machos con un 4,83 %, los ejemplares inmaduros y las hembras grávidas con huevos poco desarrollados tuvieron un porcentaje similar, un 3,3 % y 3,17% respectivamente y el menor valor correspondió a las hembras que se encontraban a punto de realizar la puesta.

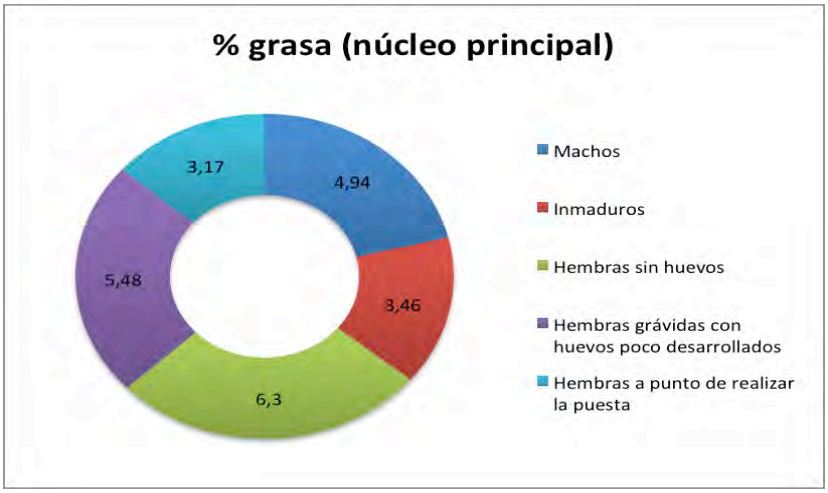

Fig.45. Media del porcentaje de grasa corporal, núcleo principal.

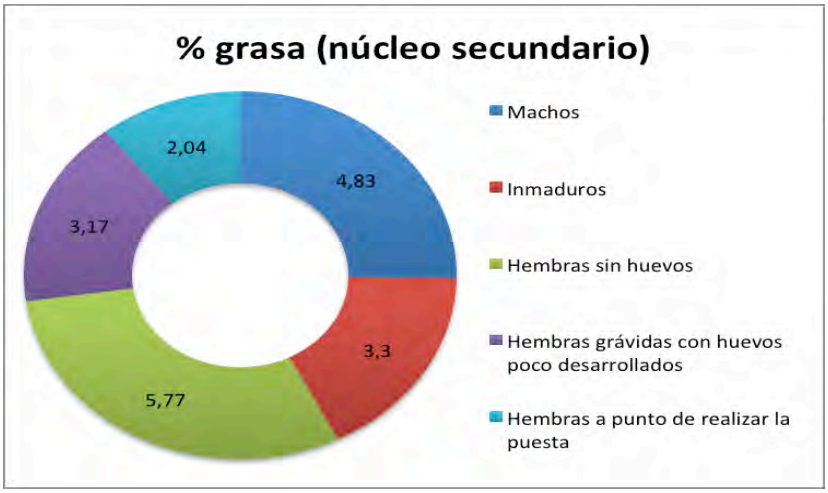

Fig.46. Media del porcentaje de grasa corporal, núcleo secundario.

3.5.- Edad

Se estimó la edad por osteocronología de los 300 ejemplares de *Lampropeltis californiae* estudiados en el año 2014. En la muestra analizada procedente del núcleo principal la edad máxima estimada mediante esta técnica fue de 16 años, que correspondieron a dos hembras cuya longitud alcanzó los 121,7 cm y 120,6 cm. En esta área se han apresado 8 individuos cuya edad estimada no ha alcanzó el año de edad por lo que han sido considerados neonatos nacidos durante el 2014, todos ellos apresados durante el mes de septiembre y cuya longitud hocico-cloaca oscila entre los 29 cm y los 33 cm.

En el núcleo secundario la edad máxima estimada para los ejemplares capturados durante el 2014 fue de 14 años, que correspondió con dos machos cuya LHC alcanzó los 130,4 cm y 129,6 cm. No se han analizado ejemplares neonatos procedentes de este núcleo poblacional y la edad mínima estudiada fue de 2 años cuya longitud hocico-cloaca fue de 39,1 cm.

Al relacionar la longitud (LHC) de los ejemplares con la edad se obtuvo una correlación positiva entre ambas variables, obteniendo en el caso del núcleo principal unos valores de R=0,99, n=236, p=0,05. En el núcleo secundario también se observó una correlación significativa entre la edad y el tamaño de las serpientes obteniendo un coeficiente de correlación de R= 0,98 , n=64, p=0,05. (Figs.47 y 48)

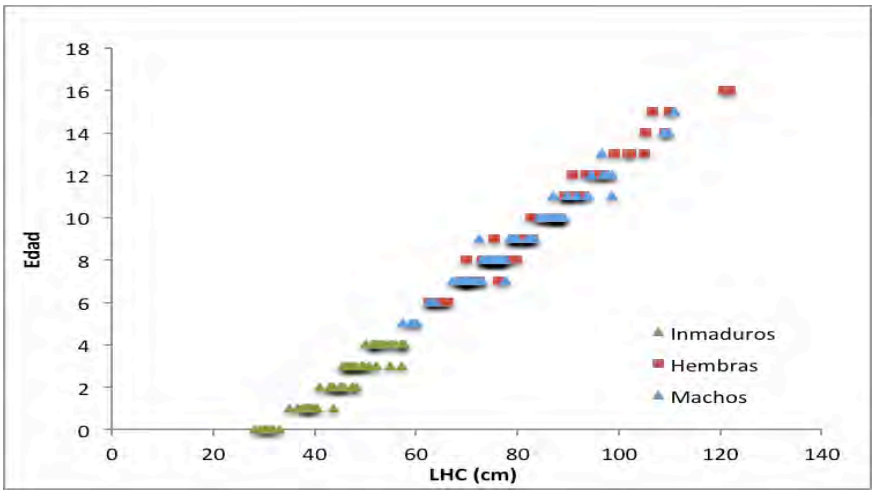

Fig.47. Relación entre el tamaño (LHC) de los ejemplares y la edad estimada (núcleo principal).

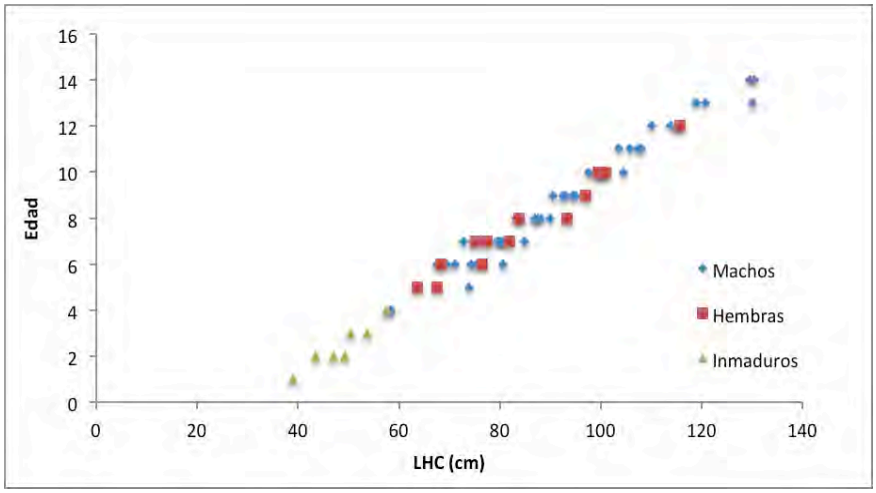

Fig.48. Relación entre la longitud hocico-cloaca (LHC) y la edad estimada (núcleo secundario).

El estudio de la estructura de ambas poblaciones (machos, hembras y juveniles) en función de la edad estimada en el laboratorio mostró diferencias entre los núcleos. En el principal se hallaron individuos inmaduros desde los 0 hasta los 4 años, la mayor parte de ellos con una edad estimada de 3 años, las hembras maduras presentaron un intervalo de edad estimada de entre los 6 y 16 años y para los machos osciló entre los 5 y los 15 años. La edad en la cual se capturó un mayor número de individuos fue de 8 años para los ejemplares de ambos sexos. (Fig.49)

En el núcleo secundario se han encontrado ejemplares inmaduros entre los 1 y 4 años, la mayoría poseían 2 años, las hembras maduras de menor edad tuvieron 5 años y la edad máxima estimada para este grupo fue de 12 años, los machos tuvieron un rango de edad de entre los 4 y los 14 años. El mayor número de ejemplares analizados poseían una edad de 7 y 8 años para los machos y 7 y 10 para las hembras. (Fig.50)

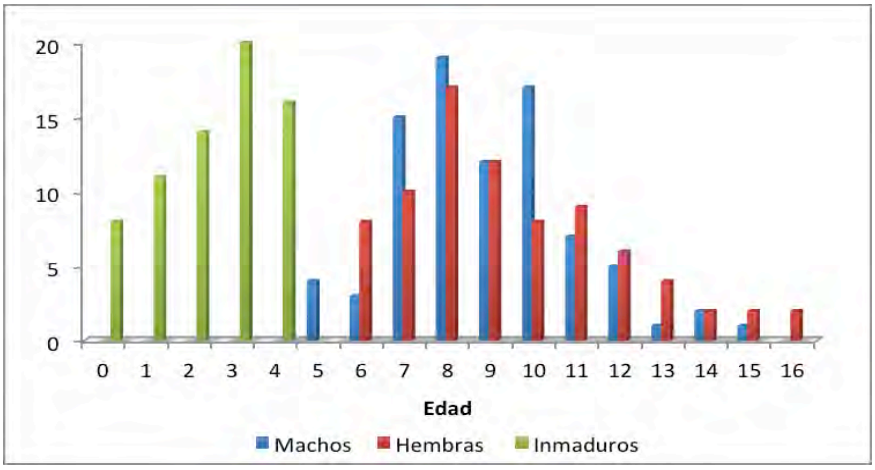

Fig.49. Estructura de edades según capturas realizadas en el núcleo principal.

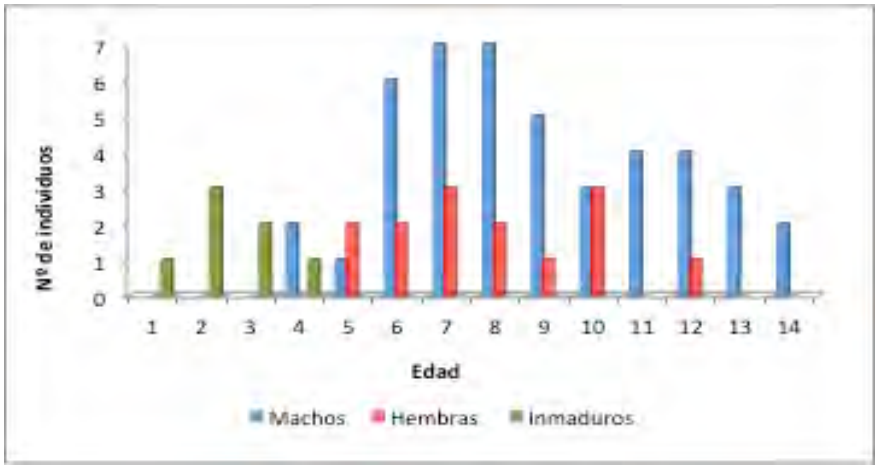

Fig.50. Estructura de edades por capturas realizadas en el núcleo secundario.

4.- Dispersión

Se analizó el sexo, estado de gestación, madurez y contenido gastrointestinal de los ejemplares que fueron capturados fuera de los núcleos poblacionales. En el año 2014 únicamente nos llegó al laboratorio para su análisis 7 individuos de la periferia de los núcleos, un solo individuo de la zona secundaria y 6 de la principal.

Se observó como todos los ejemplares analizados que se apresaron en la periferia de los focos correspondieron con machos sexualmente maduros, únicamente se detectó un inmaduro presumiblemente procedente de la población principal, ninguna de las 7 serpientes estudiadas fueron consideradas hembras maduras. (Fig.51)

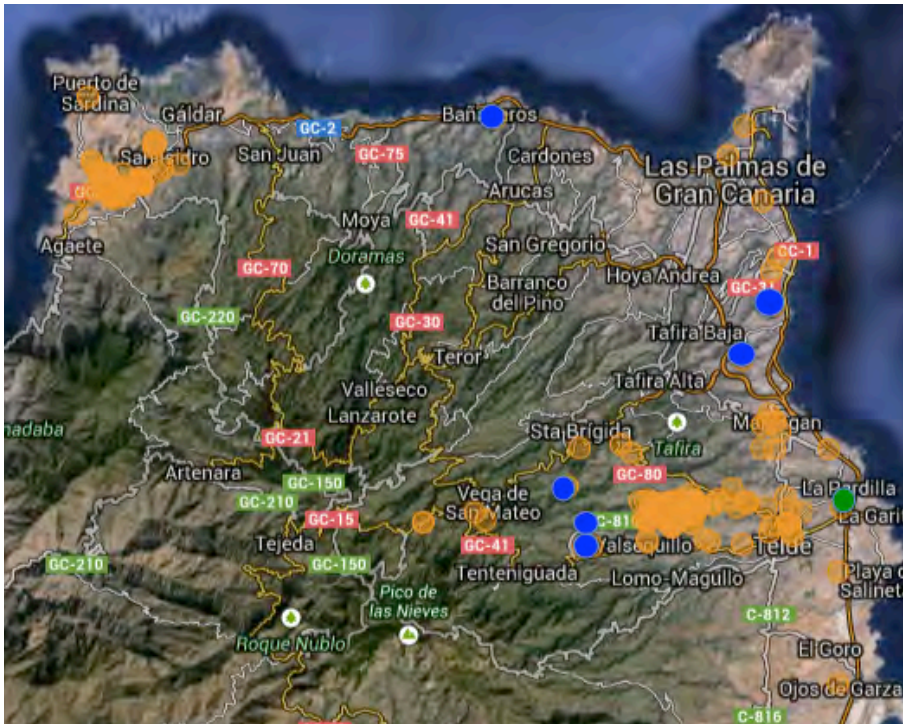

Fig.51. Ejemplares capturados fuera de los focos poblacionales, machos maduros (rojo) e inmaduros (verde).

5.- Conclusiones

Los resultados obtenidos a partir del estudio de los parámetros biométricos de longitud y peso mostraron diferencias entre ambas poblaciones, al igual que la tendencia seguida en años anteriores los ejemplares procedentes del núcleo secundario tuvieron unos valores medios de longitud hocico-cloaca y peso superior a los individuos apresados en el núcleo principal. El crecimiento de una serpiente puede verse influenciado por los genes y la disponibilidad de recursos, como son la alimentación o el refugio. La diferencia existente entre ambas poblaciones podría deberse a la desemejanza de recursos presentes en ambas zonas y al echo de que se hayan estudiado un mayor número de individuos de gran tamaño procedentes del núcleo secundario.

Al examinar la media del peso y longitud por sexos y población se obtuvo que los machos de ambas poblaciones tuvieron una media de longitud hocico-cloaca (LHC), longitud de la cola (LC) y un peso, superior a las hembras de la misma población. La media de la longitud del píleo (LP) fue igual entre los sexos en ambos núcleos.

Aunque el máximo tamaño estimado para *Lampropeltis californiae* en su hábitat natural es de 200 cm (Pyron y Burbrink 2009), en Gran Canaria el individuo de esta especie de mayor tamaño analizado durante el año 2014 correspondió con un macho capturado en el núcleo secundario durante el mes de Marzo cuya LHC alcanzó los 130,4 cm y con una Longitud total de 145,4 cm.

La estructura poblacional presentó una relación de sexos total (machos: hembras) de 1:0,7, existiendo una notable diferencia entre ambas poblaciones siendo de 1:0,9 en el principal y de 1:0,3 en el secundario. Al igual que en años anteriores en el núcleo principal se examinaron aproximadamente la misma cantidad de ejemplares de cada sexo, sin embargo en el núcleo secundario se estudiaron un mayor número de machos.

Cuando se analizó el número de ejemplares por sexo y mes de captura se observó como en ambos núcleos la mayor parte de los machos estudiados fueron capturados en los meses de cópulas (Marzo y Abril) coincidiendo con el momento en le que los machos son más móviles en su búsqueda de pareja y se hacen más visibles. Para las hembras sin embargo se observaron diferencias, mientras que en el núcleo principal el número de hembras estudiadas al mes fue más o menos constante a lo largo del año, en el núcleo secundario la mayor parte de ellas fueron capturadas en el periodo de gravidez y puestas (Mayo y Junio), siendo posiblemente la etapa más vulnerable para este sexo.

Del estudio de la frecuencia de individuos con la cola seccionada se obtuvo que el 21% del total de la muestra estudiada (n=300) presentaba la cola rota, un valor superior al hallado en años anteriores. Al analizar este parámetro por núcleo de población se observó una mayor incidencia en los ejemplares procedentes del área secundaria, teniendo en ambos sexos valores muy similares.

Existió una variación de la frecuencia de ejemplares con la cola seccionada con el desarrollo ontogénico, aumentando proporcionalmente con el tamaño de los individuos. En los especímenes con una edad más avanzada, es decir en ejemplares con una mayor LHC, el porcentaje de colas seccionadas sería mayor puesto que han estado expuestos a los posibles depredadores e incidencias durante un tiempo más largo (Seligmann et al, 2008), sin embargo en el núcleo principal el número de individuos de mayor tamaño (LHC > 100 cm de) con esta característica fue menor que a longitudes inferiores, siendo la primera vez que llega al laboratorio un ejemplar inmaduro con la cola seccionada.

La presencia de lesiones en la cola de *Lampropeltis californiae* en Gran Canaria puede ser debido principalmente a accidentes y a intentos de depredación fallidos por parte de animales domésticos o pequeñas aves rapaces, muda incompleta (Harkewicz, 2002) y parasitación por garrapatas (Degenhardt, 1965), en el presente estudio únicamente se encontró un ejemplar parasitado por garrapatas el cual carecía de lesiones corporales.

Aproximadamente la mitad (57,7%) de las hembra estudiadas en el 2014 se encontraban grávidas en el momento de su captura, durante las necropsias se observaron hembras con huevos desde los meses de Marzo hasta Julio para las serpientes procedentes del núcleo principal y desde Marzo hasta el mes de Junio para las originarias del núcleo secundario.

El número de huevos contabilizados tras las necropsias ascendió a un total de 440, la media de huevos por hembra fue de 8,5 ± 4,3 para las serpientes de la población principal y de 11 ± 2,4 para las procedentes del núcleo secundario. En el momento de la puesta la media de tamaño de los huevos fue de 5,5 cm de longitud y 2,2 cm de ancho.

El rango de las puestas osciló entre 3 y 23 huevos, según Hubbs el número de huevos por puesta en su hábitat original oscila entre los 6 y los 12 y en cautividad se han reportado puestas de hasta 24 huevos. La hembra con huevos de menor tamaño estudiada en el 2014 correspondió con una serpiente capturada en el núcleo principal cuya LHC alcanzó los 62,6 cm y la de mayor tamaño tuvo una LHC igual a 115,7 cm, únicamente 9 de las serpientes en las que se han hallado huevos superaban los 100 cm de longitud hocico-cloaca.

La evolución del volumen testicular parece indicar nuevamente que los machos podrían poseer una espermiogénesis de tipo estival en la cual los espermatozoides se producirían durante la reproducción del año anterior y se almacenarían en los conductos deferentes de los machos hasta el próximo periodo de cópulas.

En el año 2014 se analizaron un total de 75 ejemplares inmaduros, la mayor parte de ellos procedentes del núcleo principal (90,6 %). Estos individuos fueron capturados a lo largo del año en el núcleo principal y en los meses de Marzo, Abril, Junio, Agosto, Septiembre y Octubre en el núcleo secundario. Entre los ejemplares

no maduros 8 de ellos se consideraron neonatos, todos fueron capturados en el área principal en el mes de Septiembre.

Las serpientes alcanzan la madurez sexual cuando adquieren un tamaño determinado, y es la longitud y no la edad el determinante en la supervivencia y en el alcance de la madurez sexual. (Lazcano D., 2011) Tras estudiar el estado de las gónadas, la presencia de folículos ováricos mayores de 5 mm o huevos en las hembras y el aumento del volumen testicular y ensanchamiento de los conductos deferentes en machos (Marques et al, 2004), se estimó que el tamaño al cual los individuos de la especie *Lampropeltis californiae* en Gran Canaria adquieren la madurez sexual fue de 61 cm para las hembras y de 58 para los machos, coincidiendo con el tamaño a partir del cual se capturaron un mayor número de ejemplares de ambos sexos. Hubbs 2009 considera también este tamaño como el límite al cual esta especie adquiere la madurez sexual. Según Feriche 2008, el dimorfismo sexual en la maduración es común en las serpientes, las hembras suelen madurar a tamaños más grandes que los machos.

Los ciclos reproductivos representan una componente de la dinámica de poblaciones, parece ser que *Lampropeltis californiae* en Gran Canaria tiene un ciclo reproductivo de tipo estacional y la frecuencia de reproducción se supone anual con una elevada actividad entre los meses de Marzo y Julio. Estos ciclos anuales en reptiles está asociado con una gran cantidad de alimento disponible y condiciones climáticas favorables. (Capula et al., 1995). Parece ser que en ambas poblaciones el ciclo reproductor es igual aunque este puede estar condicionado por factores abióticos, ecológicos, ambientales, filogenéticos y geográficos. (López S., 2009)

El periodo de cópulas se produciría entre los meses de Febrero y Mayo, las hembras se encontrarían grávidas desde Marzo a Julio, y el periodo de puestas empezaría en Abril y finalizaría en Agosto, los nacimientos se producirían presumiblemente desde Junio hasta Octubre. (Fig. 52)

Fig.52. Ciclo reproductivo de *Lampropeltis californiae* en Gran Canaria.

La dieta de *Lampropeltis californiae* en su área de distribución original es variada desde pequeños mamíferos, reptiles, huevos, anfibios, aves e incluso otras serpiente siendo la serpiente real de California inmune a los venenos de otros ofidios. (Jackson K. 2004)

La serpiente real de California es una especie depredadora oportunista eurífaga cuya composición de la dieta varia en función de la disponibilidad de presas y su abundancia aunque también podría existir cierta selección de la presa más redituable en términos de sus propios requerimientos energéticos y de las condiciones ambientales.

La dieta de esta especie en la isla de Gran Canaria parece estar fundamentada en pequeños vertebrados abarcando desde mamíferos, aves hasta reptiles, la proporción de los mismos varia encontrándose en el presente estudio que *Lampropeltis* depredó mayoritariamente sobre reptiles endémicos (69%), seguidos por pequeños mamíferos (25%), aves (3%), se encontró también restos de huevos de *Lampropeltis californiae* y un caso de depredación intraespecífica.

Existieron diferencias entre las poblaciones, en el núcleo principal la presa más abundante en el grupo de reptiles fue por primera vez la Lisa de Gran Canaria (*Chalcides sexlineatus* Steindachner, 1891), seguidos por el lagarto de Gran Canaria

o *Gallotia stehlini* (Schenkel, 1901), también se encontraron restos de *Tarentola boettgeri* steindachner, 1981 y restos de pequeños paseriformes.

En los ejemplares procedentes del núcleo secundario los pequeños roedores formaron parte fundamental de la dieta de esta especie con una alta representación 48 %, también fueron importantes el lagarto de gran canaria *Gallotia stehlini* (Schenkel, 1901), la lisa (*Chalcides sexlineatus* Steindachner, 1891) y el perenquén de boettger (*Tarentola boettgeri* steindachner, 1981) .

En Gran Canaria no existe ninguna especie de ofidio autóctono y hasta el momento no se habían descrito casos de depredación intraespecífica para *Lamproeltis californiae* en la isla, sin embargo en el estudio del contenido gastrointestinal realizado durante el año 2014 se encontró en un ejemplar macho con un patrón normal lineal y cuya longitud alcanzaba los 96,6 cm de LHC con otro ejemplar de la misma especie en el aparato digestivo, que se encontraba parcialmente digerido, correspondiente a un macho con un patrón normal lineal y con un a longitud estimada de 73,4 cm.

El canibalismo es relativamente común entre especies de serpientes de las familias Colubridae, Elaphidae y Viperidae, este comportamiento trófico es considerado importante para la ecología de algunas especies (Mociño- Deloya et al. 2008, Recuerdo E., et al. 2010, Capellá t al. 2011), este hecho suele ser atribuido a especies eurífagas, oportunistas y ofiófagas (Valverde, 1967; Díaz-Paniagua, 1976; Amat, 1998; Göçmen et al., 2008) como es el caso de *Lampropeltis californiae*.

Muchas de las especies de serpientes pertenecientes al género *Lampropeltis* son ofiófagas, estas depredan en su hábitat natural otras especies de serpientes, (Stanley E. T. & Chris T. M. 1995) sin embargo el canibalismo en el género *Lampropeltis* no parece ser común (René 2013, Daniel 1984). En este caso particular se descarta el canibalismo maternal puesto que los dos ejemplares fueron sexados como machos, tratándose posiblemente de un caso de canibalismo por competición.

El alimento no es un factor limitante para la distribución de *Lampropeltis californiae* y por primera vez toma más importancia la Lisa de Gran canaria (*Chalcides sexlineatus*) que el lagarto de Gran Canaria (*Gallotia stehlini*), esto puede deberse a un aumento de la abundancia de esta presa por ciclos biológicos o a la posible disminución de la disponibilidad de Lagartos de Gran Canaria en la zona núcleo del área principal debido a la presión ejercida sobre esta población durante años.

En el estudio del contenido gastrointestinal realizado durante el año 2014 se encontró en 2 ocasiones restos de huevos de *Lampropeltis* en el tracto digestivo de dos individuos. Especies del género *Lampropeltis* se alimentan en su hábitat original de huevos de reptiles incluidos huevos de serpientes (Greene H. W. & Rodríguez- Robles J. A. 2003, Stanley E. T. & Chris T. M. 1995)

Cuando se examinó la variación de la dieta con desarrollo ontogénico se obtuvo que los individuos procedentes del núcleo principal con un tamaño inferior a 100 cm (LHC) depredaron sobre micromamíferos, aves y todas las especies de reptiles halladas. En los ejemplares de talla superior a los 100 cm se halló contenido gastrointestinal únicamente en 3 ejemplares que correspondieron con un micromamífero, *Gallotia stehlini* y *Tarentola boettgeri*.

En el núcleo secundario los ejemplares con un LHC menor a 100 cm depredaron sobre todos los grupos citados con un elevado porcentaje sobre los pequeños mamíferos. Las serpientes mayores de 100 cm depredaron mayoritariamente sobre el lagarto de Gran Canaria, seguidos por la lisa y por los pequeños mamíferos.

Cuando se analizó que presa contribuyó con una mayor biomasa a la dieta, se obtuvo que en machos fue *Chalcides sexlineatus,* seguidos por los mamíferos y en último lugar *Tarentola boettgeri*. En las hembras únicamente se encontraron restos medibles de reptiles, siendo también la lisa la que otorgó una mayor biomasa.

Las serpientes son depredadoras muy especializadas (López Jurado et al. 2005), la falta de una coevolución entre las presas y los depredadores puede llegar a ser la causa de la extinción de especies insulares (Rodda et *al.* 2002), siendo posiblemente la depredación que ejerce *Lampropeltis californiae* sobre las especies endémicas de reptiles presentes en Gran Canaria el impacto más importante de esta especie invasora. Cuando se analizó la relación entre el tamaño del depredador y la presa no se obtuvieron datos significativos, debido posiblemente a que los ejemplares de mayor tamaño pueden depredar sobre presas de pequeñas dimensiones.

El estado nutricional de los individuos de ambos núcleos poblacionales fue bueno, a excepción de algunos ejemplares y el porcentaje de grasa varió a lo largo del año en función del sexo y de la población. La condición corporal se encuentra estrechamente relacionada con la reproducción y la supervivencia de los individuos, un ejemplar con una elevada reserva de grasa podría tener una mejor resistencia al ayuno y una tasa de supervivencia más alta. (Albrecht et al. 2005)

Al analizar el porcentaje de grasa en función del sexo, de la madurez y estado de gestación, se obtuvo que las hembras sin huevos fueron las que poseían un mayor porcentaje de grasa seguidos por las hembras con huevos poco desarrollados, los machos, inmaduros y con el menor porcentaje de grasa encontramos las hembras que se encontraban a punto de realizar la puesta. Existió una pequeña variación entre ambos núcleos, en el secundario se encontró en segundo lugar a los machos seguidos de las hembras grávidas con huevos poco desarrollados.

Las capacidades reproductoras de los reptiles se encuentran fuertemente relacionadas con las reservas corporales de grasa, siendo esta relación más estrecha en hembras que en machos (Galán 1996; Seigel & Ford 1987), existiendo una clara dependencia entre la cantidad de recursos disponibles y la asignación de la energía (Lazcano D., 2011). Los niveles de inversión en la reproducción de las

hembras depende del equilibrio entre los beneficios, como pueden ser el número y viabilidad de las descendencia, y los costes (capacidad de la hembra para sobrevivir y reproducirse nuevamente. (Luiselli, 1996)

Se observó un bajo porcentaje de grasa corporal en las hembras que se encontraban a punto de realizar la puesta, esto podría ser indicativo de la gran cantidad de energía que necesitan para formar los huevos y de la mayor dificultad en conseguir alimento debido al aumento de volumen, de manera que las hembras de *Lampropeltis californiae* obtendrían la energía para completar el ciclo reproductor de los acúmulos de grasa, sobre todo en avanzados estados de gravidez.

La osteocronología está basada en el recuento de marcas histológicas en los tejidos esqueléticos en crecimiento y es hoy en día uno de los métodos de estimación de la edad de los individuos más fiables, puesto que es un procedimiento directo e individual. Las marcas de crecimiento están estrechamente relacionadas con las variaciones estacionales del entorno (Castanet, 1992), pero en el caso de especies tropicales el factor estacional responsable de la variación en la formación de estos anillos de crecimiento no suele ser la temperatura sino un periodo disminución de la actividad en la que el individuo crece poco o nada. (Lowe-McConnell, 1964)

Esta técnica puede presentar limitaciones que interfieran en la interpretación de los resultados, pueden observarse marcas irregulares, compactas y no visibles, en general estas secuencias anormales de crecimiento solo afectarían a un pequeño número de individuos. (Zug, 1991) Las serpientes presentan un crecimiento indeterminado, continúan creciendo incluso después de alcanzar la madurez sexual. (Lazcano D., 2011) Sin embargo se han reportado casos en los que el crecimiento óseo se detiene pero esto no implica que el individuo deje de envejecer, por lo que para estos ejemplares la edad estimada será inferior a la real. (Castanet, 1992)

La edad máxima estimada varió en función del área de procedencia de los ejemplares mientras que en el núcleo principal fue de 16 en el secundario resultó inferior, unos 14 años. En estudios realizados en años anteriores se estimó como edad máxima 18 años, posiblemente el no haber estudiado durante el 2014 ejemplares con LHC superior a los 140 cm sea la causa por la que no se ha encontrado durante este año ejemplares con una edad superior a los 16 años.

Del total de ejemplares apresados fuera de los focos poblacionales durante el año 2014 únicamente han llegado al laboratorio 7 individuos para ser necropsiados, a partir de los datos recabados observamos que los individuos que tendieron a dispersarse fuera de los focos fueron machos sexualmente maduros.

6.- Consideraciones finales

El conocimiento de los parámetros biológicos de las poblaciones de *Lampropeltis californiae* introducidas en Gran Canaria resulta una pieza fundamental para conocer y entender la expansión y el impacto que estas especies causan en el ecosistema insular y posibilita calcular el esfuerzo necesario para obtener un optimo control que evite su dispersión, proporcionando datos acerca de los ciclos biológicos y haciendo que la erradicación de la especie en cuestión sea más eficaz y menos costosa.

El ciclo anual tiene una gran transcendencia en las consecuencias de una campaña de control, es conveniente intensificar la captura de ejemplares en los periodos en los que las serpientes se encuentran más activas (época de cópulas y periodo de puestas), con el fin de eliminar el mayor número posible de ejemplares persiguiendo la total erradicación de ambas poblaciones. Conociendo la época en la que los efectivos poblacionales son menores, periodo no reproductivo, se da la posibilidad de facilitar la captura de individuos mediante cebos u atrayentes.

Parece ser que durante el año 2014 se han observado o capturado un mayor número de ejemplares de *Lampropeltis californiae* fuera de los focos de ambos

núcleos poblacionales, es conveniente profundizar en los factores que influyen en el éxito ecológico de la especie así como en las vías y mecanismos de introducción por los que esta especie coloniza nuevas zonas con el fin de erradicar las inclusiones en estadios tempranos, cuando a menudo todavía es posible evitar el establecimiento y dispersión a estas nuevas áreas. Una vez establecida una especie invasora, es probable que la velocidad de propagación aumente con idoneidad climática, mediante el aumento de la supervivencia y el éxito reproductivo de los individuos (Thomas, 2010), el clima es una variable clave para la distribución y diversidad de especies en el espacio y el tiempo (Whittaker et al . 2001; Ficetola et al 2007).

7.- Bibliografía

Aguiar LPS & Di-Bernardo. (2005) Reproduction of the water snake *Helicops infrataeniatus* (Colubridae) in southern Brazil. Amphibia-Reptilia 26: 527-533.

Albrecht I. S-H., Bertram Z., Jonh S. M. & Graham J. H. 2005. Restitution of Mass-size residuals: validating body condition índices. Ecology, 86 (1), pp. 155-163.

Amat, F. 1998. Datos sobre la biología y ecología de la culebra lisa europea Coronella austriaca en el Pirineo Oriental. Boletín de la Asociación Herpetológica. Española, 9: 22-27.

Cassey, P. 2002. Life history and ecology influences establishment success of introduced land birds. Biological Journal of the Linnean Society 76 (4): 465-480.

Castanet J., Meunier J. F. & Francillon H. 1992. Squelettochronologie a partir des os et des dents chez les vertebres. ORSTOM; INRA. P. 257-280. (colloques et séminaires) ISBN 2 1099-1017-3.

Castro-Díez P., Valladares F. & Alonso A. 2004. La creciente amenaza de las invasiones biológicas. Ecosistemas 13(3): 61-68.

Capellá J., Mateo J. A., Mayol J. & Pleguezuelos J. M. Canibalismo en *Macroprotodon mauritanicus* en la isla de Mallorca. *Bol. Asoc. Herpetol. Esp*. (2011) 22

Capula, M., Luiselli, L.M. & Rugiero, L. (1995): Ecological correlates of reproductive mode in reproductively bimodal snakes of the genus Coronella. Vie Milieu, 45: 167- 175.

Daniel, P.M. 1984. Cannibalism of the king snake, Lampropeltis g. getulus. Herpetologica 4:220.

Degenhardt, W.G., Degenhardt, P.B. (1965): The host-parasite relationship between Elaphe subocularis (Reptilia: Colubridae) and Aponomma elaphensis (Acarina: Ixodidae). Southwest. Nat. 10: 167-178.

Díaz-Paniagua, C. 1976. Alimentación de la culebra bastarda (Malpolon monspessulanus; Ophidia, Colubridae) en el S.O. de España. Doñana, Acta Vertebrata, 3(2): 113-127.

Feriche M., Pleguezuelos J. M., and Santos X. 2008. Reproductive ecology of the Montpellier snake, Malpolon monspessulanus (colubridae), and comparaison with other sympatric colubrids in the Iberian peninsula. Copeia , No. 2, 279-285

Ficetola, G. F., Thuiller, W., and Miaud, C. (2007). Prediction and validation of the potential global distribution of a problematic alien invasive species - the American bullfrog. Diversity and Distributions, 13(4), 476–85.

Galán, P. (1996): Reproductive and fat body cycles of the lacertid lizard Podarcis boca- gei. Herpetol. J., 6(1):20-25.

Göçmen B., Werner Y.L. & Elbeyli B. 2008. Cannibalism in Dolichophis jugularis (Serpentes: Colubridae): More than radom. Current Herpetology, 27: 1-7.

Greene H. W. & Rodriguez- Robles J. A. Feeding ecology of the California Mountain Kingsnake, Lampropeltis zonata (colubridae). Copeia, 2003 (2), pp. 208-314

Harkewicz, K.A. (2002): Dermatologic problems of reptiles. Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine 11: 151-161.

Hubbs B. 2009. Common kingsnakes. A natural history of Lampropeltis getula.

IUCN. 2000. IUCN Guidelines for the Prevention of Biodiversity Loss caused by Alien Invasive Species.

Jackson K., Kley N. J., and Brainerd E.L. 2004. How snakes eat snakes: the biomechanical challenges of ophiophagy for the California kignsnake, Lampropeltis getula californiae (Serpentes: colubridae). Zoology. 107 (3), 191-200.

Lazcano D., Cervantes León I.G., Mercado Hernandez R., Jacobo Galván R. D. (2011) Variación en el crecimiento de juveniles de la cascabel de las rocas Crotalus lepidus (Kennicott, 1861) en condiciones de cautiverio. CIENCIA UANL /VOL XIV, Nº 2.

López Jurado, L.F., Mateo, J.A. & Fazeres, A.I. 2005. Filo Chordata. 101-104. In: Arechavaleta M., Zurita N., Marrero M.C. & Martín J.L. (eds.). Lista preliminares de especies silvestres de Cabo Verde. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial, Gobierno de Canarias. La Laguna.

López S. M., Giraudo A. R., Arzamendia V. & Chiaraviglio M. 2009. Biología reproductiva de la serpiente semiacuática Liophis semiaureus (Serpentes, Colubridae) en el nordeste de Argentina. Revista Chilena de Historia Natural. 82:233-244.

Lowe-McConnell R.H., 1964. The fishes of the Rupununi savanna district of British Guiana, South America. Part 1. Ecological groupings of fish species and effects of the seasonal cycle on the fish. J.Linn. Soc., Zool., 45 : 103-144.

Luiselli L., Capula M. & Shine R. 1996. Reproductive output, cost of reproduction, and ecology of the smooth snake, Coronella austriaca, in the eastern Italian Alps. Oecologia. 106:100-110

Marques OAV & Puorto G., (1998) Feeding, reproduction and growth in the crowned snake Tantilla melanocephala (Colubridae), from southeasterm Brazil. Amphibia-Reptilia 19: 311-318.

Marques O.A.V., Eterovic, A., Sazima, I. (2004): Snakes of the Brazilian Atlantic Forest. An illustrated field guide for the Serra do Mar range. 205 p. Editora Holos, Ribeirão Preto.

Mayhew, W. W. 1963. Biology of the granite spiny lizard, Sceloporus orcutti. Am. Midl. Nat. 69:310-327.

Melbourne, B.A., Cornell, H.V., Davies, K.F., et al. (2007). Invasion in a heterogeneous world: resistance, coexistence or hostile takeover? Ecology Letters, 10, 77–94.

Mociño-deloya, e., K. setser, J pleguezuelos, A. Kardon and D. Lazcano. 2008. cannibalism of nonviable offsping by postparturient mexican lance-geaded attlesnake, crotalus polystictus. Animal behaviour 77: 145-150.

Petter-Rousseaux, A., (1953). Recherches sur la croissance et le cycle d'activité testiculaire de Natrix natrix helvetica (Lacépède). Terre Vie, 4: 175-223.

Pizzato L. And Marques O.A.V. (2006) Interpopulational variation in reproductive cycles and activity of the water snake Liophis miliaris (colubridae) in Brazil. Herpetological Journal, Vol.16, pp. 353-362.

Pleguezuelos, J.M. (2009). Culebra bastarda Malpolon monspesulanus. En: enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A. Marco, A. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales . Madrid.

Prieto A., Martínez- Silvestre A., Soler J., Bretones D., Pascual E. & Marfi J. 2013. Aportaciones al estudio osteorcronológico en un ejemplar de Testudo hermani. Bol.Asoc.Herpetol.Esp. 24.(1)

Pyron, R. A. & Burbrink, F. T. 2009. Systematics of the Common Kingsnake (Lampropeltis getula; Serpentes: Colubridae) and the burden of heritage in taxonomy. Zootaxa 2241: 22 - 32.

Recuero E., García Martín G. & García París M. On a case of cannibalism in Malpolon monspessulanus. *Bol. Asoc. Herpetol. Esp*. (2010) 21.

René C. 2013. Canibalism in the common kingsnake (*Lampropeltis getula*). *Sonoran herpetologist* 26 (3)

Rodda, G.H., Fritts, T.H., Campbell III, E.W., Dean-Bradley, K., Perry, G. & Qualls, C.P. 2002. Practical concerns in the eradication of island snakes. 260-265. In: Veicht C.R. & Clout, M.N. (eds.), Turning the Tide: the eradication of invasive species. Occassional Paper of the IUCN Species Survival Commission 27. Gland.

Seigel, R.A., Ford, N.B. (1987): Reproductive ecology. In: Snakes, Ecology and Evolutionary Biology, p. 210-252. Seigel, R.A., Collins, J.T., Novak, S.S., Eds,

Seligmann, H., Moravec, J., Werner, Y.L., 2008. Morphological, functional and evolutionary aspects of tail autotomy and regeneration in the "living fossil" Sphenodon (Reptilia: Rhynchocephalia). Biol. J. Linn. Soc. 93, 721–743.McMillan Publishing Company, New York.

Snover, M.L. and A.A. Hohn. – 2004. Validation and interpretation of annual skeletal marks in loggerhead (Caretta caretta) and Kemp's ridley (Lepidochelys kempii) sea turtles. Fish. Bull., 102: 682-692.

Stanley E. T. & Chris T. M. Vertebrate prey of selected Arkansas snakes. Proceedings Arkansas academy of science, Vol. 49, 1995

Traveset A. & Santamaría L. (2004) Alteración de mutualismos planta-animal debido a la introducción de especies exóticas en ecosistemas insulares.

Thomas C. D. And Ohlemuller R. 2010. Climate change and species, distributions: an alien future?. The divers of biological invasions.

Valverde, J.A. 1967. Estructura de una comunidad de vertebrados terrestres. Monografías de la Estación Biológica de Doñana, 1: 1-218.

Whittaker, R. J., Willis, K. J., and Field, R. (2001). Scale and species richness: towards a general, hierarchical theory of species diversity. Journal of Biogeography, 28(4), 453–70.

Zug, G. R. 1991. Age determination in turtles. Herpetological.Circular, 20: 1-28.

ANEXO I