

47924

Viabilidad del Control de Ofidios en Ibiza y Formentera

Asociación Herpetológica Española



ÍNDICE

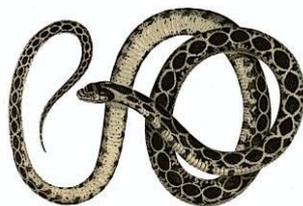
I.	Ofidios y Pitiusas	3
II.	Las Pitiusas, los olivos y la importación de plantas de gran porte	9
III.	Ofidios introducidos en Ibiza y Formentera	14
IV.	Distribución y abundancia de las especies de ofidios en Ibiza y Formentera	26
V.	El origen de los ofidios de Baleares	32
VI.	El control de ofidios en islas	40
VII.	Control de ofidios en Baleares; experiencia previa	50
VIII.	Viabilidad del control de ofidios en Ibiza y Formentera: recomendaciones y conclusiones	56
IX.	Algunas medidas desarrolladas en el transcurso del proyecto	60
X.	Agradecimientos	
XI.	Bibliografía	

Informe elaborado por

José A. Mateo y Enrique Ayllón

Asociación Herpetológica Española

471924



Palma, 27 de Marzo de 2012

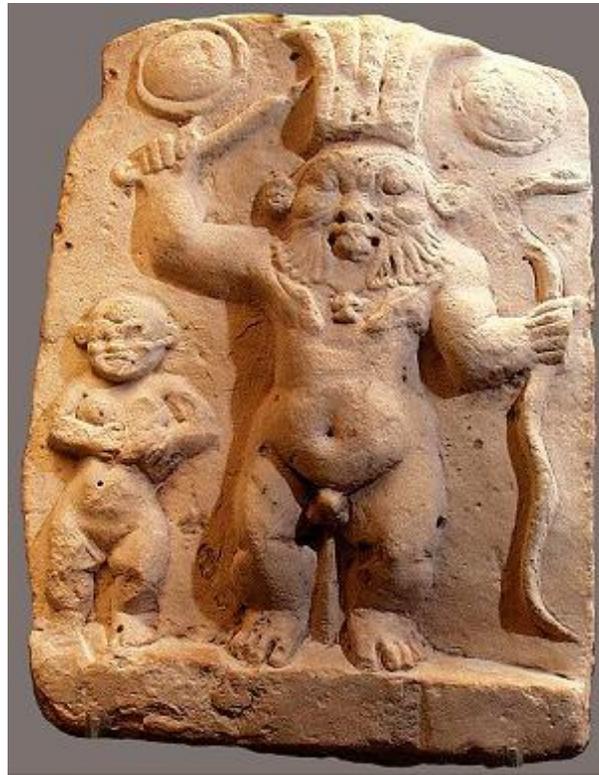
CONTENIDO DEL CD

ARCHIVO PDF DEL INFORME

Anexo I
Anexo II

Registro de ofidios en Pitiusas
Curso de Ofidios

I - OFIDIOS Y PITIUSAS



47924

La insularidad, la distancia al continente y los cambios climáticos del Cuaternario determinaron que Ibiza y Formentera carecieran de ofidios autóctonos a la llegada del hombre.

La vinculación al culto a Bes y el carácter protector de esta deidad ante ofidios probablemente determinó que en la antigüedad no se introdujeran culebras en estas dos islas como símbolo de identidad.

OFIDIOS Y PITIUSAS

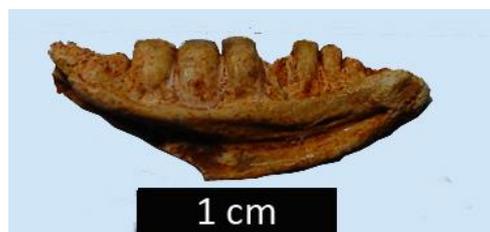
De todas las islas que salpican el mar Mediterráneo sólo 63 tienen una superficie que supera los 75 km². A finales del siglo XX todas, excepto dos, presentaban al menos una especie de ofidio en su fauna. Las dos excepciones no eran otras que Ibiza (la 14^a en superficie, con 577km²) y Formentera (la 60^a, con 83km²).

Registro Paleontológico

El registro fósil Cuaternario incluye hasta una docena de especies de reptiles en las islas que componen el Archipiélago Balear. Sin embargo, la mayor parte de esas especies no soportó los intensos cambios bioclimáticos sufridos por la región mediterránea a lo largo del Pleistoceno, y se extinguieron (Alcover & Mayol, 1981; García-Porta et al. 1988; Bailón et al. 2005, 2010). Tortugas terrestres, anfisbénidos, gecónidos, escíncidos, ánguidos, algún lacértido de porte mediano, un colúbrido y una víbora de gran tamaño acabarían extinguiéndose al compás de los vaivenes glaciares del Cuaternario (Bailón *et al.* 2005, 2010).

Tras la última glaciación, su condición insular y su relativa lejanía a los continentes dificultaron que

fueran recolonizadas de forma pasiva por otras especies. Por esa razón, los únicos vertebrados terrestres no voladores que encontraron los primeros pobladores humanos de Ibiza y Formentera eran lagartijas (*Podarcis pityusensis*). Sin embargo, muy pronto empezaría a cambiar la situación, y las primeras especies que suelen acompañar –voluntaria o involuntariamente– al hombre empezaron a establecerse.



Arriba, maxilar de un robusto Lacértido dotado de dientes fuertemente ambliodontos que vivió en Baleares durante el Plioceno y parte del Pleistoceno. Fotografía Salvador Bailón; abajo, *Podarcis pityusensis*, el único reptil que encontraron los primeros pobladores de las Pitiusas.

Las Primeras Introducciones

Hace tres o cuatro mil años los primeros pobladores de Ibiza pudieron traer desde la Península Ibérica las primeras *Tarentola*

mauritanica, ya que ese parece ser el origen genético de los *dragons* que hoy en día se encuentran en esa isla (Harris et al., 2010; Carretero com. pers.). Algo más tarde se asentaría la salamandrea rosada (*Hemidactylus turcicus*), un pequeño geco originario de Oriente Medio (ver Carranza et al., 2008; Rato et al., 2010; Mateo et al., 2011), probablemente traído desde allí por los fenicios, que en el siglo VIII antes de Cristo habían fundado sus primeros asentamientos en Ibiza (Velázquez, 2007). Con estas dos especies se completó la terna de reptiles que a finales del siglo XX poblaba las Pitiusas (Compte, 1966).

Al menos otro reptil ha llegado a aclimatarse en las Pitiusas. Se trata de la tortuga mora -*Testudo graeca*-, que a finales del siglo XIX presentaba poblaciones en regresión en los alrededores de Santa Eularia des Riu y en Formentera (Boscá, 1883; Maluquer, 1918). Las dos poblaciones de tortuga, muy probablemente originadas a partir de fundadores procedentes de los alrededores de Orán durante la segunda mitad del siglo XVIII, acabaron por extinguirse a lo largo de la segunda mitad del siglo XIX y

primera del siglo XX (Mateo et al., 2011).

Resulta razonable pensar que otras especies de reptiles hayan podido seguir la misma senda que las tortugas moras sin dejar, en esos casos, ningún rastro bibliográfico (ver Williamson, 1996). Aún así, si comparamos la lista de especies aclimatadas antes de 1975 en Ibiza y Formentera con otras islas mediterráneas, como Mallorca o Menorca (ver Mateo et al., 2011), comprobaremos que las Pitiusas han sufrido muchas menos introducciones a lo largo de su historia que otras islas del entorno.

Ofidios en la Historia de las Pitiusas

A partir del siglo VII antes de Cristo los antiguos pobladores serían rápidamente asimilados por los recién llegados, adoptando muy pronto la cultura y la lengua cananeas. La isla sería entonces puesta bajo la protección de Bes, un dios benefactor de aspecto grotesco, que protegía a la familia y el hogar ante cualquier mal, y muy especialmente ante la picadura de serpientes venenosas. Por esa razón se le solía representar con una

serpiente muerta en la mano izquierda y un cuchillo en la derecha (Figura 1).

Ibiza pasaría pronto a ser conocida como la Isla de Bes (*ʿybsm*, *²ibošim), adoptando la figura del dios aniquilador de serpientes como símbolo de su identidad. Por esa razón, casi todas las monedas acuñadas durante el periodo púnico en la ceca de Ibiza llevarían grabadas la efigie del Bes “*serpenticida*” en al menos una de sus dos caras (Fernández, 1975).



Bajorrelieve del Dios Bes con la serpiente y el cuchillo; Tablilla procedente de la necrópolis Ptolomaica de Saqqara (siglo III a.d.C.). Allord Pierson Museum, Amsterdam.

Es muy probable que la aversión a los ofidios por la que se reconoce a Bes fuera también adoptada por los ibicencos, y que la ausencia de

serpientes en la isla fuera entonces asumida como un símbolo de su identidad, en contraposición al culto a otras deidades afines a la serpiente, como Esculapio, Astarté, Isis o Mitra, practicado en otros puntos del Mediterráneo (Fernández, 1975; Velázquez, 2007; Ortiz-Santaliestra et al., 2011)¹.



Monedas procedentes de la ceca púnica de *Ibošim* (Ibiza), con la efigie de Bes “*serpenticida*”.

En esas regiones en las que las serpientes eran vistas como animales benéficos o neutros, el trasiego de ofidios de orígenes variados sería continuo, registrándose entonces numerosas aclimataciones y algunas naturalizaciones que han llegado hasta nuestros días en islas tales como

1 Un caso similar puede encontrarse en la Irlanda actual. Según la tradición del siglo IV, la ausencia de ofidios -un animal asociado al maligno por el Cristianismo- en esa isla se debe a una intervención de su protector, San Patricio.

Mallorca, Menorca, Cerdeña, Malta o Lampedusa (Mateo et al. 2011).

En las vecinas islas de Mallorca y Menorca, que también carecían de ofidios antes de la llegada del hombre, pronto quedarían naturalizadas la culebra de cogulla argelina (*Macroprotodon mauritanicus*), la viperina (*Natrix maura*) o la de escalera (*Rhinechis scalaris*), a partir de fundadores argelinos, franceses e ibéricos, respectivamente (ver Mateo et al., 2011). Estas introducciones han sido alternativamente asociadas, además de a los cultos *ofidiófilos*, al control de las poblaciones de roedores, e incluso al aprovisionamiento de individuos destinados a la guerra biológica (Pleguezuelos, 2002; Mateo et al., 2011; véase también Nepote, alrededor de 50 a.C.).

En el siglo II antes de Cristo, y coincidiendo con la destrucción de Cartago, la población de Ibiza se rendiría pragmáticamente sin lucha a los romanos, consiguiendo mantener durante varios siglos la lengua cananea, el sistema social púnico y el culto a Bes. Precisamente en el Siglo I, cuando púnicos y romanos todavía convivían en Ibiza sin mezclarse, dos autores latinos escribirían acerca de la

isla y la misteriosa ausencia de ofidios. El primero en hacerlo sería el geógrafo Pomponio Mela que en su obra *De Chorographia* (Mela, alrededor de 43) afirmaba:

... (*Ebusus*) *omnium animalium quae nocent adeo expers, ut ne ea quidem quae de agrestibus mitia sunt aut generet aut si invecta sunt sustineat. Contra est Colubraría, cuius meminisse succurrit, quod cum scateat multo ac malefico genere serpentium et sit ideo inhabitabilis, tamen ingressis eam intra id spatium, quod Ebusitana humo circumsignaverunt, sine pernicie et tuta est, isdem illis serpentibus, qui alioqui solent obvios adpetere, adspectum eius pulveris aliquod velut virus procul et cum pavore fugientibus.*

[Traducción] ... (*Ebusus*) carece de animales dañinos o salvajes, hasta el punto que ni los cría ni tolera a los que allí se llevan. Enfrente se encuentra la Colubraría, que me viene a la memoria porque, al ser muy abundante en muchos y maléficos géneros de serpientes, es completamente inhabitable; sin embargo, si se entra en un lugar previamente rodeado de tierra ebusitana, se convierte en un lugar agradable y sin peligro, pues aquellas mismas serpientes que de otra manera suelen acometer a todo el que encuentran, huyen lejos asustadas por el aspecto del polvo.

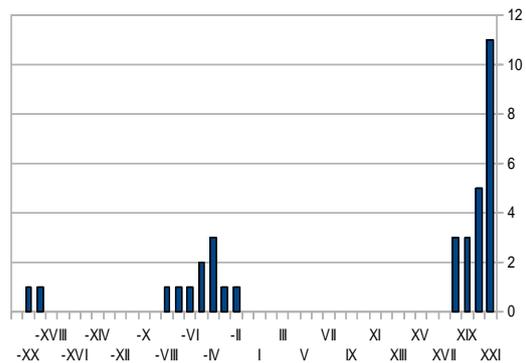
Treinta años más tarde el historiador y naturalista Plinio el Viejo incluiría otra referencia similar en su obra *Naturalis Historia* (Plinius, 77):

Ebusi terra serpentes fugat, Colubrariae parit, ideo infesta omnibus nisi Ebusitanam terram inferentibus;...

[Traducción] La tierra de Ebusus ahuyenta a las serpientes, la de Colubraria las engendra y es muy dañina para todos, a menos que se traiga consigo tierra ebusitana;

En ambos casos los autores latinos -sin hacer referencia directa a los cultos púnicos-, atribuyeron un carácter mágico a la inusual ausencia de ofidios en Ibiza (recordemos que Ibiza y Formentera eran las dos islas de mayor tamaño del Mediterráneo sin serpientes), indicando de forma indirecta el trasiego de especies silvestres que existía por entonces y el “comercio” de tierra ibicenca como un elemento con propiedades sobrenaturales.

La Edad Media no fue una etapa propicia para las introducciones en Baleares (Figura 4), y los posteriores intentos de aclimatación de reptiles foráneos apenas tuvieron éxito y ningún ofidio llegó a establecerse en Ibiza y Formentera hasta los últimos años del siglo XX, cuando el trasiego de árboles procedentes de la Península Ibérica se hizo masivo (ver Mateo et al., 2011).

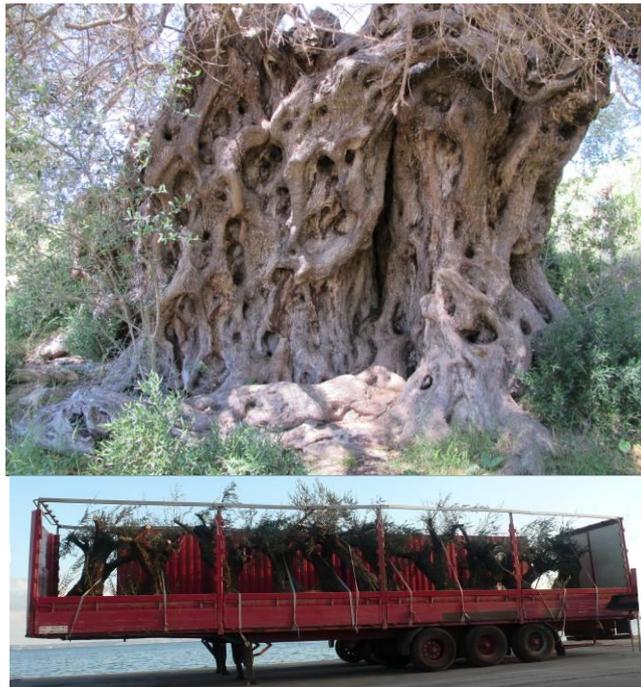


Reptiles naturalizados por siglo en cualquier isla de Baleares desde la llegada del hombre hasta la época actual (a partir de Mateo *et al.* 2011).



II – LAS PITIUSAS, LOS OLIVOS Y LA IMPORTACIÓN DE PLANTAS DE GRAN PORTE

S'Olivera de n'Espanya /Santa Eulària des Riu



Un cambio en la política agraria del olivar, que facilita el arranque de olivos, y las nuevas tendencias en jardinería, en las que se prima el carácter mediterráneo de los nuevos jardines, han determinado que en Baleares se hayan importado miles de árboles desde la Península Ibérica en las últimas décadas.

La ausencia de barreras legales y físicas a la importación de estos olivos ha determinado que numerosas especies asociadas al olivar hayan llegado a las Islas y hayan acabado naturalizándose.

OLIVOS

El olivar, considerado un cultivo estratégico en España, estuvo regulado hasta hace 50 años por leyes que prohibían el arranque de árboles. La Orden Ministerial de 15 de marzo de 1963 volvería a permitir esta práctica, lo que produjo un declive considerable de la superficie plantada en beneficio del girasol, la soja y otros cultivos de semillas oleaginosas.



Remolque con olivos de porte medio en el puerto de Palma (Febrero 2008). Fotografía, Jordi Muntaner.

En 1986, la entrada de España en el Comunidad Económica Europea invirtió esta tendencia, pero también determinó un cambio radical en las técnicas de explotación impuesto por un mercado más competitivo. La transformación del olivar tradicional en otro mecanizable y una conversión varietal dirigida a satisfacer los nuevos gustos del mercado, implicaron también el arranque y la tala de los árboles más viejos

(Fortuny, 2002; Porras & Soriano, 2009). En la actualidad las únicas limitaciones legales al arranque de olivos vienen determinadas por la pendiente del terreno (cuando ésta es superior al 15% debe solicitarse permiso; ver, por ejemplo, Real Decreto 486/2009, de 3 de abril), o por el carácter monumental del ejemplar en determinadas regiones (árboles con perímetro de 6 metros o más, medidos a 1,30 metros del suelo, de acuerdo con la “*Ley 4/2006, de 19 de mayo, de patrimonio arbóreo monumental*”, publicada en el DOGV, 5.265, de 24 de mayo de y en <http://www.boe.es/boe/dias/2006/06/29/pdfs/A24463-24468.pdf>).

Todo ello ha determinado que sólo en los últimos 10 años se hayan arrancado en la Península Ibérica casi un millón de olivos, que han sido preferentemente destinados a leña o a fines jardineros.



Olivos italianos dispuestos para su venta en un vivero de la provincia de Girona.

La disponibilidad de muchos ejemplares a precios razonables ha

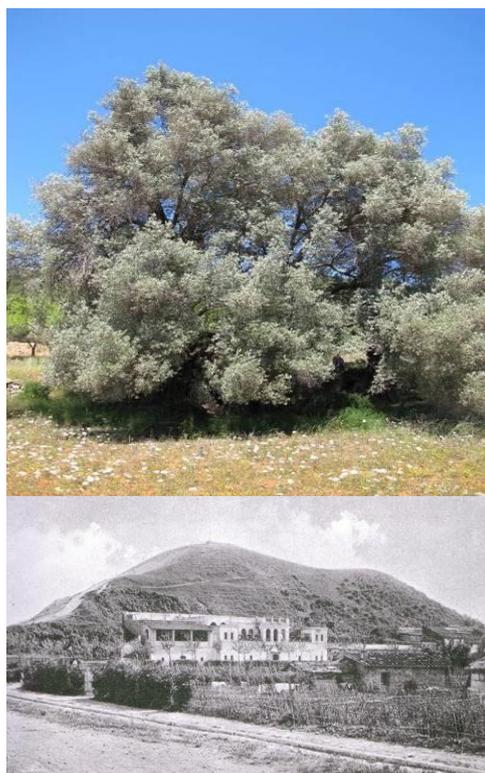
disparado en estos años las ventas de olivos de porte medio y grande, que han inundado las zonas ajardinadas públicas y privadas de regiones mediterráneas en las que esta especie se aclimata sin problemas.

Ibiza y los Olivos

El aceite de oliva ha formado parte, desde la antigüedad, de la cultura ibicenca. No en vano en el siglo I a.C. el geógrafo e historiador griego Diodoro Sículo ya se refería a la existencia de olivos injertados en las Pitiusas, y las ánforas procedentes de Baleares que habían contenido el preciado aceite ayudaron a que el monte Testaccio, cercana a Roma, alcanzara la altura que hoy tiene (Bertrac & Vernière, 1993; Fortuny, 2002).

Como ya adelantaba Diodoro, los olivos ibicencos proceden del injerto sobre acebuches de variedades con valor comercial o, en menor medida, del cultivo de plantones. La importación de árboles de gran porte es, por el contrario, un fenómeno muy reciente en el que los olivos no están dirigidos a la producción de aceite, sino que tienen un uso meramente ornamental.

Algunas encuestas llevadas a cabo en la vecina isla de Mallorca revelan que un solo vivero especializado en la venta de olivos peninsulares importó desde 1992 más de 4000 ejemplares de diferentes portes, procedentes de las provincias de Valencia y Sevilla. El precio de estos olivos oscila en la actualidad entre los 500€ de un árbol mediano, hasta los 28.000€ de los ejemplares de más edad.



Arriba, s'Olivera de n'Espanya, árbol monumental localizado en la finca de Can Milà (Santa Eularia des Riu, Eivissa); abajo, monte Testaccio, cerca de Roma, una colina de 40 metros generada por más de 26 millones ánforas de aceite de oliva traídas desde varios puntos del Imperio, entre los que se encontraban las Islas Baleares.

La inmensa mayoría de los olivos destinados al uso jardinero en Ibiza procede de fincas situadas en la Península Ibérica. Se han traído ejemplares de Córdoba, Sevilla, Jaén o Valencia que, por lo general, son arrancados y transportados durante los meses más fríos del año, coincidiendo con la parada vegetativa del olivo. Con ello se intenta que el árbol sufra lo menos posible durante el traslado, pero también facilita - como veremos- la entrada de especies invasoras.

Un olivo (o cualquier otro árbol) de porte medio dispone de numerosos refugios en tronco y cepellón en los que pueden esconderse especies propias del territorio de procedencia. Cuando el traslado tiene lugar en invierno, los reptiles y otras especies ectotermas viajarán en estado de dormancia, no se moverán durante el viaje y sólo se activarán en primavera cuando el olivo haya llegado a su destino. Además, en estado de brumación (o hibernación reptiliana) la actividad metabólica baja hasta niveles basales, haciendo mucho menos eficaz cualquier plaguicida que pueda utilizarse.

Cuando las especies introducidas están, además, bien adaptadas a las

condiciones mediterráneas que imperan en Ibiza y Formentera, entonces las posibilidades de que llegue a naturalizarse se hacen muy elevadas.

Si la importación consta de pocos árboles que son directamente transplantados en su destino final, la probabilidad de naturalización será mínima. Por el contrario, si la importación es masiva y/o pasa por un vivero o un depósito en el que coinciden muchos ejemplares en espera a ser vendidos, la probabilidad de naturalización aumenta de forma significativa (especialmente cuando la disponibilidad de presas potenciales es elevada).



Olivos peninsulares de porte medio, en un vivero balear.

Es el caso de los viveros localizados cerca de Sant Llorenç y Santa Eularia, que en los últimos años se han comportado como núcleos de radiación de las especies invasoras

(Álvarez *et al.* 2010; y datos no publicados).

En Ibiza y Mallorca también se han descrito casos de introducciones masivas de olivos peninsulares sin paso previo por viveros y en los que se han detectado también la naturalización de una o más especies de ofidios. Es el caso de la finca de Es Fornàs, cerca de la localidad de Sant Rafel (TM de Sant Antoni, Ibiza), y el de la de Cas Guitarró (TM Capdepera, Mallorca).



III - OFIDIOS INTRODUCIDOS EN IBIZA Y FORMENTERA



Tres especies de ofidios asociados al olivar se han instalado en Ibiza y Formentera en los últimos 10 años. Se trata de la culebra de escalera (*Rhinechis scalaris*), de la de herradura (*Hemorrhois hippocrepis*) y de la bastarda (*Malpolon monspessulanus*); las dos primeras se han naturalizado sin apenas problemas en las dos islas, mientras que la tercera sólo se ha encontrado en Ibiza donde es, con diferencia, la más rara de las tres.

OFIDIOS EN IBIZA Y FORMENTERA

A lo largo del mes de mayo de 2003 se detectó por primera vez la presencia de tres especies de ofidios mediterráneos en Ibiza. Un año más tarde las mismas especies empezarían a aparecer también en Mallorca (Oliver & Álvarez, 2010; Álvarez et al., 2010)



Ejemplar de *Rhinechis scalaris* capturado en Ibiza (CRF Sa Coma).

Esta sorprendente sincronía en el tiempo y en las especies detectadas en dos islas diferentes despertó suspicacias (Pether & Mateo, 2007; Oliver & Álvarez, 2010; Álvarez et al., 2010).

Sin embargo, pronto pudo comprobarse que las culebras detectadas se encontraban directamente asociadas a la importación de olivos y otros árboles procedentes de la Península Ibérica, una práctica que hasta la década de los 90 no había tenido importancia (ver capítulo anterior).

Varios ejemplares fueron detectados en un vivero y entre olivos recién importados desde la Península, mientras que otro ejemplar fue capturado cuando salía de un olivo cordobés que estaba siendo transplantado en Port des Torrent (TM Sant Josep; Álvarez et al., 2010). Las tres especies detectadas en mayo de 2003 correspondían a las especies *Rhinechis scalaris* (culebra de escalera), *Hemorrhois hippocrepis* (culebra de herradura) y *Malpolon monspessulanus* (culebra bastarda).

Un año más tarde, en junio de 2004, se detectaron varios ejemplares de *Blanus cinereus* (culebrilla ciega) en el mismo vivero en el que se habían detectado varios ejemplares de *Rhinechis scalaris*. Este anfisbénido ápodo también procede de la Península Ibérica.



El ajardinamiento de rotondas y otros espacios públicos y privados con olivos procedentes de la Península Ibérica está directamente asociado a la introducción de ofidios en Baleares. Rotonda cercana a Capdepera (Mallorca).

Se trata, por tanto, de cuatro especies de reptiles claramente asociadas a los ecosistemas mediterráneos de la Península Ibérica (ver Pleguezuelos et al., 2002).

Al final de este capítulo han sido incluidas cuatro fichas correspondientes a cada una de las especies cuatro especies indicadas, en las que se incluye información acerca de su morfología, su distribución natural, características biológicas, depredadores naturales y categoría de amenaza de acuerdo a los criterios de la UICN.

Posibles implicaciones

La naturalización de estas tres especies podría llegar a tener repercusiones importantes para los ecosistemas de las Pitiusas.

Como hemos podido comprobar, las islas del archipiélago Balear que se han mantenido libres de ofidios hasta hace pocos años (Ibiza, Formentera, Cabrera, Dragonera y otras) han mantenido poblaciones más o menos densas de lagartijas hasta nuestros días (ver Pérez-Mellado, 2009). Por el contrario, Mallorca y Menorca, dos islas en las que se introdujeron tempranamente los ofidios (ver Mateo et al., 2011)

han sido testigos de la extinción de especies autóctonas.

Parece probado que la llegada de la culebra viperina (*Natrix maura*) determinó la extinción del ferreret (*Alytes muletensis*) en Menorca y la Serra de Llevant y el Plà mallorquín, haciendo que en la actualidad ese anfibio endémico pueda ser únicamente encontrado en la serra de Tramuntana (Servei de Protecció d'Espècies, 2009). La introducción de la culebra de cogulla (*Macroprotodon mauritanicus*) en Mallorca y Menorca también podría explicar (al menos en parte) la extinción de *Podarcis lilfordi* en esas dos islas.



Podarcis pityusensis (Formentera), una especie que podría sufrir serios problemas de viabilidad con la presencia de ofidios.

Es previsible por eso que la llegada de tres ofidios, dos de los cuales son consumidores habituales de reptiles, pueda afectar gravemente a la estabilidad demográfica de *Podarcis pityusensis* en Ibiza y Formentera (Álvarez et al., 2010). Las aves

autóctonas y algunas plantas que son polinizadas o dispersadas por lagartijas también podrían llegar a verse afectadas (Rodríguez-Pérez, 2009).



FICHA 1

Culebra de Herradura
Serp de Ferradura
Familia Colubridae

Nombre Científico: *Hemorrhois hippocrepis* (Linnaeus, 1758)

Otro nombre con el que aparece en la bibliografía: *Coluber hippocrepis*.

Morfología: Ofidio esbelto, de cabeza ancha y relativamente plana, de entre 237 y 1660



mm de longitud total (la media se sitúa alrededor de 890mm). Ojos muy grandes separado de la boca por dos filas de escamas (las demás sólo poseen una). Dorso de fondo pardo claro, sobre el que se disponen manchas casi circulares más oscuras; la cabeza presenta un dibujo de herradura invertida característico que justifica el nombre vernáculo.



Distribución: Regiones mediterráneas del norte de Marruecos, Argelia y Túnez, y los dos tercios meridionales de la Península Ibérica. Presente en las islas de Cerdeña (sur), Pantelleria, Zembra, y Congreso (Chafarinas).

Hábitat: Es la más termófila de las culebras ibéricas, frecuentando áreas abiertas y soleadas, cultivos y zonas humanizadas (muros, casas, ruinas...). Es común entre el nivel del mar y los 850 metros, aunque se han

observado individuos por encima de los 1800 metros en las Sierras Sub-béticas y el Atlas.

Categoría de Amenaza (de acuerdo con la UICN):

A nivel mundial: No amenazada-Preocupación menor LC

En España: No amenazada-Preocupación menor LC

Dieta: Los adultos se alimentan exclusivamente de vertebrados, entre los que prefieren a los micromamíferos. También consumen reptiles y, en menor medida, aves. Los juveniles comen invertebrados. Comparadas con otras serpientes, la culebra de herradura come presas pequeñas para su tamaño, siendo las ratas de hasta 100g las más voluminosas que llegan a engullir.

Reproducción y demografía: Especie de madurez relativamente temprana (3 años para las hembras), con una única puesta anual de hasta 14 huevos (alrededor de 8 huevos por término medio). Se ha calculado que cada año se reproducen alrededor del 85 % de las hembras adultas. En libertad pueden vivir hasta 20 años.

Actividad: Diurna y termófila, siendo el ofidio más fácil de ver verano. Es un forrajeador activo, lo que determina que recorra distancias largas cada día y colonice territorios con rapidez. Es muy agresiva, pero carece de dientes inoculadores de veneno. Presenta distancias de huida cortas (alrededor de 10 metros), por lo que es uno de los ofidios de más fácil detección en el campo.

Depredadores: En su área de distribución continental es consumida habitualmente por águilas culebreras y perdiceras, meloncillos y zorros. En Ibiza podría ser capturada por ratoneros y milanos, especies muy escasas, en migración, en la isla.



Izquierda, diseño contrastado del juvenil; derecha, patrón poco contrastado del adulto.

**CARACTERÍSTICAS DE LA
INTRODUCCIÓN**

Ibiza

Aclimatación: Sí

Año: 2003

Naturalización: Sí

Año: 2007

Distribución: contagiosa

Origen: Península Ibérica

Carácter invasivo: Sí

Tendencia demográfica: ascendente

Afecta a:

-Biodiversidad: **sí**

-Salud humana: **no**

-Actividad cinegética: **si**

Erradicación: difícil

Coste del plan de control: elevado

Formentera

Aclimatación: Sí

Año: 2011

Naturalización: por demostrar

Año:

Origen: Ibiza

Carácter invasivo: Sí

Afecta a:

-Biodiversidad: **sí**

-Salud humana: **no**

-Actividad cinegética: **si**

Erradicación: medio

FICHA 1

Culebra de Herradura

Serp de Ferradura

Familia Colubridae

FICHA 2

Culebra de Escalera
Serp Blanca
Familia Colubridae

Nombre Científico: *Rhinechis scalaris*
(Schinz, 1822)

Otro nombre con el que aparece en la bibliografía: *Elaphe scalaris*.



Morfología: Ofidio de cabeza roma y alta, de entre 233 y 1385 mm de longitud total (la media se sitúa alrededor de 720mm). Ojos medianos que tocan las escamas supralabiales, y la mandíbula inferior se dispone muy retrasada respecto al hocico. En adultos, dorso pardo claro uniforme sobre el que se disponen dos bandas longitudinales más oscuras (también presentan otras dos laterales menos nítidas). En juveniles, las bandas dorsales longitudinales están unidas por otras transversales formando un característico dibujo en escalera.



Distribución: Ofidio endémico de la península Ibérica (sólo falta en la cornisa Cantábrica), el sureste de Francia y el noroeste italiano. Está presente en las islas de

Ons (Pontevedra) y en Menorca (introducida alrededor de los siglos III ó IV a.C.). Recientemente ha sido también detectada en Mallorca.

Hábitat: Tiene preferencia por el bosque mediterráneo aclarado y la zonas recubiertas de matorral. Es común entre el nivel del mar y los 1000 metros, aunque se han observado individuos por encima de los 2000 metros en las Sierras Sub-béticas.

Categoría de Amenaza (de acuerdo con la UICN):

A nivel mundial: No amenazada-Preocupación menor LT

En España: No amenazada-Preocupación menor LT

Dieta: Los adultos se alimentan casi exclusivamente de mamíferos y aves (generalmente capturados en los nidos) vertebrados, entre los que prefieren a los micromamíferos (son la presa más consumida). Los juveniles consumen invertebrados. Carecen de dientes inoculadores de veneno.

Reproducción y demografía: Especie de madurez temprana (3 años para las hembras), con una única puesta anual de pocos huevos de gran tamaño (alrededor de 6 huevos por término medio). Se ha calculado que cada año sólo se reproduce el 60 % de las hembras adultas. En libertad pueden vivir hasta 20 años.

Actividad: Crepuscular y Diurna, aunque poco termófila (temperatura óptima, alrededor de 24°C). Es un forrajeador activo que recorre distancias relativamente grandes (alrededor de 400 m/día), y puede por eso colonizar territorios con rapidez.

Depredadores: En su área de distribución continental es consumida habitualmente por águilas culebreras y perdiceras, meloncillos y zorros. En Ibiza podría ser capturada por ratoneros y milanos, especies muy escasas, en migración, en la isla.



Izquierda, diseño de juvenil (con “peldaños”); derecha, diseño del adulto.

CARACTERÍSTICAS DE LA INTRODUCCIÓN

Ibiza

Aclimatación: Sí

Año: 2003

Naturalización: Sí

Año: 2007

Origen: Península Ibérica

Carácter invasivo: Sí

..Tendencia demográfica: estable

Afecta a:

-Biodiversidad: **sí**

-Salud humana: **no**

-Actividad cinegética: **si**

Erradicación: difícil

Coste del plan de control: elevado

Formentera

Aclimatación: Sí

Año: 2006

Naturalización: Sí

Año: 2009

Origen: Ibiza

Carácter invasivo: Sí

..Tendencia demográfica: estable

Afecta a:

-Biodiversidad: **sí**

-Salud humana: **no**

-Actividad cinegética: **si**

Erradicación: media

Coste del plan de control: elevado

FICHA 2

Culebra de Escalera

Serp Blanca

Familia Colubridae

FICHA 3

Culebra Bastarda Serp Verda

Familia Lamprophiidae *

Nombre Científico: *Malpolon
monspessulanus* (Hermann, 1804)



Morfología: Ofidio robusto y de gran tamaño, de cabeza alta, estrecha y afilada. El tamaño de los ejemplares de esta especie oscila entre los 250 y los 2150 mm de longitud total, con valores medios cercanos a 1150 mm. Presenta escamas supraoculares que sobresalen en forma de visera sobre el ojo; tienen dos escamas loreales (es el único ofidio ibérico que tiene dos). Los machos adultos presentan una coloración dorsal olivácea, sin bandas ni ocelos, únicamente adornada por una mancha oscura y difusa detrás de la cabeza, a la que se da el nombre de crin. Las hembras y juveniles presentan un dibujo variegado con escamas pardas oscuras, blancas y grises.



Distribución: Áreas mediterráneas de Marruecos, del noroeste de Argelia, de la Península Ibérica y del sur de Francia,

alcanzando por el este la Liguria italiana. Presente en varias islas del Mar Menor - Barón, Perdiguera, Cierva- (Murcia) y Tabarca (Alicante). Recientemente ha sido detectada en Mallorca. Es una especie común entre el nivel del mar y los 750 metros, aunque se han observado individuos por encima de los 1900 metros en las Sierras Sub-béticas.

Hábitat: Ofidio mediterráneo de amplia plasticidad ecológica. En la Península, es una especie muy común en dehesas, bosque mediterráneo y matorral aclarado.

Categoría de Amenaza (de acuerdo con la UICN):

A nivel mundial: No amenazada-
Preocupación menor LT

En España: No amenazada-
Preocupación menor LT

Junto a *Natrix maura*, es el ofidio ibérico más común. En las últimas décadas se ha detectado un aumento en las densidades de esta especie, atribuido al progresivo aumento de las temperaturas.

Dieta: Los adultos se alimentan exclusivamente de vertebrados, con amplias preferencias por los reptiles. Su gran tamaño le permite cazar y comer presas del tamaño de un conejo joven. También consumen aves y mamíferos, a los que cazan al acecho. Los jóvenes pueden consumir invertebrados.

Una vez capturada la presa, la matan mediante inoculación de veneno mediante dientes localizados en la zona posterior de las maxilas. Se trata de un veneno eficaz para matar presas de pequeño tamaño (dragones y lagartijas), pero de escaso efecto en humanos (puede producir hormigueo o picor y, más raramente, dificultades respiratorias o inflamación de ganglios).

Reproducción y demografía: Especie de madurez relativamente tardía (hasta 5 años para las hembras), con una única puesta anual de hasta 15 huevos (alrededor de 9 ó 10 huevos por término medio). En libertad pueden vivir hasta 13 años.

Actividad: Diurna y termófila, su pico de actividad se sitúa en la segunda quincena de mayo y la primera de junio, aunque se ha comprobado que incluso durante ese periodo

se muestran inactivos más del 70% del tiempo. Es una especie que caza al acecho y por eso no recorre grandes distancias (máximo 80 metros/día); se trata, por tanto, de un colonizador lento.

Depredadores: En su área de distribución continental es consumida habitualmente por águilas culebreras y perdiceras, meloncillos y zorros. En Ibiza podría ser capturada por ratoneros y milanos, especies muy escasas, en migración, en la isla.



* La culebra bastarda (*Malpolon monspessulanus*), una de las especies calificadas como invasoras en Ibiza (ver Álvarez et al., 2010), ha sido tradicionalmente considerada un colúbrido (ver por ejemplo, Pleguezuelos, et al. -eds.-, 2002). Algunos trabajos publicados en los últimos cinco años han podido demostrar, sin embargo, el carácter parafilético de la familia y han sugerido cambios taxómicos que afectan directamente al género *Malpolon* (Kelly et al., 2008; o Pyron et al., 2011). En ese sentido, Pyron et al. (2011) indican que, con lo que se sabe ahora, la culebra bastarda no debe quedar encuadrada en la familia Colubridae, sino en una nueva familia para la que proponen el nombre de Lamprophiidae.

Malpolon monspessulanus es el único ofidio naturalizado en Ibiza que puede inocular veneno. Sin embargo, los dientes inoculadores son opisthognathos (se encuentran dispuesto en la región posterior del hueso maxilar o mandíbula superior; arriba), y su veneno es poco activo para el hombre (abajo, izquierda), por lo que su picadura no se considera peligrosa. *Hemorrhoids hippocrepis* y *Rhinechis scalaris* carecen de mecanismo inoculador de veneno (abajo, derecha).

FICHA 3

**Culebra Bastarda
Serp Verda**

Familia Lamprophiidae*

**CARACTERÍSTICAS DE LA
INTRODUCCIÓN**

Ibiza

Aclimatación: Sí

Año: 2003

Naturalización: Sí

Año: 2007

Origen: Península Ibérica

Carácter invasivo: Sí

Tendencia demográfica: descendente

Afecta a:

-Biodiversidad: **sí**

-Salud humana: **poco**

-Actividad cinegética: **si**

Erradicación: difícil

Coste del plan de control: elevado

Formentera

Aclimatación: No

Naturalización: No

FICHA 3

Culebra Bastarda

Serp Verda

Familia Lamprophiidae*

FICHA 4

Culebrilla Ciega
Serpeta Cega
Familia Amphisbaenidae

Nombre Científico: *Blanus cinereus*
(Vandelli, 1804)



Morfología: Reptil de tamaño mediano o pequeño (alrededor de 20 cm de longitud total), ápodo y con aspecto vermiforme. La cabeza es cónica, con placas cefálicas nítidas, ojos vestigiales dispuestos bajo una de las placas cefálicas; el cuerpo presenta una segmentación característica; la cola es corta y sobre la placa preanal pueden distinguirse varios poros de naturaleza glandular.

Distribución: Endemismo ibérico, presente en el sur y el centro de la Península. Siempre asociado a zonas mediterráneas.



Hábitat: Es una especie de hábitos subterráneos, relativamente común en dehesas y olivares.

Categoría de Amenaza (de acuerdo con la UICN):

A nivel mundial: No amenazada-
Preocupación menor LT
En España: No amenazada-
Preocupación menor LT

Dieta: Es un insectívoro casi estrictos, que captura sus presas –siempre de pequeño tamaño- bajo el suelo.

Reproducción y demografía: Especie ovípara que pone uno o dos huevos por puesta. Suele hacer una única puesta anual.

Actividad: Preferentemente diurno, en verano puede adoptar hábitos crepusculares. Es un animal subterráneo, pero su actividad se desarrolla siempre cerca de la superficie. Sus desplazamientos son cortos, por lo que resulta colonizar territorios con lentitud.

Depredadores: Es presa habitual de especies que con cierta actividad subterránea, como las culebras del género Macroprotodon, o de mamíferos capaces de hozar o escarbar, como el jabalí o el meloncillo.

CARACTERÍSTICAS DE LA INTRODUCCIÓN

Ibiza

Aclimatación: Sí

Año: 2003

Naturalización: Sí

Año: 2005

Origen: Península Ibérica

Carácter invasivo: Sí

Tendencia demográfica: estable

Afecta a:

-Biodiversidad: **poco**

-Salud humana: **no**

-Actividad cinegética: **no**

Formentera

Aclimatación: No

Naturalización: No

IV - DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES DE OFIDIOS EN IBIZA Y FORMENTERA



De las tres especies de ofidios introducidas en Ibiza, *Rhinechis scalaris* es la que cuenta con más observaciones. Su distribución es contagiosa, con dos focos principales situados en el centro de la isla. La distribución de *Hemorrhoids hippocrepis* es muy similar, y también parece estar en expansión. Las citas de *Malpolon monspessulanus* son escasas y su expansión parece haberse frenado en los últimos años. En Formentera se han detectado las dos primeras especies, aunque no existe constancia de que se haya naturalizado ninguna de las dos.

DISTRIBUCIÓN DE LOS OFIDIOS DE IBIZA Y FORMENTERA

La primera referencia de un ofidio ibérico encontrado en las Pitiusas corresponde al de un ejemplar de *Hemorrhois hippocrepis* atropellado en la carretera que une la Vila con Sant Josep de sa Talaia (Ibiza), el día 10 de mayo de 2003. Desde entonces la base de datos del Govern de les Illes Balears ha registrado más 120 observaciones correspondientes a tres especies diferentes (ver Anexo I). En estos años ha sido también detectado otro reptil ápodo de origen ibérico (*Blanus cinereus*), en este caso un anfisbénido.

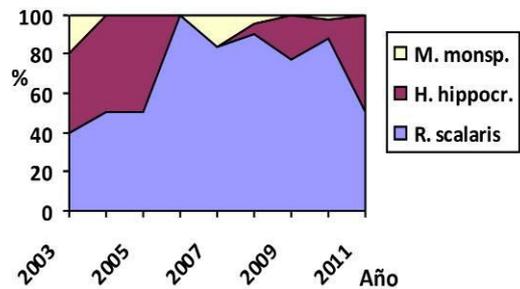
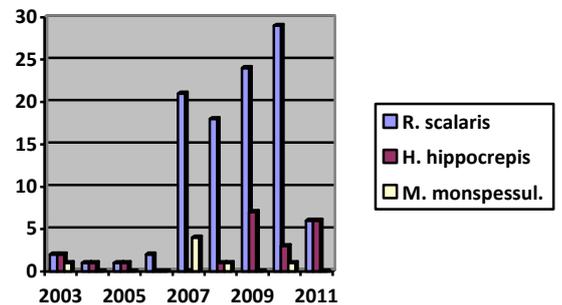
Los tres ofidios detectados son *Hemorrhois hippocrepis* (culebra de herradura), *Rhinechis scalaris* (culebra de escalera) y *Malpolon monspessulanus* (culebra bastarda), cuyas características morfológicas y biológicas más notables pueden verse en la fichas incluidas en el capítulo anterior y en la Enciclopedia Virtual de Vertebrados Españoles (Salvador –ed.–, 2000). En Formentera se han detectado un total 6 ejemplares de las especies *R. scalaris* y *H. hippocrepis*.

Rhinechis scalaris

La culebra de Escalera es una especie de distribución ibero-provenzal cuya

presencia en Ibiza está confirmada desde el 31 de mayo de 2003.

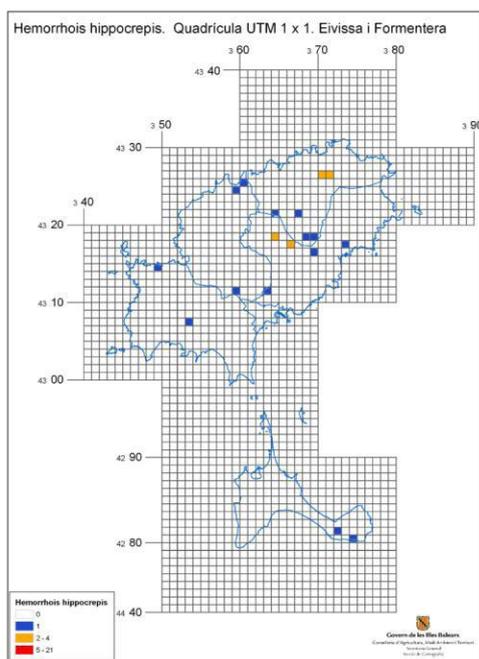
Su carácter crepuscular y su condición de buscador activo de alimento determinan que sea una especie más difícil de detectar que la de herradura. Aún así, es el ofidio que acumula mayor número de observaciones en Ibiza, con 91 casos distribuidos en 32 cuadrículas de 1x1 km.



Arriba, evolución del número de observaciones de cada una de las tres especies de ofidios en Ibiza; abajo, variación anual del porcentaje de observaciones por especies.

Desde 2003 hasta 2006 sólo se detectaron 6 ejemplares repartidos en otras tantas cuadrículas dispersas. En 2007 el número de observaciones se disparó, ajustándose entonces a un

patrón de distribución contagioso (Nearest Neighbor Index = -0.765). En los años que siguieron se mantuvo la misma tendencia, aunque en 2011 pudo constatar una reducción significativa de las observaciones de esta especie, tanto en número, como en porcentaje sobre el total. Existen evidencias de que se reproduce sin problemas en Ibiza.



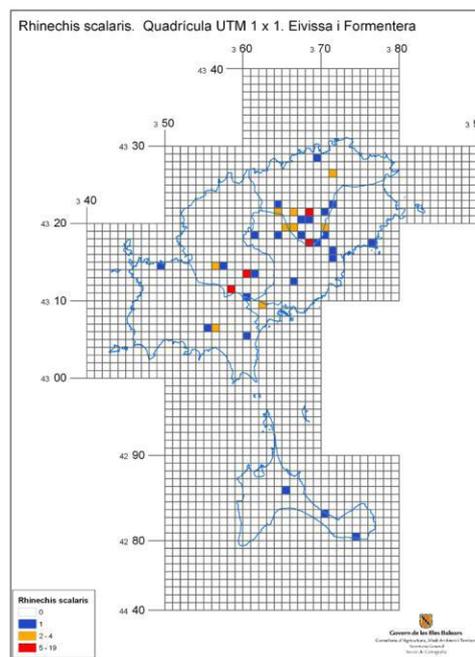
Cuadrículas 1x1 km en las que se ha detectado a *Rhinechis scalaris* en Ibiza y Formentera.

En Formentera fue detectada por primera el 26 de mayo de 2006. Ha vuelto a ser observada en dos ocasiones más, en los años 2008 y 2009. Dos de las observaciones se hicieron en el sur de la Mola. No hay constancia de reproducción.

Hemorrhhois hippocrepis

La culebra de herradura es un colúbrido ibero-magrebí, buscador activo de alimento y de actividad preferentemente diurno (Feriche, 2004). Su detectabilidad es mayor que las otras dos especies introducidas.

En Ibiza fue detectada por primera vez el 10 de mayo de 2003, y desde entonces ha sido registrada en 27 ocasiones localizadas en 15 cuadrículas 1x1 km.



Cuadrículas 1x1 km en las que se ha detectado a *Hemorrhhois hippocrepis* en Ibiza y Formentera.

En 2011 pasó a ser el ofidio con más observaciones registradas en las Pitiusas, y parece especialmente abundante en la finca de Es Fornas, cerca de Sant Rafel (TM Sant Antoni).

En Formentera fue detectada por primera vez en el Torrent de Fondo (la Mola) el 10 de julio de 2010, y ha sido registrada otra vez más en la Mola en noviembre de 2011.

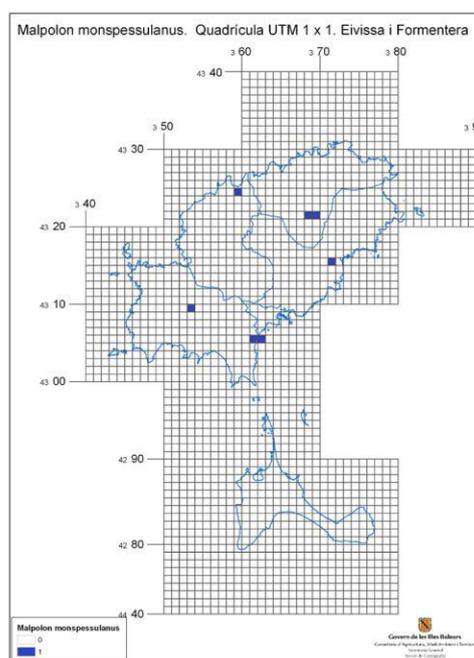
En ambas islas el patrón de distribución es contagioso, coincidiendo en gran medida con las zonas de presencia de *Rhinechis scalaris*. Este hecho sugiere que ha tenido las mismas vías de entradas. Es la segunda especie en número total de observaciones en Ibiza, aunque en los últimos dos años (2010 y 2011) los registros se han incrementado ostensiblemente.

Malpolon monspessulanus

Es la menos común de las tres especies detectada en Ibiza, y aún no ha sido vista en Formentera. Detectada por primera vez cerca de Santa Eularia el 25 de mayo de 2003, los 7 registros acumulados se distribuyen en otras tantas cuadrículas 1x1km, por lo podría interpretarse que su distribución no se ajusta a un patrón contagioso. La superposición de las observaciones con las de los otros dos ofidios detectados sugiere sin embargo su introducción ha tenido lugar siguiendo las mismas vías de entrada.

PATRÓN DE DISTRIBUCIÓN DE OFIDIOS EN IBIZA

El análisis preliminar de los patrones de distribución espacial y temporal de los ofidios en Ibiza y Formentera permite concluir que la entrada de las tres especies se produjo sincrónicamente en Ibiza, coincidiendo con el nuevo siglo. Durante los primeros años que siguieron a la introducción las observaciones fueron escasas y laxas, sin que se detectara un patrón de dispersión claro.



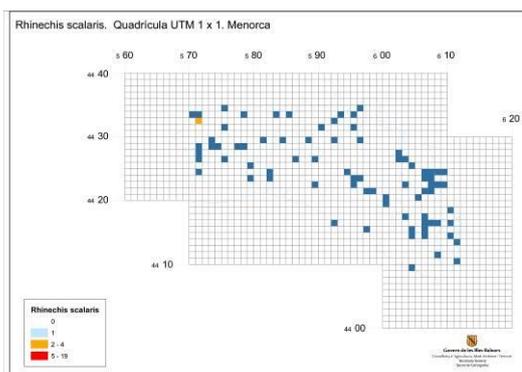
Cuadrículas 1x1 km en las que se ha detectado a *Malpolon monspessulanus* en Ibiza.

Es a partir del año 2007 cuando cada las observaciones de *Rhinechis scalaris* en los alrededores de la Venta de Safragell (cercana a los viveros Noah's Garden) se disparan. El número de

observaciones de esa especie se mantendrá elevado desde entonces, detectándose una dispersión centrífuga y, probablemente, nuevos focos de entrada al sur de Sant Rafel y en los alrededores de Sant Joan.

El proceso invasivo de *Hemorrhoids hippocrepis* ha sido menos explosivo que el de *Rhinechis scalaris*, pero ha seguido avanzando sin tregua, hasta convertirse en los dos últimos años en la especie con más registros.

Malpolon monspessulanus es, con diferencia, la especie menos común de las tres, especialmente en los últimos años en los que no se han registrados nuevas observaciones.



Distribución por cuadrículas 1x1 de las observaciones de *Rhinechis scalaris* en Menorca.

Como ya hemos adelantado, la distribución de las tres especies se ajusta a un patrón contigioso alrededor de áreas en las que se sabe con certeza que ha habido concentraciones de olivos importados desde la Península. Ese patrón resulta especialmente

visible cuando se compara el mapa de distribución de *Rhinechis scalaris* (Fig. 4.2), con el de esa misma especie en Menorca, una isla en la que la culebra de escalera fue introducida hace más de dos mil años (Nearest Neighbor Index = 0.633; Fig. 4.5; Mateo et al. 2011).

PATRÓN DE DISTRIBUCIÓN DE OFIDIOS EN FORMENTERA

El primer ofidio detectado en Formentera correspondió a un ejemplar de *Rhinechis scalaris* visto el día 25 de mayo de 2006. La misma especie fue detectada en julio de 2008 y mayo de 2009.

En junio de 2011 se capturó en una red el primer ejemplar de *Hemorrhoids hippocrepis* y cinco meses más tarde el segundo.

Tres de los seis ejemplares fueron detectados en la Mola (ambas especies han sido detectadas en el torrent de Fondo), y otros tres en otros puntos de la isla.

Resulta lógico pensar que los ofidios encontrados en Formentera procedan de Ibiza, ya que el tráfico directo de mercancías desde la Península es limitado. No existe constancia de que exista todavía una población viable en la isla, aunque es probable que ya se hayan reproducido.

NATURALIZACIÓN DE LAS ESPECIES

Una especie se considera naturalizada en una región de la que no es originaria, cuando mantiene poblaciones viables (Pleguezuelos, 2002; Mateo et al. 2011).

La existencia de indicios de actividad reproductora resulta por eso esencial para saber si la especie pueda acabar convirtiéndose en una especie invasora. En ese sentido, se han encontrado pruebas directas de reproducción espontánea en *Rhinechis scalaris* (puestas encontradas cerca de Sant Llorenç), y abundantes indicios.

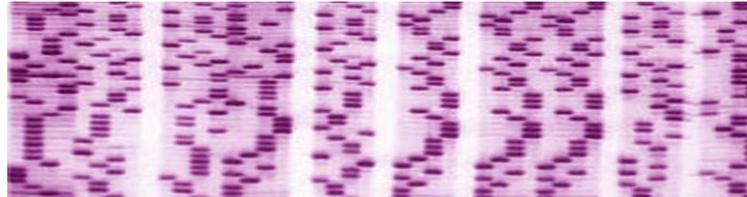
Por ejemplo, en septiembre y octubre se han encontrado numerosos ejemplares recién nacido de *Rhinechis scalaris* y *Hemorrhois hippocrepis*, y la disección de varios ejemplares ha permitido encontrar actividad testicular y producción de folículos en las tres especies.



Figura ..- Folículos en avanzado desarrollo en una hembra de *Hemorrhois hippocrepis*.



V – EL ORIGEN DE LOS OFIDIOS DE BALEARES



Los fundadores de las especies recién llegados a Baleares proceden de la península Ibérica. Las secuencias de genes mitocondriales así lo indican. Los resultados también resultan congruentes con el origen de los olivos importados.

EL ORIGEN DE LOS OFIDIOS DE IBIZA

Casi todos los trabajos que han hecho referencia a la llegada y naturalización de ofidios en Baleares durante la última década han señalado el tráfico de olivos ibéricos como vector principal de entrada (Álvarez et al., 2010; Oliver & Álvarez, 2010; Pinya y Carretero, 2010; Mateo et al., 2011). Existen sin duda indicios que apuntan en esa dirección, como el hecho de que muchas de las áreas de dispersión y de máxima densidad se dispongan alrededor de viveros o fincas en las que se han llevado a cabo introducciones masivas de olivos, o que se haya llegado a ver culebras emergiendo de olivos recién importados (Álvarez et al. 2010; Mateo et al., 2011).

Queda, sin embargo, por demostrar que las poblaciones introducidas coinciden desde el punto de vista genético con poblaciones de origen. El objetivo de este capítulo consiste precisamente en probar esa posibilidad, aunque es preciso adelantar que los resultados obtenidos hasta ahora son todavía preliminares.

Muestreo

Durante el tiempo que ha durado el proyecto se han obtenido muestras

correspondientes a *Rhinechis scalaris* y *Hemorrhois hippocrepis* procedentes de Ibiza y Mallorca, y *Malpolon monspessulanus* de Mallorca. Los análisis se han completado con otras muestras de esas especies procedentes de varios puntos de la Península Ibérica y del norte de África, y con secuencias ya publicadas en *GenBank*.

Queremos agradecer a los Centros de Recuperación de Fauna del COFIB (Mallorca) y a los Agentes de Medio Ambiente de Ibiza las muestras cedidas, que han permitido llevar a cabo los análisis.

Extracción y amplificación de ADN

Las muestras correspondían a extremos de cola que habían sido almacenadas en etanol puro. La extracción de ADN se hizo siguiendo el método estándar de solución salina (Sambrook *et al*, 1989). Sólo se ampliaron fragmentos de genes mitocondriales, variando de una especie a otra el fragmento amplificado. La elección vino directamente determinada por la información preexistente y/o publicada, y la mayor o menor facilidad para descubrir el origen geográfico del ejemplar.

Rhinechis scalaris: Se utilizaron dos marcadores mitocondriales para esta especie. Un fragmento del gen mitocondrial citocromo b (cytb) fue amplificado con los *Primers* Cytb2 y GluDG (Palombi, 1991). Para llevar la amplificación se llevó a cabo proceso de desnaturalización de 3 minutos a 94°C, seguido de 35 ciclos de 30 segundos a 94°C, con "*annealing*" de 30 segundos a 50°C y la extensión de 50 segundos a 72°C, y una etapa final de extensión de 5 minutos a 72°C.

Otro fragmento mitocondrial se amplificó, utilizando esta vez los cebadores ND4 y Leu (Arévalo *et al*, 1994). Las condiciones para la amplificación consistieron en un paso inicial de desnaturalización de 3 minutos a 94°C, seguido por 35 ciclos de 30 segundos a 94°C, con "*annealing*" de 45 segundos a 50°C y la extensión de 45 segundos a 72°C, y una etapa final de 10 minutos a 72°C.

Hemorrhois hippocrepis* y *Malpolon monspessulanus: Para resolver el origen de los ejemplares de estas dos especies se utilizaron el citocromo b y fragmento 12S como marcadores mitocondriales. Un fragmento del gen mitocondrial citocromo b fue

amplificado con los primers Cytb2 y Cytb1 (Palombi, 1996). Las condiciones para la amplificación consistieron en un paso inicial de desnaturalización de 3 minutos a 94°C, seguido por 35 ciclos de 30 segundos a 94°C, con "*annealing*" de 45 segundos a 50°C y una extensión de 1 minuto a 72°C, y una etapa final de la extensión de 10 minutos a 72°C.

El fragmento mitocondrial 12S fue amplificado con los primers 12Sa y 12Sb (Kocher *et al*, 1989). Las condiciones para la amplificación consistieron en un paso inicial de desnaturalización de 90 segundos a 94°C, seguido por 35 ciclos de 30 segundos a 94°C, con "*annealing*" de 45 segundos a 45°C y la extensión de 1 minuto a 72°C, y una extensión de último paso de 10 minutos a 72°C.

Los productos de la PCR fueron purificados y secuenciados por un servicio externo (Macrogen, Corea).

Análisis Filogenético y Filogeográfico

Las secuencias de los fragmentos enumerados y obtenidos en estudios ya publicados, tanto de las especies estudiadas como de las que se consideraron como *outgroups*, fueron descargadas desde GenBank. Estas

secuencias fueron alineadas con los generados en este estudio usando *Clustalw* (Thompson *et al.*, 1994), una extensión del programa *BioEdit* (Hall, 1999). El método filogenético utilizado para inferir las relaciones entre las secuencias generadas en este estudio con las secuencias de la distribución natural de cada especie, fue el de *Maximum Likelihood* (ML). El mejor modelo evolutivo se estimó mediante el programa *Mega5* (Tamura *et al.*, 2011), mediante *Bayesian Information Criterion* (BIC). La construcción del árbol de *Maximum Likelihood* se realizó con *Mega5* mediante método de búsqueda heurística. La probabilidad de los nodos se calculó para 100 “*bootstrap replicates*”.

Es preciso volver a señalar que todos los análisis incluidos en este capítulo son preliminares.

Resultados

Rhinechis scalaris.- Los resultados obtenidos con las culebras de escalera analizadas resultan ser congruentes con resultados obtenidos para esta especie hasta ahora, en la que la diversidad de haplotipos es nula. Este contratiempo determina que no se haya podido construir un árbol

informativo y que, para resolver el origen de los fundadores de las poblaciones de Baleares se requieran otros métodos diferentes a los utilizados.

Hemorrhoids hippocrepis.- La culebra de herradura es la especie mejor representada en el muestreo llevados a cabo para este informe.

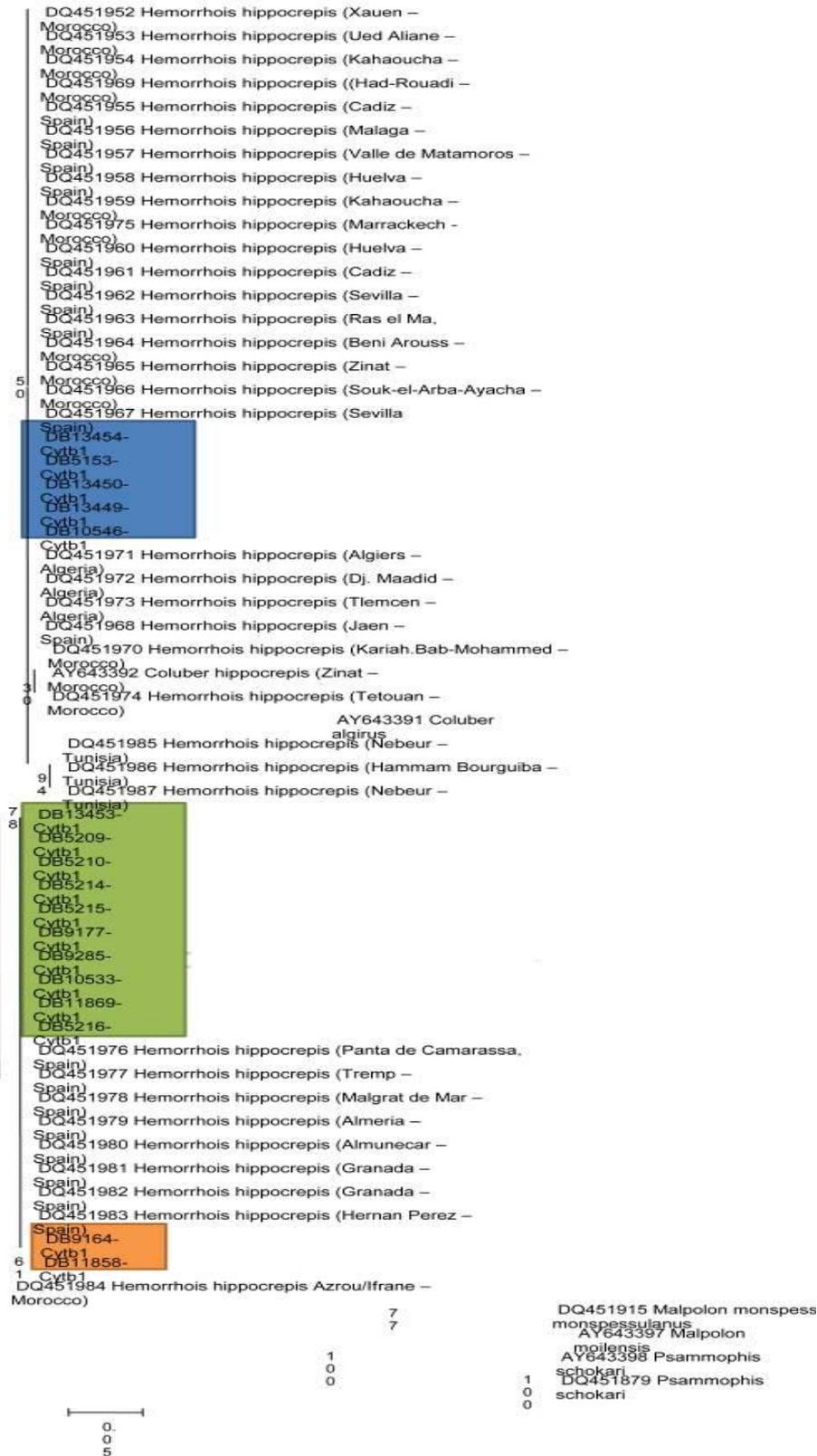
Los resultados obtenidos a partir de la secuenciación del gen *Cyt b*, presentados en el árbol adjunto, muestran congruencia con la procedencia de las diferentes muestras analizadas.

Dos grupos de muestras analizadas (marcados en verde y naranja), que incluyen muestras de Magaluf e Ibiza, se agrupan con otras muestras procedentes del este de la Península Ibérica. El grupo azul, que incluía muestras de Magaluf y Capdepera, se agrupa a su vez con muestras procedentes del centro y sur de la Península Ibérica y del norte de África.

Malpolon monspessulanus.- La única muestra balear analizada (marcada en violeta) aparece agrupada con el clado occidental de la especie, que incluye a todas las muestras procedentes de la Península Ibérica.

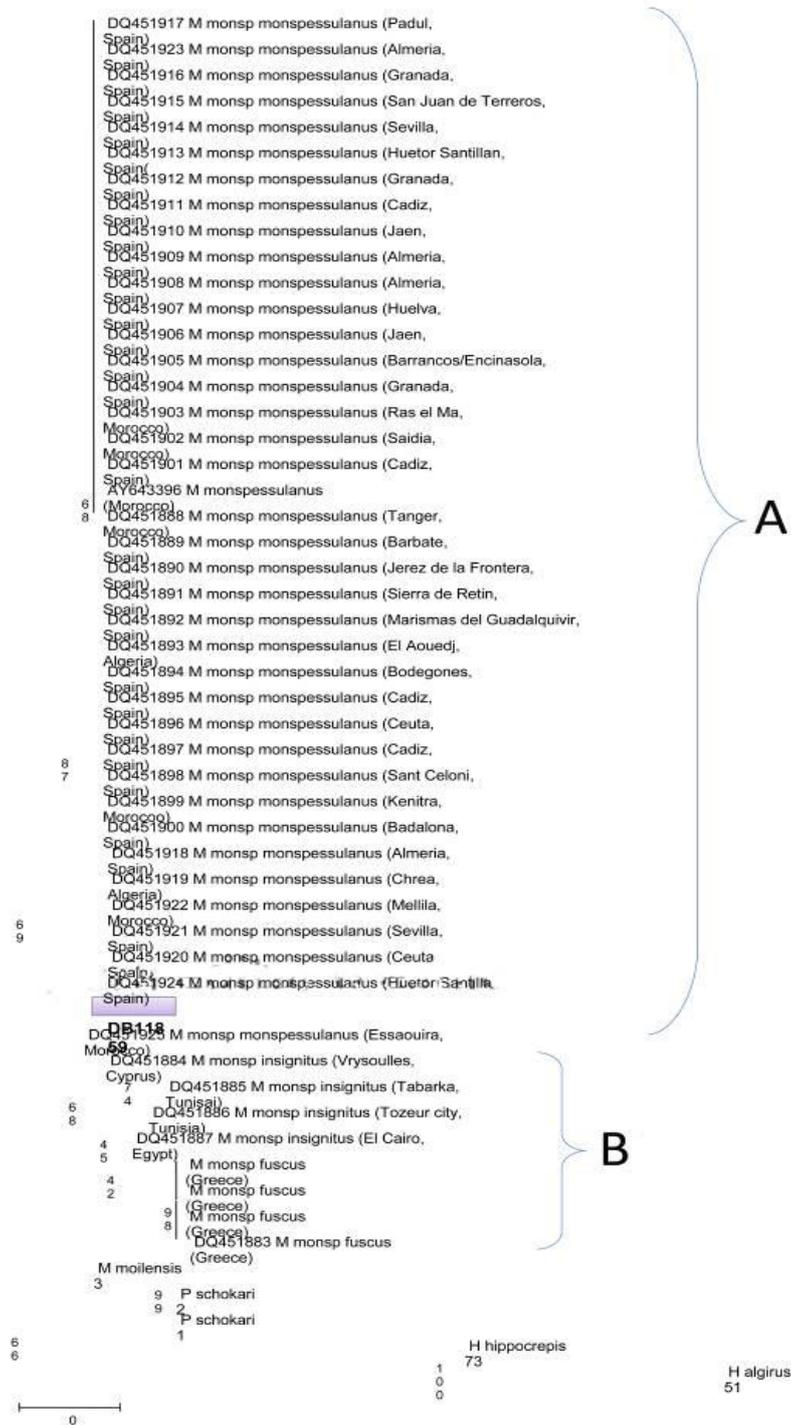
HEMORRHOIS HIPPOCREPIS

Las muestras resaltadas corresponden a individuos de la especie *Hemorrhois hippocreps* procedentes de Baleares.



MALPOLON MONSPESSULANUS

Árbol resultante de las muestras analizadas de *Malpolon monspessulanus*; A: muestras procedentes de la Península Ibérica, Marruecos y oeste de Argelia; B: muestras procedentes de Túnez, Egipto, Grecia y Chipre.



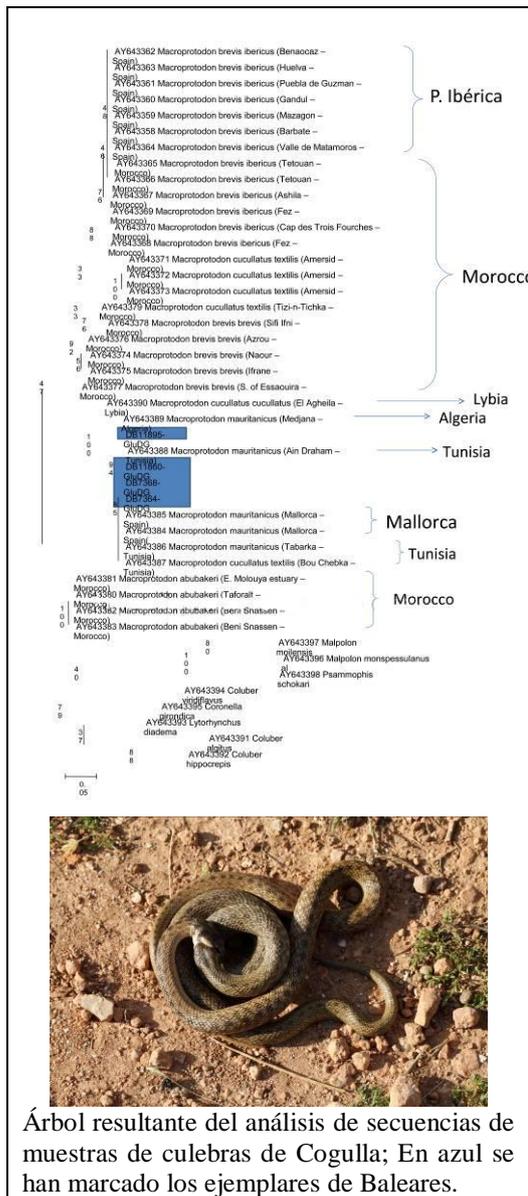
***Macroprotodon mauritanicus* (una especie de introducción antigua en Baleares).**- En análisis de las secuencias de Cyt b de muestras de culebra de cogulla (género *Macroprotodon*) indica que el haplotipo de los ejemplares capturados en Mallorca y Menorca coincide con el de los ejemplares de Túnez y Argelia.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos apoyan la hipótesis de acuerdo con la que las culebras naturalizadas a lo largo de la última década en Baleares proceden de la Península Ibérica.

Incluso *Rhinechis scalaris*, para la que sólo se ha detectado un haplotipo en toda su distribución, sólo puede proceder de esa región, ya que es una especie endémica. La ausencia de diferencias genética a nivel mitocondrial de esa especie se explica por la muy probable existencia de un cuello de botella ocurrido en alguno de los periodos glaciales cuaternarios que casi la condujo a la extinción. Una rápida recuperación a partir de pocos ejemplares le ha permitido colonizar casi toda la Península Ibérica y el sur de Francia con bajos niveles de diversidad genética (Nulchis et al., 2008).

El único ejemplar secuenciado de la especie *Malpolon monspessulanus* ha mostrado, a su vez, característica genéticas similares a las culebras bastardas ibéricas, sin que pueda descartarse sin embargo una pequeña probabilidad de que procediera del norte de Marruecos (Carranza et al., 2009).



Árbol resultante del análisis de secuencias de muestras de culebras de Cogulla; En azul se han marcado los ejemplares de Baleares.

Por fin, *Hemorrhois hippocrepis*, la especie mejor representada en los análisis, muestra dos haplotipos claramente ibéricos, y uno más que podría ser ibérico o marroquí.

Uno de los haplotipos ibéricos (grupo naranja) aparece sólo en ejemplares de la franja ibérica mediterránea (Andalucía Oriental, Comunidad Valenciana y Cataluña), y en Magaluf, una localidad mallorquina con el vivero que durante los últimos veinte años ha importado miles de olivos valencianos.

El haplotipo característico de la región occidental ibérica es también el que aparece en las muestras procedentes de Capdepera, una localidad en la que se trasplantaron cientos de olivos procedentes de la localidad extremeña de Barcarrota. Estos resultados son congruentes con la hipótesis de los olivos como vector para introducción.

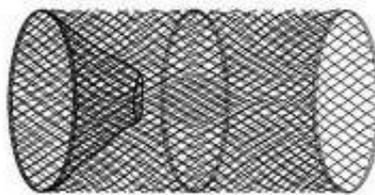
En contrapartida, las culebras de cogulla y las viperinas, introducidas en Mallorca y Menorca hace, al menos, dos mil años (Mateo et al., 2011) muestran haplotipos diferentes a los ejemplares ibéricos (resultados propios y Guicking *et al.*, 2006). Estos resultados muestran que la importación antigua de especies

procedía de orígenes variados, a diferencia de la actual que siempre es peninsular.

Debemos recordar, en cualquier caso, que los resultados son todavía provisionales.



VI – EL CONTROL DE OFIDIOS EN ISLAS



No son pocos los casos contabilizados en islas en los que una especie de ofidio se convierte en un problema medioambiental, sanitario o económico grave. En este capítulo se hace un resumen de algunos de los casos más conocidos, de las medidas tomadas en cada caso, del coste aproximado de cada programa y de los resultados obtenidos.

CONTROL DE OFIDIOS EN ISLAS

Los ofidios son depredadores muy especializados que pueden llegar a causar serios trastornos medioambientales, sanitarios, económicos o sociales cuando sus poblaciones se desequilibran.

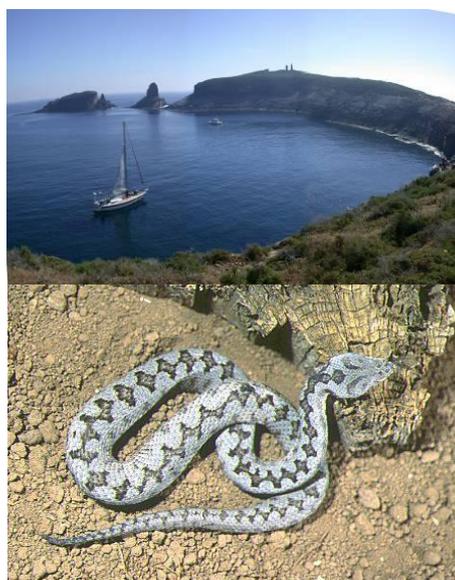
Los desequilibrios más agudos han sido descritos en islas, ya sea porque la actividad humana haya afectado severamente a sus depredadores, a la densidad de sus presas o a su hábitat (especies autóctonas invasoras), o porque el ofidio haya sido introducido de forma voluntaria o involuntaria (Pether & Mateo, 2007). Cuando esos desequilibrios tienen lugar, suelen adoptarse medidas más o menos agresivas de control, que dependen en gran medida de la gravedad del desequilibrio, de los medios disponibles y de la superficie de la isla. Esas medidas van desde las simples campañas educativas, a la adopción de agresivas campañas de extracción.

De entre todas las campañas de control de ofidios llevadas a cabo en islas se han seleccionado varios ejemplos de invasiones de ofidios en islas, que resumen los diferentes problemas que pueden encontrarse en situaciones similares, las distintas

soluciones buscadas y el éxito conseguido en cada caso.

El caso de la víbora de Columbretes 39°54'N/0°40'E)

Columbretes (39°55'N/0°40'E) es un pequeño archipiélago volcánico localizado a 30 millas de Castellón. Está conformado por varios islotes, el mayor de los cuales –l'Illa Grossa- no sobrepasa las 14 hectáreas.



Arriba, l'Illa Gran de Columbretes; abajo, ejemplar de *Vipera latastei*.

En el siglo I antes de Cristo, Estrabón ya hacía referencia a la presencia de ofidios en Columbretes, y algo más tarde Pomponio Mela y Plinio el Viejo describían al pequeño archipiélago como un lugar inhabitable para el hombre debido a la enorme abundancia de serpientes

venenosas. No resulta por eso extraño que los diferentes nombres que ha recibido a lo largo de la historia - Ophiusa, Colubraria o Columbretes- siempre hayan hecho referencia a esta condición tan poco usual.

Los ofidios que habitaban Columbretes pertenecían a una única especie identificada como *Vipera latastei* (Bernis, 1968), una víbora de distribución ibero-magrebí de la que alguna vez se ha sugerido, sin pruebas, que había sido introducida en el islote. El único ejemplar de Columbretes conservado en la actualidad ha resultado ser también el de mayor tamaño que se ha descrito nunca para la especie, lo que sugiere una tendencia al gigantismo que debía hacerlas especiales (Brito, 2011).

De acuerdo con el Archiduque Luis Salvador, antes de 1856, año en el que se iniciaron las obras del faro, las víboras eran abundantísimas en l'Illa Grossa (Habsburgo-Lorena, 1895). La crónica del Archiduque, haciéndose eco de informes y registros, también describe cómo durante el primer día de estancia en la isla, los obreros encargados de la construcción del faro dieron muerte a no menos de 70 ejemplares. Durante los cuatro años que duró la obra, las

cuadrillas de albañiles y de presos traídos específicamente para limpiar el islote de víboras, llegaron a capturar alrededor de 2700 ejemplares (Trujillo, 1860).

Otras medidas de control de ofidios tomadas entonces incluyeron 1) el incendio de l'Illa Grossa, que acabó con no pocas víboras, pero que arrasó de paso toda la cubierta de palmitos y lentiscos del islote, y 2) la suelta de una piara de cerdos, que extinguió definitivamente a esa especie (Trujillo, 1860; Habsburgo-Lorena, 1895). Una visita a la isla llevada a cabo por Eduardo Boscá en pocos años después confirmó la extinción de la víbora de Columbretes (Boscá, 1879).

Se trata de uno de los escasos ejemplos de erradicación voluntaria y exitosa de ofidios en isla, pero el método descrito para conseguirlo fue tan agresivo que resulta inimaginable seguir su ejemplo en el caso ibicenco.

El caso de la culebra arbórea parda en Guam (13°25'N/144°43'E)

Se trata del caso más conocido de los efectos devastadores de una invasión de ofidio y de las campañas desarrolladas para controlarlo (Lowe et al., 2000).



La isla de Guam es, con 544 km², la mayor de las Marianas, un archipiélago tropical situado en pleno océano Pacífico, a más de 1800 km del continente. Está poblada por algo más de 170.000 habitantes y su economía gira alrededor de las bases aéreas militares estadounidenses y el turismo (Rodda *et al.*, 1999).

De acuerdo con los datos ofrecidos en la bibliografía, alrededor de 1950 algunos ejemplares de *Boiga irregularis*, un colúbrido arborícola cuya distribución natural se extiende por Papúa-Nueva Guinea y el norte de Australia, fueron introducidos involuntariamente entre mercancías llegada por vía marítima (Savidge, 1987; Rodda *et al.*, 1999).

En pocos años la culebra colonizó por completo la isla, alcanzando densidades elevadísimas. En 1985 ya había extinguido varias especies autóctonas (Amand, 2000), causaba la saturación de las urgencias sanitarias por el elevado número de picaduras (*B. irregularis* es una especie

opistoglifa cuya picadura, sin ser mortal, es dolorosa), y producía cuantiosos daños en el tendido eléctrico y en las instalaciones militares (ver Campbell, 1996; Rodda *et al.*, 1999).

Especies extinguidas por *Boiga irregularis* en Guam. *Acrocephalus luscini* era endémica, por lo que su extinción es total; en el caso de *Gallirallus owstoni* sólo quedan ejemplares en cautividad.

Aves marinas

- Sterna nereis*
- Anous stolidu*
- Phaethon lepturus*

Aves de bosque

- Acrocephalus luscini*
- Gallicoluma xanthomura*
- Halcyon cinnamomina*
- Myzomela cardinalis*
- Ptilinopus roseicapilla*
- Myiagra freycinety*
- Gallirallus owstoni*
- Rhipidura rufifrons*
- Zosterops conspicillatusi*

Saurios

- Cryptoblepharus poecilopleurus*
- Emoia atrocostata*
- Emoia cyanura*
- Emoia impar*
- Emoia slevini*
- Perochirus ateles*

Murciélagos

- Emballonura semicaudata*
- Pteropus tokudae*



Gallirallus owstoni *Acrocephalus luscini*

La pérdida de diversidad no ha quedado restringida a la extinción de sus presas habituales, ya que también

ha revertido en la pérdida de polinizadores y de algunos de los principales dispersores de semillas que ya han permitido detectar cambios significativos en la estructura del bosque y la vegetación de la isla (Rodda *et al.*, 1999; Mortensen & Dupont 2008).



Arriba, efectos de la picadura de *Boiga irregularis*; abajo, el carácter arborícola de esta culebra facilita que numerosos ejemplares busquen refugio en los transformadores eléctrico, causando así numerosos cortocircuitos.

La proliferación de determinadas especies de mosquitos y la aparición de focos de dengue (una enfermedad que nunca antes había provocado problemas significativos en la isla), también han sido asociadas a la extinción de insectívoros provocada por *Boiga irregularis*. Las pérdidas

en el sector turístico que pueden ser achacables a la culebra resultan difíciles de calcular, pero son sin duda importantes.



Ejemplares de *Boiga irregularis* capturados en la isla de Guam.

El programa diseñado en 1996 para hacer frente a la invasión preveía medidas de control dirigidas a la detección canina, la captura manual, el trampeo selectivo, la fumigación, la protección de áreas críticas mediante barreras físicas, eléctricas o mediante uso de repelentes químicos, la modificación del hábitat para reducir los refugios, la modificación del hábitat para desalentar las especies presa que atraen a las serpientes, el uso de sustancias tóxicas y atrayentes, la dispersión de parásitos y enfermedades, el uso de inhibidores de la reproducción y la elaboración y difusión de material educativo. El presupuesto previsto entonces superaba los cuatro millones de dólares anuales (BTSCP, 1996).

Una evaluación de objetivos realizada diez años más tarde estimaba que el número de ejemplares de *Boiga irregularis* que quedaba entonces en Guam podía superar los dos millones. Esta estima pone de manifiesto que, a pesar de los evidentes avances obtenidos, la situación debía ser catalogada todavía como muy preocupante.

El Caso de la culebra lobo en Île aux Egrettes (20°25'S/57°43'E)

Rodda et al. (2002) describen el fracaso de un intento de erradicación de la culebra lobo de la India, *Lycodon aulicus*, en Île aux Aigrettes (Mauricio).



Arriba, "Îles aux Aigrettes" (Mauricio);
abajo, ejemplar de *Lycodon aulicus*.

La culebra lobo fue introducida en Mauricio alrededor del año 1860 con objeto de controlar poblaciones de roedores igualmente introducidos (Cheke, 1987). Desde entonces se le supone responsable principal de la extinción de varios saurios endémicos en la isla principal. La culebra lobo también ha colonizado algunos de los islotes que rodean Mauricio.

Uno de estos islotes de 26 hectáreas, conocido como Île aux Aigrettes, fue precisamente seleccionado para intentar erradicar al ofidio indio usando la metodología puesta a punto en la isla de Guam para la erradicación de *Boiga irregularis* en pequeñas reservas (Rodda et al., 2002).

Los responsables del programa dispusieron 24 trampas de embudo cebadas con gecos diurnos y nocturnos y ratones, durante seis semanas, sin llegar a capturar ni un solo individuo. La explicación del fracaso fue entonces achacado al bajo número de trampas que se utilizó, a la baja densidad de culebras lobo existente en el islote y a la mala elección de la época del año para trampear (Rodda et al., 2002). Otra conclusión obtenida reside en el hecho de que la utilización de una

metodología exitosa con una especie no tiene por qué funcionar con otra.

El caso de la víbora Habú en Ryukyu (26°01'N/127°42'E)

El programa de manejo del habú (*Protobothrops flavoviridis*) es otro clásico entre las campañas de control de ofidios en islas (Rodda *et al.*, 1999). En este caso se trata de una especie autóctona del archipiélago de Ryukyu, que las alteraciones del hábitat causadas por el hombre han convertido en una invasión de carácter grave.



Ejemplar adulto de habú y cartel informativo (Okinawa, Ryukyu).

El habú es una víbora de gran tamaño (en ocasiones sobrepasa los dos metros de longitud total)

perteneciente a la subfamilia Crotalinae. Posee un eficaz veneno y un carácter muy irritable que, en islas como Amami, le hacen responsable de dos picaduras por cada mil habitantes al año. La toxicidad del veneno causa la muerte del 3% de los inoculados, y causa lesiones irreversibles en un 6 % de los casos. Para intentar contener la elevada morbilidad las autoridades empezaron a tomar medidas a principios del siglo XX.

Se trata de un programa que, por definición, no tiene por objetivo la extinción del ofidio, sino minimizar los episodios de envenenamiento (Rodda *et al.*, 1999). En algunos casos, los métodos de control experimentados en Ryukyu han permitido poner a punto sistemas eficaces y baratos en zonas de elevada población humana (Nishimura, 2011). En otros casos, sin embargo, las medidas han resultado contraproducentes. Por ejemplo, la introducción de la mangosta *Herpestes javanicus* -un depredador diurno- apenas ha afectado a las poblaciones de habú -un ofidio preferentemente nocturno-, pero ha causado estragos entre otras especies autóctonas (Yamada, 2002).

El caso de la víbora de Ilha Queimada Grande (24°29'S/46°40'W)

El islote conocido como Ilha Queimada Grande o Ilha das Cobras (24°48'S/46°68'W) se encuentra localizado a 20 millas del litoral brasileño (estado de Sao Paulo). En sus 43 hectáreas se concentran, según censos recientes, entre 2000 y 2500 ejemplares de *Bothrops insularis*, un ofidio venenoso de la subfamilia Crotalinae que sólo puede encontrarse en esta isla (Martins *et al.*, 2008).



La isla Queimada Grande (Brasil) y ejemplar de *Bothrops insularis*.

A lo largo de los últimos dos siglos se han sucedido varios intentos de puesta en cultivo y poblamiento de la isla que siempre han fracasado debido a la enorme densidad de ofidios. El

nombre de la isla hace precisamente referencia a los reiterados e infructuosos intentos de limpiarla de serpientes mediante incendios generalizados.

Finalmente la isla fue convertida en 1985 en una reserva biológica principalmente dirigida a la conservación de la serpiente.

El caso de la culebra real de California en Gran Canaria 27°55'N/15°32'W

El archipiélago Canario carece de ofidios autóctonos y, aunque se han descrito algunos intentos antiguos de introducción, ninguna serpiente había llegado a naturalizarse hasta los últimos años del siglo XX.



Captura con trampa de embudo de un ejemplar de *Lampropeltis californiae* en la localidad de la Solana.

De acuerdo con Pether & Mateo (2007) la liberación masiva de ejemplares albinos de *Lampropeltis californiae*, una especie norteamericana de amplia valencia ecológica, en el

barranco Real (este de Gran Canaria) alrededor del año 1998, determinó que llegara a naturalizarse en la zona. Desde entonces, este ofidio se ha establecido con éxito desde la orilla del mar hasta la localidad de Valsequillo, situada por encima de los 500 msm. Algunos años más tarde llegó a detectarse un segundo núcleo viable en el noroeste de la isla (TM Gáldar).



Tableros dispuestos como refugios para la culebra real de California, con los que se facilita la tarea de localización y captura de ejemplares.

En 2007 empezaron a adoptarse algunas medidas dirigidas a controlar las nuevas poblaciones. Se pudo comprobar entonces que se reproducían sin problemas, que se alimentaban de toda clase vertebrados, incluidas las especies autóctonas y que su distribución no era

homogénea, sino que se disponía en varios núcleos de alta densidad, conectados por áreas más amplias de baja densidad.

Los programas de control iniciados en 2007 incluían la creación de una efectiva red de informadores y la creación de un equipo de trabajo de campo con capacidad de desplazamiento rápido. La mayor parte de las capturas se hacen a mano, para lo que se ayudan de refugios artificiales.

También se han utilizado trampas de embudo, pero su utilidad se limita a aquellos puntos en los que la densidad de ejemplares de culebra real es muy elevada (puntos calientes).

Desde septiembre de 2010 el programa de control de *Lampropeltis californiae* en la isla de Gran Canaria disfruta de la ayuda de la Unión Europea, a través de la convocatoria LIFE+, que subvenciona la mitad del coste del proyecto (LIFE10 NAT/ES/0000565, Control of the Invasive alien species *Lampropeltis getula californiae* on the Gran Canaria island <http://lifelampropeltis.com/index.php/component/content/?view=featured>).

Desde 2008 se han llegado a capturar más de 1500 ejemplares de culebra real, de los que más de 600 lo han sido en el último año. Las capturas casi se circunscriben en la actualidad a los núcleos de Valsequillo, la Solana, San Roque y Gáldar, siendo casi inexistentes

las observaciones en las áreas intermedias. Este hecho y la progresiva disminución de tamaño de los ejemplares capturados sugieren que el programa de control esté siendo, al menos parcialmente, efectivo (com. Pers. Ramón Gallo y Luis F. López-Jurado, responsables del proyecto).

Desde que se inició el proyecto LIFE+ se han iniciado pruebas experimentales con detección canina.



VII – CONTROL DE OFIDIOS DE BALEARES EXPERIENCIA PREVIA



En Baleares, un archipiélago sin ofidios autóctonos, el control de estos animales se ha limitado hasta ahora a la captura y retirada de ejemplares de *Natrix maura* en el área de distribución del ferreret, y a algunos programas experimentales realizados en Mallorca. En el llevado a cabo en la localidad de Magaluf se han llevado a cabo pruebas de viabilidad de diferentes tipos de trampa que podrían ser utilizados en un futuro en Ibiza y Formentera.

Experiencias en Baleares

Con varias especies naturalizadas desde hace milenios en Mallorca y Menorca, y su ausencia en las Pitiusas, el control de ofidios en Baleares se había limitado hasta ahora a la captura ocasional de ejemplares escapados (Oliver & Álvarez, 2010), a las campañas de control de culebras viperinas (*Natrix maura*) en la Serra de Tramuntana de Mallorca, y a algunas actuaciones experimentales llevadas a cabo en la localidad de Capdepera (Mallorca), y Magaluf (Mallorca). Esta última ha sido expresamente llevada a cabo en el marco del proyecto “*Viabilidad del Control de Ofidios en Ibiza y Formentera*”.

Control de la Culebra Viperina.- Se trata de una especie introducida en Mallorca y Menorca durante el periodo romano a partir de fundadores procedentes del sur de Francia (Guicking et al., 2006; Mateo et al. 2011). Es además un depredador fuertemente asociado a medios dulceacuícolas, en los que las larvas y adultos de anfibios tienen gran importancia en su dieta de la culebra viperina. Esa característica ha determinado que tuviera un papel decisivo en la extinción en Menorca del ferreret (*Alytes muletensis*) y en su acantonamiento en unos pocos puntos de agua de las montañas de Mallorca (Oliver, 2010).

El control de *Natrix maura* se considera por eso un objetivo prioritario dentro del Plan de Recuperación del ferreret (Servei de Protecció d’Espècies, 2007), en el que las técnicas de manejo se han limitado a la captura a mano de los ejemplares encontrados en aquellas pozas y depósitos de agua en los que existe o ha existido recientemente una población de ferreret (Orueta, 2003). El control se refuerza en todos aquellos depósitos en los que existen indicios de su presencia, tales como reducción significativa del número de larvas en los recuentos, cambios en el comportamiento de las larvas y/o en su morfología (Oliver, 2010).



Ejemplar de *Natrix maura* capturado en el depósito del Sementer de sa Coma (Mortitx, Serra de Tramuntana, Mallorca).

En los últimos 20 años (entre 1992 y 2011) se han capturado y retirado 105

ejemplares de *Natrix maura* en la serra de Tramuntana (Joan Oliver, com. pers.). No se han adoptado, sin embargo, medidas de control en áreas, como el Pla Mallorquín o la isla de Menorca, donde el ferreret ya se ha extinguido.

La limitación a un único método de captura se justifica en la baja densidad con la que se mantiene esta especie en la sierra mallorquina, especialmente si la comparamos con las que se alcanzan en la Península Ibérica y en otros puntos de su área de distribución (Hailey & Davies, 1987; Santos, 2004).



Arriba, finca de Cas Guitarró (Capdepera); abajo, trampa de embudo utilizada en la zona.

Control experimental de ofidios de introducción reciente en los alrededores de Capdepera.- Se trata de la primera localidad en la que se registró la naturalización reciente de ofidios en Mallorca. Tres especies, *Hemorrhois hippocrepis*, *Rhinechis scalaris* y *Malpolon monspessulanus*, han sido detectadas en la zona desde 2004, aunque

sólo existe constancia de que la primera haya llegado a naturalizarse con éxito (Álvarez et al. 2010).

Además de la captura a mano de ejemplares, se han llevado a cabo algunos intentos aislados de manejo mediante trampas de embudo y redes de suelo.



Colocando una trampa-red (Capdepera), y ejemplar de *Malpolon monspessulanus* atrapado en un red.

En un primer intento llevado a cabo en 2009 se colocaron 15 trampas de embudo fabricadas con tubos de PVC junto a muros y paredes de la finca conocida como Cas Guitarró (UTM 1x1 535, 4394), foco de la introducción y donde se habían visto numerosos ejemplares adultos de culebra de herradura. Para el segundo intento se colocaron en la finca de Son Font (UTM 1x1 536, 4394) varias redes de suelo, un método utilizado con éxito en áreas de gran densidad de ofidios (Nishimura, 2011). En ambos casos, la falta de un seguimiento

continuado se tradujo en la ausencia de resultados satisfactorios.

Control experimental de ofidios de introducción reciente en los alrededores de Magaluf .- El vivero conocido como Sa Porrassa de Magaluf (TM Calvià), especializado en la importación de grandes olivos, es uno de los puntos de entrada de ofidios detectados en la isla de Mallorca, en el que empezaron a verse ejemplares durante la primavera de 2008. Aunque se han podido detectar varias especies de culebras introducidas en la zona, sólo *Hemorrhoids hippocrepis* se reproduce con certeza y se considera completamente naturalizada.

VIVEROS SA PORRASSA Magaluf (Calvià)

- Inaugurado en 1988.
- Primeros olivos importados en **1992**
- Procedencia de los olivos: de las provincias de **Valencia** (70%) y de **Sevilla** 30%).
- Itinerario de los olivos: por carretera hasta los puertos de Denia y Valencia, y de allí directamente al puerto de Palma.
- Frecuencia de las importaciones: una o dos veces al año.
- Tratamiento que reciben los olivos: únicamente herbicidas.
- Época en que tienen lugar las importaciones: Los que proceden de Valencia llegan siempre en **febrero**; los que vienen de Sevilla en cualquier mes del año, salvo julio y agosto.
- Número de olivos importados: alrededor de 6000.

- Número de olivos disponibles en la actualidad: **alrededor de 4000 (1500 de gran porte, y 2500 de porte mediano)**.
Primera culebra grande vista: **en junio de 2008**.

Otras especies introducidas reconocidas en el vivero

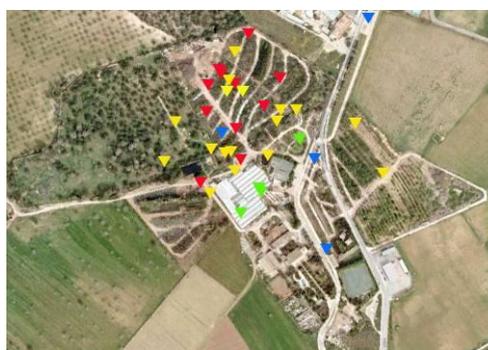
Lagartos ocelados (*Timon lepidus*)

Culebrillas de las macetas (*Ramphotyphlops braminus*)

Ofidios sin identificar llegados en contenedor procedente de China.

Culebrillas ciegas (*Blanus cinereus*).

Aunque la llegada de ofidios ibéricos se retrasó hasta el año 2008, en el verano de 2011 la zona de sa Porrassa era ya una zona de alta densidad de ofidios en la que, en solo dos horas de prospección, pudieron detectarse 16 mudas de culebra de herradura en 3 hectáreas de olivos y naranjos. Esta elevada densidad invitaba a llevar a cabo pruebas con diferentes tipos de trampa, que más tarde pudieran ser utilizadas en otros viveros y áreas de de Ibiza, Formentera y Mallorca.



Viveros de sa Porrassa. Ejemplares de *Hemorrhoids hippocrepis* capturados (rojo), mudas de esa especie (amarillo), ejemplares de esa especie atropellados (azules), otras especies de ofidios (verde).

Durante los meses de julio y septiembre de 2011 se probaron trampas de embudo similares a las utilizadas en Capdepera, y trampas de pegamento, con cebo vivo, cebo de olor y sin cebo.



Trampas de embudo.- Diez trampas de embudo cebadas con ratón vivo, otras 10 cebadas con heno de cría de ratón y otras 10 sin cebar fueron dispuestas a lo largo de muros y paredes de la zona en la que se habían recogido la mayor parte de las mudas.



Caja-trampa de pegamento similar a la utilizada en sa Porrassa en 2011.

En los 20 días que duró la prueba se llegaron a capturar cuatro ejemplares adultos y uno subadulto de *Hemorrhois hippocrepis*. Los cinco ejemplares cayeron en tres trampas diferentes

cebadas con ratón. Las trampas que no fueron cebadas o que lo fueron con heno impregnado en olor de ratón no llegaron a capturar ninguna culebra.

Cajas-trampa de pegamento.- Se trata de un tipo de trampa consistente en una superficie lisa embadurnada con cola comercial TemoBi® para la captura de roedores. El principal problema de este tipo de trampa consiste en que, si no se modifica, puede llegar a capturar otras especies de vertebrados, como roedores, gecos o aves.

Para evitarlo, la trampa consistía en una caja de cartón dotada de una abertura de 25 cm², con la que se lograba que al menos las aves no pudieran acceder a su interior. La mitad de las trampas fueron cebadas con heno de ratón.

En las cuatro semanas que las trampas estuvieron activadas se detectó la entrada de dos ejemplares adultos en otras tantas trampas cebadas con heno de ratón. Sin embargo, ninguno de ellos quedó atrapado. El único ejemplar capturado correspondió a un recién nacido de *Hemorrhois hippocrepis* atrapado el 15 de Septiembre.

Conclusiones.- De las experiencias de Capdepera y Magaluf puede concluirse que cuando se utiliza un número bajo de trampas, éstas sólo son eficaces cuando la densidad de ofidios es muy elevada y cuando se utiliza cebo vivo para atraerlos.

Por eso, el uso de métodos pasivos de control sólo resulta recomendable en aquellos lugares en viveros y áreas en las que se concentra una densidad elevada de ofidios. Por otro lado, las trampas de pegamento se muestran en general poco efectivas especialmente para la captura de ejemplares adultos.



VIII – VIABILIDAD DEL CONTROL DE OFIDIOS EN IBIZA Y FORMENTERA: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



La presencia de ofidios contribuye a la pérdida de diversidad biológica en Ibiza y Formentera y afecta a determinados sectores socio-económicos de esas islas. Así lo ve la normativa vigente, que los considera especies invasoras. Esa misma normativa prevé la puesta en funcionamiento de programas de control que, tal y como hemos podido comprobar para otras islas, se adivinan difíciles y costosos. Se trata por tanto de alcanzar un equilibrio entre la adopción de objetivos razonables y la toma medidas de coste prudente, con las que se pueda poner freno a la invasión.

Para alcanzar ese equilibrio se propone el establecimiento de una red de información unificada y eficaz, apoyada en un programa formativo e informativo, a partir de la que pueda desarrollarse un plan de captura de ofidios que tenga por objetivo inicial la fragmentación de poblaciones. Todas las medidas que se adopten deberán venir acompañadas de otras dirigidas a minimizar nuevas oleadas de ofidios.

Todas las especies de colúbridos (*sensu lato*) en las islas de Ibiza y Formentera se consideran invasoras, de acuerdo con el Real Decreto 14 de noviembre 2011 (Anexo I).

El carácter invasor de las tres especies de ofidios viene determinado por el efecto que la presencia de esas tres especies tiene sobre la diversidad de especies autóctonas (reptiles y aves) y sobre las especies de interés cinegético (aves y mamíferos).

De acuerdo con esa catalogación, las tres especies detectadas requieren de **programas de erradicación y/o control** adecuados, acompañados de **medidas dirigidas a evitar o minimizar nuevas oleadas** de esas especies.

Programa de Erradicación y/o Control

De acuerdo con la experiencia previa adquirida en otros programas similares se recomienda:

1) Establecer una **red unificada de información**, a través de la que se canalice cualquier noticia relacionada con los ofidios introducidos. Debe ser un sistema preciso que permita adoptar medidas rápidas. Esta red debería contar entre sus colaboradores habituales con los profesionales medioambientales adscritos a cualquier administración, los diferentes cuerpos de seguridad,

las guarderías de cotos y fincas, y los responsables de empresas de jardinería, viveros, y granjas de cría susceptibles de convertirse en puntos de alta densidad o de dispersión de ofidios. También debe animarse a que los residentes informen sobre avistamientos.

2) Establecer un **programa formativo e informativo** tanto para los usuarios potenciales de la red, como para la población en general, en el que se haga hincapié en los problemas reales que pueden llegar a causar estas especies y cómo actuar ante la presencia de una culebra.

3) Establecer un **programa de captura de ofidios**, teniendo en cuenta que

a- la erradicación total de las tres especies será difícil y costosa, por lo que deberán considerarse objetivos intermedios asumibles. Un objetivo razonable es la fragmentación de las poblaciones.

b- las áreas-fuente (viveros importadores de árboles, finca es Fornàs y otras que se muestren como tal) deben ser controladas utilizando cualquier método pasivo o activo que se muestre eficaz. Una metodología combinada que incluya la búsqueda activa de ofidios, la utilización de refugios alternativos (uso de chapas marinas como en el programa de control de *Lampropeltis* en Gran Canaria), la detección canina, la utilización de trampas simples de embudo cebadas, la de trampas múltiples de

embudo, la de pegamento durante los meses de septiembre y octubre, y cualquier otra que pueda utilizarse. Conviene también establecer un *Código de Buenas Prácticas* para viveros e importadores de árboles (ver páginas que siguen).

c- en las zonas de densidad intermedia situadas entre áreas fuente debe hacerse una búsqueda activa de ofidios.

d- la eficacia de la búsqueda activa se incrementa significativamente cuando se dispone de, al menos, un equipo capaz de actuar con rapidez y dedicado en exclusiva. El uso de chapas marinas como refugios alternativos y el de perros convenientemente adiestrados también podría facilitar esa tarea. Dada la elevada frecuencia de observación de ofidios en los alrededores de las localidades de Sant Llorenç de Balafia, de Santa Eularia des Riu y de Sant Rafel, estas tres zonas podrían ser las primeras en las que se llevaran a cabo controles intensivos. Los meses de mayo y junio podrían ser los más indicados para llevarlos a cabo.

4) Implantar medidas que minimicen la probabilidad de **nuevas entradas de ofidios** en las islas, estableciendo normas adecuadas de transporte y almacenamiento de árboles. Se ha sugerido en ocasiones la posibilidad de fumigación preventiva en los puertos de desembarco de cualquier árbol procedente del continente para

evitar nuevas invasiones (Savarie *et al.*, 1991). Sin embargo, tal posibilidad se ve dificultada en el caso de Ibiza y Formentera a dos niveles. En primer lugar, el olivo dirigido a usos jardineros (o a cualquier otro) no requiere actualmente ningún trámite administrativo para circular dentro de los límites de la Unión Europea, por lo que cualquier normativa balear debería ser también refrendada a nivel suprarregional o, incluso, supranacional. En segundo lugar, los biocidas más efectivos para controlar ofidios, como fosfuros, cianuros, bisulfuro carbónico, formaldehído, tetracloroetano, bromuro de metilo y otros, resultan ser también extremadamente tóxicos para humanos y otros vertebrados (Orueta, 2003) y, como ya se ha adelantado, se vuelven ineficaces cuando el árbol es grande y/o la fumigación tiene lugar en los meses de invierno. Una solución razonable a estos dos problemas podría consistir en el aislamiento puntual e inmovilización de aquellos ejemplares de olivo (o grandes árboles) sospechosos de transportar ofidios, y que hayan sido previamente señalados como tal por perros adiestrados en áreas portuarias de embarque o desembarco (ver Engeman *et al.*, 1998, o Vice & Engeman, 1998). Se sugiere también limitar las entradas de árboles a los meses templados del año -evitando los más fríos-, limitar el número de árboles concentrados en una zona, proteger las concentraciones de árboles con barreras a prueba de ofidio y sistemas pasivos de captura.

5) Evaluar la eficacia de las medidas adoptadas, mediante

a- el seguimiento a largo plazo de las especies susceptibles de sufrir los efectos de la presencia de ofidios (reptiles, aves, especies cinegéticas) en áreas de alta densidad de ofidios.

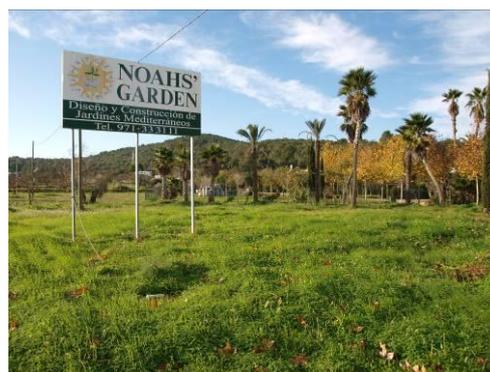
b- el establecimiento de una metodología indirecta de estima de la densidad (evolución del tamaño y/o la pirámide de edad de los ejemplares capturados, esfuerzo de captura...).

VIVEROS: CÓDIGO DE BUENAS PRÁCTICAS

Los viveros de plantas vivas de Baleares constituyen la puerta de entrada para numerosas especies de vertebrados e invertebrados que a medio plazo pueden afectar gravemente la diversidad biológica del Archipiélago. La llegada desde otros lugares del planeta de organismos que acompañan a las plantas ornamentales está cambiando la estructura de las comunidades de vertebrados insulares, hasta hacerlas irreconocibles.

Especialmente grave es, como hemos podido comprobar, la *iberización* de las islas principales de Baleares, en las que en los últimos años se ha disparado el número de especies aclimatadas y naturalizadas.

La llegada olivos y otros árboles de gran tamaño está permitiendo que organismo puedan alcanzar las islas mayores. El problema se hace insostenible cuando la llegada de árboles se hace masiva, y cientos de árboles son depositados de forma temporal en áreas relativamente pequeñas.



Este fenómeno ocurre también en algunas fincas, como las de Cas Guitarró (Capdepera) y Es Fornàs (Sant Antoni), en las que se transplantan centenares de olivos ibéricos con fines jardineros o como depósito temporal. Cada problema relacionado con los viveros requiere una solución, que enumeramos a continuación.

1. Los viveros se comportan como puertas de entrada de ofidios y puntos retroalimentados de concentración y cría, generando un proceso de dispersión centrífuga, lenta pero continuada. Solución: **aislamiento y cuarentena.**
2. Son depósitos de árboles que

actúan como vector de entrada, permitiendo la creación rápida y artificial de poblaciones. En ocasiones estas poblaciones están formadas por ejemplares de orígenes variados. Solución: **barreras físicas para limitar la dispersión.**

3. Los viveros constituyen un medio muy favorable para ofidios, en el que las temperaturas elevadas (invernaderos), el agua no constituyen factores limitantes, hay una gran disponibilidad de refugios (escombros, plásticos, movimientos de tierra...), y gran productividad. Solución: **limpieza continuada de residuos, eliminación de refugios potenciales, y control in situ de ofidios.**
4. Los viveros se transforman en zonas de alta densidad de roedores, presa habitual de ofidios. Solución: **eliminación de refugios para roedores y control.**
5. Los viveros actúan como fuente y origen de dispersión centrífuga de ofidios. Solución: **campañas de control en los alrededores.**



VIII– ALGUNAS MEDIDAS DESARROLLADAS EN EL TRANCURSO DEL PROYECTO



Algunas medidas propuestas en el capítulo VII han podido ser desarrolladas, al menos en parte, durante el desarrollo del proyecto *Viabilidad del Control de Ofidios en Ibiza y Formentera*. Se trata de la evaluación de algunas medidas experimentales de control de ofidios (desarrollada en el capítulo VI), de la puesta en funcionamiento de una red de información sobre ofidios en Ibiza y Formentera, de un curso de formación para profesionales en Ibiza y de la adopción de métodos de evaluación de las medidas propuestas a través del programa SARE.

EL PROYECTO

Durante el desarrollo del estudio de viabilidad del control de ofidios en Ibiza y Formentera ya se han adoptado algunas de las medidas anticipadas en el capítulo anterior, con las que se pretendía controlar a las poblaciones de ofidios.

Algunas de esas medidas ya han sido detalladas cuando se describía el control experimental de ofidios de introducción reciente en los alrededores de Magaluf (**páginas 53 a 55 de este informe**). Otras, han ido dirigidas a la creación de la red de información, a la formación de profesionales (curso) y a poner las bases de un sistema de evaluación de las medidas (curso sobre el programa SARE).

LA RED DE INFORMACIÓN

Uno de los objetivos de este proyecto era crear una red de colaboradores que permitiese mantener un flujo de información constante sobre la presencia de ofidios, así como la abundancia de sus observaciones y los posibles cambios de distribución de las distintas especies.

Utilizando el SIARE (Servidor de información de anfibios y reptiles Españoles), aplicación informática

que permite la entrada de observaciones online (como registro simple en Base de datos o como registro fenológico en *AHEnuario*), y su representación en 10 x 10 km, podemos valorar la distribución actual conocida de cada especie, así como los datos que posteriormente pudieran observarse.



<http://siare.herpetologica.es/index.php>

Para favorecer el flujo de información, así como la tutela de los participantes se ha creado un Blog (<http://ofidiosibiza.blogspot.com.es/>) con el fin de crear la red de colaboradores para el intercambio de información sobre el problema de introducciones de ofidios en el archipiélago de Las Pitiusas. También se ha creado dentro de la web de la AHE un apartado para este proyecto donde hemos colgado una memoria previa sobre el problema, así como, algunos artículos sobre la introducción de ofidios en las Pitiusas, el Real Decreto 1628/2011

sobre especies invasoras en el territorio español y unos enlaces para consultar información sobre las especies de ofidios de introducción reciente (biología, comportamiento, hábitats, etc.).

<http://www.herpetologica.es/programas/colaboracion-en-proyectos/1684-proyecto-ofidios-en-ibiza>

Actualmente hay introducidas más de 130 observaciones sobre ofidios en la base de datos y se podrán aportar nuevas citas *on line*, cada una de ellas con la fecha correspondiente lo que nos permitirá valorar en el tiempo la evolución de las observaciones.



CURSO DE FORMACIÓN PARA PROFESIONALES

El curso titulado “*Viabilidad del Control de Ofidios en Ibiza y Formentera*” fue impartido por el Dr José A. Mateo, especialista en conservación de reptiles y miembro de la Junta Directiva de la Asociación Española de Herpetología. Tuvo lugar

el 13 de diciembre de 2011 en las instalaciones del Centre d’Interpretació des Amunts de Eivissa, de la localidad de Sant Llorenç de Balafia (Ibiza), en el que participó una veintena de profesionales de medio ambiente de Ayuntamientos, de los Consells Insulars de Ibiza y Formentera y del Govern de les Illes Balears.



Cartel anunciador del curso

A lo largo de la exposición se trató el origen de la fauna de Baleares, la importación de olivos y otros árboles desde la Península Ibérica, la llegada de nuevas especies a Ibiza y Formentera, la evolución de la invasión de ofidios en Pitiusas, un resumen de las características

biológicas y demográficas de las especies introducidas, los efectos que estas especies pueden llegar a tener sobre la fauna y la economía de las islas, los programas de control de ofidios en otras islas, y un resumen de las medidas que podrían adoptarse para parar la invasión.



El curso quedó completado con una mesa redonda en la que se discutieron estrategias y problemas potenciales. El Anexo I contiene el fichero Power-Point con la presentación completa del curso.

Evaluación de las medidas; el Programa SARE.

El proyecto SARE (Seguimiento de los Anfibios y Reptiles Españoles), es un proyecto nacional que nace ante la necesidad de contar con series temporales que puedan detectar tendencias poblacionales a largo plazo para la herpetofauna española, y bajo la misma filosofía de otros proyectos existentes para otros grupos

faunísticos como los programas para aves, SACRE o NOCTUA de la SEO, o el programa para mariposas diurnas BMS (*Butterfly Monitoring Scheme*) en Cataluña. Actualmente programas de seguimientos a largo plazo de anfibios y reptiles con voluntariado se llevan realizando en Europa desde hace tiempo (*Monitoring Network of Reptile, Amphibian & Fish Conservation* de la Fundación RAVON en Holanda, o el *The National Amphibian and Reptile Recording Scheme –NARRS-*, en el Reino Unido).

La Asociación Herpetológica Española (AHE), sociedad científica que agrupa a científicos y amantes de estos animales en toda España ha preparado la metodología apropiada para la realización de los censos que, de manera colectiva, permitirán a largo plazo evaluar las tendencias poblacionales de estos animales.

Esta metodología puede ser consultada en:

<http://www.herpetologica.es/programas/programa-sare>

En los ambiente insulares, estos seguimientos suelen ser muy monótonos, ya que las especies o son muy escasas y vulnerables (por lo que las administraciones llevan ya

programas de censados y seguimiento desde hace años), o son muy comunes y generalistas, por lo que los seguimientos suelen resultar muy monótonos e irrelevantes.

En el caso de Ibiza, presenta una buena población de lagartija de Las Pitiusas, en principio, nada adaptadas a la presencia de predadores como los ofidios. Esto provoca que la introducción de ofidios en la isla pueda llevar a una merma en sus poblaciones, más cuando estamos hablando de un endemismo.



El proyecto SARE, y su ejecución en áreas donde esté presente la lagartija de las Pitiusas y donde se haya detectado presencia de culebras introducidas (preferiblemente culebra de herradura o culebra de escalera)

puede aportar datos sobre el efecto que puede ejercer estos depredadores alóctonos sobre las poblaciones endémicas. La ejecución del programa consiste en la realización de censos, en recorridos preestablecidos, donde se realiza un conteo de individuos de lagartija de las Pitiusas, así como cualquier otro reptil que pueda ser visualizado. Dichos censos se repiten, al menos, dos veces al año (aunque mayor número de repeticiones dará mayor fiabilidad a los resultados), lo que nos permitirá obtener un valor de abundancia relativa que podamos comparar año tras año y que nos dará pistas de cómo está influyendo la presencia de ofidios introducidos en nuestras poblaciones de lagartijas autóctonas. Según las instrucciones del programa, estos censos deben de ser de una hora de duración, aunque en el caso de Ibiza, y para evitar la monotonía de los mismos pueden ser reducidos a censos de duración entre 20 y 30 min.

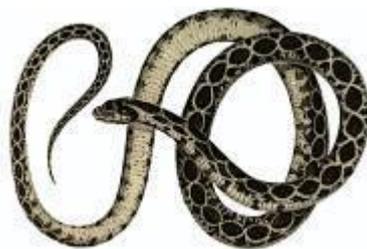
El seguimiento de otras poblaciones donde no se haya detectado la presencia de ofidios, permitirá también comparar entre poblaciones. En la actualidad se está creando, entre la red de colaboradores, un grupo de voluntarios que llevará a cabo estos

censos. De hecho, ya se están realizando en la cuadrícula CD62 y tres voluntarios más han manifestado su interés en empezar a realizar los censos correspondientes. La labor de captación de voluntarios se realizará como una difusión en medios de comunicación y a través de colaboración con el GEM-GOB, lo que permitirá ir aumentando el número de transectos a realizar.

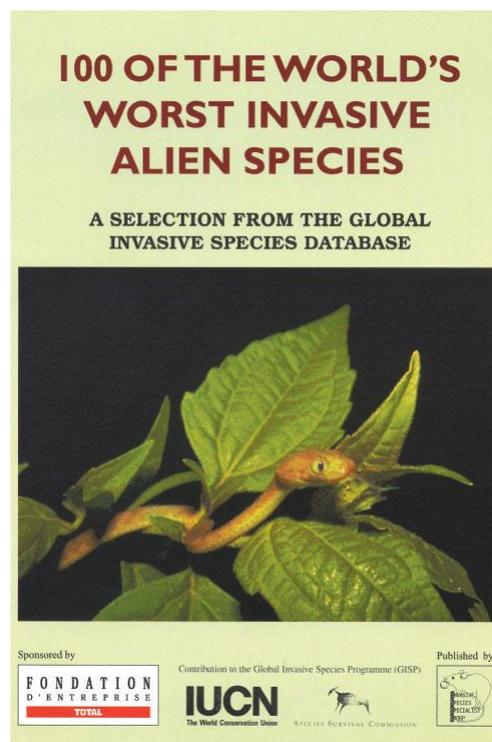


X – AGRADECIMIENTOS

La información expuesta en este informe no podría haber sido obtenida sin la ayuda de los que cada día se interesan por los ofidios introducidos en Baleares. Queremos agradecer por eso a todo el personal del Servei de Protecció d'Espècies, a los Agentes de Medio Ambiente de Ibiza y Formentera, a los diferentes departamentos responsables de Medio Ambiente de Consells Insulars y Ayuntamientos, a todos los que nos han ayudado desde los Centros de Recuperación de Fauna de Sa Coma y el COFIB, a Miguel Angel Carretero, Iolanda Rocha y Nefalí Sillero del CIBIO (Universidad de Porto), a Delfi Sanuy y Lluís Estopà, de la Univeritat de Lleida, a Ramón Gallo y Luis Felipe López Jurado –responsables del proyecto LIFE+ de control de *Lampropeltis* en Gran Canaria. Finalmente, nos queda recordar a todos los que han llamado desinteresadamente para informar acerca de culebras vistas en cualquiera de las islas en las que hemos trabajado.



BIBLIOGRAFÍA



Para buscar otras referencias de artículos relacionados con el control de ofidios consultar:

http://www.aphis.usda.gov/wildlife_damage/nwrc/research/bts/publications.shtml

- Alcover J.A. & Mayol J. (1981). Especies reliquias d'Amfibis i de Reptils a les Balears i Pitiüses. *Bolletí de la Societat d'Historia Natural de les Balears*, 25: 151-167.
- Álvarez C., Mateo J.A., Oliver & Mayol J. (2010). Los ofidios ibéricos de introducción reciente en las Islas Baleares. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española* 21: 126-131.
- Amand A. (2000). *Boiga irregularis* (brown tree snakes) on Guam and its effect on fauna. *Restoration and Reclamation Review*, 6: 1-6.
- Arévalo E, Davis S.K., Sites J.W. Jr. (1994). Mitochondrial DNA sequence divergence and phylogenetic relationships among eight chromosome races of the *Sceloporus grammicus* complex (Phrynosomatidae) in central Mexico. *Systematic Biology*, 43, 387–418.
- Bailón S., García-Porta J., & Quintana J. 2005. Primer registro fósil de las familias Gekkonidae (Lacertilia) y Colubridae (Serpentes) en el Plioceno de Punta Nati (Menorca, Islas Baleares). In *Insular Vertebrate Evolution: the Palaeontological Approach*, pp 27-32; J.A. Alcover & P. Bover (Edts.). Monografies de las Societat d'Historia Natural de les Balears, 12; Palma.
- Bailon S., Bover P., Quintana J. & Alcover J.A. (2010). First fossil record of *Vipera Laurenti* 1768 "Oriental vipers complex" (Serpentes: Viperidae) from the Early Pliocene of the western Mediterranean islands. *Comptes Rendus Palevol* 9: 147-154.
- Bernis, F. (1968). La culebra de las islas Columbretes: *Vipera latastei*. *Boletín de la Real Sociedad de Historia Natural*, 66: 115-134.
- Bertrac P. & Vernière Y. (1993). *Diodore de Sicile: Bibliothèqure Historique*. Les Belles Lettres París.
- Boscá, E. (1879). Las Víboras de España. *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, 8: 65-86.
- Boscá, E. (1883). Exploración herpetológica de la isla de Ibiza. *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, 12: 241-250.
- Brito, J. C. A. R. (2011). Víbora hocicuda – *Vipera latastei*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Marco, A. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.
<http://www.vertebradosibericos.org/> (consultado el 8 de febrero de 2012).
- BTSCP (1996). *Brown Tree Snake Control Plan*. Accesible en <http://www.anstaskforce.gov/Species%20plans/Brown%20Tree%20Snake%20Mgt%20Plan.pdf> (consultado el 5 de marzo de 2012).
- Burbrink, F.T., Lawson, R., Slowinski, J.B. (2000). Mitochondrial DNA phylogeography of the polytypic North American Rat Snake (*Elaphe obsoleta*): a critique of the subspecies concept. *Evolution*, 54: 2107–2118.
- Campbell, E. W. (1996). *The effect of brown tree snake (Boiga irregularis) predation on the island of Guam's extant lizard assemblages*. Columbus, OH, unpub. Tesis Doctoral, Ohio State University. Columbus.
- Campbell, E. W. (1999). Barriers to movements of the brown treesnake (*Boiga irregularis*). In Rodda G. H.; Sawai Y.; Chiszar D. and Tanaka H. (eds.). *Problem*

- Snake Management: the Habu and the brown treesnake*, pp. 306-312. Cornell Univ. Press. Ithaca.
- Cheke, A. S. (1987). An ecological history of the Mascarene Islands, with particular reference to the extinctions and introductions of land vertebrates. In Diamond A.W., Cheke A. S. & Elliott H.F.I. (eds.). *Studies of Mascarene Island Birds*, pp. 5-89. Cambridge, Cambridge University Press.
- Colom G. (1957). *Biogeografía de Baleares*. Estudio General Luliano, Palma.
- Compte, A. (1966). Resultados de una expedición zoológica a las islas Pitiusas.I. Vertebrados. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Biología)*, 64: 15-46.
- Engeman R.M., Rodríguez D.V., Linnell M.A., M.E. Pitzlerb (1998). A review of the case histories of the brown tree snakes (*Boiga irregularis*) located by detector dogs on Guam. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 42: 161-165.
- Estrabón (Siglo I a.d.C.; edición 1998). *Geografía, Libro III*. Editorial Gredos, Madrid.
- Feriche, M. (2004). Culebra de herradura – *Hemorrhoids hippocrepsis*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Carrascal, L. M., Salvador, A. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.
<http://www.vertebradosibericos.org/> (consultado 13 marzo 2013).
- Fortuny J. (2002). Metodología del Análisis Sectorial en el sistema agroalimentario aplicada al subsector oléico catalán. Tesis Doctoral de la Universidad de Lleida.
- Fritts T.H. & Rodda G.H. (1998). The role of introduced species in the degradation of island ecosystems: a case history of Guam. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29: 113-40.
- García-Porta J., Quintana J. & Bailón S. 1988. Primer hallazgo de *Blanus sp* (Amphisbaenia, Reptilia) en el neógeno balear. *Revista Española de Herpetología*, 16: 19-28.
- Guicking, D., Griffiths, R., Moore, D., Joger, U., Wink, M. (2006). Introduced alien or persecuted native? Resolving the origin of the viperine snake (*Natrix maura*) on Mallorca. *Biodiversity and Conservation*, 15: 3045–3054.
- Guicking, D., Joger, U., Wink, M. 2002. Molecular phylogeography of the Viperine snake (*Natrix maura*) and the Dice snake (*Natrix tessellata*): first results. *Biota* 3, 49–59.
- Habsburgo-Lorena, L.S. (1895). *Columbretes*. Druck und Verlag von H. Mercy. Praga.
- Hailey, A. & Davies, P.M.C. (1987). Growth, movement and population dynamics of *Natrix maura* in a drying river. *Herpetological Journal*, 1: 185-194.
- Kelly C.M.R., Barker N.P., Villet M.H., Broadley D.G. & Branch W.R. (2008). The snake family Psammophiidae (Reptilia: Serpentes): Phylogenetics and species delimitation in the African sand snakes (*Psammophis* Boie, 1825) and allied genera. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 47: 1045-1060.
- Lowe S. J., M. Browne & S. Boudjelas (2000). *100 of the World's Worst Invasive Alien*

- Species*. IUCN/SSC Invasive Species Specialist Group (ISSG), Auckland, New Zealand.
- Kocher, T.D., Thomas, W.K., Meyer, A., Edwards, S.V., Paabo, S., Villablanca, F.X., Wilson, A.C. (1989). Dynamics of mitochondrial DNA evolution in animals: amplification and sequencing with conserved primers. *Proceeding of the National Academy of Sciences USA*, 86: 6196–6200.
- Maluquer J. (1918). Notas herpetológicas: 111; La Testudo graeca en Formentera. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 18: 402-406.
- Martins M., Sawaya R.J. & Marques O.V. (2008). A first estimate of the population size of the critically endangered lancehead, *Bothrops insularis*. *South American Journal of Herpetology*, 3: 168-174.
- Mateo J.A., Ayres C. & López-Jurado L.F. (2011). Los anfibios y reptiles naturalizados en España; historia y evolución de una problemática creciente. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 22: 2-42.
- Mela, P. (43 d.C.). *De Chorographia, Liber Secundus* (109). <http://www.thelatinlibrary.com/pomponius2.html> (consultado 7 febrero 2012).
- Mortensen, H.S. & Dupont Y.L. (2008). Snake in paradise: Disturbance of plant reproduction following extirpation of bird flower-visitors on Guam. *Biological Conservation*: 141: 2146-2154.
- Nepote C. (alrededor de 50 aC). *De Viris Illustribus*, 23 (Hannibal): 10. Accesible (11 junio 2012) en http://www.intratext.com/IXT/LAT0103/_P45.HTM).
- Nishimura M. (2011). Cheap Net-Traps to reduce risk of venomous snake Habu (*Protobothrops flavoviridis*) in Okinawa Island, Japan. *International Journal of Tropical Medicine*, 6: 77-80.
- Nulchis V., Biaggini M., Carretero M.A. & Harris J. (2008). Unexpectedly low mitochondrial DNA variation within the ladder snake *Rhinechis scalaris*. *North-Western Journal of Zoology*, 4: 119-124.
- O'Brien C.M. 2000. *Plasticity and induced defences in tadpoles: the effects of an introduced predator on the Mallorcan midwife toad (Alytes muletensis)*. MSc Dissertation, University of Kent, Canterbury.
- Oliver, J.A. 2010. Ferreret – *Alytes muletensis* (Sanchiz & Adrover, 1979). <http://www.vertebradosibericos.org/anfibios/bibliografia/alymulbi.html>.
- Orueta J.F. (2003). *Manual práctico para el manejo de vertebrados invasores en islas de España y Portugal* Proyecto LIFE2002 NAT/CP/E/000014. Gestión y Estudio de Espacios Naturales & GBR Producciones Grafiques, Palma.
- Palumbi, S.R. (1996). The polymerase chain reaction. In: *Molecular Systematics*, pp 205–247. Hillis, D., Moritz, C. & Mable, B.K. (Eds.). Sinauer Associates, Sunderland.
- Pérez-Mellado, V. 2009. *Les Sargantanes de les Balears*. Quaderns de Natura de les Balears, Edicions Documenta Balear. Palma de Mallorca.
- Pether J. & Mateo J.A. 2007. La Culebra Real (*Lampropeltis getulus*) en Gran Canaria, otro caso preocupante de reptil

- introducido en el Archipiélago Canario. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 18: 20-23.
- Pleguezuelos J.M. (2002). Las Especies Introducidas de Anfibios y Reptiles. 501-532. In Pleguezuelos J.M., Márquez R. & Lizana M. (eds.), *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España*. Ministerio de Medio Ambiente-Asociación Herpetológica Española. Madrid.
- Pleguezuelos J.M., Márquez R. & Lizana M. (editores) (2002). *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Asociación Herpetológica Española, Madrid.
- Plinius, G. (77 d.C.). *Naturalis Historia*, Liber III (78). http://la.wikisource.org/wiki/Naturalis_Historia (consultado 7 febrero 2012).
- Porrás A. & Soriano M.L. (2002). Implantación del Olivar. <http://mv.uclm.es/profesorado/porraysoriano/tfcaps1/pdf/tema2.pdf> (consultado el 20 de febrero de 2012).
- Pyron R.A., Burbrink F.T., Colli G.R., Montes de Oca A.N., Vitt L.J., Kuczynski C.A. & Wiens C.A. (2011): The phylogeny of advanced snakes (Colubroidea), with discovery of a new subfamily and comparison of support methods for likelihood trees. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 58 : 329–342.
- Quintana J., Alcover J.A., Moyà-Solà S. & Sanchiz B. (...). Presence of *Latonia* (Anura, Discoglossidae) in the insular Pliocene of Menorca (Balearic Islands).
- Rodda G.H., Fritts T.H. & Conry P.J. (1992). Origin and population growth of the Brown Tree Snake, *Boiga irregularis*, on Guam. *Pacific Science*, 46: 46-57.
- Rodda G.H., Fritts T.H., Campbell E.W., Dean-Bradley K., Perry G. & Qualls C.P. (2002). Practical concerns in the eradication of island snakes. En *Turning the tide: the eradication of invasive species*, pp 260-265. C.R. Veitch & M.N. Clout (eds.). IUCN SSC, Gland.
- Rodda, G. H.; Sawai, Y.; Chiszar, D. & Tanaka, H. -eds.- (1999). *Problem Snake Management: the Habu and the brown treesnake*. Cornell University Press. Ithaca.
- Rodríguez-Pérez, J. (2009). Pérdidas de interacciones planta-animal en islas: dispersión de semillas por la lagartija balear y sus consecuencias para la regeneración de un arbusto endémico. *El Indiferente*, 20: 36-43.
- Sambrook, J., Frittsch, E.F. & Maniatis, T. 1989. *Molecular cloning: a laboratory manual*, 2nd edn. Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York.
- San Mauro, D., Gower, D.J., Oommen, O.V., Wilkinson, M. & Zardoya, R. (2004) Phylogeny of caecilian amphibians (Gymnophiona) based on complete mitochondrial genomes and nuclear RAG1. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 33: 413–427.
- Santos, X. (2004). Culebra viperina - *Natrix maura*. En: *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Carrascal, L. M., Salvador, A. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/> (consultado el 20 de febrero de 2012).

- Savarie, P.J., R.L. Bruggers & W.S. Wood. 1991. *Methyl Bromide fumigation of Brown Tree Snake on Guam*. Unpub. U.S. Department of Agriculture report submitted to U.S. Fish and Wildlife Service, National Ecology Research Center, October 25, 1991.
- Savidge, J. A. (1987). Extinction of an island forest avifauna by an introduced snake. *Ecology* 68: 660-668.
- Servei de Protecció d'Espècies (2007). Pla de Recuració del Ferreret (*Alytes muletensis*). Sèrie Plans d'Espècies Catalogades, 2. Conselleria de Medi Ambient Govern de les Illes Balears. Palma.
- Trujillo E. (1860). *Diario de la Construcción del Faro de Columbretes*. No publicado.
- Velázquez, F. (2007). *El Dios Bes: de Egipto a Ibiza*. Museu Arqueològic d'Eivissa, Eivissa.
- Vice D.S. & R.M. Engeman R.M. (2000). Brown tree snake discoveries during detector dog inspections following supertyphoon Paka. *Micronesia*, 33: 105-111.
- Williamson M. (1996). *Biological invasions*. Chapman & Hall, London.
- Yamada F. (2002). Impacts and control of introduced small Indian mongoose on Amami Island, Japan. En *Turning the tide: the eradication of invasive species*, 389-392; C.R. Veitch & M.N. Cloud (eds.). IUCN SSC Invasive Species Specialist Group. IICN, Gland.

