

Origen de la fauna de invertebrados terrestres de las Islas Chafarinas

MEMORIA FINAL DEL PROYECTO

Joan Pons, Guillem X. Pons y Miquel Palmer
Dirección científica: Jorge Moreno y Josep A. Alcover

INSTITUTO MEDITERRANEO DE ESTUDIOS AVANZADOS (IMEDEA)
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS (CSIC)
Ed. Mateu Orfila. Campus Univ. Illes Balears. Cta. Valldemossa km 7.5, 07071 Palma de Mallorca.
Miquel Palmer e-mail: ieampv@ps.uib.es
Guillem X. Pons e-mail: ieagpb@ps.uib.es

INDICE

1. INTRODUCCION

2. METODOS

- 2.1. Extracción y purificación de DNA genómico.
- 2.2. Amplificación del gen COI por PCR.
- 2.3. Aislamiento y purificación de los productos amplificados.
- 2.4. Secuenciación.
- 2.5. Análisis de las secuencias de citocromo b.
 - 2.5.1. Alineamiento.
 - 2.5.2. Composición nucleotídica y patrones de sustitución nucleotídica.
 - 2.5.3. Análisis geográfico de la secuencia de citocromo b.
- 2.6. Elaboración de catálogos faunísticos
- 2.7. Relación área/número de especies
- 2.8. Diferencias en la composición faunística de cada isla
- 2.9. Selección de hábitat por dos especies de coleópteros lapidícolas (Coleoptera, Tenebrionidae)
- 2.10. Diferencias biométricas entre poblaciones de cada isla.

3. AGRADECIMIENTOS

4. RESULTADOS

Estudio molecular de las poblaciones de *Pachychila lesnei* de las Islas Chafarinas

Anexo 1

Primeras puebas de imprenta de los resultados faunísticos coleopterológicos

Anexo 2

Primeras pruebas de imprenta de los resultados faunísticos isopodológicos

Anexo 3

Manuscrito en preparación sobre los invertebrados terrestres de las Islas Chafarinas: Coleoptera, Isopoda, Araneae y Gastropoda

1. INTRODUCCION

De acuerdo con el pliego de prescripciones técnicas del convenio entre el Organismo Autónomo Parques Nacionales y el Consejo Superior de Investigaciones (firmado el 22/Jul/99 y con registro de salida del OA Parques Nacionales número 1795), se remiten el informe final con parte de los resultados obtenidos (algunos de ellos en prensa o en trámite de publicación) que permiten asegurar el total cumplimiento de los objetivos iniciales del proyecto "Origen de la fauna de invertebrados de las Islas Chafarinas".

Los objetivos del proyecto:

El estudio encaminado a completar el catálogo taxonómico de arácnidos, coleópteros, malacológico y isópodos terrestres de y el mapa de la distribución de las diferentes especies. Completando la elaboración de índices de abundancia y selección de hábitat para cada especie.

Dentro del grupo de coleópteros se ha analizado las diferencias genéticas (intra e interpoblacionales) en una especie de coleóptero tenebriónido áptero (*Pachychila lesnei* Peyerimhoff, 1925). Se han completado la elaboración de índices de abundancia y selección de hábitat para cada especie.

Para cubrir estos objetivos generales fue necesaria una visita de una semana durante los meses de octubre a las Islas Chafarinas. Los objetivos assolidos durante esta campaña son:

1. Recolección de muestras de la especie elegida de coleóptero seleccionada de las tres islas para la secuenciación de DNA (objetivo B). Se han recogido un número de individuos óptimo (para no poner en peligro la estabilidad de las poblaciones y, al mismo tiempo, para asegurar los resultados) de cada una de las islas y se mantendrán en condiciones adecuadas para asegurar que lleguen al laboratorio en óptimas condiciones. En el apartado metodológico se detalla ampliamente el protocolo propuesto para completar con éxito este objetivo.

2. Completado el catálogo de invertebrados terrestres (concretamente, arácnidos, coleópteros, gasterópodos y isópodos) de las Islas Chafarinas (objetivos generales A, B, C y D). No se quiere dejar esta nueva oportunidad de visitar las islas para seguir completando el catálogo de especies del archipiélago. No debe olvidarse que la elaboración de cualquier catálogo faunístico es un proceso dinámico y asintótico.

3. Finalmente, se realizarán estimas de densidad de población de una especie de coleóptero tenebriónido en las Islas del Congreso y de Isabel II (objetivo general B). Nos remitimos a la memoria del proyecto completado "ESTUDIO DE LA FAUNA ENDEMICA Y SINGULAR DE LAS ISLAS CHAFARINAS", que se completó durante 1998, y en la que se pone de manifiesto el posible efecto de *Rattus rattus* sobre la abundancia de varias especies de invertebrados. Para la presente campaña se ha diseñado un muestreo específico para evaluar esta hipótesis.

2. METODOS

Origen de la fauna de invertebrados terrestres de las Islas Chafarinas

MEMORIA FINAL DEL PROYECTO
Joan Pons, Guillem X. Pons y Miquel Palmer Dirección científica: Jorge Moreno y Josep A. Alcover INSTITUTO MEDITERRANEO DE ESTUDIOS AVANZADOS (IMEDEA) CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS (CSIC)

2.1. Extracción y purificación de DNA genómico.

A continuación se detallan los aspectos técnicos del protocolo que se han seguido para la extracción, purificación y secuenciación de DNA. Este protocolo ha demostrado su fiabilidad y ha sido utilizado con éxito y de manera reiterada por el mismo personal que completará los análisis correspondientes al presente proyecto. Los métodos relativos a los objetivos concretos 1 y 3 son de carácter general y se detallan de manera adecuada en la memoria final del proyecto "ESTUDIO DE LA FAUNA ENDEMICA Y SINGULAR DE LAS ISLAS CHAFARINAS" fruto convenio de colaboración específico para este proyecto entre el Organismo Autónomo Parques Nacionales y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas –CSIC- (Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados –IMEDEA-, Palma de Mallorca); proyecto que se completo dentro del año 1998.

La cabeza de un individuo se homogeneiza en 500 µl de tampón de extracción (Tris 300 mM, sacarosa 200 mM, NaCl 100 mM, EDTA 10 mM pH 8), luego se añaden 34 µl de SDS al 10% pH 7,2 y se incuba la muestra a 65°C durante 30 minutos. Posteriormente, se adicionan 140 µl de acetato potásico 5M, se incuba en hielo durante una hora y se centrifuga la muestra a 13000 rpm durante 20 minutos (Juan *et al.*, 1991). El sobrenadante con los ácidos nucleicos se purifica con dos extracciones de un volumen de fenol: triclorometano: 3-metil-1-butanol (25: 24: 1) y una extracción con un volumen de triclorometano:3-metil-1-butanol (24:1). Los ácidos nucleicos purificados se precipitan con un volumen de isopropanol y 1/10 de acetato de sodio 3M pH 5,2 y posteriormente se lavan con etanol al 70%. Finalmente, se seca el precipitado de ácidos nucleicos al vacío y se resuspende en TE (Tris 10 mM, EDTA 1 mM) (Sambrook *et al.*, 1989).

2.2. Amplificación del gen COI por PCR.

La amplificación por PCR se realiza en un termociclador PTC-Programmable Thermal Controller, MJ Research Inc. El protocolo de amplificación es el siguiente: 5 minutos de desnaturalización a 94°C seguido de 35 ciclos de 30 segundos de desnaturalización a 94°C, 1 minutos de anillamiento a 48°C y 2 minutos de extensión a 72°C, y finalmente, 10 minutos. de extensión a 72°C. Las reacciones de amplificación se procesan en 100 µl con 4 mM de Mg²⁺, 200 µM de dNTPs, 150 nM de cada cebador, 25 ng de DNA genómico y 1 U de Taq polimerasa (Boehringer Mannheim) con el tampón 1x apropiado de la casa comercial.

Para la amplificación del gen mitocondrial citocromo b se usa la pareja de cebadores L15149-H14841 que amplifica un fragmento de ~380 pb (tabla 1).

Tabla 1. Secuencias de los cebadores utilizados para amplificar el gen citocromo b. En la primera columna se destaca en negrita la posición que ocupa la primera base del cebador en la molécula de DNA mitocondrial de *Drosophila yakuba*.

Cebadores	Secuencia 5' → 3'
L 15149	AAA AAG CTT CCA TCC AAC ATC TCA
H 14841	AAA CTG CAG CCC CTC AGA ATG ATA

2.3. Aislamiento y purificación de los productos amplificados.

El fragmento amplificado por PCR se separa mediante geles horizontales de agarosa al 1,5 % con 0,5 µg/ml de bromuro de etidio que se corre a 5V/cm en tampón iónico TBE 0,5x (Tris 45 mM, EDTA 1mM) durante 2-4 horas (Sambrook *et al.*, 1989). La banda correspondiente al fragmento a secuenciar se corta del gel de agarosa. El DNA del bloque de agarosa se purifica mediante el Kit Gene Clean III de la casa comercial Bio 101 Inc., siguiendo las recomendaciones del fabricante. El DNA recuperado se cuantifica corriéndolo en un gel de agarosa frente a una cantidad conocida de DNA marcador.

2.4. Secuenciación.

Los fragmentos de citocromo b purificados se secuencian en ambas direcciones según las recomendaciones del DNA Sequencing Kit (BigDye Terminator Cycle Sequencing Ready Reaction) que usa el método de Sanger *et al.* (1977) con los mismos cebadores usados para amplificar el mismo fragmento. Se usan aproximadamente 25-40 ng de producto purificado por el método 2 como DNA molde en cada reacción de secuenciación. Los fragmentos generados en la reacción de secuenciación se analizan en el sistema de secuenciación automática ABI 310 de Perkin Elmer.

2.5. Análisis de las secuencias de citocromo b.

2.5.1. Alineamiento.

Las secuencias se alinean con el programa Clustal W, versión 1.7 (Higgins *et al.*, 1996). Se usa una penalización de 10 para la apertura de un *gap* y de 5 para la extensión de ese *gap* en los alineamientos de secuencias par a par y una penalización de 10 para la apertura de un *gap* y de 0.05 para la extensión de ese *gap* para el alineamiento múltiple de todas las secuencias, dejando los demás parámetros por defecto.

2.5.2. Composición nucleotídica y patrones de sustitución nucleotídica.

La composición nucleotídica y los patrones y frecuencias de sustitución nucleotídica y los relaciones de transiciones / transversiones de un conjunto de secuencias se obtienen con el programa PAUP (Swofford, 1993) mediante comparaciones de secuencias dos a dos.

2.5.3. Análisis geográfico de la secuencia de citocromo b.

Estos análisis se realizan mediante métodos de distancia y máxima parsimonia con el programa PAUP (Swofford, 1993). El método específico usado finalmente dependerá de las secuencias obtenidas: composición nucleotídica, patrones de sustitución nucleotídica y distribución de las sustituciones en las diferentes posiciones de las secuencias.

2.6. Elaboración del catálogo faunístico

El tiempo disponible para completar el catálogo de invertebrados de los grupos estudiados para cada una de las tres islas determina los posibles métodos. Junto con los datos de dos campañas de recolección anteriores (1998) se realizó una única campaña de una semana durante el mes de octubre (1999). Durante la campaña se visitaron en distintas ocasiones todas las islas únicamente mediante prospección directa.

Prospecciones directas

Origen de la fauna de invertebrados terrestres de las Islas Chafarinas

MEMORIA FINAL DEL PROYECTO
Joan Pons, Guillem X. Pons y Miquel Palmer Dirección científica: Jorge Moreno y Josep A. Alcover INSTITUTO MEDITERRANEO DE ESTUDIOS AVANZADOS (IMEDEA) CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (CSIC)

Durante esta campaña se ha llevado a cabo una prospección sistemática en cada uno de los hábitats susceptibles de albergar alguna especie de los grupos estudiados. Estos hábitats han sido, por orden de importancia:

Bajo piedras. Se trata de uno de los principales refugios de una gran variedad de invertebrados (coleópteros de varias familias, isópodos, arácnidos y moluscos)

Vegetación. Las mangas de vegetación permiten detectar la presencia de las especies fitófagas (principalmente Coleoptera Curculionidae y Chrysomelidae) y de las especies depredadores de fitófagos que viven sobre la vegetación (principalmente arácnidos).

Microhábitats. Se detallan a continuación los microhábitats en los que se ha detectado la presencia de alguna especie perteneciente a los grupos estudiados: pequeñas hoquedades en los acantilados, cadáveres de aves y mamíferos, charcas rocosas de aguas salobres, playas (Playa Larga, en la Isla del Congreso), casas y otros ambientes humanizados.

Presentación del catálogo faunístico

Para facilitar el acceso a los datos disponibles, se ha completado una ficha para cada especie inventariada.

Los campos son:

Nombre de la especie, con su descriptor y año de descripción

Categorías sistemáticas clave (se indican Clase, Orden y Familia)

Distribución en las Chafarinas.

Distribución. Se indica la distribución general de cada especie.

Abundancia en las Chafarinas. Se especifican tres categorías básicas: abundante (>20 ejemplares), escaso (5-20) y muy raro (<5).

Capacidad dispersiva. Las categorías básicas son: áptero con capacidad de dispersión restringida, alado, antropocórico y anemocórico.

Hábitat y otros datos autoecológicos. Se incluyen todos los datos disponibles. En muchos casos esta información se complementa con datos relativos a especies de características parecidas.

2.7. Relación área/número de especies

El número de especies de una isla está relacionado con su área (MacArthur y Wilson, 1967). El número de especies por unidad de área depende de diferentes variables, algunas de ellas específicas de cada archipiélago (e.g., Becker, 1992). Aquí se ha analizado si existen diferencias en el número de especies por unidad de área entre las islas Chafarinas y las islas del archipiélago de Cabrera. Se ha restringido el análisis a los coleópteros tenebriónidos debido a los datos disponibles (Palmer y Petitpierre, 1993).

Al representar gráficamente el área y el número de especies (ambos \ln -transformados) de cada una de las islas de un archipiélago se obtiene aproximadamente una recta. Para comparar las rectas de regresión correspondientes a los dos archipiélagos considerados se ha computado un análisis de la covarianza (ANCOVA, Sokal y Rohlf, 1981). Este análisis evalúa la significación de las diferencias en el punto de intersección con el eje X de cada recta (i.e., Chafarinas *versus* Cabrera). Ambas variables han sido \ln -transformadas. Además (según las recomendación de Sokal y Rohlf, 1981 y Wilkinson, 1992), se ha comprobado que la recta de regresión de cada archipiélago es significativa y que las dos pendientes no son diferentes (testando la significación de la interacción archipiélago*área).

2.8. Diferencias entre islas

Origen de la fauna de invertebrados terrestres de las Islas Chafarinas

MEMORIA FINAL DEL PROYECTO
Joan Pons, Guillem X. Pons y Miquel Palmer Dirección científica: Jorge Moreno y Josep A. Alcover INSTITUTO MEDITERRANEO DE ESTUDIOS AVANZADOS (IMEDEA) CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (CSIC)

Al comparar la fauna de dos islas de un mismo archipiélago se espera que compartan un determinado número de especies. El efecto de diferentes factores externos (por ejemplo una mayor influencia humana en alguna de las islas que se está comparando) puede hacer disminuir el número de dobles presencias (especies presentes en dos islas) por debajo de lo que se esperaría de una distribución al azar. Uno de los métodos más desarrollados para dilucidar esta cuestión se basa en generar al azar un gran número de matrices de presencia-ausencia de manera que se pueda comparar el archipiélago real con los simulados.

El mecanismo de generación de matrices al azar más aceptado es fijar tanto la abundancia de cada especie dentro del archipiélago (es decir el número de islas en las que cada especie está presente) como el número de especies de cada isla (Birks, 1987; Real y Vargas, 1996). ISLANRAND (Manly, 1995) realiza automáticamente simulaciones de este tipo. Además se calcula un estadístico para evaluar si las diferencias entre los patrones observados y esperados difieren de una manera significativa. Se han seguido las recomendaciones de Manly (1995) en cuanto al número de iteraciones (100 series de 10000 iteraciones).

Se han realizado tres análisis. En primer lugar con todas las especies, en segundo lugar con las especies ápteras y/o con capacidad de dispersión limitada y en tercer lugar con las especies buenas dispersoras.

2.9. Selección de hábitat por dos especies de coleópteros lapidícolas (Coleoptera, Tenebrionidae)

Uno de los objetivos del presente proyecto es el de determinar los factores concretos que afectan la abundancia de diferentes especies con el fin último de proporcionar bases objetivas a decisiones de gestión del parque. El tiempo disponible limita de forma considerable este objetivo general, de manera que los resultados presentados deben considerarse una primera aproximación.

Se ha tratado de maximizar la utilidad de los datos obtenidos al seleccionar dos especies representativas de la comunidad de invertebrados lapidícolas (i.e., que se refugian bajo piedras y viven predominantemente en el suelo). Se trata de dos especies de coleópteros tenebriónidos que pertenecen a géneros de los que ya se cuenta con información demográfica de islotes de las Baleares (e.g., Palmer y Pons, 1996a). En base a estos datos se podía asumir *a priori* que hay adultos de estas especies durante todo el año, y que la variabilidad entre estaciones no es tan acusada como en otras especies. De esta manera los datos generados en las dos campañas (Junio y Octubre) son comparables.

La elección de estas dos especies también se ha hecho debido a otros condicionantes:

1) Se trata de especies ápteras, con lo que se pueden descartar migraciones desde el continente (o en el improbable caso de que se produzcan, el número de migrantes será insignificante respecto a la población local). Se trata además de especies no directamente vinculadas con la presencia humana, con lo que puede descartarse también que la migración ligada al transporte de mercancías sea significativa.

2) Los tenebriónidos son sensibles a la influencia de muchos factores externos. Por ejemplo, se han descrito efectos de la presencia de ratas sobre densidad de población (Palmer y Pons, 1996b). La influencia negativa puede llegar a causar extinciones locales de ciertas especies, al mismo tiempo que facilita el asentamiento de otras especies no autóctonas (Palmer y Pons, 1996b).

Otra razón de tipo práctico estriba en que es relativamente fácil de detectar la presencia de un porcentaje elevado (y comparable) de los individuos que viven en una

Origen de la fauna de invertebrados terrestres de las Islas Chafarinas

MEMORIA FINAL DEL PROYECTO
Joan Pons, Guillem X. Pons y Miquel Palmer Dirección científica: Jorge Moreno y Josep A. Alcover INSTITUTO MEDITERRANEO DE ESTUDIOS AVANZADOS (IMEDEA) CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (CSIC)

unidad de área predeterminada. Estudios previos aconsejan un cuadrado de 5*5 metros para minimizar el esfuerzo de muestreo y la varianza de las estimas (Palmer, 1994; Palmer y Pons, 1996a). Por tanto, después de delimitar una parcela de 5*5, se procedía a su revisión exhaustiva. El esfuerzo de muestreo se cifra, aproximadamente, en 1 hora-persona para cada parcela. La unidad de muestreo se redujo a 2.5*2.5 m en la zona del faro sur de Congreso debido al elevado número de individuos capturados (ver resultados). Estas últimas estimas han sido adecuadamente transformadas para poder ser comparadas con el resto.

Durantes esta campaña se realizaron estimas en seis zonas:

- 1) Isla del Congreso: zona del faro sur.
- 2) Isla del Congreso: zona central, cerca de la carena hacia Playa Larga.
- 3) Isla del Congreso: zona norte (vegetación dominante de *Suaeda vera*).
- 4) Isla del Rey: zona norte.
- 5) Isla del Rey: parte central zona sur (vegetación dominante de *Atryplex halimus* y *Lycium intricatum*).
- 6) Isla de Isabel II: zona cerca del faro (NW).

En todos los casos se realizaron 5 estimas en cada zona, a razón de una estima diaria durante cinco días consecutivos. Las parcelas dentro de cada zona se situaron a una distancia aproximada de 10 a 20 m.

En la Fig. 2 se detallan las zonas estudiadas.

En cada parcela se determinó el valor de cada una de las siguientes variables medioambientales:

LY: Cobertura de *Lycium intricatum*.

SUA: Cobertura de *Suaeda vera*.

SAL: Cobertura de *Salsola opositifolia*.

ATY: Cobertura de *Atryplex halimus*.

ARB: Cobertura arbustiva total.

PIE: Número de piedras de mas de 15 cm.

PEN: Pendiente.

ORI: Orientación.

Los datos se han cotejado con los resultados de las campañas de 1998.

2.10. Confirmación de la validez del método de muestreo exhaustivo en parcelas de 5*5 por captura-recaptura

Las zonas muestreadas han sido en todos los casos áreas con vegetación arbustiva poco densa, de carácter halófilo o halonitrófilo. Las diferencias entre zonas no permiten suponer *a priori* que puedan existir diferencias en la detectabilidad de las especies estudiadas. De cualquier manera se ha querido confirmar que las diferencias existentes (tipo de suelo o grado de cobertura de los principales arbustos) no implican ningún sesgo en este sentido. Para ello, de manera simultánea a la cuantificación de todos los individuos detectados dentro de la parcela, se procedió a su marcado. Los individuos marcados se liberaron en la parcela a estudiar al día siguiente y se contabilizó el número de individuos marcados.

El número de individuos recapturados fue, en todos los casos, un porcentaje muy bajo (en la mayoría de casos alrededor del 1%). Por tanto se puede asumir que el incremento de densidad relacionado con la suelta de individuos marcados no afecta las estimas de densidad por prospección exhaustiva de parcelas (es decir, que estas

migraciones artificiales dentro de una parcela quedan compensadas durante el periodo de un día entre suelta en t y la siguiente estima en $t+1$ día).

Las marcas se han realizado con un rotulador blanco indeleble, de 0.5 mm. Las dos especies estudiadas son de élitros negros, de manera que la marca es fácilmente detectable. No se han podido realizar estimas de sesgos relacionados con diferencias en la tasa de supervivencia entre individuos marcados y no marcados. De cualquier manera es difícil asumir diferencias entre zonas en esa tasa de supervivencia, de manera que queda cubierto el objetivo de evaluar la fiabilidad de estimas realizadas por el otro método (estimas por unidad de habitat y esfuerzo de muestreo).

Para la determinación de tamaño de la población en cada zona se ha usado el método de Schanabel (Krebs, 1989). El modelo asume implícitamente que:

1. La población es cerrada, es decir que el tamaño de la población es constante durante el experimento y no hay incrementos (migraciones i/o nacimientos) ni disminución (muertes o inmigraciones).
2. Todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser capturados.
3. Las marcas no afectan la probabilidad de recaptura en sucesivos muestreos.
4. Los animales no pierden las marcas durante el experimento.

AGRADECIMIENTOS. En primer lugar debe constar nuestro sincero agradecimiento por las sugerencias realizadas por los directores científicos de la presente memoria: Jorge Moreno y Josep Antoni Alcover. También ha sido esencial e indispensable la ayuda de todo tipo que nos han prestado Gonzalo Martínez y los técnicos de GENA.

Esta memoria se ha beneficiado de la colaboración de un gran número de taxónomos. La labor del taxónomo es frecuentemente minusvalorada pero constituye la base sobre la que se fundamenta cualquier análisis biológico. Determinar un invertebrado supone mucho más que unos minutos de observación con una lupa binocular. Implica muchos años de dedicación minuciosa a un grupo de seres vivos. Agradecemos la ayuda desinteresada de M.A. Alonso-Zarazaga, X. Bellés, J. de Ferrer, J. Ferrer, Ll. Garcia, R. Outerelo, E. Petitpierre, P. Plata, J.L. Ruiz, M. Sánchez-Ruiz, X. Vázquez, J. Vives y E. Vives.

4. RESULTADOS

Origen de la fauna de invertebrados terrestres de las Islas
Chafarinas MEMORIA FINAL DEL PROYECTO

Joan Pons, Guillem X. Pons y Miquel Palmer Dirección científica: Jorge Moreno y Josep A. Alcover INSTITUTO MEDITERRANEO DE ESTUDIOS AVANZADOS (IMEDEA) CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS (CSIC)

Anexo 1

Primeras puebas de imprenta de los resultados faunísticos coleopterológicos

Origen de la fauna de invertebrados terrestres de las Islas
Chafarinas MEMORIA FINAL DEL PROYECTO

Joan Pons, Guillem X. Pons y Miquel Palmer Dirección científica: Jorge Moreno y Josep A. Alcover INSTITUTO MEDITERRANEO DE ESTUDIOS AVANZADOS (IMEDEA) CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS (CSIC)

Anexo 2

Primeras pruebas de imprenta de los resultados faunísticos isopodológicos

Origen de la fauna de invertebrados terrestres de las Islas
Chafarinas MEMORIA FINAL DEL PROYECTO

Joan Pons, Guillem X. Pons y Miquel Palmer Dirección científica: Jorge Moreno y Josep A. Alcover INSTITUTO MEDITERRANEO DE ESTUDIOS AVANZADOS (IMEDEA) CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS (CSIC)

Anexo 3

Manuscrito en preparación sobre los invertebrados terrestres de las Islas Chafarinas: Coleoptera, Isopoda, Araneae y Gastropoda

Origen de la fauna de invertebrados terrestres de las Islas Chafarinas MEMORIA FINAL DEL PROYECTO

Joan Pons, Guillem X. Pons y Miquel Palmer Dirección científica: Jorge Moreno y Josep A. Alcover INSTITUTO MEDITERRANEO DE ESTUDIOS AVANZADOS (IMEDEA) CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS (CSIC)