



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

ACTION C.4: Obtención de parámetros biológicos de ejemplares de *Lampropeltis getula californiae* capturados. Informe año 2013. 13/12/2013



**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



ACTION C.4: Obtención de parámetros biológicos de ejemplares de *Lampropeltis californiae* capturados.



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

ACTION C.4: Obtención de parámetros biológicos de ejemplares de *Lampropeltis californiae* capturados.

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

OBTENCIÓN DE PARÁMETROS BIOLÓGICOS DE EJEMPLARES DE *LAMPROPELTIS GETULA CALIFORNIAE*

Clara Patiño Martínez

Informe año 2013

13/12/2013

ÍNDICE

1. Introducción.....	2
2. Protocolo de toma de muestras.....	4
3. Análisis.....	6
3.1.- Biometría.....	6
3.2.- Parámetros reproductivos.....	11
3.2.1.- Sexo.....	11
3.2.2.- Estado de gestación.....	14
3.2.3.- Volumen testicular.....	18
3.2.4.- Madurez sexual.....	20
3.3.- Dieta.....	26
3.4.- Índice de grasa corporal.....	35
3.5.- Edad.....	39
4. Dispersión.....	42
5. Conclusiones.....	44
6. Recomendaciones finales.....	55
7. Bibliografía.....	57
8. Anexo I: Fichas laboratorio.....	61



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

ACTION C.4: Obtención de parámetros biológicos de ejemplares de *Lampropeltis getula californiae* capturados. Informe año 2013. 13/12/2013



**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



ACTION C.4: Obtención de parámetros biológicos de ejemplares de *Lampropeltis californiae* capturados.



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

ACTION C.4: Obtención de parámetros biológicos de ejemplares de *Lampropeltis californiae* capturados.

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

OBTENCIÓN DE PARÁMETROS BIOLÓGICOS DE EJEMPLARES DE *LAMPROPELTIS GETULA CALIFORNIAE*

Clara Patiño Martínez

Informe año 2013

13/12/2013

1.- Introducción

En los ecosistemas insulares, las invasiones biológicas representan un gran peligro debido a las características intrínsecas de la biota que los ocupa, como el menor tamaño de sus poblaciones y su evolución aislada (Simberloff, 1976). La introducción de especies que actúan como invasoras representa actualmente la segunda causa de pérdida de biodiversidad, después de la pérdida de hábitat y fragmentación del paisaje, (Walker & Steffen 1997) causando importantes modificaciones del hábitat donde llegan y se establecen, pueden producir cambios en las relaciones ecológicas y evolutivas entre las especies nativas, y además provocarelevados costes económicos para la sociedad.(Traveset A., 2004)

Cuando la diversidad biológica de la comunidad existente es baja y / o carece de grupos taxonómicos o funcionales específicos (por ejemplo, islas oceánicas carentes de serpientes), el impacto de las especies introducidas puede ser muy grande, especialmente si las especies invasoras han llegado sin sus enemigos naturales (Melbourne et al 2007) .

Una especie invasora es 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.(IUCN 200)

La serpiente real de Californiaes una especienativa de Estados Unidos (California) y norte de México, su taxonomía es Reino Animalia, Phylum Chordata, Clase Reptiles, Orden Squamata, Familia Colubridae, Género *Lampropeltis*, Especie *Lampropeltis getula californiae*.

Su hábitat natural es variado bosques, desiertos y estepas, es un animal diurno cuando el clima es mas fresco cambiando su ritmo cuando suben las

temperaturas pasando a tener una actividad nocturna y crepuscular. Es una especie ovípara, ectoterma, no posee veneno y mata a las presas por constricción, su dieta en su área de distribución original es variada desde pequeños mamíferos, reptiles, huevos, anfibios, aves e incluso otras serpientes siendo la serpiente real de California inmune a los venenos de otros ofidios.(Jackson K. 2004)

Lampropeltis getula californiae es una especie invasora en la isla de Gran Canaria, los primeros datos que se tienen de la presencia de esta especie en el medio natural de la isla se remontan al año 1998. La ausencia de depredadores naturales, de competidores y la amplia disponibilidad de presas han permitido que esta especie introducida ya se encuentre naturalizada en la isla de Gran Canaria.

La distribución de esta especie en la isla es discontinua y fragmentada, encontrándose dos núcleos poblacionales separados, 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 getula californiae* existentes en Gran Canaria. Núcleo principal (rojo) y núcleo secundario (azul).

2.- Protocolo de toma de muestras

En el año 2013 se han analizado un total de 300 especímenes de *Lampropeltis getula californiae*, 258 procedentes del núcleo principal y 42 del núcleo secundario.

Una vez recibidos los individuos de *Lampropeltis getula 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 rota.

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* 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 & Puerto 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 $V = 4/3 \cdot a \cdot b \cdot c$ 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 y regurgitado nos permite determinar cuáles son las especies endémicas sobre las que depreda la serpiente real de California, la posible diferencia existente entre la dieta de ambos núcleos poblacionales, su variación en el tiempo y su variación en transformación con el desarrollo ontogénico.

Para obtener una aproximación de la dieta de *Lampropeltis* 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 (± 1 mm) 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 *Lampropeltis* 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 (Rouseaux, 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.

3.- Análisis

3.1.- Biometría

Del análisis, de los parámetros biológicos de tamaño y peso, realizado a los 300 ejemplares de *Lampropeltis getula californiae* estudiados en el laboratorio, se obtuvieron los resultados que se detallan en la siguiente tabla (Fig.2)

Los resultados del análisis muestran que los individuos procedentes del núcleo principal poseen una longitud hocico- cloaca media de $77,2 \pm 18,8$ cm y un peso medio de $186,1 \pm 117,6$ g, siendo ambos parámetros inferiores a los observados en los ejemplares originarios del núcleo secundario cuyas dimensiones medias son de $89,9 \pm 20,6$ cm y $252,2 \pm 137,2$ g respectivamente.

Del total de la muestra analizada en el laboratorio se obtiene que el ejemplar de mayor tamaño encontrado durante el 2013 corresponde con una hembra capturada en el núcleo principal a principios de Julio, con una longitud hocico- cloaca de 147,4 cm y cuya longitud total alcanza los 165,9 cm. El individuo de menor tamaño estudiado corresponde también con neonato apresado en el núcleo principal durante el mes de Agosto cuya longitud total es de 33,7 cm, con una LHC es de 29,3 c

Núcleo principal		Núcleo secundario	
Hembras	Machos	Hembras	Machos

Media LHC± SD (cm)	78,9± 20,1	75,2± 16,9	77,2±25	93,8±17,6
Rango LHC (cm)	29,3- 147,4	32,5 – 119,8	37- 106,3	66,3 -130,6
media LP ± SD (cm)	1,9 ± 0,31	1,9± 0,29	1,9± 0,4	2,2± 0,27
Rango LP(cm)	1,1 -2,7	1,1- 2,5	1,2- 2,6	1,6- 2,5
media LC± SD (cm)	10,8±2,7	11,3± 2,8	11,7± 3,7	14,8± 2,9
Rango LC(cm)	4,4- 168,5	5,4 – 18,6	5,6 – 16,1	11,2 - 20,9
media LT ± SD (cm)	90,4 ± 25,1	86,5±19	88,9± 28,7	108,7± 20,1
Rango LT(cm)	33,7- 165,9	44 –134,2	42,6 – 122,4	77,5 - 151,5
Peso medio ± SD (g)	199,7± 131,1	170 ± 97,3	178± 121,1	275,4±135,3
Rango peso (g)	11-731,7	18,2 - 515,5	18,5 - 355,9	110 - 709,3

Fig.2. Datos biométricos obtenidos por sexos y población. LHC (Longitud hocico-cloaca), LP(Longitud píleo), LC (Longitud cola), LT (Longitud total).

Cuando se analiza la longitud media obtenida por sexos, se observa como el tamaño medio de los machos del núcleo principal (75,2 ± 16,9 cm) es menor que el de las hembras (de 78,9 ± 20,1 cm) y en los ejemplares estudiados procedentes del núcleo secundario se observa como los machos son mayores que las hembras con un LHC de 93,8 ± 17,6 cm y 77,2 ± 25 cm respectivamente.

Al comparar las dimensiones del píleo entre ambas poblaciones y por sexos se obtiene el mismo valor medio de 1,9 cm en las hembras de ambos núcleos así como los machos del área principal, mientras que para los machos del núcleo secundario la LP media posee un valor de 2,2 cm.

Si se analiza la longitud de la cola (LC), sin tener en cuenta los ejemplares con la cola seccionada, se observa 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 $11,3 \pm 2,8$ cm y de $10,8 \pm 2,7$ cm para las hembras. En el núcleo secundario la media de LC es de $14,8 \pm 2,9$ cm y $11,7 \pm 3,7$ cm para los machos y hembras respectivamente.

El peso medio de las hembras capturadas en el núcleo principal es de $199,7 \pm 131,1$ g y el de los machos es de $170 \pm 97,3$ g, en el núcleo secundario el peso medio es de $178 \pm 121,1$ g para las hembras y $275,4 \pm 135,3$ g para los machos. El individuo de mayor peso encontrado en el 2013 es una hembra originaria del núcleo principal de 731,7 g y el ejemplar que posee un menor peso (11 g) es un neonato capturado en Octubre en el mismo área.

Cuando se coteja el tamaño y peso medio de los ejemplares procedentes de cada núcleo poblacional se obtiene que existe una correlación positiva y elevada entre ambos parámetros. (Figs. 3 y 4)

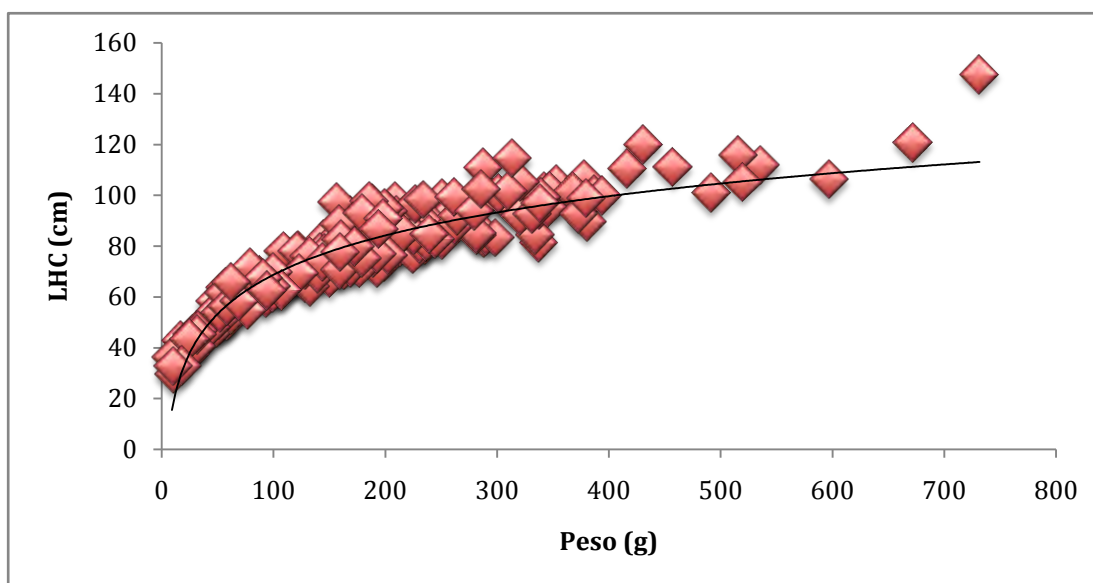


Fig. 3. Logarítmica de comparación del peso y longitud de los ejemplares procedentes del núcleo principal. $R=0,90$; $n=258$; $p=0,05$.

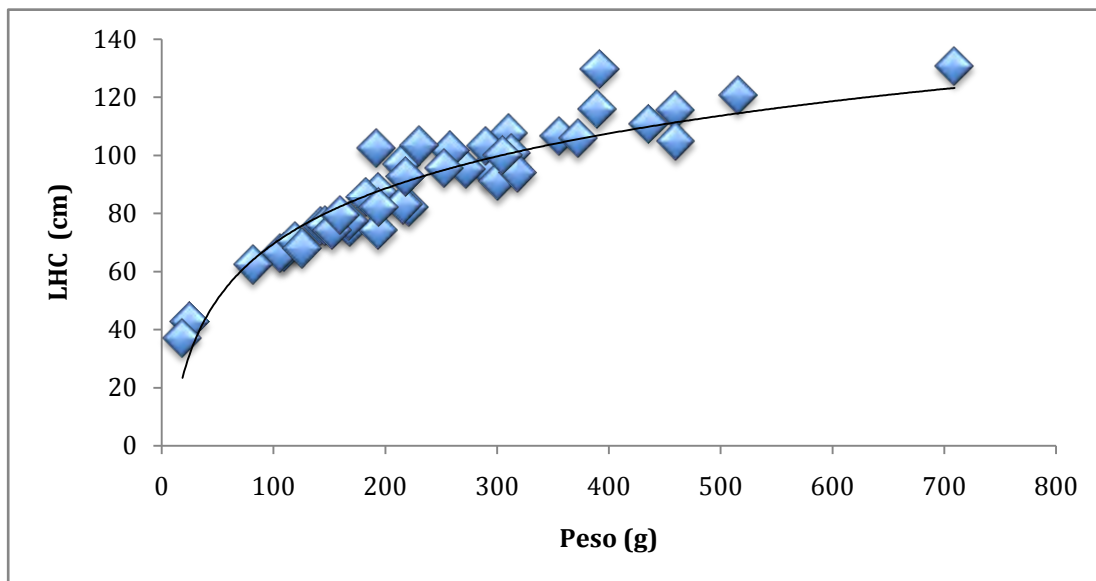


Fig. 4. Logarítmica de la muestra procedente del núcleo secundario comparando el peso y el tamaño (LHC). $R=0,93$; $n=42$; $p= 0,05$.

Al estudiar la frecuencia de individuos que presentaban colas seccionadas se ha encontrado un total de 47 colas rotas que representa un 15,6 % de la población, 43 en el núcleo principal (16,6%) y 4 en el secundario (9,52 %). Si analizamos por sexos la presencia de colas seccionadas en las serpientes maduras se obtiene que en el núcleo principal se han estudiado 20 machos y 23 hembras, esto representa un 19,8 % y un 19,49 % respectivamente. En el núcleo secundario no se han encontrado hembras con la cola seccionada, los 4 ejemplares con la cola partida son machos (12,5%).

En las siguientes figuras se observa como evoluciona el porcentaje de individuos con colas seccionadas en función del tamaño de los ejemplares estudiados independientemente del sexo. En ambas gráficas destaca la ausencia de ejemplares más pequeños comprendidos entre los 20 y los 60 cm con colas seccionadas.

En el núcleo principal el porcentaje de individuos con cola seccionada aumenta a partir de los 61 cm para seguir creciendo a medida que lo hace

el tamaño de los ejemplares. Sin embargo en el núcleo secundario la tendencia es a aumentar hasta alcanzar el intervalo de longitud hocico cloaca de 81- 100 cm y a partir de ahí disminuir. (Figs. 5 y 6)

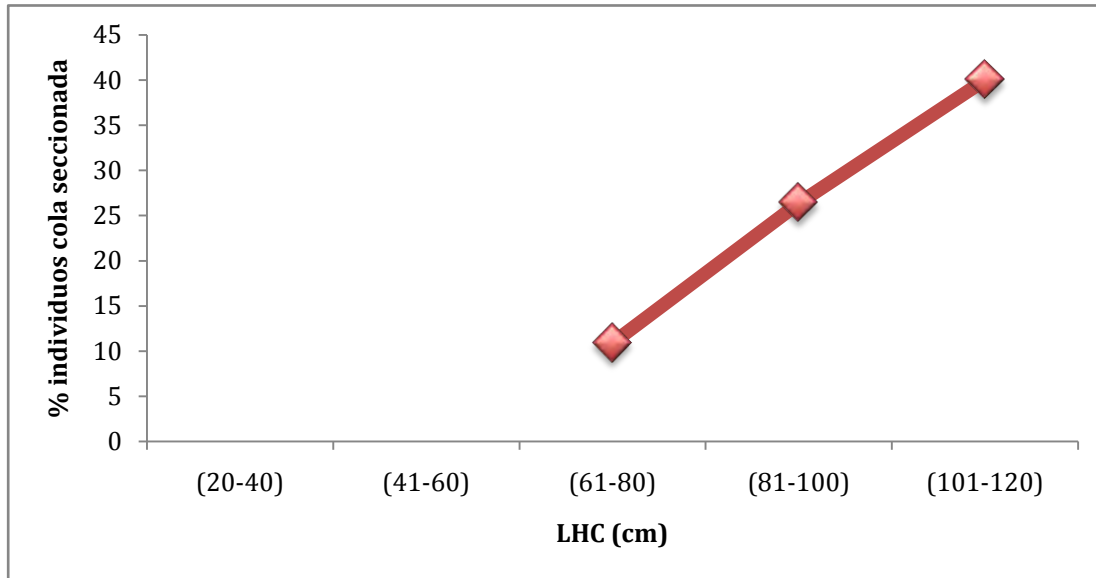


Fig.5. Relación entre el porcentaje de individuos con cola seccionada y el tamaño (LHC) en el núcleo principal.

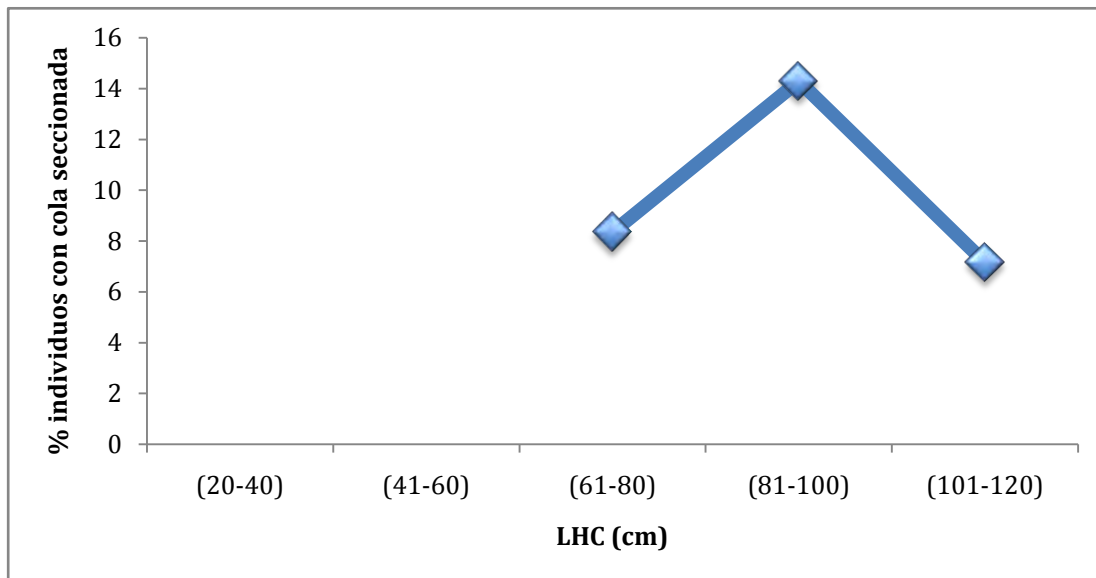


Fig.6. Relación entre el porcentaje de individuos con cola seccionada y el tamaño (LHC) en el núcleo secundario.

3.2.- Parámetros reproductivos

3.2.1.- Sexo

En el año 2013 se le ha realizado necropsia a un total de 300 ejemplares de la especie *Lampropeltis getula californiae*, 258 individuos procedentes de la población del núcleo principal y unos 42 especímenes del núcleo secundario.

Para los ejemplares sexualmente maduros originarios del núcleo principal la proporción de sexos de la muestra analizada nos muestra unos valores de 101 machos (46 %), 118 hembras (54%). En el caso de los ejemplares capturados en el núcleo secundario se han examinado 32 machos (80 %) y 8 hembras (20%). (Figs. 7 y 8)

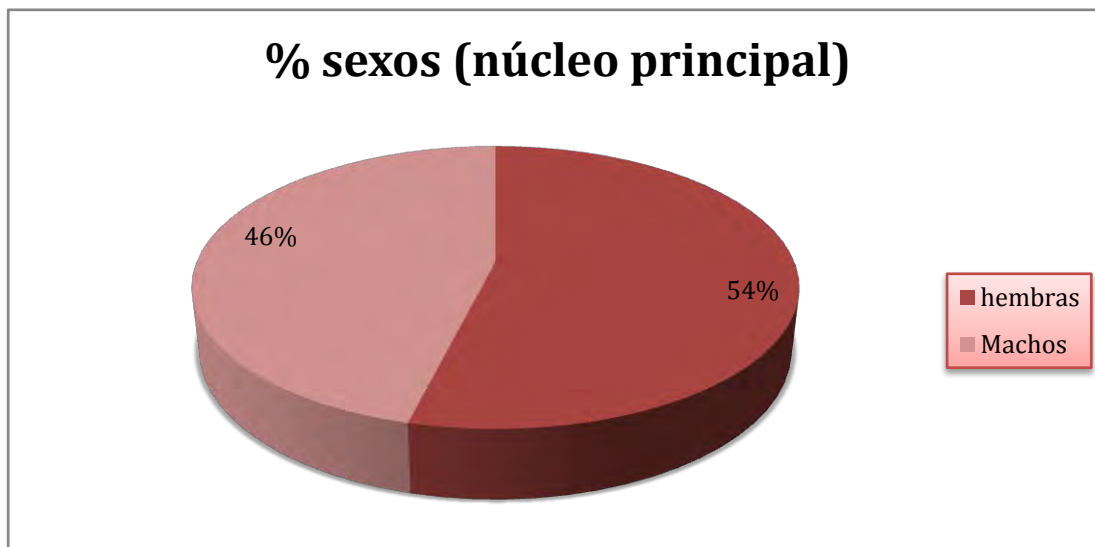


Fig. 7. Porcentaje de sexos de la muestra procedente del núcleo principal.

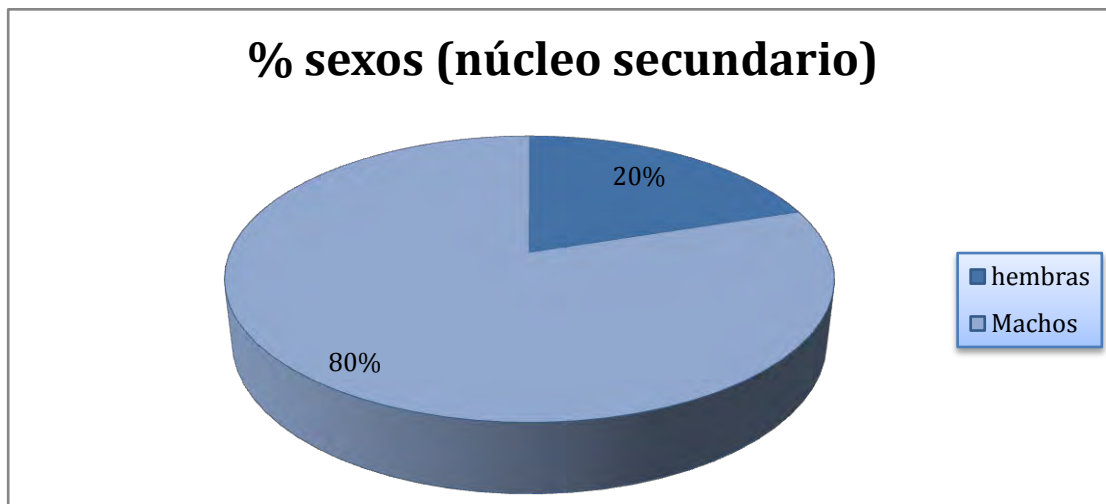


Fig. 8. Porcentaje de sexos de los ejemplares originarios del núcleo secundario.

Se analizó la distribución por tamaño, sexo y madurez de los ejemplares estudiados. En el núcleo principal la distribución por tamaño nos muestra que la mayor cantidad de individuos machos analizados tienen entre los 61 y los 80 cm de LHC, mientras que para las hembras es entre (81-100 cm). Se ha estudiado un mayor número de machos que de hembras en los tamaños inferiores, entre los 41 y los 80 cm LHC y por el contrario un menor número de machos en los intervalos superiores, es decir, serpientes con un tamaño hocico- cloaca por encima de los 81 cm. (Fig. 9)

Con respecto a los individuos del núcleo secundario se observa como el mayor número de ejemplares analizados corresponde con machos de gran tamaño es decir cuya LHC es superior a 101 cm, seguido muy de cerca por los que se encuentran con un tamaño entre los 81-100 cm, sin embargo son escasas las hembras encontradas con unas medidas hocico-cloaca superior a los 101 cm. En todos los intervalos se han estudiado un menor número de hembras que de machos. (Fig. 10)

Los ejemplares inmaduros se encuentran todos incluidos en los intervalos de LHC de (20-40 cm) y (41-60 cm), En el núcleo principal se han encontrado individuos maduros (hembras y machos) con un tamaño comprendido entre los 41 y 60 cm de longitud hocico-cloaca., sin embargo en el área secundaria todos los

ejemplares incluidos entre los 20 y 60 cm han sido considerados individuos inmaduros.

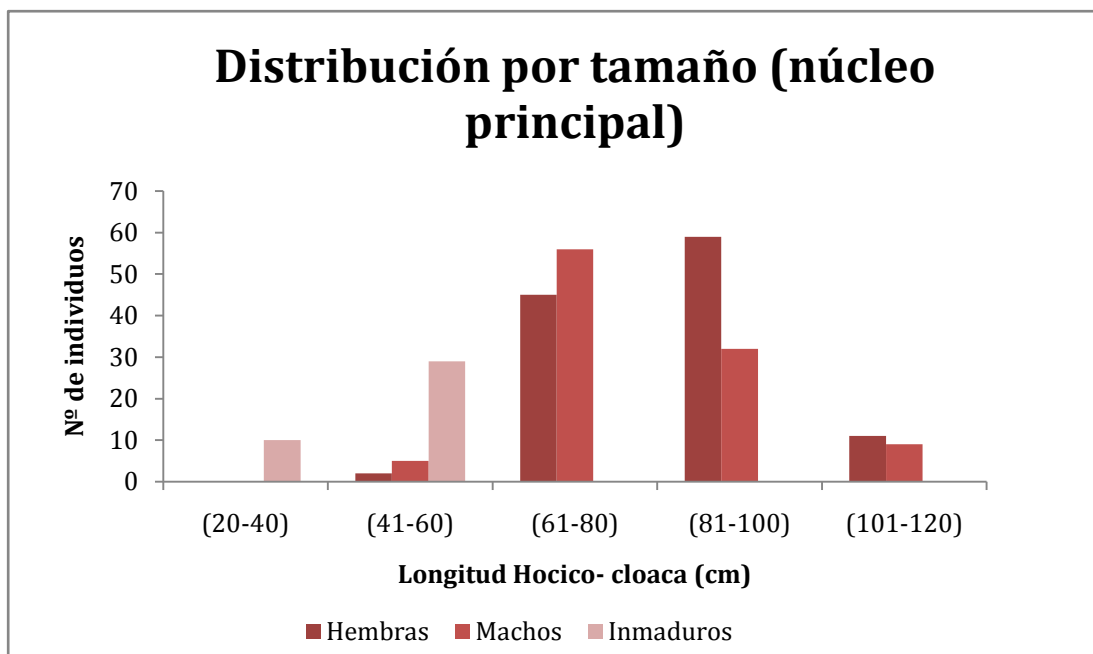


Fig.9. Distribución por tamaño de machos, hembras e inmaduros del núcleo principal.

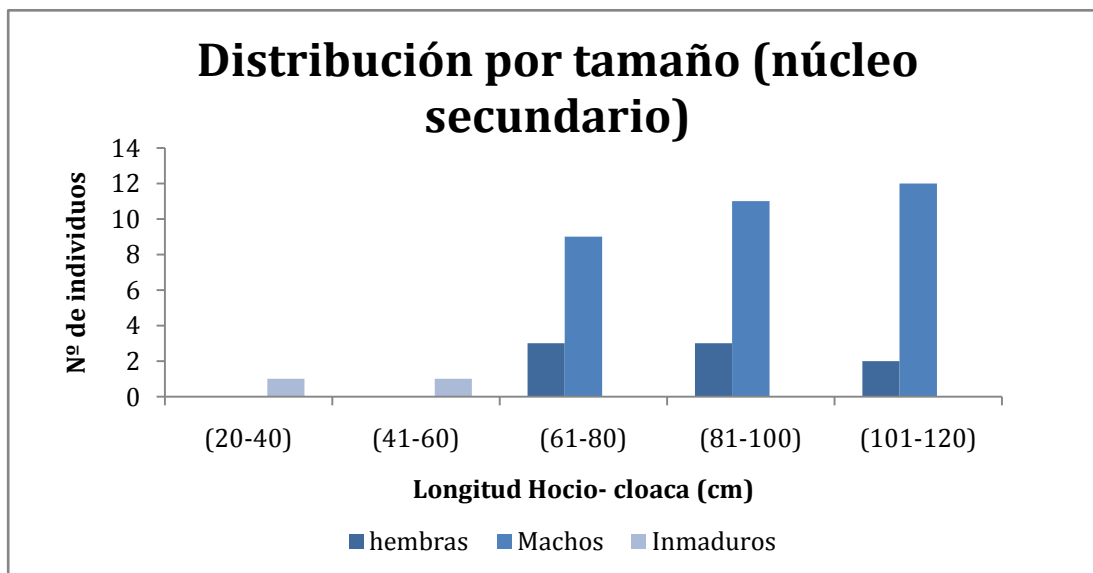


Fig.10. Distribución por tamaño, sexo y madurez del núcleo secundario.

3.2.2-Estado de gestación

De las 126 hembras en edad reproductora analizadas (118 del núcleo principal y 8 del secundario), se han encontrado un total de 81 hembras grávidas (64,3%), 78 en la muestra procedente del núcleo principal (96,3 %) y 3 del núcleo secundario (3,7%).

El número de huevos encontrados asciende a un total de 736, 713 procedentes de los ejemplares del núcleo principal (obtenidos tras las correspondientes necropsias o de puestas ya realizadas) y únicamente 23 fueron extraídos de los ejemplares del núcleo secundario.(Fig.11)

El número de huevos encontrados en los ovarios o en las puestas oscila entre 1 y 24, siendo el número medio de huevos de $9,13 \pm 3,76$ para las hembras del núcleo principal y de $7,6 \pm 1,15$ para las del secundario. Los huevos miden de media en el momento de puesta unos 6,27 cm de longitud y 2,50 cm de anchura.



Fig.11 . Hembra grávida a punto de realizar la puesta.

En la siguiente figura se muestra el número de huevos por hembra encontrados, en la gráfica se observa como en el caso de los individuos originarios del núcleo principal existe un mayor número de hembras que poseen entre 6 y 10 huevos, en el núcleo secundario únicamente se han encontrado tres hembras grávidas y las tres poseían una cantidad de entre 6 y 10 huevos.(Fig.12)

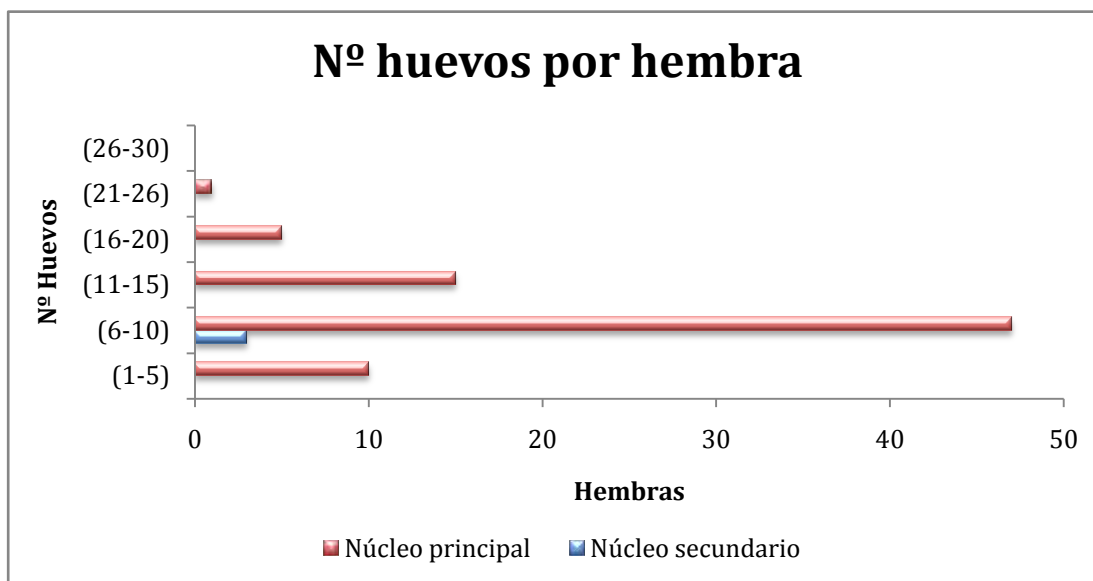


Fig.12. Números de huevos encontrados durante el 2013.

Al analizar la distribución de las hembras grávidas a lo largo del año se observa como en el núcleo principal se han encontrado hembras grávidas desde el mes de Marzo hasta Julio inclusive. Se han hallado puestas tanto completas como incompletas en 18 hembras procedentes del área principal durante los meses de Mayo, Junio y Julio, algunos ejemplares pusieron uno o dos huevos antes de llegar al laboratorio y durante las necropsias se encontraron más huevos en su interior a punto de ser expulsados. (Figs.13 y 14)

En el núcleo secundario se han encontrado únicamente 3 hembras grávidas encontrando una en el mes de Marzo, la única hembra analizada de esta área en el mes de Abril se encontraba grávida y otra en Mayo. (Fig. 15)



Fig. 13 . Ejemplar llegado al laboratorio con la puesta ya realizada

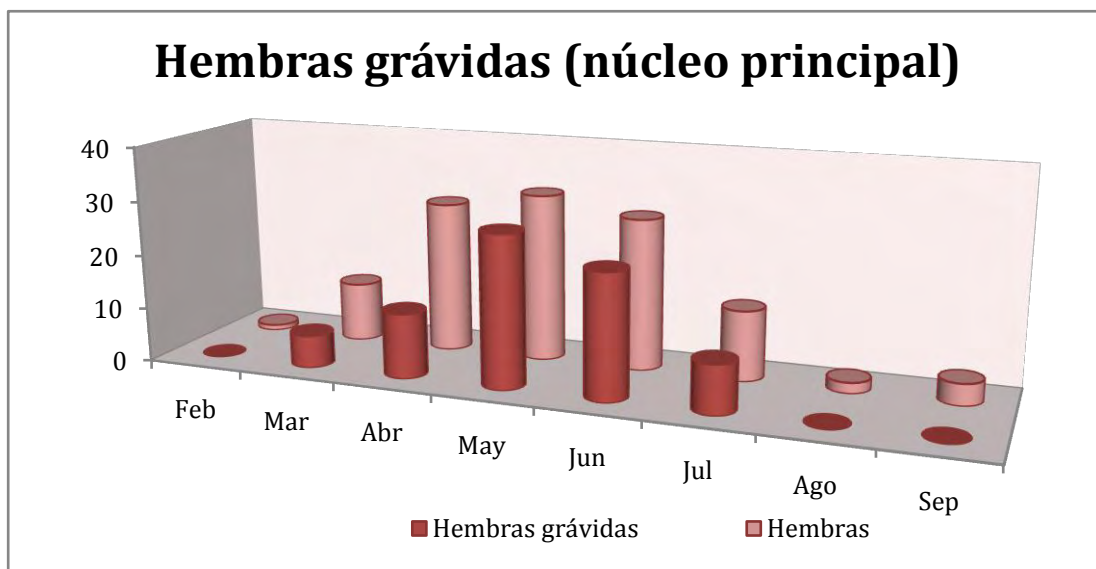


Fig.14. Hembras grávidas encontradas al mes en el núcleo principal.

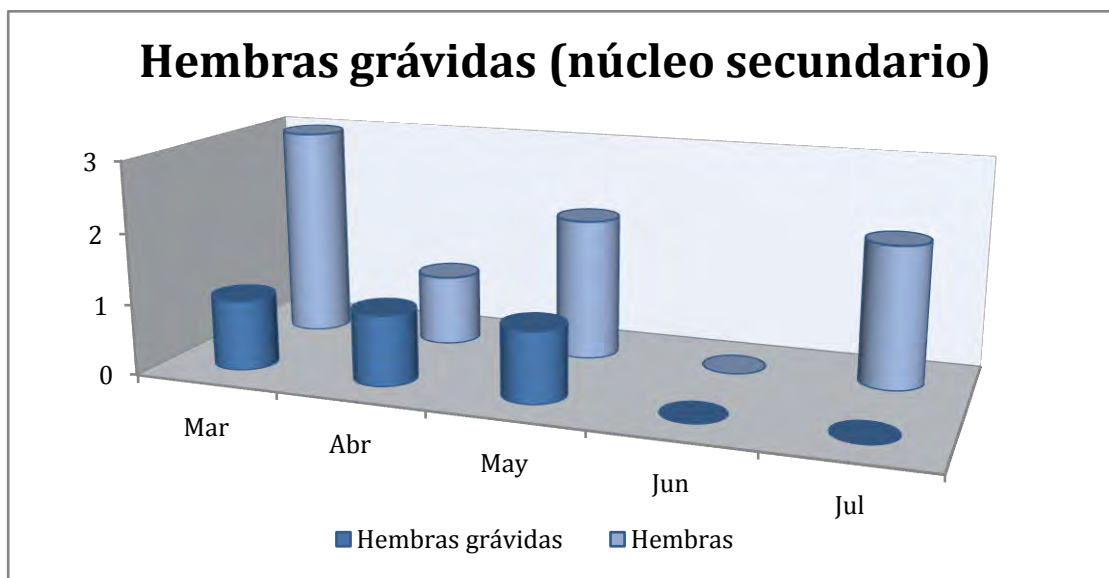


Fig.15. Hembrasgrávidas procedentes del núcleo secundario.

Al correlacionar el tamaño de las hembras grávidas con el número de huevos que se han encontrado durante las necropsias o puestos, obtenemos que no existe una correlación entre ambas variables, en el caso del núcleo principal con un coeficiente de correlación igual a $R = 0,118$ $n = 78$ y $p = 0,05$. y de $R = 0,903$; $n = 3$ y $p = 0,05$ para las hembras procedentes del núcleo secundario.

En el siguiente gráfico se relaciona la longitud hocico cloaca de las hembras grávidas con el número de huevos encontrados en sus ovarios o en sus puestas, en el se observa una hembra de gran tamaño (147,4 cm) de LHC la cual llegó al laboratorio con un solo huevo ya puesto. (Fig. 16)

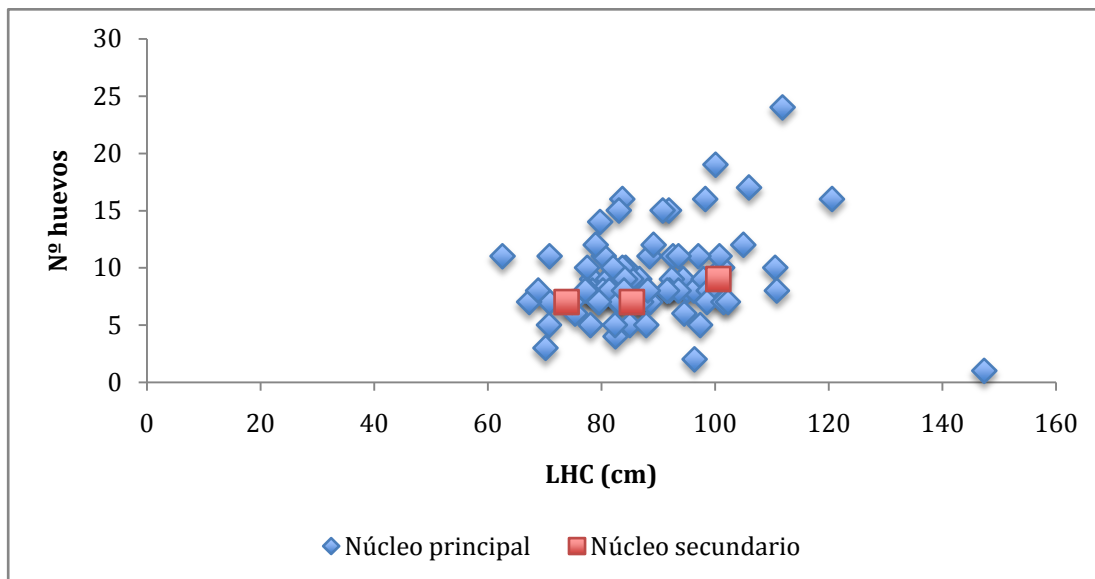


Fig.16. Relación del tamaño (LHC) de las hembras con el número de huevos.

3.2.3.- Volumen testicular

El volumen testicular medio presenta una variación estacional más o menos acentuada. En los machos procedentes del núcleo principal el volumen testicular comienza a aumentar gradualmente desde el mes de Febrero hasta el mes de Mayo para seguidamente decrecer levemente en Junio y volver a recuperarse durante el mes de Julio hasta alcanzar el valor máximo que se alcanzadurante el mes de Agosto. (Fig.17)

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 y posteriormente aumenta hasta alcanzar su punto máximo en el mes de Julio(Fig.18)

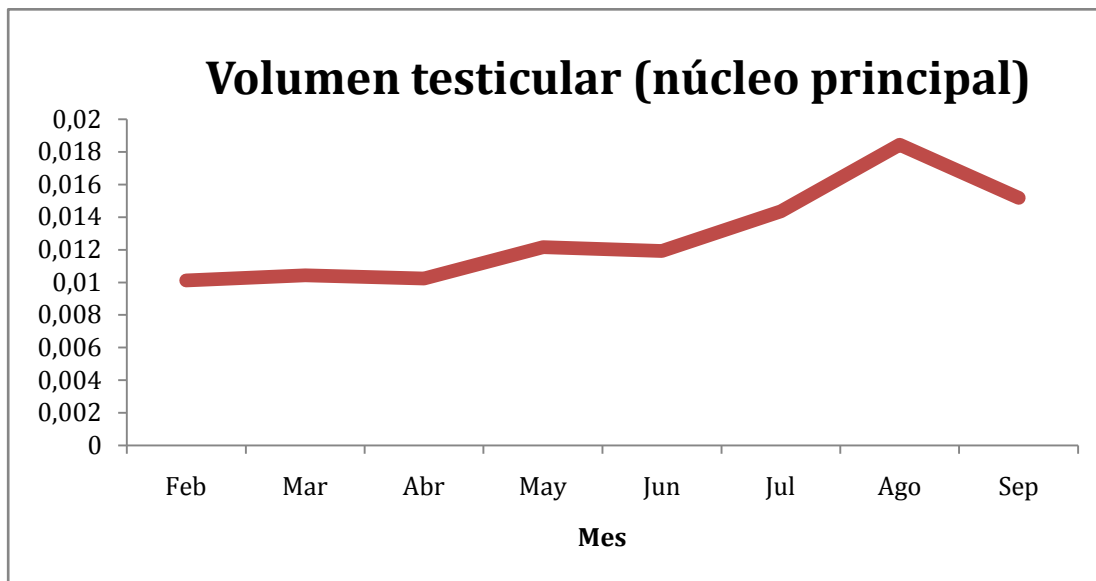


Fig.17. Variación anual del volumen testicular en machos del núcleo principal.

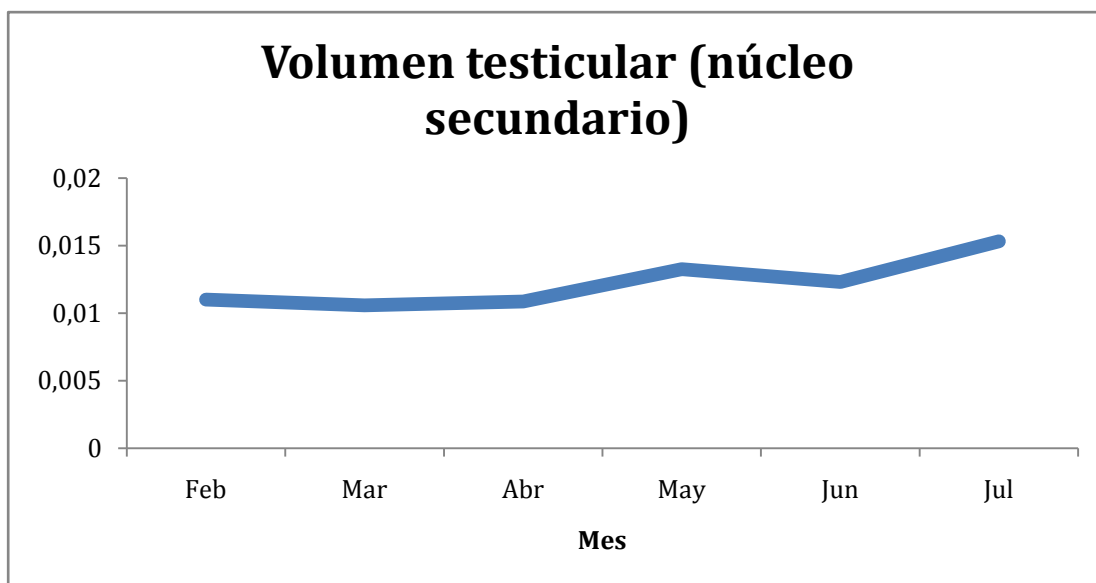


Fig.18. Variación a lo largo del año del volumen testicular en machos del núcleo secundario.

Al comparar el tamaño de los ejemplares procedentes del núcleo principal con el volumen testicular se observa que al aumentar la longitud hocico-cloaca de los machos aumenta también el volumen de los testículos, existiendo una correlación positiva entre ambos parámetros ($R= 0,621$; $n= 101$; $p= 0,05$), en el núcleo secundario también existe correlación significativa entre las dos variables

obteniendo un coeficiente de correlación de $R=0,397$ para $n= 32$ y $p= 0,05$.(Figs.19 y 20)

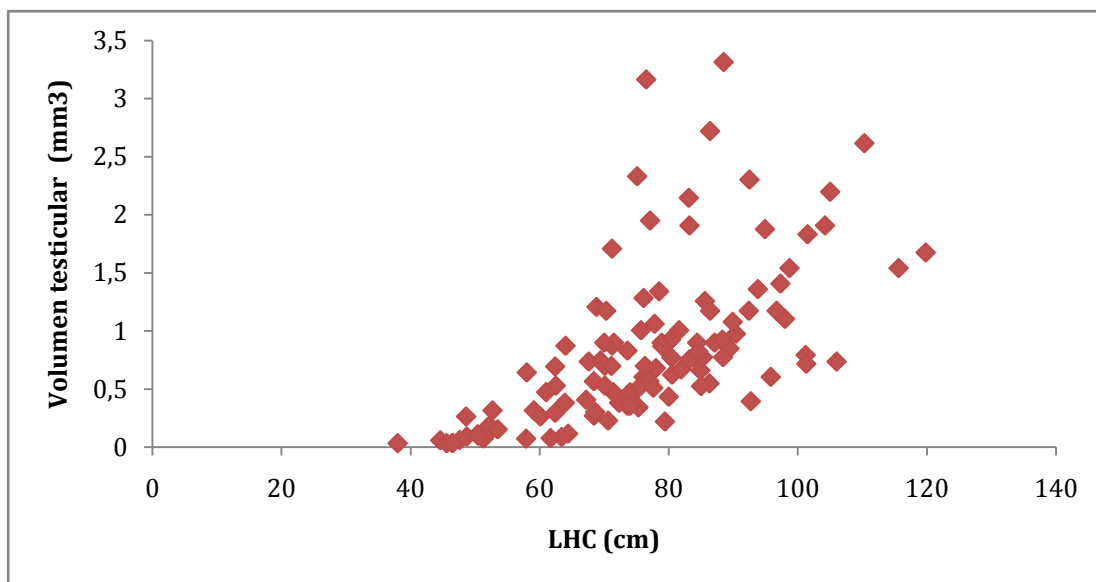


Fig.19. Volumen testicular en función del tamaño de los machos procedentes del núcleo principal.

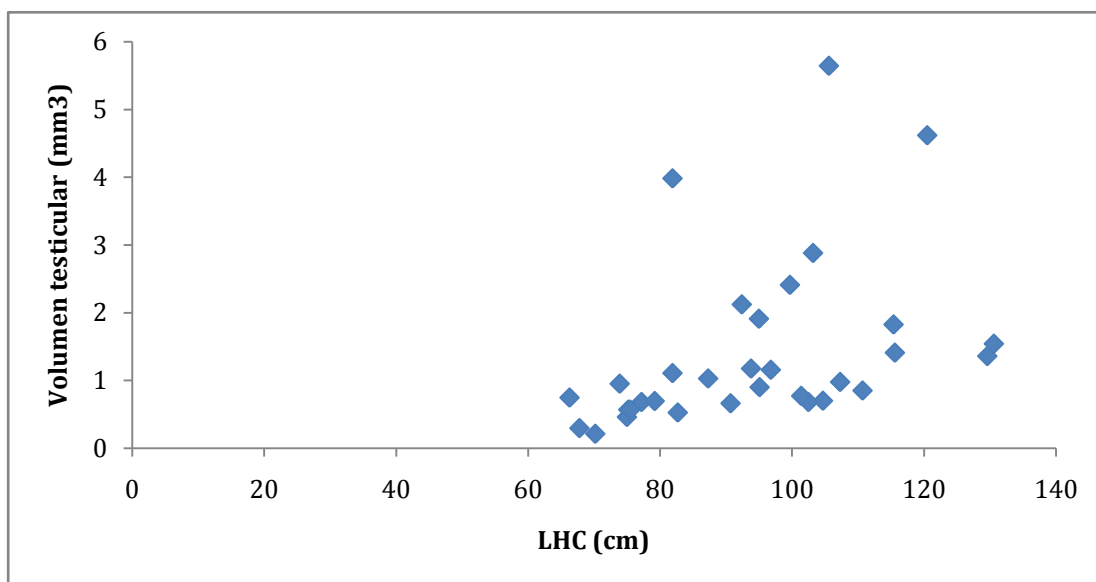


Fig. 20. Relación del volumen testicular con LHC de los machos capturados en el núcleo secundario.

3.2.4.-Madurez sexual

El criterio utilizado para determinar madurez en hembras fue la presencia de folículos ováricos mayores a 5mm o huevos oviductales y en machos el volumen de los testículos así como la presencia de conductos deferentes engrosados y enrollados que indican la existencia de esperma en su interior.

Las serpientes poseen un crecimiento indeterminado y adquieren la madurez sexual a una talla determinada, por lo que se determinó el rango de LHC en el cual la especie alcanza la madurez sexual.

La hembra madura de menor tamaño estudiada tuvo una LHC de 58,9 cm para los ejemplares procedentes del núcleo principal y de 66 cm para los del núcleo secundario. En el núcleo principal la hembra de menor tamaño en la que se encontró huevos fue una con una longitud hocico-cloaca de 62,6 cm y de 73,9 cm en el secundario, con 11 y 7 huevos respectivamente. Todas las hembras estudiadas durante el año 2013 con un LHC menor a 58,9 cm eran inmaduras.

En machos con los resultados obtenidos del estudio del volumen testicular en función del tamaño y del estado de los conductos deferentes, se ha estimado que el tamaño al que estos alcanzan la madurez sexual se situaría entre los 52 y 56 cm.

En el núcleo principal el macho maduro de menor tamaño corresponde con un ejemplar cuya LHC es de 56,5 cm, por debajo de esa longitud hocico-cloaca todos los machos fueron inmaduros, y el macho inmaduro con una mayor LHC es de 52,7 cm. En el núcleo secundario no se han examinado machos inmaduros, los dos individuos sexualmente inmaduros de esta área fueron hembras.

El porcentaje de individuos inmaduros en el conjunto de la muestra analizada durante el 2013 alcanza un 13,6 %, si analizamos por separado ambos núcleos poblacionales, observamos como en el principal los inmaduros representan un 15% de la población y en el núcleo secundario quedan representados por un escaso 5%. (Figs. 21 y 22)

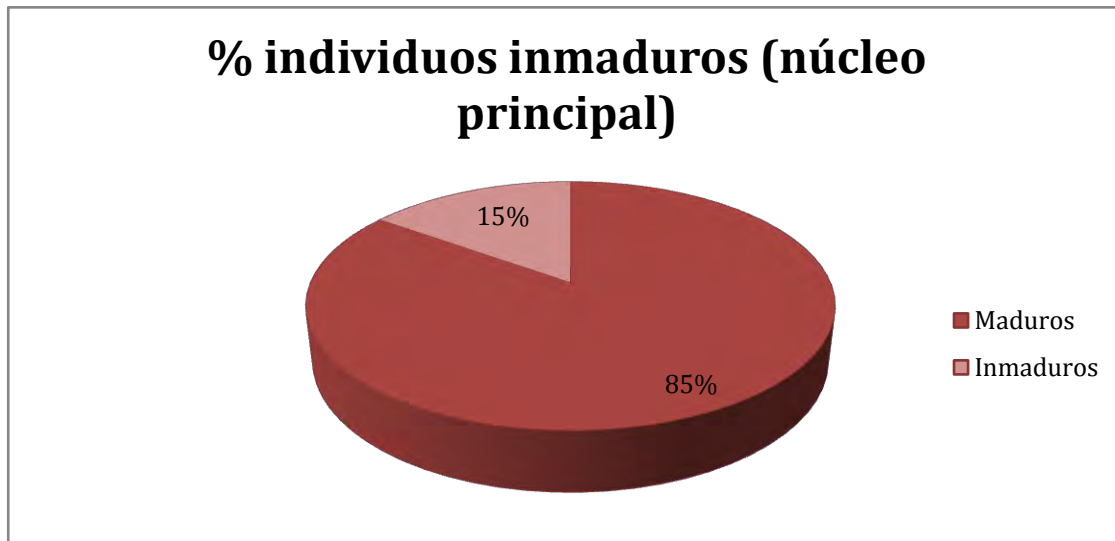


Fig.21. Porcentaje de individuos inmaduros encontrados en la muestra procedente del núcleo principal.

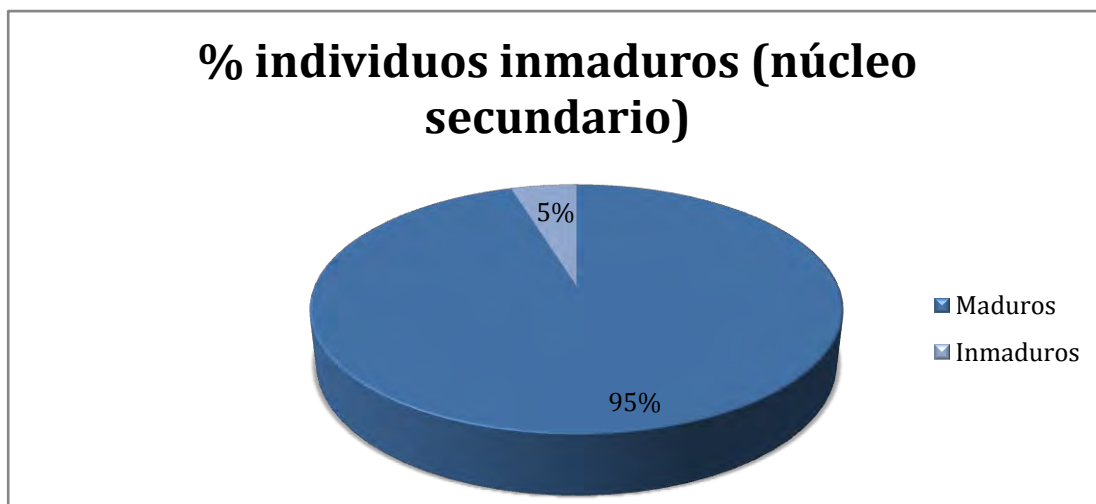


Fig.22. Porcentaje de ejemplares no maduros sexualmente procedentes del núcleo secundario.

Cuando se compara la frecuencia de hembras sexualmente maduras con las inmaduras por rangos de tamaño, se observa como en el núcleo principal el 100% de las hembras con una LHC superior a 61 cm corresponden con hembras maduras, en los ejemplares comprendidos entre los 41 y 60 cm el 88,8 % de las hembras fueron inmaduras y todos los individuos comprendidos entre los 20 y 40 cm fueron inmaduras. (Fig.23)

En los machos se observa como también el total de los ejemplares con un LHC superior a 61 cm son maduros. Sin embargo en el rango de longitud hocico-cloaca (41-60) el porcentaje de inmaduros es inferior al de las hembras siendo del 53,7 %. Al igual que en el género femenino el 100% de los individuos analizados con un intervalo de tamaño entre los 20 y 40 cm fueron inmaduros.(Fig. 24)

Por el contrario en el núcleo secundario todas las hembras estudiadas con un LHC menor de 61 cm fueron consideradas inmaduras y todas las que superaban esta longitud hocico-cloaca se consideraron sexualmente maduras. El total de los machos apresados en el núcleo secundario fueron ejemplares sexualmente maduros, teniendo el ejemplar de menor tamaño una LHC de 66,3 cm. (Fig.25)

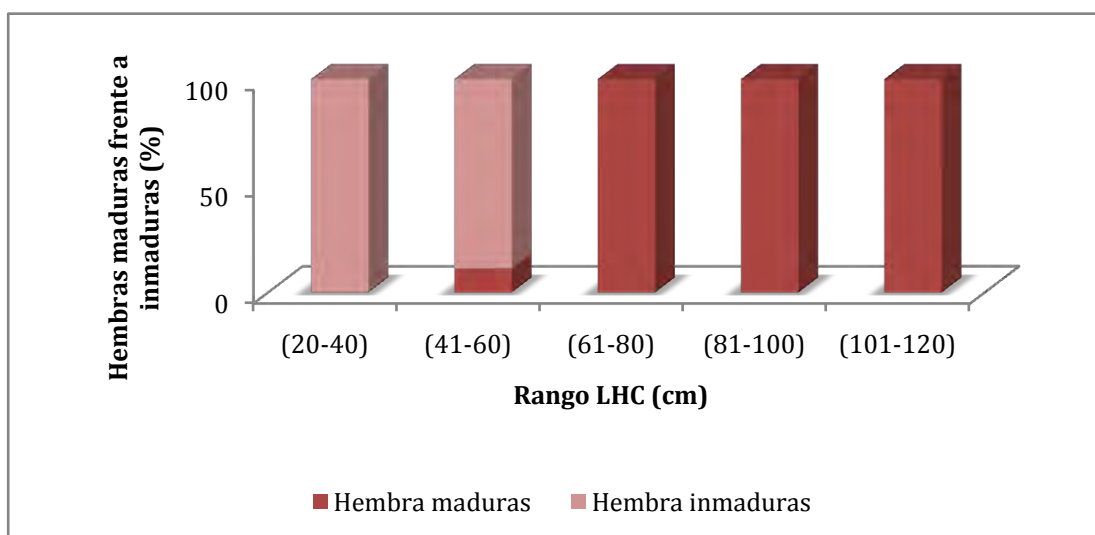


Fig.23. Porcentaje de Hembras maduras versus inmaduras analizadas procedentes del núcleo principal.

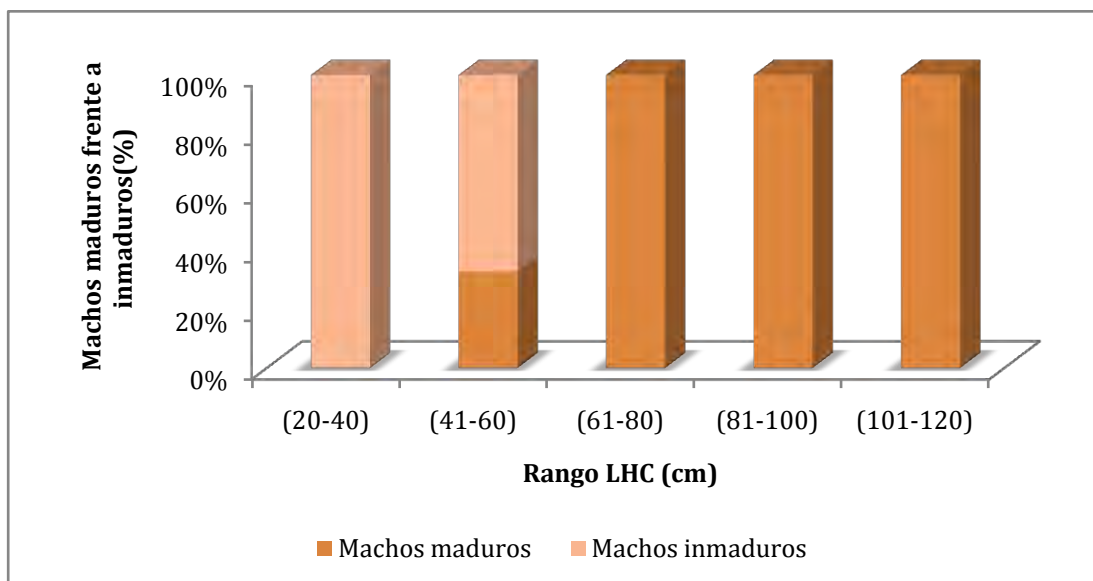


Fig.24. Frecuencia de machos inmaduros con respecto a los maduros en el núcleo principal.

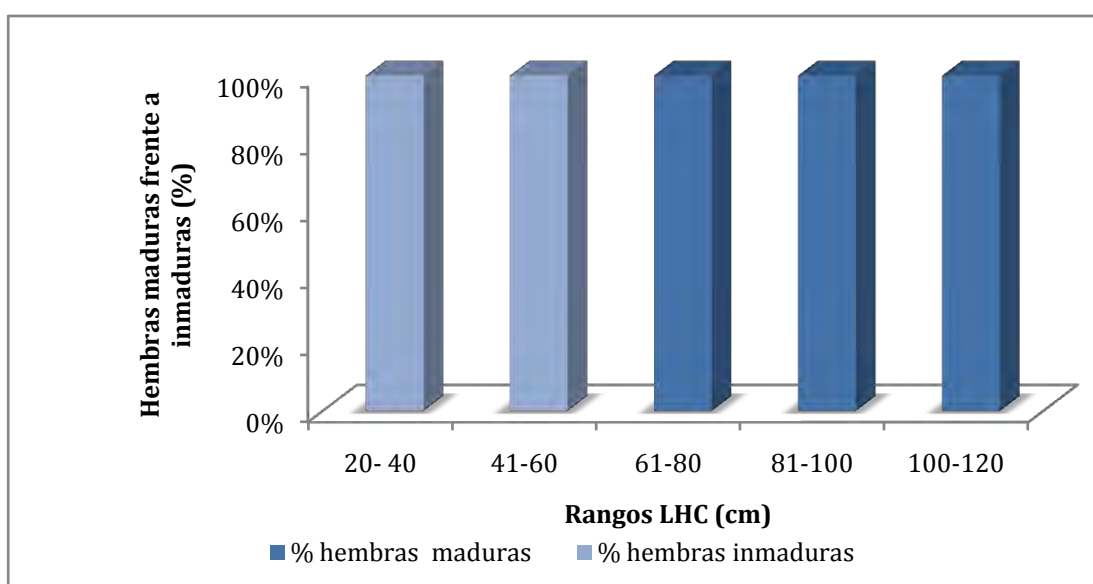


Fig. 25. Porcentaje de Hembra maduras frente a inmaduras en el núcleo secundario.

La estructura poblacional de ambos núcleos presenta los valores representados en la siguiente tabla. (Fig.26)

	Total estudio		Núcleo principal		Núcleo secundario	
	n	%	n	%	n	%
Hembras maduras	126	37	118	45,7	8	19
Machos maduros	133	53	101	39,2	32	76,2
Juveniles	41	10	39	15,1	2	4,8
Total estudio	300		258		42	
Razón de sexos (machos:hembras)	1,05 : 1		0,9 : 1		4 : 1	

Fig.26. Estructura poblacional, y razón de sexos total y en detalle por localidades

Del total de los ejemplares capturados en el núcleo principal se obtuvo que 39 de ellos son inmaduros, en el 2013 se capturó al menos un ejemplar inmaduro al mes desde Febrero hasta Octubre inclusive, exceptuando el mes de septiembre, quedando repartidos los juveniles a lo largo del año como se muestra en la siguiente figura.(Fig.27)

En el núcleo secundario se han capturado un total de 2 ejemplares inmaduros uno apresado en el mes de Mayo y el otro en Agosto. (Fig.28)

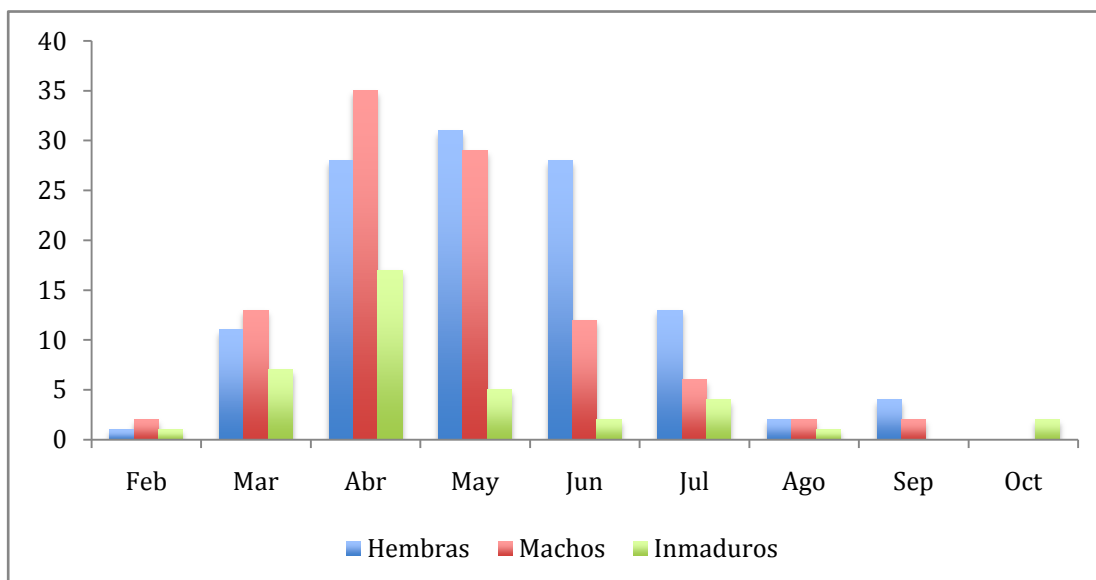


Fig.27. Ejemplares de *Lampropeltis* juveniles y adultos capturados al mes en el núcleo principal.

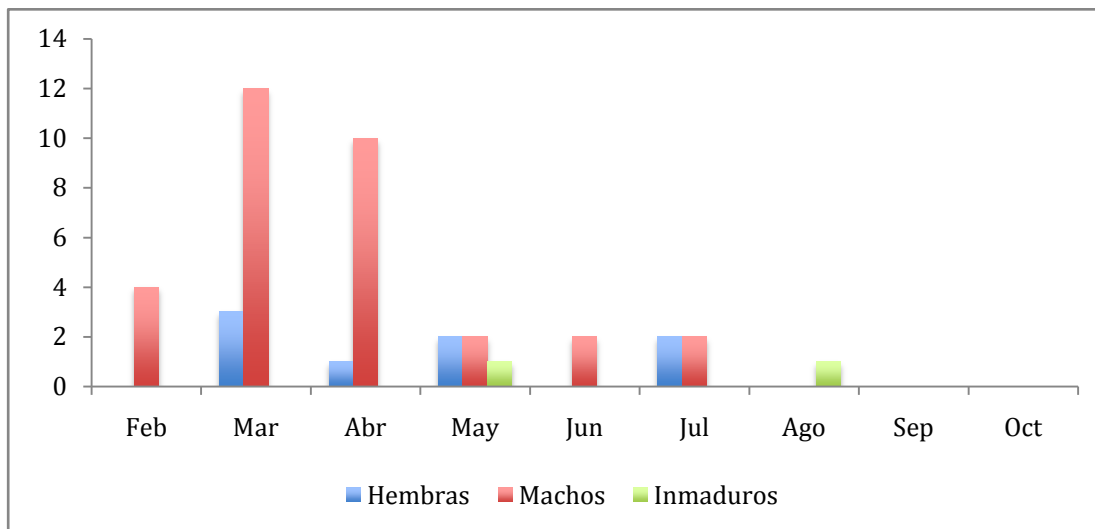


Fig.28. Ejemplaresmaduros e inmaduros procedentes del núcleo secundario.

3.3.- Dieta

De los 258 ejemplares capturados en el núcleo principal durante el año 2013, se ha encontrado contenido gastrointestinal o material regurgitado en 81 individuos (31,4%). El 97,5 % de los ejemplares estudiados había ingerido un solo tipo de presa mientras que en el 2,5 % restante se encontró restos pertenecientes a dos especies animales.

Analizando los resultados en función del grupo taxonómico y /o especies se obtiene que la dieta de las serpientes en esta zona se basa principalmente en reptiles endémicos (82%), seguidos por pequeños mamíferos quedando estos representados por un 17 %. El 1 % restante corresponde con los restos de un huevo de *Lampropeltis* hallado en el estómago de un ejemplar. (Fig.29)

Dentro de los reptiles la presa más abundante es el lagarto de Gran Canaria o *Gallotia stehlini* (Schenkel, 1901) representado por un 58 %, la lisa grancanaria (*Chalcides sexlineatus* Steindachner, 1891) queda representada con un 24%, en los análisis realizados en el 2013 no se han hallado restos de *Tarentola boettgeri* Steindachner, 1981 o Perenquén de Boettger en ninguno de los individuos procedentes del área principal.

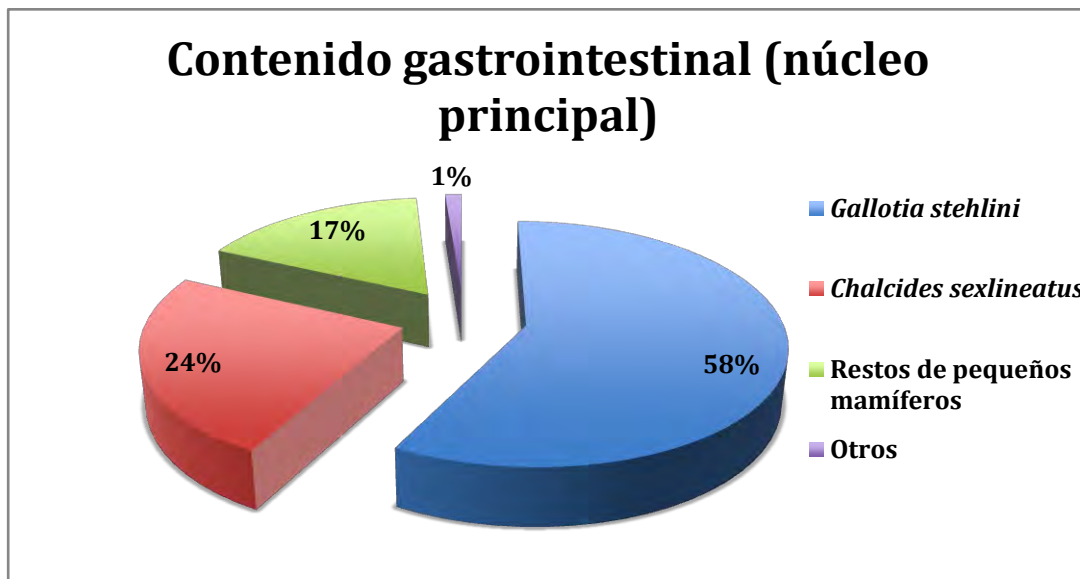


Fig. 29. Composición taxonómica de la dieta de *Lampropeltis* en núcleo principal.

En el núcleo secundario se han analizado un total de 42 ejemplares en los cuales tras la necropsia se ha encontrado contenido gastrointestinal o regurgitado en 10 individuos, que representa un 23,8 % de la muestra estudiada. En este caso todas las serpientes en las que se encontró restos de contenido gastrointestinal solo poseían un único tipo de presa.

Cuando realizamos una aproximación a la dieta que posee esta especie en el núcleo secundario observamos que al igual que el caso anterior está basada principalmente en reptiles (70%) seguidos por los micromamíferos cuya muestra queda representada por un 30%.

Las dos especies de reptiles endémicos *Gallotia stehlini* (Schenkel, 1901) o Lagarto de Gran Canaria, *Chalcides sexlineatus* Steindachner, 1891 o Lisa grancanaria y los micromamíferos quedan igualmente representados por un 30 % cada uno. La especie *Tarentola boettgeri* Steindachner, 1981 o Perenquén de Boettger queda representado por un 10 % del total de la muestra estudiada. (Fig.30)

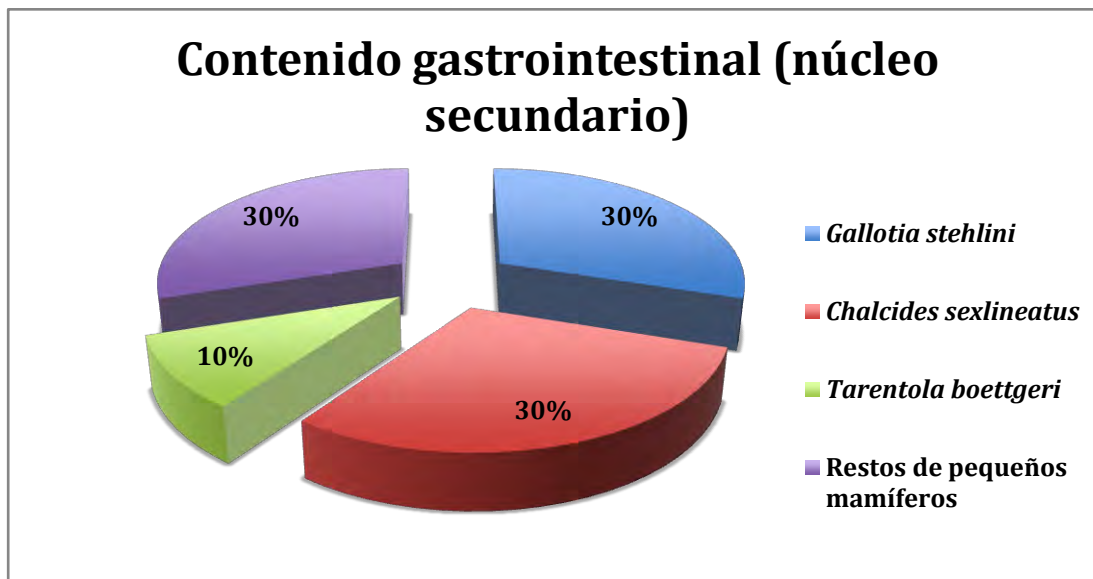


Fig.30. Composición taxonómica de la dieta de los especímenes de *Lampropeltis* procedentes del núcleo secundario.

Al analizar la variación en la composición de la dieta con el desarrollo ontogénico, se observandiferencias entre ambos núcleos poblacionales.(Figs. 31 y 32)

En el núcleo principal se observa como para todos los tamaños la presa más abundante es *Gallotia stehlini*, mientras que en los ejemplares con un LHC < 80 cm el lagarto queda representado por un 53,3 % también tiene importancia la lisa con un 32,7, por último también se han observado mamíferos en 6 individuos suponiendo un 13,1 %.

En los ejemplares con un LHC de 80 a 100 cm el lagarto alcanza un 61,8 % seguido en este caso por los micromamíferos con un 23,5 % y finalmente por la lisa con un 14,7%.

En los ejemplares estudiados cuya longitud hocico-cloaca supera los 100 cm, solo se han encontrado restos de *Gallotia stehlini*.(Fig. 31)

En el núcleo secundario en los individuos con LHC < 80 cm se han encontrado principalmente restos de *Chalcides sexlineatus* (60%) aunque también forman parte de su dieta en igual porcentaje la *Tarentola de Boettger (Tarentola boettgeri)* y los micromamíferos con un 20 %. En este grupo no se han encontrado durante las necropsias restos de *Gallotia stehlini*.En los ejemplares comprendidos

entre los 80 y 100 cm se observa como en las especies sobre las que depredan son en un mayor número de *Gallotia stehlini* con un 66,7 % seguidos de los micromamíferos con un 33,3 %. En los individuos de mayor tamaño (LHC >100 cm) se ha encontrado Lagarto de Gran Canaria (*Gallotia stehlini*), en un 50 % de los casos y en otro 50 % micromamíferos. (Fig.32)

		LHC < 80 cm		80 a 100 cm		LHC >100 cm	
FRECUENCIA PRESAS		(n)	%	(n)	%	(n)	%
REPTILES	<i>Gallotia stehlini</i>	25	53,3	21	61,8	2	100
	<i>Chalcides sexlineatus</i>	15	32,7	5	14,7	0	0
	<i>Tarentola boettgeri</i>	0	0	0	0	0	0
MAMÍFEROS	Mamíferos	6	13,1	8	23,5	0	0

Fig. 31. Composición de la dieta con el desarrollo ontogénico en el núcleo principal.

		LHC < 80 cm		80 a 100 cm		LHC > 100 cm	
FRECUENCIA PRESAS		n	%	n	%	n	%
REPTILES	<i>Gallotia stehlini</i>	0	0	2	66,7	1	50
	<i>Chalcides sexlineatus</i>	3	60	0	0	0	0
	<i>Tarentola boettgeri</i>	1	20	0	0	0	0

MAMÍFEROS	Micromamíferos	1	20	1	33,3	1	50
-----------	----------------	---	----	---	------	---	----

Fig. 32. Composición de la dieta con el desarrollo ontogénico en el núcleo secundario.

Se analizó el porcentaje de individuos en los que se encontró contenido gastrointestinal en las diferentes épocas del año, emergencia (Febrero- Junio), estío (Julio-Septiembre) y preemergencia (Octubre- Enero), se encontró ejemplares con presas durante todos los meses desde Febrero hasta Septiembre en el núcleo principal mientras que en el secundario solo se encontró en los meses de Marzo, Abril y Julio y no se apreciaron cambios en la composición de la dieta según las estaciones. (Fig. 33)

En la población procedente del núcleo principal del total de ejemplares en los que se ha encontrado presa, la gran mayoría de los individuos 75 (92,6%) han sido capturados durante los primeros meses del año desde Febrero hasta Junio, posteriormente durante los meses de Julio a Septiembre solo se han encontrado 6 (7,4%) *Lampropeltis* que poseían restos orgánicos en sus tubos digestivos.

En el caso de la muestra procedente del área secundaria encontramos también un mayor número de ejemplares con presa en la época de emergencia 9 que representa un 90 %, seguidos por un solo individuo (1 %) en la época de estío.

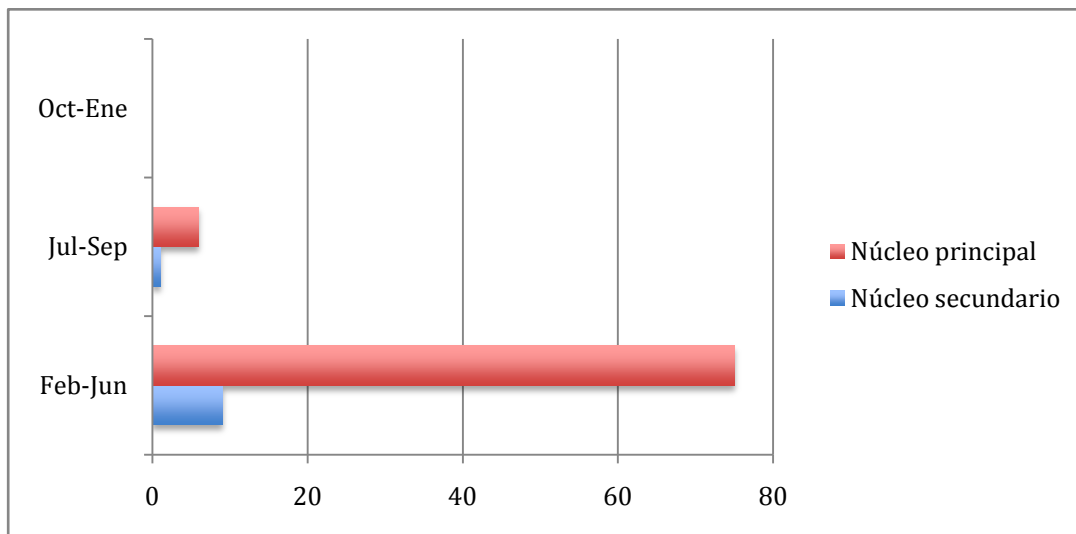


Fig.33. Número de individuos con presa en las diferentes épocas del año.

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. De esta forma se han analizado un total de 11 presas, 9 procedentes del núcleo principal y 2 del secundario.

La longitud hocico-cloaca media de las presas encontradas es de $9,5 \pm 3,9$ cm ($n = 11$) y el rango 3,6- 16,9 cm, y el peso medio es de aproximadamente $15,7 \pm 24,2$ ($n = 11$), con un rango 1,4-87,6 g. El porcentaje medio del tamaño de la presa con respecto a la LHC del depredador es de 13,47 % y el peso medio de la presa es aproximadamente el 9,3 % del peso del depredador.

Al analizar la biomasa que aporta a la dieta cada una de las presas por sexos y por zona de captura, se observa como en el núcleo principal la mayor importancia para las hembras la poseen los reptiles con una mayor presencia de *Chalcides sexlineatus* con un 74,7 % seguidos por un 25,3 % de *Gallotia stehlini*. Para los machos sin embargo el porcentaje más elevado lo representan los mamíferos con un 76,7 %, que en este caso en particular queda representado por un pequeño gazapo que regurgitó un ejemplar al ser capturado. Seguidamente

encontramos que los reptiles quedan representados por un 23,3%, un 8,9 % para *Gallotia stehlini* y un 14.4 % para *Chalcides sexlineatus*.(Fig.34 y 36)

En el núcleo secundario únicamente se han podido estudiar dos presas por lo que los datos obtenidos no son significativos. En la serpiente hembra se encontró una *Tarentola boettgeri* con 1,4 g de peso y en el ejemplar macho poseía en su estómago un a Lisa o *Chalcides sexlineatus* de 8,1 g de peso.(Fig.35)

Núcleo principal Presas	Machos (n= 3)		Hembras (n=6)	
	Biomasa (g)	Biomasa (%)	Biomasa (g)	Biomasa (%)
REPTILIA				
<i>Gallotia stehlini</i>	10,2	8,9	12,3	25,3
<i>Chalcides sexlineatus</i>	16,5	14,4	36,4	74,7
<i>Tarentola boettgeri</i>	0	0	0	00
MAMMALIA	0	0	0	0
Mamíferos	87,6	76,7	0	0
TOTAL	114,3		48,7	

Fig.34.Composición de la dieta de *Lampropeltis* (biomasa) en el núcleo principal.

Núcleo principal Presas	Machos (n= 1)		Hembras (n=1)	
	Biomasa (g)	Biomasa (%)	Biomasa (g)	Biomasa (%)
REPTILIA				
<i>Gallotia stehlini</i>	0	0	0	0
<i>Chalcides sexlineatus</i>	8,1	100	0	0
<i>Tarentola boettgeri</i>	0	0	1,4	100
MAMMALIA	0	0	0	0
Mamíferos	0	0	0	0
TOTAL	8,1		1,4	

Fig.35.Composición de la dieta de *Lampropeltis* (biomasa) en el núcleo secundario.



Fig. 36. Gazapo regurgitado por un ejemplar de *Lampropeltis*.

Al relacionar el tamaño del depredador y de la presa se ha obtenido un coeficiente de correlación de $R = 0,29$, con $n= 11$ y $p= 0,05$, esto nos indica que no existe correlación entre ambos parámetros estudiados. (Fig.37)

El 50 % de las hembras cuyo contenido intestinal resulto ser medible se encontraban grávidas, pero ninguna de ellas se encontraba a punto de realizar la puesta.(Fig.38)

El ejemplar de menor tamaño en el que se ha encontrado contenido gastrointestinal medible corresponde con una hembra inmadura procedente del núcleo principal cuyo LHC fue de 50,1 cm, y que había capturado dos ejemplares de *Chalcides sexlineatus*. (Fig.39)

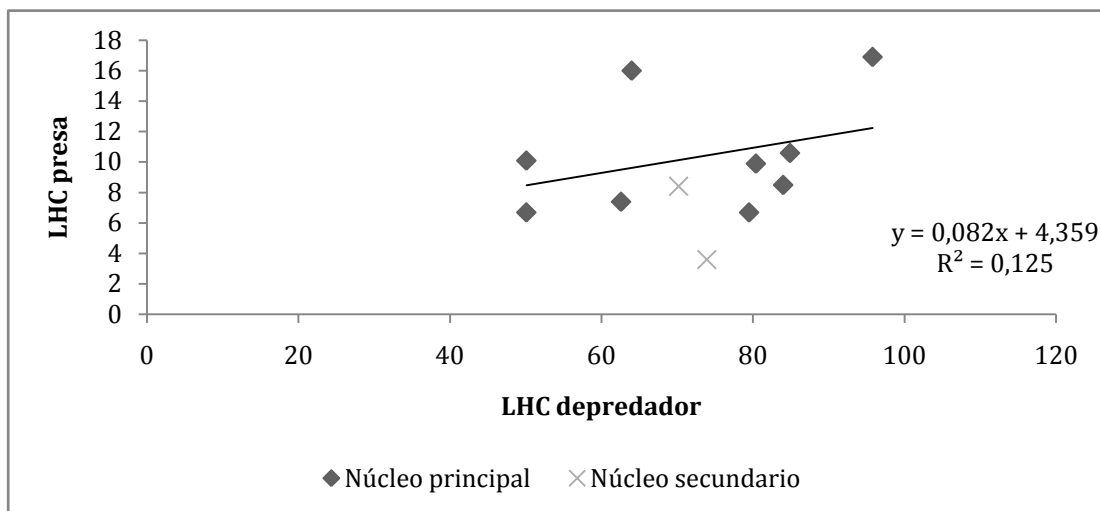


Fig.37. Relación tamaño depredador- presa.



Fig.38. Necropsia realizada a una hembra que se encontraba a punto de realizar la puesta, en la que no se halló contenido gastrointestinal. Obsérvese el cambio morfológico sufrido por el estómago, hecho que posiblemente imposibilite la ingesta de alimentos a las hembras grávidas con huevos desarrollados.



Fig. 39 .Ejemplar con dos lisas, *Chalcides sexlineatus*.

3.4.-Índice de grasa corporal

El índice de grasa corporal obtenido tras la necropsia a los 300 ejemplares estudiados durante el año 2013 nos permite conocer el estado nutricional de los individuos.

En general el porcentaje medio de grasa corporal en los especímenes estudiados es en torno al $5,9 \pm 2,2$ % en los ejemplares procedentes del núcleo principal y de un $5,09 \pm 2,08$ % en los capturados en el núcleo secundario.

Cuando se analiza el porcentaje medio de grasa corporal por sexos se observa que en los ejemplares procedentes del núcleo principal las hembras tienen un porcentaje de grasa corporal de $5,47 \pm 1,28$ % frente al $5,87 \pm 1,87$ % de los machos. En los individuos capturados en el núcleo secundario el porcentaje de grasa corporal es similar a los del núcleo principal en las hembras siendo de $5,64 \pm 1,5$ % y en los machos es inferior, de $4,49 \pm 0,63$ %.

Si analizamos como evoluciona el porcentaje de grasa corporal hallado en el laboratorio a lo largo del año, observamos como en el núcleo principal las hembras poseen un porcentaje de grasa más elevado que los machos los meses de Marzo, Abril y Mayo, en los meses de Febrero y Julio el porcentaje de grasa corporal es aproximadamente igual en ambos sexos. En Octubre, se toman los datos de una hembra y un macho ambos inmaduros que no representan el conjunto de la población, en el resto de los meses el % de grasa corporal de los machos supera claramente al de las hembras. (Fig.40)

En el núcleo secundario el porcentaje de grasa corporal de ambos sexos a lo largo del año no sigue un patrón determinado. Es superior en las hembras en todos los meses estudiados, en los meses de Febrero y Junio no se han analizado hembras, en los meses de Abril y Agosto solo se ha capturado una hembra al mes por lo que se han considerado cifras no significativas. (Fig.41)

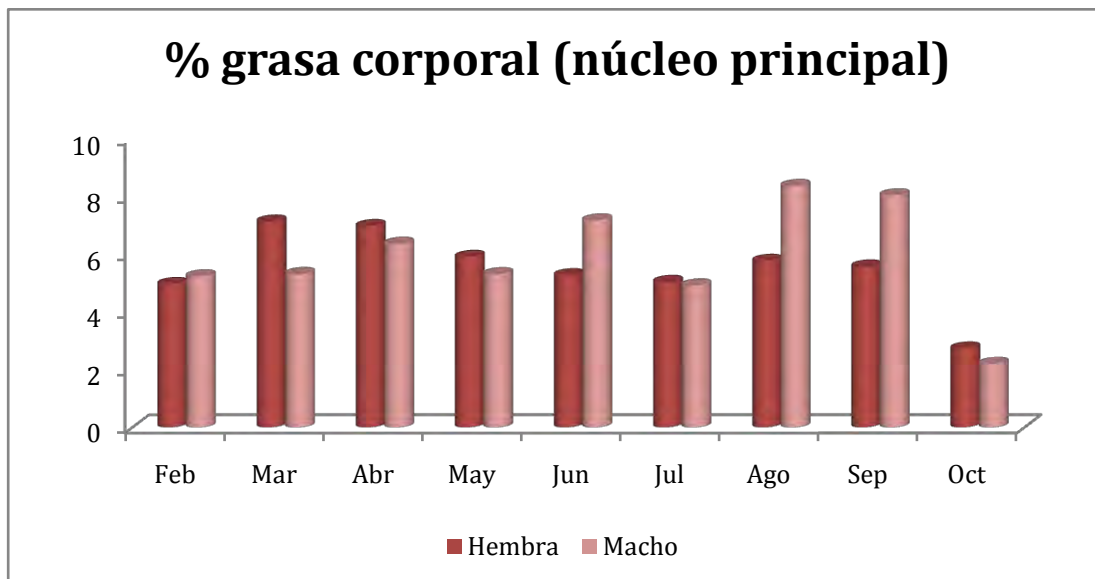


Fig.40. Media del porcentaje de grasa corporal al mes en los individuos maduros del núcleo principal.

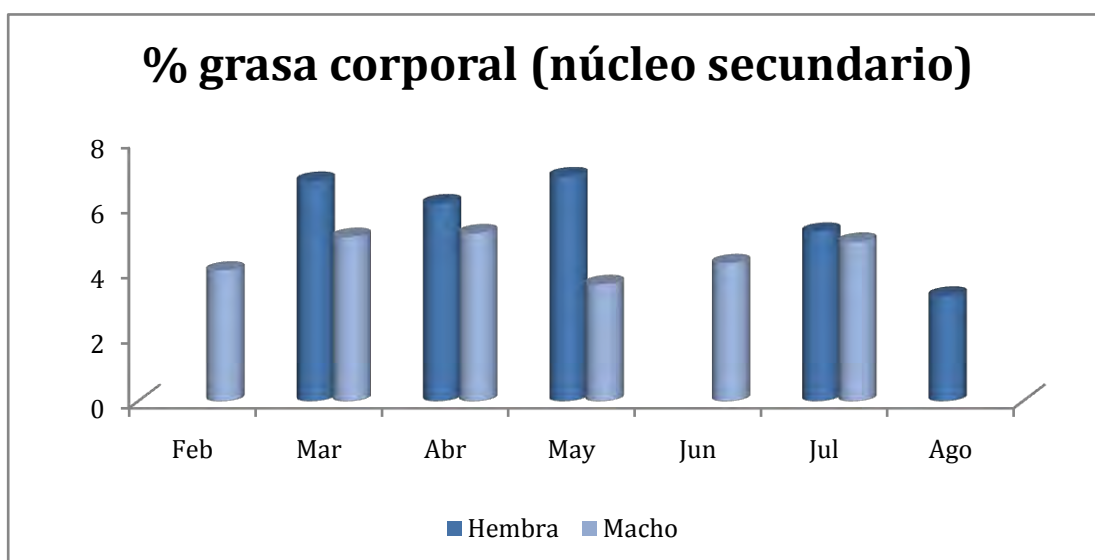


Fig.41. Media del porcentaje de grasa corporal a lo largo del año en los ejemplares adultos del núcleo secundario.

Se estudió la media del porcentaje de grasa corporal presente 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. 42 y 43)

En el núcleo principal los inmaduros son los que poseen un menor porcentaje de grasa corporal con un 16%, seguidos muy de cerca por las hembras grávidas que se encuentran a punto de realizar la puesta (17%), en tercer lugar encontramos los machos con un 19% y las hembras sin huevos con un 22%, finalmente con una media del 26 % de grasa corporal se encuentran las hembras grávidas con huevos poco desarrollados.

En el núcleo secundario el porcentaje de grasa en los individuos parece seguir el mismo patrón, encontrando que los inmaduros son los que poseen un menor porcentaje con un 17%, seguidos de los machos que quedan representados por un 20%, posteriormente encontramos la hembras sin huevos con un 25% y el mayor porcentaje medio de grasa lo observamos nuevamente en hembras grávidas pero con huevos

poco desarrollados (38%). En el caso del núcleo secundario no se ha capturado durante el 2013 hembras con huevos en avanzado estado de gestación.

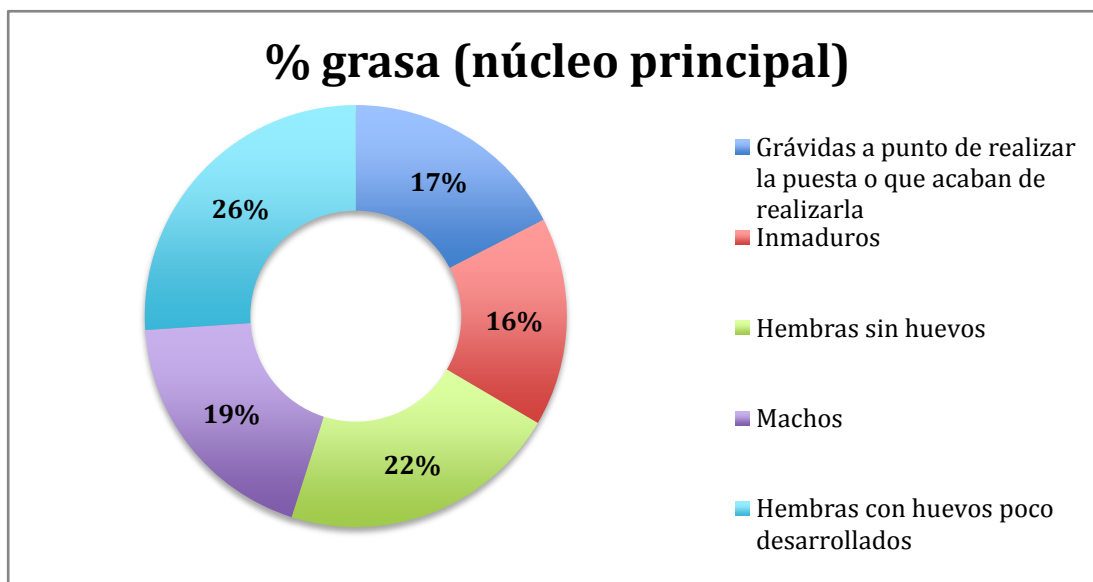


Fig.42. Media del porcentaje de grasa corporal presente en los individuos de la población del núcleo principal.

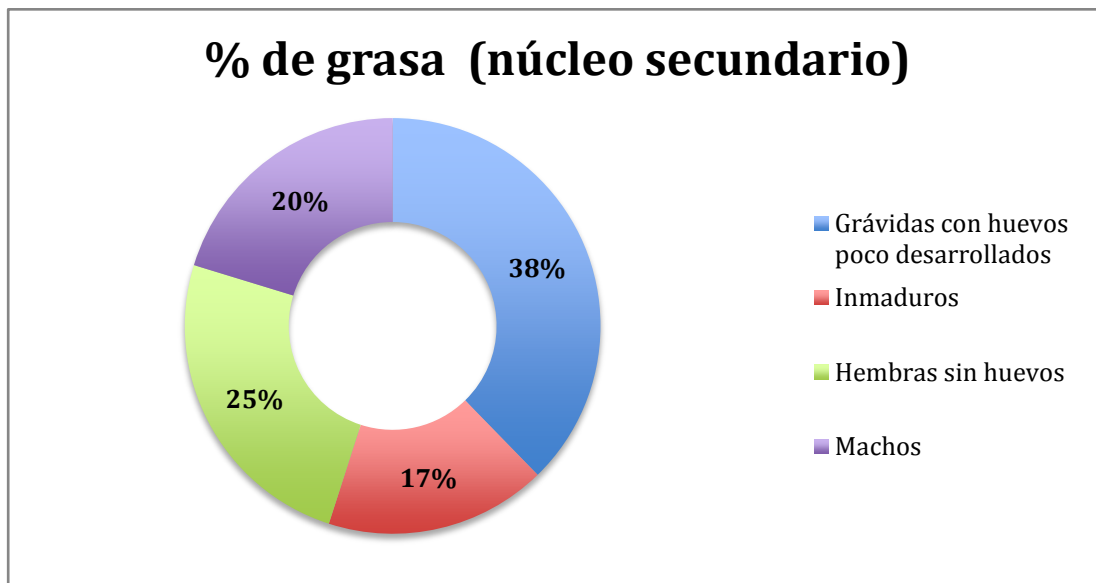


Fig.43. Media del porcentaje de grasa corporal obtenidos de los ejemplares capturados en el núcleo secundario.

3.5.- Edad

Se estimó la edad por osteocronología de 300 ejemplares de *Lampropeltis getula californiae*, 258 capturados en el núcleo principal y 42 del secundario.

La máxima edad estimada mediante esta técnica ha sido de 18 años en los ejemplares procedentes del área principal y de 14 en el secundario.

La máxima edad estimada en el núcleo principal ha sido una hembra de 18 años con una LHC 147,5 cm, seguidas por dos hembras de 16 años con una longitud hocico-cloaca de 120,6 cm y 106 cm. mientras que el individuo más viejo del núcleo secundario corresponde con dos machos de unos 14 años con un LHC de 130,6 cm y 120,5 cm. El individuo de menor edad estimada estudiado durante el

2013 en el área secundaria coincide con un ejemplar de un año con un tamaño corporal hocico-cloaca de 37 cm.

En el núcleo principal se han analizado según la edad estimada 4 neonatos capturados en los meses de Junio, Agosto y Octubre, con una LHC de 36,2 cm, 29,3 cm 32,5 cm y 32,4 cm respectivamente. Además se obtiene que en las edades donde coexisten individuos maduros e inmaduros, es decir 3 y 4 años, los ejemplares con una menor LHC coinciden con los inmaduros y los especímenes sexualmente maduros son de mayor longitud corporal.

Al relacionar la longitud (LHC) de los ejemplares con la edad se obtiene una correlación positiva entre ambas variables, obteniendo en el caso del núcleo principal $R=0,84$, $n=118$, $p=0,05$ para las hembras, $R=0,87$, $n=101$, $p=0,05$ para los machos y $R=0,82$, $n=39$ y $p=0,05$ para los inmaduros. En el núcleo secundario también existe una correlación significativa entre la edad y el tamaño de las serpientes obteniendo un coeficiente de correlación en las hembras de $R=0,094$, $n=8$, $p=0,05$ y en los machos de $R=0,93$, $n=32$, $p=0,05$. (Figs.44 y 45)

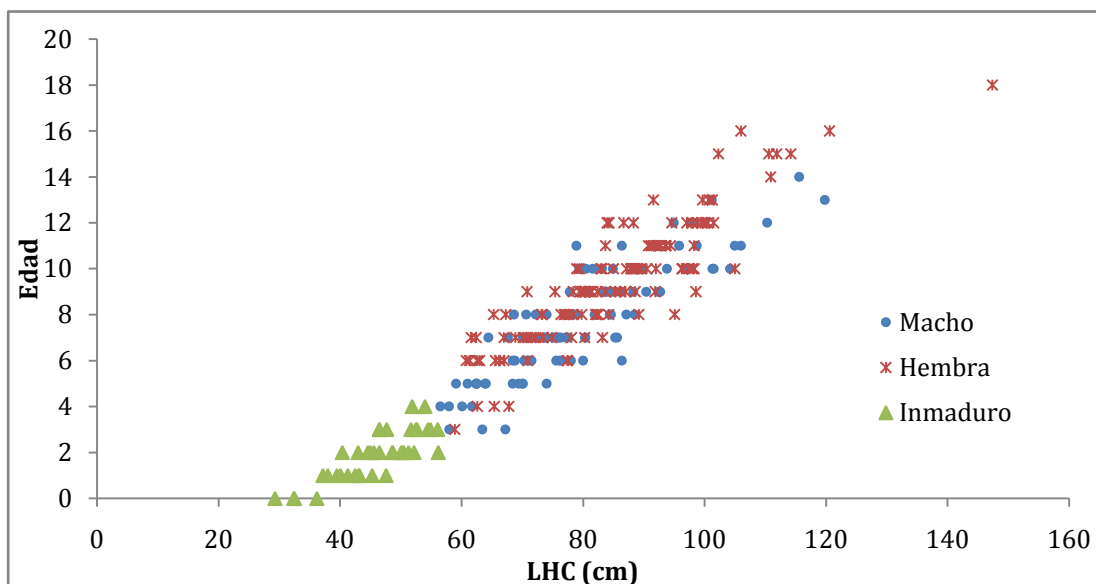


Fig.44. Relación entre el tamaño (LHC) de los ejemplares y la edad estimada según anillos óseos de crecimiento en el núcleo principal.

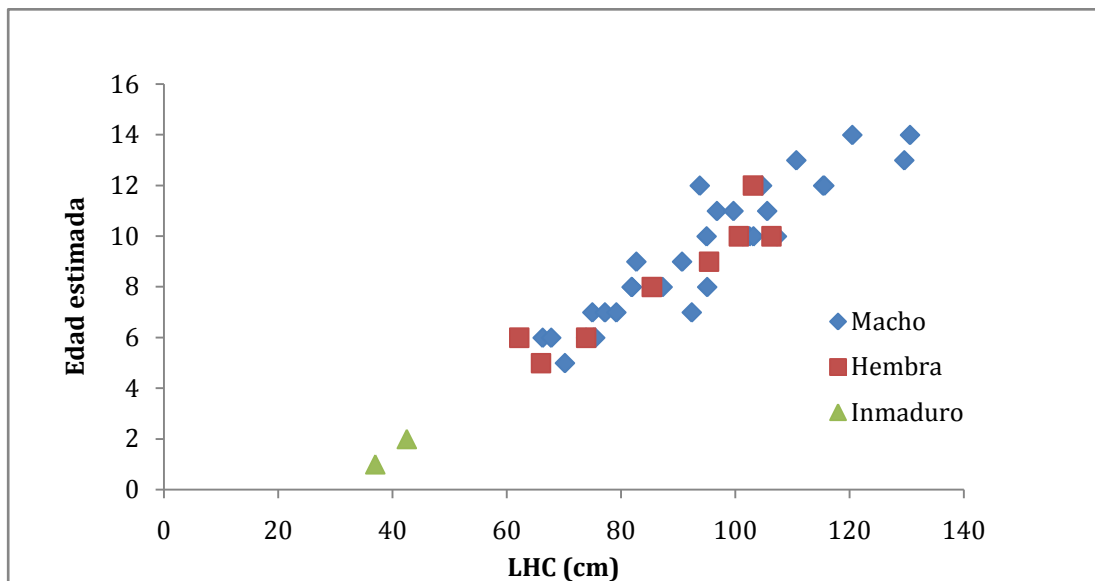


Fig.45. Relación entre la longitud hocico-cloaca (LHC) y la edad estimada de las serpientes en el núcleo secundario.

Cuando se analiza la estructura de ambas poblaciones (machos, hembras y juveniles) en función de la edad, se observa como en el núcleo principal se han apresado individuos de todas las edades, los inmaduros o juveniles presentan un intervalo de edad de 0 a 4 años, las hembras de 3 a 18 años aunque no se han encontrado hembras de 5 ni de 17 años. Los machos analizados poseen una edad estimada entre los 3 y los 14 años. (Fig.46)

En el núcleo secundario no se han capturado ejemplares de todas las edades estimadas, no habiéndose encontrado ningún ejemplar con 3 o 4 años. El intervalo de edad estimada para los inmaduro es de 1 y 2 años, para los machos es de 5 a 14 y las hembras tienen una edad comprendida entre los 5 y los 12, sin que en esta área se hallan obtenido hembras con 7 ni 11 años. (Fig.47)

Del estudio de la estimación de la edad se desprende que todos los individuos de ambos núcleos poblacionales son maduros sexualmente partir de los 5 años. En el área principal se han hallado hembras y machos sexualmente maduros con una edad estimada de 3 años.

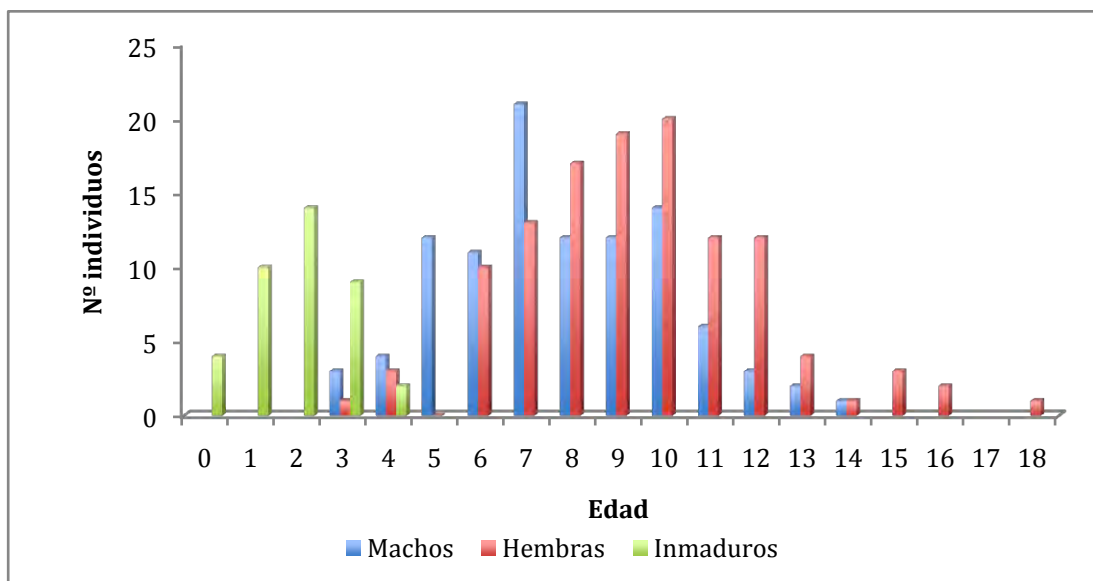


Fig.46. Estructura de edades según capturas realizadas en el núcleo principal.

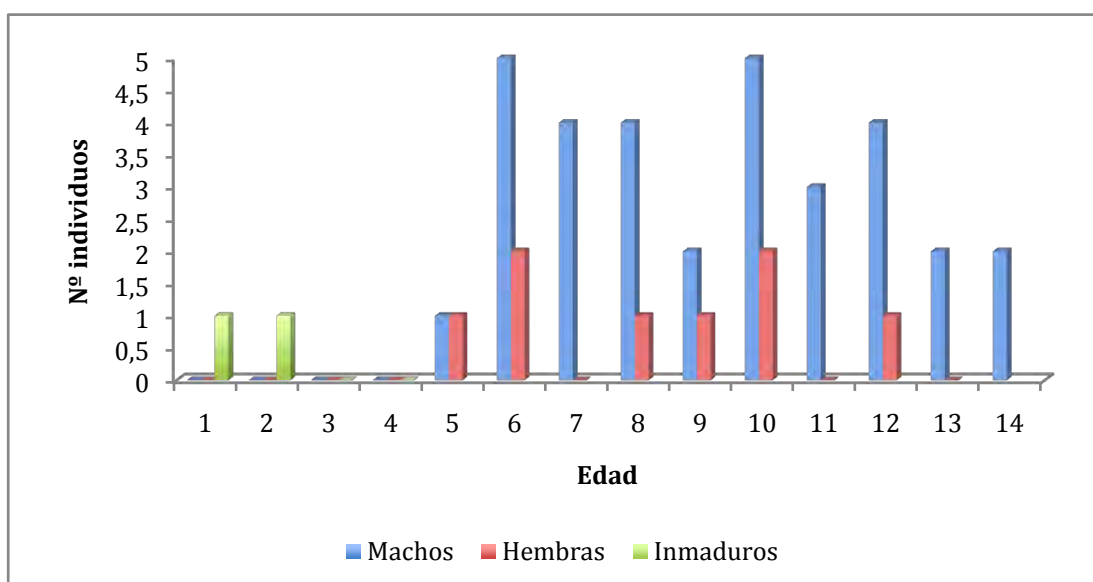


Fig.47. Estructura de edades por capturas realizadas en el núcleo secundario.

4.- Dispersión

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 2013 que se localizaron fuera de los focos poblacionales de ambas áreas afectadas. Se observó como todos los ejemplares analizados que se alejaron

del foco eran individuos sexualmente maduros, en el núcleo principal la mayor parte de las serpientes halladas fuera del foco eran machos (70,6 %) las hembras quedaron representadas por un 29,4 %, 4 de las cuales se encontraban grávidas en el momento de la captura destacando entre ellas un ejemplar apresado en el municipio de Ingenio y únicamente se detectó una hembra sexualmente madura pero sin huevos en el área principal. En la siguiente imagen se observa como parece que la mayoría de los machos se desplazaron hacia la costa y hacia el norte, mientras que las hembras grávidas lo hicieron hacia el sur y hacia el interior de la isla. (Fig.48)

Todos los ejemplares estudiados que se encontraron fuera del foco en el núcleo secundario correspondieron con machos adultos, no se encontró ninguna hembra fuera del foco poblacional. (Fig.49)



Fig. 48. Ejemplares capturados en el núcleo principal. Ejemplares del foco (Naranja), machos maduros(rojo), hembras maduras con huevos (verde), hembras sexualmente maduras sin huevos (azul) y especímenes que no han llegado al laboratorio por lo que no se les ha realizado necropsia(negro).



Fig. 49. Ejemplares capturados fuera del foco del núcleo secundario. Machos maduros(rojo), individuos procedentes del foco (naranja) y ejemplares no necropsiados (negro).

5.- Conclusiones

Los resultados obtenidos del estudio de los parámetros biométricos, realizados a los 300 ejemplares analizados en el año 2013, mostraron diferencias entre las poblaciones estudiadas y entre los sexos. Los ejemplares procedentes del núcleo secundario tuvieron una media de peso y Longitud hocico-cloaca ($252,2 \pm 137,2$ g y $89,9 \pm 20,6$ cm) superior a los individuos originarios del núcleo principal con unos valores de $186,1 \pm 117,6$ g y $77,2 \pm 18,8$ cm, este hecho también se observó en el estudio realizado en el 2012. La disponibilidad de recursos en una etapa temprana de la vida de los organismos tiene un importante efecto en las tasas de crecimiento posteriores y, por lo tanto, en el tamaño corporal máximo alcanzado por los individuos. La variación en el tamaño del cuerpo entre las poblaciones de la misma especie geográficamente separadas puede surgir cuando estas poblaciones están bajo diferencias climáticas, a la competencia interespecífica, acceso a distintos recursos alimenticios y variación en la intensidad de la depredación (Dunhan et al., 1978).

La diferencia observada en la dimensiones corporales de los ejemplares de ambas poblaciones se debe posiblemente a la diferencia existente entre ambas áreas en la disponibilidad de los recursos como el alimento y el refugio así como a la distinta presión antrópica que han sufrido los núcleos poblacionales.

Se examinó el peso medio en ambos sexos observándose que las hembras del núcleo principal tenían un peso medio superior al de los machos ($199,7 \pm 131,1$ g y $170 \pm 97,3$ g respectivamente) y en el caso de los ejemplares originarios del núcleo secundario la tendencia se invirtió, siendo de $178 \pm 121,1$ g para las hembras y de $275,4 \pm 135,3$ g para los machos. Este resultado puede deberse al hecho de haber capturado un mayor número de hembras grávidas en el núcleo principal, lo que aumentaría de manera importante el peso medio de las hembras en esta zona.

En la LHC media de hembras y machos de ambos núcleos poblacionales también se observaron diferencias, mientras que en el área principal tanto la longitud hocico- cloaca como la longitud total es mayor en las hembras (LHC: 78,9

$\pm 20,1$ cm y LT: $90,4 \pm 25,1$ cm) que en los machos (LHC: $75,2 \pm 16,9$ cm y LT: $86,5 \pm 19$ cm), en el núcleo secundario sucedió lo contrario siendo los machos los que poseían un mayor valor de LHC y LT de $93,8 \pm 17,6$ cm y de $108,7 \pm 20,1$ cm, teniendo para las hembra unos valores de LHC: $77,2 \pm 25$ cm y LT: $88,9 \pm 28,7$ cm.

El ejemplar de *Lampropeltis getula californiae* de mayor tamaño capturado en el año 2013 en la isla de Gran Canaria corresponde con una hembra con una LT de 165,9 cm, este ejemplar supera en tamaño a todos los capturados con anterioridad. Según Pyron y Burbrink 2009, la longitud máxima que puede alcanzar esta especie en su medio natural es de 200 cm. Lazcano D., 2011 demuestra que existe dependencia entre la cantidad de recursos disponibles y la asignación de la energía. El crecimiento de un individuo no sólo se encuentra influenciado por los genes sino que también interfieren agentes externos como el ambiente, aquellos individuos que poseen una mayor cantidad de recursos disponibles presentan un crecimiento más rápido.

Cuando se compararon los resultados obtenidos de las dimensiones del píleo (LP) se observó que la media de LP fue igual a 1,9 cm en las hembras de ambos núcleos y en los machos del área principal, mientras que fue superior en los machos del área secundaria con un valor de 2,2 cm.

El resultado del examen del tamaño de las colas (LC) mostró leves diferencias entre los sexos, los machos presentaron de media colas más largas que las hembras en los dos núcleos poblacionales. Con unos valores medios para los machos y las hembras del núcleo principal de $11,3 \pm 2,8$ cm y de $10,85 \pm 2,8$ cm y en el núcleo secundario de $14,8 \pm 2,9$ cm y $11,7 \pm 3,7$ cm respectivamente.

El estudio de la presencia/ausencia de colas seccionadas mostró que el 15,6 % de la muestra estudiada ($n=300$) presentó la cola rota. Se observaron diferencias entre ambas poblaciones, en el núcleo principal se encontró una mayor frecuencia de colas seccionadas (16,6%) y en el secundario se observó un menor

porcentaje (9,52 %). Sin embargo cuando se estudió la frecuencia de colas rotas por sexos no se observaron diferencias en el área principal, mientras que en el secundario todos los ejemplares que llegaron al laboratorio con la cola seccionada fueron machos.

La frecuencia de colas seccionadas varió en función del rango de tamaño estudiado, es decir se encontró un aumento en la frecuencia de la cola rota con el desarrollo ontogénico, no se encontraron ejemplares menores de 61 cm con colas seccionadas, todos los inmaduros llegaron al laboratorio íntegros. En los intervalos de tamaño superiores el porcentaje de individuos con colas seccionadas varió en función de la población, mientras que en el núcleo principal aumento de forma proporcional con el tamaño de las serpientes, en el área secundaria la mayor proporción de ejemplares con la cola rota se encuadro entre los 81 y 100 cm LHC, para disminuir posteriormente.

La presencia de lesiones corporales en poblaciones naturales ha sido considerada como una evidencia de intentos de depredación fallidos (Kerfoot, 1975) y como una estrategia eficaz ante los posibles depredadores (Aubret et al, 2005). En los especímenes con una edad más avanzada 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), de esta forma se explicaría porque no se han encontrado ejemplares de pequeño tamaño con la cola seccionada. Los ejemplares de mayor tamaño poseen mayor dificultad en encontrar refugio y son más visibles debido a su tamaño y biología frente a los posibles depredadores y aunque en Gran Canaria *Lampropeltis getula californiae* no posee depredadores naturales si pueden actuar como tal los animales domésticos (gatos, perros y gallinas) e incluso de algún ave rapaz (ratonero común o cernícalo vulgar). Otros autores achacan también la cola rota a otros factores como el atropello, una muda incompleta que acabe necrosando la cola (Harkewicz, 2002) o la parasitación por garrapatas. (Degenhardt and Degenhardt, 1965). (Fig.50)



Fig. 50. Colas de dos ejemplares una seccionada y otra íntegra.

La estructura poblacional presentó una relación de sexos total (machos: hembras) de 1,05:1, existiendo una notable diferencia entre ambas poblaciones siendo de 0,9:1 en el principal y de 4:1 en el secundario. Se cree que los machos son más móviles sobre todo en época de reproducción y esa sería la causa por la que se captura un mayor número de ejemplares machos como ocurre en el área secundaria, sin embargo en la principal se examinó aproximadamente la misma cantidad de individuos maduros de ambos sexos, entre las hembras de esta población se analizó un elevado porcentaje de las hembras grávidas, el estado de gravidez de los ejemplares reduce su velocidad y aumenta las posibilidades de ser capturadas puesto que se mueven más para buscar lugares adecuados donde realizar la puesta.

Al analizar la distribución por tamaño y sexo se obtuvo que en el núcleo principal la mayor parte de los machos estudiados se encontraban comprendidos entre los 61 y 80 cm, mientras que para las hembras fue entre los 81 y 100 cm. Por

el contrario en el núcleo secundario la distribución por rango de tamaño fue más equilibrado encontrándose un mayor número de machos con una LHC superior a los 101 cm, el número de hembras resultó equiparable en todos los rangos superiores a los 61 cm.

El 61,3 % de las hembras estudiadas se encontraban grávidas, la media del número de huevos en los ovarios o en las puestas fue de $9,17 \pm 3,8$ ($n=126$; rango= 1–24) y no estuvo relacionado al LHC de las hembras, este dato puede ser debido a que llegaron al laboratorio ejemplares de gran tamaño con únicamente uno o dos huevos puestos o a punto de ser expulsados, hecho que hace suponer que el resto de los huevos ya habían sido depositados en el medio natural.

El número de huevos por puesta, en su hábitat original oscila entre los 6 y los 12, en cautividad se han reportado puestas de hasta 24 huevos (Hubbs, 2009) y aunque en estudios anteriores se habían encontrado hembras con hasta 29 huevos, en el estudio realizado este año se observó una disminución en el tamaño de la puesta. La mayor parte de las hembras grávidas del núcleo principal y del secundario poseían entre 6 y 10 huevos. El total de huevos contabilizados en el examen de los ejemplares realizado en el año 2013 fue de 736, 713 procedentes de hembras del área principal y 23 de Gáldar.

Cuando se estudió la distribución de las hembras grávidas a lo largo del año se encontraron en ambos núcleos poblacionales hembras con huevos en el mes de Marzo, hecho que nos indica que el acoplamiento se produjo posiblemente en el mes de Febrero. Las hembras maduras en actividad reproductiva fueron encontradas entre los meses de Marzo y Julio, en el área principal se encontraron hembras grávidas en Marzo, Abril, Mayo, Junio y Julio. En el núcleo secundario únicamente se examinaron 3 hembras con huevos, una en el mes de Marzo, una en Abril y otra en Mayo, en esta área no se estudió ninguna hembra apresada en el mes de Junio y en Julio se analizaron 2 hembras sin huevos. La primera hembra que llegó al laboratorio con la puesta ya realizada fue en el mes de Mayo y la última hembra con huevos se capturó en el núcleo principal a principios de Julio.

En reptiles es complicado conocer cuando se produce la espermiogénesis, o formación del espermatozoide, si bien es sabido que con esta aumenta el volumen de los testículos y que estos sufren una involución cuando finaliza el proceso de formación de los gametos masculinos (Pleguezuelos, j.m. 2009), la presencia de conductos deferentes ensanchados y enrollados indica también la existencia de espermatozoides en su interior (Marques et al, 2004).

El volumen testicular en los machos presentó el mismo patrón en ambos núcleos poblacionales, este aumentó paulatinamente desde el mes de Febrero hasta el mes de Mayo para decrecer posteriormente en Junio, coincidiendo nuevamente con el supuesto periodo de cópulas y volvió a aumentar en los meses de Julio y Agosto. En septiembre solo se tienen datos del área principal y el valor del volumen testicular obtenido fue menor que el del mes de Agosto.

Parece ser que los machos poseen una espermatogénesis de tipo estival, en la cual los espermatozoides se producen durante la reproducción del año anterior se almacenan en los conductos deferentes de los machos durante el otoño e invierno hasta el próximo periodo de cópulas, este tipo de ciclo reproductivo es muy común en colúbridos y el más abundante en zonas templadas, y donde el periodo de apareamiento principal ocurre en el primer semestre de la primavera pudiendo variar un poco según la especie y localidad. En áreas donde los ciclos reproductivos son estacionales la actividad de las serpientes puede estar directamente relacionada con la reproducción y la alimentación. (Saint, 1982).

Se estudiaron un total de 4 neonatos que fueron encontrados en los meses de Junio, Agosto y Octubre. Los ejemplares recién nacidos que fueron analizados midieron entre 29,3 y 36,2 cm de LHC, con una media de $32,6 \pm 2,8$ cm y pesaron entre 11 y 18,2 g con una media de $13,1 \pm 3,4$ g. El neonato más pequeño midió 29,3 cm de LHC y se encontró en Agosto y el primero que se capturó fue en Junio con un LHC de 36,2 cm.

El estudio realizado durante el 2013 ha permitido ampliar el conocimiento del ciclo reproductor que esta especie invasora tiene en la isla de Gran Canaria. Los ciclos reproductivos de ambos sexos y en ambos núcleos poblacionales son presumiblemente estacionales, con una mayor actividad en el periodo comprendido entre los meses de Marzo y Julio. En base a los datos recabados de las necropsias realizadas en el 2013 se cree que el acoplamiento se produce posiblemente entre los meses de Febrero y Mayo, las hembras se encuentran grávidas durante el periodo comprendido entre Marzo y Julio, la puesta la relazarían entre Abril y Agosto y los nacimientos se producirían desde el mes de Junio hasta Octubre.

Según Seigel & Ford, 1987 los ciclos reproductivos en las serpientes pueden estar relacionados con la variación climática, temperatura y pluviometría. Varias cualidades reproductivas de ectotermos están correlacionadas con las temperaturas ambientales : en las hembras la frecuencia de reproducción , número de puestas por año, momento en el que realizan las puestas y el ciclo espermatogenico en los machos(Zug, 1991).Aspectos importantes de la reproducción como los ciclos reproductivos, la madurez sexual, la fecundidad y el dimorfismo sexual difieren entre especies y poblaciones, debido a que pueden estar condicionados por factores abióticos, ecológicos, ambientales, filogenéticos y geográficos (López S., 2009)

Las serpientes alcanzan la madurez sexual cuando adquieren un tamaño determinado más que a una determinada edad. Las hembras de *Lampropeltis getula californiae* alcanzaron la madurez sexual con una mayor longitud hocico cloaca que los machos, la hembra madura más pequeña tuvo 58,9 cm de LHC y el macho maduro de menor tamaño tuvo 56,5 cm de LHC.El dimorfismo sexual en la maduración es común en las serpientes, las hembras suelen madurar a tamaños más grandes que los machos (Feriche 2008),Hubbs (2009) considera adultas las serpientes con un tamaño de 61 cm. Parece ser que en la isla de Gran Canaria ambos sexos adquieren la madurez sexual a tamaños ligeramente menores, se considera que *Lampropeltis* alcanza la madurez sexual a los 3 o 4 años tanto los

machos como las hembras. Según Lazcano D., 2011 es el tamaño y no la edad el determinante en la supervivencia y en el alcance de la madurez sexual y, por lo tanto, en la reproducción.

En el año 2013 se ha analizado una baja representación de juveniles, en el núcleo principal el porcentaje de inmaduros alcanzó el 15% de los ejemplares estudiados, sin embargo en el núcleo secundario solo representaron un 4,7 %.

Los inmaduros procedentes del área principal fueron capturados entre los meses de Febrero y Octubre, en el área secundaria se estudiaron 2 inmaduros uno en Mayo y otro en Agosto. La diferencia existente entre ambas poblaciones si el esfuerzo de muestreo es el mismo, podría deberse a la diferencia de recursos disponibles, a las variaciones climatológicas y orográficas de cada una de las zonas.

Cuando se analizó la frecuencia de individuos maduros frente a inmaduros por rangos de edad se encontraron en el núcleo principal machos y hembras sexualmente maduros en el rango de tamaño comprendido entre los 41 y 60 cm, mientras que en el núcleo secundario todos los ejemplares estudiados encuadrados en esta LHC fueron considerados inmaduros.

La dieta de *Lampropeltis getula californiae* en Gran Canaria parece estar fundamentada en reptiles endémicos Lagarto de Gran Canaria o *Gallotia stehlini* (Schenkel, 1901) y Lisa grancanaria (*Chalcides sexlineatus* Steindachner, 1891). Se han observado diferencias entre las serpientes de ambos núcleos poblacionales en relación a la frecuencia, en la dieta de los ejemplares originarios del núcleo principal predominaron los lagartos de gran canaria con un 58%, un 24 % de lisas y los mamíferos quedaron representados un 17%. En los ejemplares procedentes del núcleo secundario los pequeños roedores formaron parte fundamental de la dieta de esta especie con una representación del 30 %, al igual que el lagarto y la lisa. Durante las necropsias realizadas se encontró únicamente una serpiente con una *Tarentola boettgeri* Steindachner, 1981 o Perenquén de Boettger en el área secundaria. También se halló que *Lampropeltis* puede depredar sobre pequeños

conejos, encontrándose un gazapo regurgitado por un ejemplar procedente del núcleo principal.

La dieta de *Lampropeltis* en Gran Canaria es variada desde mamíferos, aves hasta reptiles, la proporción de los mismos varia dependiendo de las costumbres de cada animal, de la abundancia en la zona y de las condiciones medioambientales. Las serpientes son carnívoras, se alimentan normalmente de animales, sin embargo, en ocasiones se vuelven carroñeras e incluso pueden consumir huevos de aves o reptiles, encontrándose en el estómago de un ejemplar del área principal un huevo de *Lampropeltis*.

La serpiente real de California se alimenta en su hábitat natural de otras especies de serpientes, en Gran Canaria no existe ninguna especie de ofidio autóctono y no se tiene constancia de que los ejemplares de la serpiente real de California depreden sobre individuos de su misma especie. También se ha reportado que esta especie depreda sobre pequeñas aves sin embargo en el estudio realizado en el año 2013 no se ha encontrado restos de aves en el aparato digestivo de los ejemplares necropsiados.

Al estudiar la variación de la dieta de la serpiente real de California con el desarrollo ontogénico se observaron diferencias. Al igual que el estudio realizado en el 2012 los individuos más pequeños, con un tamaño inferior a 80 cm (LHC) depredaron sobre micromamíferos y sobre todas las especies de reptiles halladas, siendo el único grupo en el que se han encontrado restos de *Tarentola boettgeri*. En los ejemplares con un LHC entre 80 y 100 cm se hallaron micromamíferos, *Gallotia stehlini* y *Chalcides sexlineatus*. Parece ser que los individuos de mayor tamaño depredaron principalmente sobre el lagarto de Gran Canaria (*Gallotia stehlini*) y en el núcleo secundario también sobre pequeños mamíferos.

La presa que contribuyó con una mayor biomasa a la dieta en este caso fue el gazapo, seguido por la lisa de gran canaria (*Chalcides sexlineatus*), al contrario

que en el año 2012 , en el que *Gallotia stehlini* era el que aportaba una mayor biomasa, en el 2013 el lagarto quedó situado en tercer lugar. En estudios sucesivos se deberá profundizar en este tema en función de la obtención de un mayor número de datos. En ofidios generalistas , es usual que el análisis de la biomasa que aporta cada presa a la dieta sea más significativa para endodermos (mamíferos) con respecto a los ectodermos (reptiles).Las serpientes consumieron presas que varían en longitud desde los 3,6 cm hasta 16,9 cm de longitud hocico-cloaca y no existió relación entre el tamaño del depredador y de la presa, de manera que las serpientes de mayor tamaño pueden consumir presas grandes y pequeñas.

El estado nutricional general de ambas muestras poblacionales era bueno, aunque el porcentaje de grasa varió a lo largo del año en función del sexo y de la población. Las hembras tuvieron un porcentaje medio de grasa corporal superior a los machos del núcleo secundario y en el núcleo principal la tendencia se invirtió.

En ambos núcleos se observó como los ejemplares que tenían un mayor porcentaje de grasa corporal eran las hembras grávidas con huevos poco desarrollados, es probable que las hembras con huevos en estadios tempranos de desarrollo posean mayores requerimientos energéticos para asegurar la viabilidad de los huevos. Según , Santos 2005, los organismos ectotérmicos usan recursos endógenos previamente almacenados en los tejidos corporales especializados para posteriormente invertirlos en la reproducción. Las hembras maduras sin huevos también tenían un elevado índice de grasa seguidas por los machos maduros. Las hembras grávidas que se encontraban a punto de realizar la puesta o aquellas que acababan de realizarla tuvieron una menor proporción de grasa corporal. El menor porcentaje lo encontramos en individuos inmaduros, seguramente debido a la dificultad que estos poseen para encontrar presas.

De este estudio se desprende que la especie introducida *Lampropeltis getula californiae* no posee problemas para encontrar alimento en ninguna de las áreas de estudio y que el alimento no es en principio un factor limitante para su dispersión.

La edad máxima estimada varió en función del área de procedencia de los ejemplares mientras que en el núcleo principal fue de 18 en el secundario resultó inferior, con unos 14 años.

El ejemplar con una edad estimada de 18 años correspondió con el individuo de mayor tamaño capturado, llegando a tener una longitud corporal total de 165,9 cm, indicando que este ejemplar nació supuestamente en 1995. Este dato no es muy significativo puesto que únicamente se ha estimado esta edad en un individuo sin saber si el ejemplar pertenece desde su nacimiento a la población del núcleo principal, o si se trata de una hembra criada en cautividad y posteriormente introducida intencionadamente o accidentalmente en la naturaleza.

El estudio de la edad por medio de la osteocronología puede presentar algunos problemas que pueden interferir en los resultados como la remodelación o reabsorción de las marcas de crecimiento, la presencia de marcas irregulares, compactas y no visibles por lo que la edad estimada del ejemplar será siempre inferior o igual a la edad real del individuo. (Zug, 1991)

Las serpientes presentan un crecimiento indeterminado, continúan creciendo incluso después de alcanzar la madurez sexual. (Lazcano D., 2011) La edad y la longitud son dos variables estrechamente relacionadas pero existe variación en el tamaño promedio, entre ejemplares de la misma edad, entre los individuos de una misma población y entre poblaciones. En los reptiles la probabilidad de alcanzar la edad adulta depende de variables fenotípicas, factores genéticos y de las presiones ambientales. (Perdomo M.C., 2009)

Cuando las especies exóticas invaden un nuevo ecosistema estas pasan por diferentes etapas desde la introducción en un hábitat donde no son originarias, una naturalización, una propagación, una invasión activa y finalmente se llega a la transformación del ecosistema. En la isla de Gran Canaria *Lampropeltis* se encuentra ya naturalizada y cuando se observa el mapa de dispersión se

comprueba que los ejemplares que tienden a desplazarse fuera de los focos de ambas áreas son machos sexualmente maduros y en el núcleo principal también se han encontrado hembras grávidas, hay que tener en cuenta que se capturaron individuos en la periferia de los focos que no han podido ser necropsiados.

Una vez establecida una especie invasora, es probable que la velocidad de propagación aumente con idoneidad climática, por ejemplo 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) siendo utilizado a menudo el clima como un factor para predecir el potencial invasor de especies exóticas (Ficetola et al 2007).

6.- Consideraciones finales

Las invasiones biológicas constituyen unos de los mayores problemas para la conservación de la biodiversidad, pueden cambiar hábitats alterando las relaciones entre las especies e incluso reemplazar las especies nativas.(Travest y Santamaría 2004) Las introducciones han contribuido a la extinción del 40 % delas especies por competencia, depredación, enfermedades, ocurriendo la mayoría de estas extinciones en islas oceánicas o ecosistemas lacustres.(Groombridge 1992)

Los reptiles endémicos sobre los que depreda la serpiente real de California en la isla de Gran Canaria son vulnerables a cualquier alteración de su ambiente o reducción en su área de distribución, por lo que la protección de los mismos es muy importante.

En Gran Canaria *Lampropeltis getula californiae* o serpiente real de California, es una especie introducida e invasora, todo ello favorecido por la ausencia de depredadores naturales, la facilidad de reproducción de esta especie, su propagación, su elevada tasa reproductora, la dificultad de su erradicación y las óptimas condiciones climáticas de la isla.

Aunque se han encontrado algunos ejemplares de *Lampropeltis getula californiae* fuera de los focos de ambos núcleos poblacionales la distribución de *Lampropeltis* se encuentra actualmente bien localizada en dos núcleos separados y es fundamental evitar que se produzca dispersión hacia zonas potencialmente más óptimas evitando que la población invasora llegue a un punto crítico a partir del cual se dificulte su control.

Es importante recabar la máxima información posible sobre la presencia o ubicación de la especie *Lampropeltis getula californiae* así como de su biología, con el fin de realizar una gestión eficaz para limitar la dispersión, para poder detectar de manera temprana posibles intentos de nuevos establecimientos en otros puntos de la isla, permitiendo detectar antes de que se establezca y se extienda en esa zona, haciendo el control y la erradicación de la especie más eficaz y menos costosas.

Es conveniente intensificar el muestreo y la captura de ejemplares del medio natural en la zona de los focos y dirigir el esfuerzo de muestreo también en la búsqueda de la extensión de la invasión para prevenir una mayor propagación, aprovechando para ello 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 de ejemplares posible persiguiendo la total erradicación de ambas poblaciones.

Se estima oportuno crear en el archipiélago un sistema de control y de vigilancia para la detección temprana de la introducción y escapes de especies potencialmente invasoras, con el fin de minimizar la probabilidad de su ocurrencia. Considerando la prevención como la acción menos costosa y más ambientalmente sostenible para combatir la introducción de especies. Shine et al. (2000)

7.- Bibliografía

- Aguiar LPS & Di-Bernardo. (2005) Reproduction of the water snake *Helicops infrataeniatus* (Colubridae) in southern Brazil. *Amphibia-Reptilia* 26: 527-533.
- Aubret, F., Bonnet, X., Maumelat, S. (2005): Tail loss, body condition and swimming performances in Tiger Snakes, *Notechis ater occidentalis*. *J. Exper. Zool.* 303: 894-903.
- 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.
- Dunhan, A.E., Tinkle, D.W., Gibbons, J.W. (1978): Body size in island lizards: A cautionary tale. *Ecology* 59:1230-1238.
- Ferliche M., Pleguezuelos J. M., and Santos X. 2008. Reproductive ecology of the Montpellier snake, *Malpolon monspessulanus* (colubridae), and comparasion 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.

- Groombridge, B. (1992). Global Biodiversity: Status of the Earth's Living Resources. Chapman and Hall, London.
- 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 kingsnake, *Lampropeltis getula californiae* (Serpentes: colubridae). Zoology. 107 (3), 191-200.
- Kerfoot, W.C. (1975): The divergence of adjacent populations. Ecology 56: 1298-1313.
- 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, N° 2.
- 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.

- Marques OAV & Puerto G., (1998) Feeding, reproduction and growth in the crowned snake *Tantilla melanocephala* (Colubridae), from southeastern 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.
- Perdomo M. C., 2009. Condición corporal de hembras grávidas de iguana verde en dos sitios del estado de Veracruz.
- 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 osteocronológico 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.
- Saint Girons H. 1982. Reproductive cycles of male snakes and their relationships with climate and female reproductive cycles. *Herpetologica*, 38 (1):5-16.
- Santos X., Llorente G.A., Feriche M., Pleguezuelos J.M., Casals F. and Sostoa A. 2005. Food availability induces geographic variation in reproductive timing of an aquatic oviparous snake (*Natrix maura*). *Amphibia-Reptilia* 26:183-191
- 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.
- Shine, C., N. Williams y L. Gündling. 2000. A guide to designing legal and institutional frameworks on alien invasive species. *uicn*, Gland.
- Simberloff, D. (1976). Species turnover and equilibrium island biogeography. *Science*, 194, 572-8.
- 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.
- 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.

Walker BH. And Steffen WL,. (1997) Global change and terrestrial ecosystems. IGPB Book Series. Cambridge University Press, Cambridge.

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