

PONIENDO FECHAS A UNA CATÁSTROFE

¹⁴C, cronologías y causas de la extinción
de vertebrados en Canarias

Juan Carlos Rando, Josep Antoni Alcover, Juan Francisco Navarro,
Jacques Michaux & Rainer Hutterer

Dating a catastrophe: ¹⁴C, chronology and causes of the vertebrate extinctions in the Canary Islands. During the history of life on earth, there occurred six periods characterized by a high loss of the flora and fauna on our planet. In short periods of time, speaking on a geological scale, many species became extinct. The most recent of these periods, in which species disappeared with a high speed, began about 50,000 years ago. This process is not yet finished and continues with great virulence. The current extinction episode is called "The Sixth Great Extinction" and has mainly affected large-sized species ("megafauna") and island ecosystems. It differs in one detail from the former five great extinctions, it is caused by a single species: *Homo sapiens*. To analyse the processes causing the extinctions and the patterns that govern them could be helpful to understand the current biodiversity crisis. In this way islands provide an ideal framework for understanding the dynamics of these processes, as insular ecosystems had suffered abundant recent extinctions during prehistoric and historic times, and because they house a high number of endangered species. This article describes the methodologies and protocols to address these researches. Using these techniques and the House Mouse *Mus musculus* as markers of human presence, the Aboriginal settlement of the Canarian archipelago can be situated between 756 cal BC and 313 cal AD. Furthermore, we show that some of



the endemic extinct vertebrates from Canary Islands (Lava Shearwater *Puffinus olsoni* and Lava Mouse *Malpaisomys insularis*) survived until the European colonization in the 14th century, and that both extinctions were probably due to the introduction of other alien species such as the rats. By other hand, the last record of the Dune Shearwater *P. holeae* (1159-790 cal BC), its accessible breeding areas, and its anatomical traits seems to indicate an early extinction event, coincident with the first human presence on the islands. While progress has been made in recent years, we are still far from having a complete knowledge about the processes of extinction in the archipelago.

A lo largo de la historia de la vida se han producido seis episodios en los que ha desaparecido gran parte de la fauna y de la flora del planeta. En ellos, en cortos periodos de tiempo, hablando en escala geológica, se han extinguido un gran número de animales y plantas. El último de estos episodios, en los que las especies desaparecen a velocidad vertiginosa, comenzó hace unos 50.000 años, y aún sigue mostrándose con enorme virulencia. El episodio actual de extinción –la denominada Sexta Gran Extinción– ha afectado sobre todo a los animales de gran talla (“megafauna”) y a los ecosistemas insulares, y se diferencia en un detalle de los anteriores. Está causado en último término por una única especie: *Homo sapiens*. Conocer los procesos involucrados en las extinciones y los patrones que las rigen puede ser muy útil para tratar de poner freno a la crisis actual de biodiversidad. En este sentido, las islas con sus abundantes extinciones recientes, algunas de ellas acontecidas en épocas aborígenes, otras en épocas históricas, y con un enorme elenco de especies en peligro de extinción (o, lo que es lo mismo, las que corren un alto riesgo de desaparecer si no se acometen acciones para revertir su estado de conservación), ofrecen un marco ideal para entender la dinámica de estos procesos. El presente trabajo pretende abordar la metodología empleada en estas investigaciones, así como exponer algunos de los resultados disponibles a día de hoy para el archipiélago canario.

AVERIGUANDO LA EDAD DE LOS HUESOS

Técnicas radiométricas de datación

Uno de los factores clave en el estudio de las extinciones consiste en establecer su cronología de la forma más precisa posible. Así, un obje-

tivo que se encuentra en la diana de los investigadores que estudian estos procesos es documentar fehacientemente las fechas de la “última presencia conocida de una especie”. Estas fechas se obtienen gracias a las propiedades de algunos elementos que se pueden encontrar en forma de isótopos radioactivos. Los isótopos son átomos de cualquier elemento

de los diferentes isótopos cubre un rango muy extenso de tiempo, desde los pocos microsegundos hasta miles de millones de años. Así, por ejemplo, la vida media del isótopo 40 del potasio (^{40}K) es de 1.300 millones de años (Ma), mientras que la del isótopo 14 de carbono (^{14}C) es de 5.730 años, la del isótopo 16 del nitrógeno es de 7,36 segundos,

El episodio actual de extinción

–la denominada Sexta Gran Extinción– ha afectado sobre todo a los animales de gran talla (“megafauna”) y a los ecosistemas insulares, y se diferencia en un detalle de los anteriores. Está causado en último término por una única especie: *Homo sapiens*

químico que difieren con respecto a su forma común en su masa, debido a que tienen un diferente número de neutrones, pero que poseen sus mismas propiedades químicas elementales al tener el mismo número de protones. Existen isótopos estables e isótopos radioactivos de diferentes elementos. Los isótopos radioactivos se desintegran de forma constante y espontánea, originando otros elementos y emitiendo radiaciones de alta energía al hacerlo. Un parámetro que describe la radioactividad de un elemento es su vida media o T (que es el tiempo que tarda en desintegrarse la mitad de los átomos de dicho elemento, que es constante y característico de cada isótopo radioactivo). Al final del periodo de vida media, la mitad de la cantidad original del elemento radiactivo ha desaparecido, se ha transformado en otro elemento; después de otro periodo igual, lo que quedaba se reduce de nuevo a la mitad, reduciendo a una cuarta parte el total inicial, y así sucesivamente. La T

y la del isótopo 16 del carbono es de 0,74 segundos. Desde que una cantidad de un isótopo radiactivo se incorpora bien a un cristal de mineral en crecimiento, o bien a un ser vivo, ésta empieza a disminuir a un ritmo fijo, creándose un porcentaje determinado de productos derivados en función del tiempo transcurrido¹. Estos “relojes de huesos y rocas” son cronómetros naturales del tiempo geológico.

La técnica del radiocarbono: el ^{14}C
A mediados del siglo XX, Williard Libby concibió que la desintegración del ^{14}C podía ser utilizada para calcular las edades de restos históricos y prehistóricos. Actualmente, la técnica del ^{14}C es el método de datación absoluta más usado para datar muestras del Pleistoceno Superior y del Holoceno. Su puesta a punto por Libby, además de valerle el Premio Nobel en Química en 1960, supuso una revolución en las técnicas arqueológicas y paleontológicas. Esta técnica puede ser aplicada a la

mayoría de los materiales orgánicos y puede usarse tanto en aquellos con unos pocos cientos de años hasta en los de casi 50.000 años. Es necesario que la muestra alguna vez haya formado parte de un organismo vivo. La datación por ^{14}C nos aportará información sobre cuándo el organismo estuvo vivo².

¿Cómo funciona?

El ^{14}C por ser un isótopo radiactivo, por un lado, se desintegra continuamente (espontáneamente), mientras que por otro se forma constantemente (en la atmósfera por la acción de rayos cósmicos de alta energía sobre átomos de N). Se encuentra como dióxido de carbono (CO_2), que es capturado por las plantas a través de la fotosíntesis. De esta forma, la relación $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ en la atmósfera es la misma que en las plantas. El carbono que se encuentra en los cuerpos de los animales, incluyendo a los carnívoros, procede en último término de la materia vegetal, lo que hace que tengan la misma relación $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ que la atmósfera. En cuanto un animal muere y su carbono no es

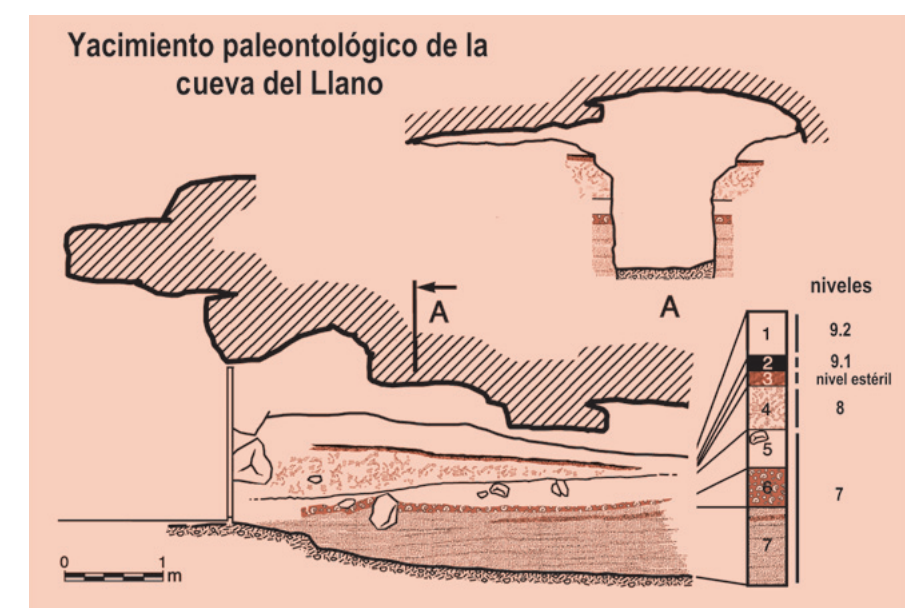


Figura 2. Esquema del yacimiento y de la estratigrafía de la cueva del Llano. Autor Miquel Trias.

reemplazado, su radiocarbono (^{14}C) comienza a decaer poniendo en marcha el cronómetro de sus huesos.

Cuando efectuamos una datación sobre un hueso, el laboratorio mide la proporción de $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ que hay en la muestra. Conociendo la vida media del ^{14}C se puede calcular la edad radiocarbónica. A este dato suministrado por los laboratorios se le denomina edad o años de radio-

carbono y se expresa en años antes del presente (BP; del inglés *before present*), por ejemplo 670 ± 35 BP. Este dato no se corresponde con la edad real de la muestra datada por diversas razones: para el cálculo de la edad radiocarbónica se sigue usando el protocolo empleado por Libby, es decir, la T empleada por él para el ^{14}C fue 5.568 años, mientras que hoy sabemos que es 5.730, y los cálculos se efectúan asumiendo que la proporción $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ en la atmósfera ha sido siempre la misma, y por tanto igual a la que existía en 1950, año en que por primera vez se empleó la técnica (hoy sabemos que esto tampoco es cierto). Por esta razón, si las fechas se ofrecen como BP tenemos que tener en cuenta que el “presente” corresponde al año 1950². Además, si la muestra que queremos datar es de un organismo que obtiene su radiocarbono de otra fuente (o “reservorio”) diferente a la atmósfera (como lo obtienen animales marinos tales como peces, mamíferos o aves marinas), ésta ofrecerá una edad de radiocarbono más antigua que la real (“efecto reservorio”). En el caso de organismos que consumen alimentos de origen marino, esto se debe a que la proporción $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ es diferente en la atmósfera que en los océanos. Por término medio las muestras marinas ofrecen una edad unos 400 años más



Figura 1. Detalle de una sección del yacimiento de la cueva del Llano (nivel 8) donde se aprecia la enorme cantidad de huesos acumulados. Foto Juan C. Rando. Página anterior La lechuza *Tyto alba* es una rapaz nocturna que habita el archipiélago canario desde antes de la presencia humana. Es responsable de la formación de enormes acumulaciones de huesos de pequeños mamíferos, como consecuencia de su alimentación, que pueden dar lugar a yacimientos paleontológicos como el de la cueva del Llano (Fuerteventura), de enorme importancia para entender los cambios ecológicos acaecidos en las islas. Foto Nicolás Trujillo.

Si estamos estudiando la extinción de una determinada especie, siempre que sea posible debemos ir a los yacimientos donde aparece, y seleccionar *in situ* en las estratigrafías los materiales más recientes, es decir, los que se encuentren más arriba

antigua que la real, aunque existe una gran variación dependiendo de las regiones geográficas². Hoy sabemos que en Canarias el efecto reservorio es de unos 600 años. Entonces, ¿cómo calculamos la edad real de una muestra? Para saber la edad real de los materiales sometidos a la técnica del ¹⁴C, las fechas obtenidas en el laboratorio deben ser calibradas.

Calibración de las muestras de ¹⁴C

La calibración se basa en un principio muy simple. Determinados materiales pueden ser datados mediante dos técnicas: por ejemplo, los anillos de crecimiento de un árbol pueden ser datados por ¹⁴C, pero también por recuento directo. Si conocemos la cantidad de radiocarbono de una muestra (laboratorio), podemos tratar de localizar el anillo de crecimiento de un árbol con la misma proporción de radiocarbono, y como la edad del anillo puede ser

conocida por recuento directo de los anillos, entonces se puede establecer la correspondencia exacta entre la edad de la muestra analizada (edad radiocarbónica) y la edad real (también pueden ser usados otros organismos como los corales). A partir de estas correspondencias se elaboran las curvas de calibración –marina o terrestre–, que sirven para conocer las edades reales de las muestras datadas por ¹⁴C mediante programas de calibración (OxCal³ y CALIB⁴ son los más usados). Las curvas actuales permiten calibrar muestras de hasta unos 26.000 años de edad.

Las fechas obtenidas proceden en último término de mediciones de las cantidades de isótopos efectuadas en el laboratorio, por lo que como cualquier otra medición están sujetas a un error. Por este motivo, las fechas calibradas se ofrecen como un rango de edad con un intervalo de confianza determinado (normalmente 2σ ó

95% de confianza). Por ejemplo, a una edad de radiocarbono suministrada por el laboratorio que fuese de 670 ± 35 BP le correspondería una edad calibrada de 1271-1394 cal AD, con un 95% de confianza (“cal” se usa por convenio y hace referencia a que los años indicados en la fecha corresponden a años calendario de la fecha ya calibrada). Las fechas calibradas se pueden ofrecer en años antes del presente (BP), teniendo en cuenta que el “presente” corresponde a 1950; (AD) *Annus Domini* o años calendario de nuestra Era; y (BC) *Before Christ* o antes de Cristo².

Con la datación por ¹⁴C ¿no podemos saber la edad exacta de nuestra muestra! Lo que conocemos es un intervalo de tiempo que, con un 95% de probabilidad, contiene la edad del material datado. En el ejemplo anterior, esto implicaría que nuestra muestra (con un 95% de confianza) no puede ser más antigua que el año 1271 ni más joven que el 1394, ambos de nuestra Era.

Una potente herramienta: la espectrometría de aceleración de masas (AMS) y el radiocarbono (¹⁴C)

Hasta hace relativamente poco tiempo, la cantidad de material que se necesitaba para establecer una de estas dataciones “convencionales” hacía casi imposible obtener dataciones

directas sobre especies de pequeña talla (p. ej. roedores), por lo que la inmensa mayoría de los análisis se realizaban sobre carbones (por su enorme contenido en carbono), o sobre huesos de animales grandes, extrapolándose estas edades a materiales –supuestamente coetáneos– que aparecían en los mismos niveles arqueológicos o paleontológicos. Esta aproximación presentaba algunos problemas derivados de la fiabilidad de las asociaciones, de la perdurabilidad de las maderas en el ambiente, y de la longevidad de algunas especies vegetales sobre las que se podían haber obtenido los carbones.

Una variante que ha supuesto una verdadera revolución en los últimos años es la llamada AMS (espectro-

en dataciones convencionales o en la extrapolación de éstas a diversos materiales.

ALGUNOS RESULTADOS PARA CANARIAS. Los protocolos de “higiene cronológica” y dos ejemplos: la cronología de la cueva del Llano y la introducción de los ratones domésticos *Mus musculus* en Canarias

Aunque se disponga de múltiples dataciones en el análisis de la cronología de cualquier acontecimiento de extinción, solo una de ellas es significativa: la referida a la presencia documentada más reciente de la especie en cuestión. El último registro de una especie es una fecha importante, ya que suministra un *terminus post quem* para la extinción, es decir, su

En el caso concreto del estudio de las primeras colonizaciones humanas, es imprescindible realizar las dataciones sobre restos humanos o sobre fauna introducida⁶ (p. ej., restos de roedores), evitando la extrapolación de fechas obtenidas sobre maderas, carbones o cenizas, por la multitud de problemas derivados de ellos⁷. Especial cuidado se debe tener a la hora de datar conchas de moluscos (por la incorporación de carbono inorgánico durante su alimentación por el raspado producido por su órgano alimenticio, la rádula), que pueden ofrecer fechas muchos más antiguas que su edad real⁸, o con las dataciones de muestras que contengan sedimentos por los mismos motivos⁹.

En el caso concreto del estudio de las primeras colonizaciones humanas, es imprescindible realizar las dataciones sobre restos humanos o sobre fauna introducida (p. ej., restos de roedores), evitando la extrapolación de fechas obtenidas sobre maderas, carbones o cenizas, por la multitud de problemas derivados de ellos

metría de aceleración de masas). Esta técnica permite hacer mediciones muy precisas de los componentes de una muestra muy pequeña. No alarga el límite temporal ni mejora el error de las fechas, pero permite datar muestras mucho más pequeñas (≈ 100 mg)², lo que permite obtener la edad incluso de una única semilla, o un pequeño conjunto de huesos de un único individuo de un animal pequeño (p. ej. de un ratón) o un único hueso o fragmento de un animal de tamaño medio (p. ej., una pardela).

Esta técnica ha permitido un gran avance en los últimos años en el conocimiento de las causas y cronologías de extinción de muchísimas especies, al permitir trabajar directamente sobre sus huesos, además de poner de manifiesto muchísimos errores cronológicos basados

desaparición fue un acontecimiento posterior a dicha fecha⁵. Cuando el objeto es averiguar la cronología de las arribadas humanas o de las especies exóticas, el razonamiento es justo el inverso, es decir, la fecha importante es la que documenta la presencia más temprana, la cual constituye una fecha mínima de su presencia, siendo la cronología real de la llegada un evento anterior a esta fecha.

Es imprescindible realizar las dataciones directamente sobre los huesos de las especies a estudiar, evitando la obtención de cronologías a través de inferencias estratigráficas, es decir, a partir de otros materiales datados en los mismos yacimientos. Este es uno de los principios básicos de los protocolos de higiene cronológica.

Otro principio igual de importante es que los materiales a datar no deben ser seleccionados al azar. Si estamos estudiando la extinción de una determinada especie, siempre que sea posible debemos ir a los yacimientos donde aparece, y seleccionar *in situ* en las estratigrafías los materiales más recientes, es decir, los que se encuentren más arriba. En principio, estos restos deberían ser más modernos que los que se encuentran a más profundidad, por lo que son buenos candidatos para revelarnos su fecha más reciente. Cuando se trabaja con especies exóticas el razonamiento es nuevamente el inverso, es decir, tendremos que buscar los restos que se encuentren más abajo en la estratigrafía para tratar de obtener la fecha más antigua de su presencia.

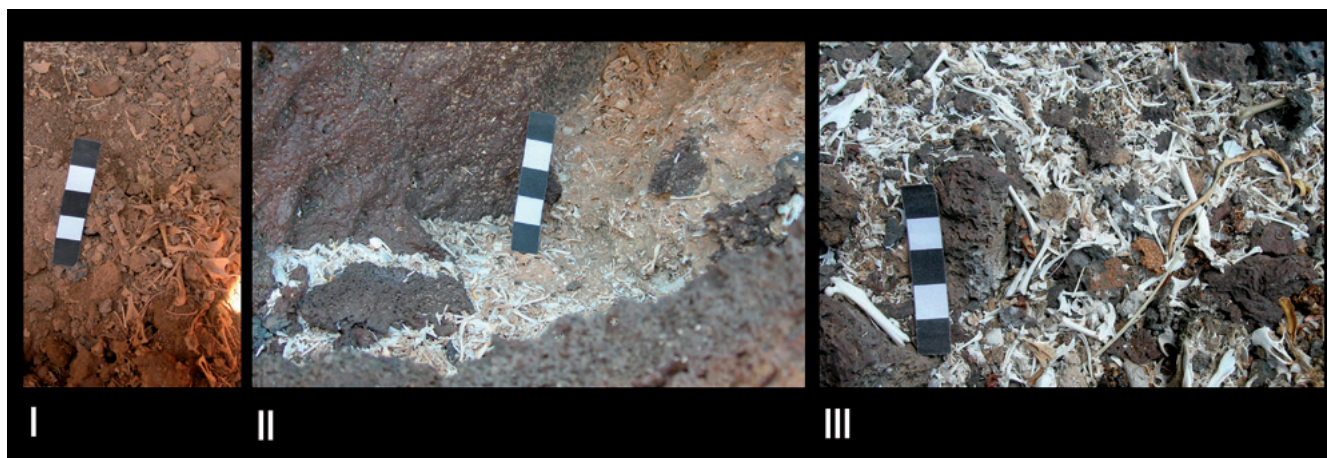


Figura 4. Tres posaderos de lechuza localizados en Fuerteventura. En ellos es posible encontrar diferentes combinaciones de restos de roedores: solo ratón del malpaís (I); ratón del malpaís y ratón doméstico (II); y ratón doméstico y ratas (III). Los primeros corresponden a una etapa anterior a la llegada de los ratones, los segundos al periodo en el que los ratones del malpaís y doméstico coexistieron, y los terceros a una etapa posterior a la extinción del ratón del malpaís y la introducción de las ratas. Escala = 5 cm. Fotos Juan C. Rando.



Figura 3. Detalle de los niveles superiores de la cueva del Llano: 9.2, 9.1, n. e. (nivel estéril) y 8. Barra negra de la foto = 5 cm. Foto Juan C. Rando.

La estratigrafía de la cueva del Llano (Fuerteventura), uno de los mejores yacimientos paleontológicos de Canarias, es un buen ejemplo de la solvencia de estos protocolos. La parte principal de este yacimiento (sección norte del tubo volcánico) se formó por la acumulación de restos de presas procedentes de la actividad depredadora de las lechuzas durante unos 10.000 años, por lo que está integrado por centenares de miles, quizás millones, de huesos distribuidos en diversos niveles (Fig. 1). En los niveles superiores (9.1 y 9.2) aparecen mayoritariamente huesos de ratón doméstico, mientras que en los inferiores (7 y 8) éste está ausente y la muestra integra sobre todo restos del ratón del malpaís *Malpaisomys insularis* (Figs. 2 y 3). *A priori*, este yacimiento constituye un lugar ideal para averiguar la fecha de la llegada de los ratones domésticos al archipiélago. Sus primeras cronologías se obtuvieron a partir de conchas de caracoles terrestres

de los niveles superiores, y sirvieron de base para proponer una llegada de los ratones domésticos a Canarias hace unos 7.000 años, antes incluso de que lo hicieran los aborígenes^{10,11}. Sin embargo, la aplicación de la metodología citada anteriormente ha permitido saber que los ratones presentes aquí son relativamente recientes—de tiempos históricos—y por tanto no tienen siete milenios¹². La obtención de múltiples dataciones, efectuadas directamente sobre huesos de roedores de diversos niveles de este yacimiento, permitió detectar un periodo de por lo menos 6.500 años en el cual no hubo acumulación de huesos y que aparece en la estratigrafía como un nivel estéril (Figs. 2 y 3)¹². Este periodo engloba el momento de la llegada de los aborígenes a Canarias y termina a comienzos del segundo milenio de nuestra Era, por lo que este espectacular yacimiento no aporta información relevante sobre la llegada de los ratones al archipiélago.

Conociendo la llegada de los ratones domésticos a Canarias gracias a unas excepcionales colaboradoras: las rapaces nocturnas

Las rapaces nocturnas (búhos y lechuzas) funcionan como eficientes detectores de los pequeños mamíferos (ratas, ratones, musarañas, etc.) que habitan los lugares donde viven. Para hacernos una idea de la fauna de pequeños mamíferos que habita en una zona determinada nos bastaría con encontrar un nido de lechuza y examinar los restos de su alimentación. De hecho, las primeras evidencias de la existencia de musarañas en Canarias se obtuvieron de esta forma¹³. Esto es posible hacerlo (y en Canarias se ha hecho) tanto en el espacio como en el tiempo, o sea, localizando y datando yacimientos—en este caso antiguos posaderos de lechuzas con restos de su alimentación—con diferentes combinaciones faunísticas: (1) con restos de ratón del malpaís, pero

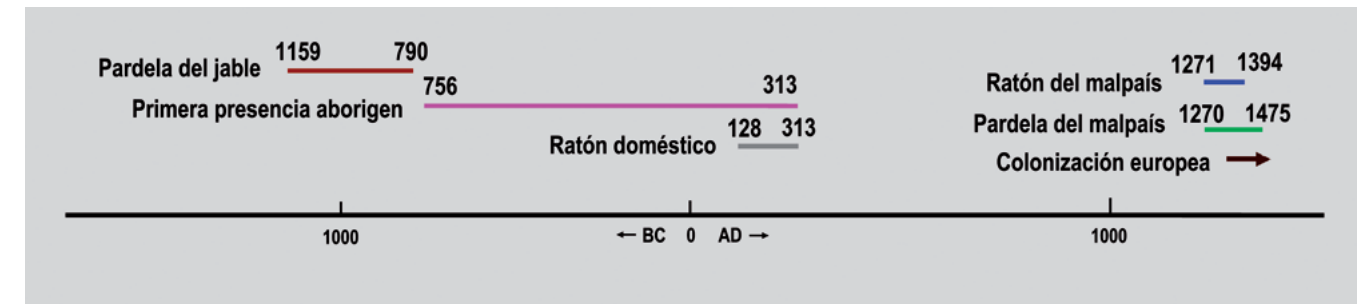


Figura 5. Representación esquemática de los intervalos de confianza de las dataciones (AMS ¹⁴C) para los últimos registros de algunas especies extintas (ratón y pardela del malpaís, y pardela del jable), la primera presencia de los ratones domésticos en Canarias, así como el intervalo propuesto para la colonización aborigen basado en la datación de antiguos posaderos de lechuzas. Se indica también el comienzo de la colonización europea.

sin ratón doméstico; (2) con restos de ambos roedores; y (3) con restos de ratón doméstico y ratas *Rattus* spp. (Fig. 4). En el caso concreto de Fuerteventura, los posaderos del grupo 1 corresponderán a un periodo anterior a la llegada de los ratones; los del grupo 2 al periodo en el cual ratones domésticos y del malpaís coexistieron en Fuerteventura; y los del grupo 3 a una etapa posterior a la extinción del ratón del malpaís y a la introducción de las ratas. La aplicación de esta metodología ha permitido saber que en el año 756 cal BC no había ratones en Fuerteventura y que los ratones más antiguos detectados en esta isla son posteriores al 565 cal AD¹². Los restos más antiguos de ratones datados en Canarias proceden de Lanzarote y son de algún momento entre el 128 y el 313 cal AD¹². La combinación de estas fechas nos permite establecer un intervalo temporal entre 756 cal BC y 313 cal AD en el cual tuvo lugar la llegada de los ratones al archipiélago. Al tratarse de un roedor que ha acompañado a las poblaciones humanas por todo el planeta, podemos concluir también que muy probablemente en este rango temporal tuvo lugar la llegada de los aborígenes a Canarias¹² (Fig. 5). Por otro lado, los restos de ratones domésticos con más de un milenio (782-981 cal AD) hallados en La Palma parecen indicar que estos roedores fueron introducidos en tiempos aborígenes, muy probablemente en todas las islas y no solo en las orientales (Lanzarote y Fuerteventura)¹².

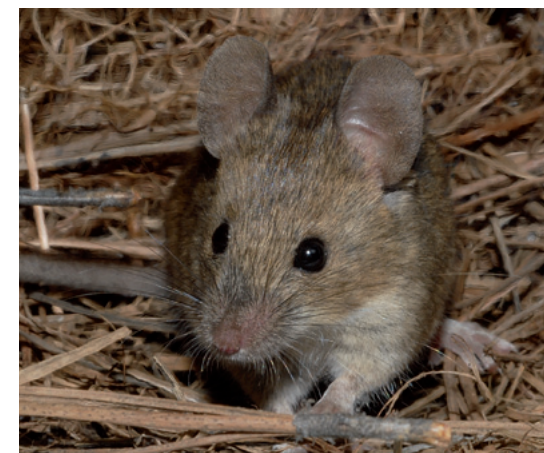
El último ratón del malpaís

La datación más reciente efectuada sobre restos de este roedor procede de los niveles superiores de la cueva del Llano (1271-1394 cal AD)¹⁴. Esto implica que su extinción fue un evento posterior al año 1271 de nuestra Era. De estos datos podemos concluir que esta especie extinta coexistió con los aborígenes así como con los ratones domésticos durante muchos siglos, por lo que parece poco probable que su extinción se deba a la introducción de esta última especie, tal y como había sido indicado anteriormente¹⁵. El último registro del ratón del malpaís se encuentra muy próximo a la primera presencia europea en Fuerteventura¹⁶; de hecho, su intervalo de confianza (1271-1394 cal AD)¹⁴ solapa con esta presencia (Fig. 5). De esta forma, las evidencias apuntan a una relación entre ambos eventos (extinción del ratón del malpaís y colonización europea). Un dato que debemos tener en cuenta es la total ausencia de ratas en los yacimientos aborígenes de Fuerteventura. Su introducción se debió producir a raíz de la presencia europea en la isla. Las ratas han sido responsables de la extinción de muchas especies insulares^{17,18}, incluidos muchos roedores endémicos, a través de procesos como la depredación o la competencia, teniendo especial importancia su papel como trasmisoras de parásitos y enfermedades. Efectivamente, son muchos los ejemplos en los que las poblaciones de roedores insulares desaparecen rápidamente tras la llegada de las ratas a causa de la

introducción de patógenos¹⁹. En el caso concreto de la isla Christmas (océano Índico) se ha constatado la extinción de dos roedores endémicos en un intervalo de tiempo no superior a nueve años, tras la llegada de las ratas negras *R. rattus* y la rápida transmisión de parásitos (tripanomas) a las especies insulares²⁰. Los datos disponibles a día de hoy indican que las ratas, y los parásitos y enfermedades que transportan, son las candidatas más fiables para explicar la extinción del ratón del malpaís.

Lo que tienen en común la pardela del malpaís *Puffinus olsoni* y el alca gigante *Pinguinus impennis*

Estas dos especies comparten una siniestra característica, son las dos únicas aves marinas cuya extinción se ha constatado durante el último milenio en el Paleártico occidental



Las dataciones obtenidas en Canarias a partir de huesos de ratones domésticos indican que esta especie fue introducida en el archipiélago después del año 756 cal BC, y como mínimo desde el año 313 de nuestra Era (hace unos 1.700 años). Foto Domingo Trujillo.

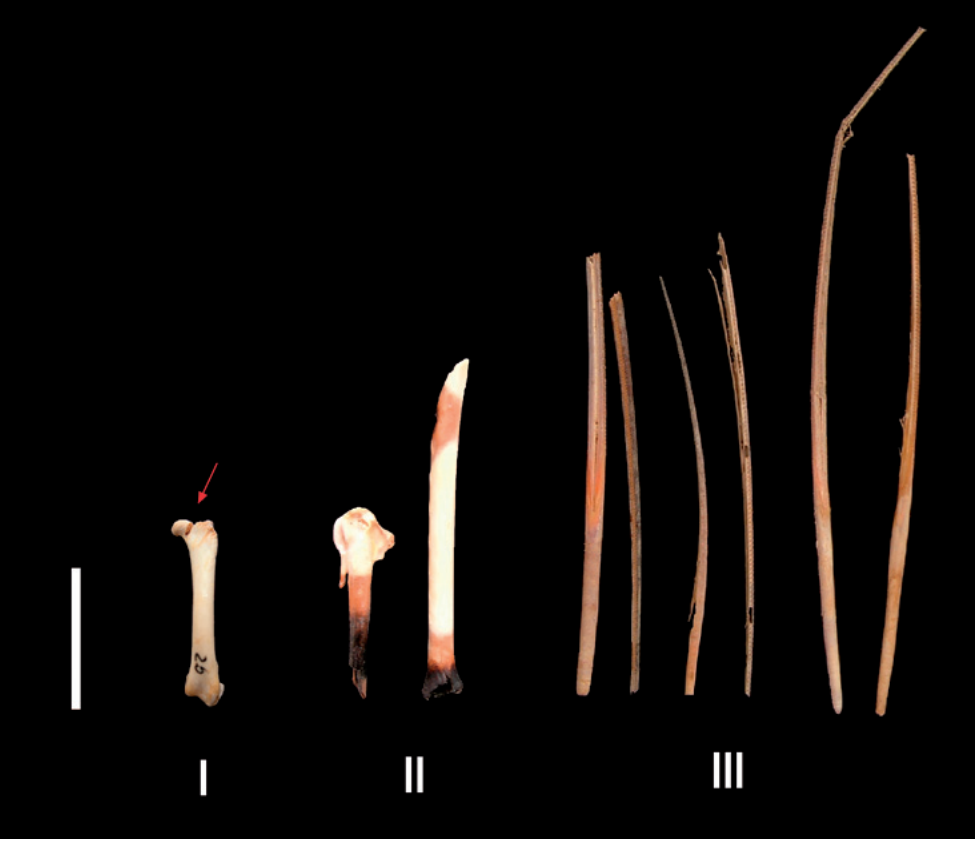


Figura 6. Restos de pardela del malpaís donde se aprecia su consumo por parte de los aborígenes de Fuerteventura: algunos huesos aparecen cortados (I), quemados (II), e incluso en algunos yacimientos aparecen restos de plumas (III) que parecen corresponder a esta especie. Escala = 2 cm. Foto Juan C. Rando.

(Europa y norte de África), siendo por tanto acontecimientos muy recientes. Si bien se tiene información histórica sobre el alca gigante, que habitó el Atlántico Norte nidificando en la mayor parte de sus costas e islas, de donde fue desapareciendo paulatinamente hasta su extinción a mediados del siglo XIX^{19,21}, no existen datos históricos sobre la pardela del malpaís, aunque se sabe que era consumida por los aborígenes²² (Fig. 6). Su último registro (1270-1475 cal AD)²³, obtenido para la isla de Fuerteventura, indica que sobrevivió al impacto de los aborígenes y la fauna introducida por ellos, incluidos los ratones. Este intervalo temporal nuevamente solapa con la presencia europea en el archipiélago (Fig. 5), lo que parece indicar una relación entre la extinción de esta especie y la colonización europea. La depredación por mamíferos exóticos invasores introducidos tras el contacto europeo en el siglo XIV, como las ratas y los gatos, aparece como la causa más probable para explicar la extinción de la pardela del malpaís.

La temprana desaparición de la pardela del jable *Puffinus holeae*

La pardela del jable es la otra pardela endémica y extinta de Canarias. A diferencia de la pardela del malpaís, que nidificaba en zonas inhóspitas como cuevas y malpaíses recientes²⁴, la pardela del jable excavaba huras para nidificar en zonas de dunas muy accesibles²⁵. Esta característica y su mayor talla hacen que sea una candidata perfecta para haber sido consumida asiduamente por el hombre, a pesar de que sus restos no han sido localizados en yacimientos arqueológicos, justo lo contrario que la pardela del malpaís²². Hasta hace poco, el único dato cronológico para esta especie ofrecía una fecha de 32.100 ± 1.100 BP²⁵. Sin embargo, la datación de un hueso localizado a nivel superficial en el islote de Lobos, Fuerteventura (Fig. 7), ofreció una edad muchísimo más reciente (1159-790 cal BC)²⁶. La proximidad de este intervalo con el propuesto para la llegada de los aborígenes a Canarias (756 cal BC-313 cal AD)¹² sugiere fuertemente que esta pardela y los aborígenes coincidieron en los primeros momentos de la coloni-

zación del archipiélago. Probablemente por ello, como muchas otras especies de otros archipiélagos^{27,28}, desapareció rápidamente –quizás a causa de la explotación aborígen– en un periodo tan corto de tiempo que no dejó constancia arqueológica sobre este trágico encuentro²⁶.

Lo que aún no sabemos

El número conocido de especies de vertebrados extintas –endémicas y no endémicas– en Canarias es elevado. Esta cifra irá en aumento en los próximos años y, de la misma forma, las dataciones efectuadas hasta la fecha –verdaderamente informativas– son escasas, por lo que aún nos queda mucho por saber sobre las cronologías y causas de sus extinciones. Del mismo modo, los procesos de extinción insulares no son siempre tan sencillos de interpretar como los expuestos en este trabajo. Por ejemplo, especies que habitaron diferentes islas y que están hoy día extintas pueden haber desaparecido por diferentes causas y (o) en un momento diferente en cada isla. En definitiva, es necesario afinar el intervalo temporal en el que



Figura 7. Huesos de la pardela del jable. El fragmento localizado en el islote de Lobos (II) mostró una edad de 1159-790 cal BC. Los yacimientos del sur de Fuerteventura, donde sus restos son muy abundantes (I), ofrecen una edad mucho más antigua 32.100 ± 1.100 BP. Escala = 4 cm. Foto Josep A. Alcover y Juan C. Rando.

se produjo la primera colonización humana del archipiélago, así como tener en cuenta las características de las especies estudiadas, su distribución, sus hábitos, su ecología y sus últimos registros en todo el rango de su distribución. Igual de importante es estar al día en cuanto a las investigaciones que sobre este tema se están desarrollando en diferentes archipiélagos comparables a Canarias. Todo esto nos permitirá tener un conocimiento amplio sobre las causas, mecanismos y procesos implicados en la pérdida de biodiversidad –pasada y presente– en este archipiélago como consecuencia de las colonizaciones humanas. Estamos en ello ▼

Agradecimientos

A las unidades de Patrimonio, y a su personal, de las islas de Fuerteventura, Lanzarote y La Palma, especialmente a Nacho Hernández, Nona Perera y Jorge Pais. A Miquel Trias y Francisco García-Talavera por la colaboración prestada. Algunas de las publicaciones en las que se basa este artículo fueron realizadas dentro de los proyectos “Cronología y causas de las extinciones de vertebrados autóctonos en Canarias y Baleares: un análisis comparativo. I y II”, financiados por la Dirección General de Investigación del Ministerio de Ciencia e Innovación,

Bibliografía

1. THACKRAY, J. 1990. *La edad de La Tierra*. Akal. Madrid. 37 pp.
2. <http://www.c14dating.com/>
3. <http://c14.arch.ox.ac.uk/embed.php?File=oxcal.html>
4. <http://calib.qub.ac.uk/calib/>
5. MACPHEE, R.D.E. 1999. *Extinctions in Near Times. Causes, Contexts, and Consequences*. Kluwer Academy/Plenum Publishers. New York. 384 pp.
6. WILMSHURST, J.M., ANDERSON, A., HIGHAM, T.F.G. & WORTHY, T.H. 2008. Dating the late prehistoric dispersal of Polynesians to New Zealand using the commensal Pacific rat. *PNAS* 105: 7676-7680.
7. LANTING, J. & BRINDLEY, A. 1991. Radiocarbon dating. *Archaeology Ireland* 5: 24-26.
8. ROMANIELLO, L., QUARTA, G., MASTRONUZZI, G., D'ELIA, M. & CALCAGNILE, L. 2008. ¹⁴C age anomalies in modern land snails shell carbonate from Southern Italy. *Quaternary Geochronology* 3: 68-75.
9. PREBBLE, M. & WILMSHURST, J.M. 2009. Detecting the initial impact of humans and introduced species on island environments in Remote Oceania using palaeoecology. *Biological Invasions* 11: 1529-1556.
10. COELLO, J.J., CASTILLO, C. & MARTÍN, E. 1999. Stratigraphy, chronology and paleoenvironmental reconstruction of the Quaternary sedimentary infilling of a volcanic tube in Fuerteventura, Canary Islands. *Quaternary Research* 52: 360-368.
11. CASTILLO, C., MARTÍN, E. & COELLO, J.J. 2001. Small vertebrate taphonomy of La Cueva del Llano, a volcanic cave on Fuerteventura (Canary Islands, Spain). Palaeoecological implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 166: 277-291.
12. ALCOVER, J.A., RANDO, J.C., GARCÍA-TALAVERA, F., HUTTERER, R., MICHAUX, J., TRIAS, M. & NAVARRO, J.F. 2009. A reappraisal of the stratigraphy of Cueva del Llano (Fuerteventura) and the chronology of the House Mouse (*Mus musculus*) introduction into the Canary Islands. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 277: 184-190.
13. MARTÍN, A., HUTTERER, R. & CORBET, G.B. 1984. On the presence of shrews (Soricidae) in the Canary Islands. *Bonn. Zool. Beitr.* 35: 5-14.
14. RANDO, J.C., ALCOVER, J.A., NAVARRO, J.F., GARCÍA-TALAVERA, F., HUTTERER, R. & MICHAUX, J. 2008. Chronology and causes of the extinction of the Lava Mouse, *Malpaisomys insularis* (Rodentia: Muridae) from the Canary Islands. *Quaternary Research* 70:141-148.
15. BOYE, P., HUTTERER, R., LÓPEZ-MARTÍNEZ, N. & MICHAUX, J. 1992. A reconstruction of the Lava Mouse (*Malpaisomys insularis*) an extinct rodent of the Canary Island. *Zeitschrift fuer Saeugetierkunde* 57: 29-38.
16. AZNAR, E., CORBELLA, D., PICO, B. & TEJERA, A. 2006. *Le Canarien. Retrato de dos mundos. I. Textos*. Instituto de Estudios Canarios. Santa Cruz de Tenerife. 293 pp.
17. TOWNS, D.R., ATKINSON, I.A.E. & DAUGHERTY, C.H. 2006. Have the harmful effects of introduced rats on islands been exaggerated? *Biological Invasions* 8: 863-891.
18. JONES, H.P., TERSHY, B.R., ZAVALETA, E.S., CROLL, D.A., KEITT, B.S., FINKELSTEIN, M.E. & HOWALD, G.R. 2008. Severity of the effects of invasive rats on Seabirds: a global review. *Conservation Biology* 22:16-26.
19. FLANNERY, T. & SCHOUTEN, P. 2001. *A gap in Nature: discovering the world's extinct animals*. William Heinemann. London. 184 pp.
20. WYATT, K.B., CAMPOS, P.F., GILBERT, M.T.P., KOLOKOTRONIS, S.-O., HYNES, W.H., DESALLE, R., DASZAK, P., MACPHEE, R.D.E. & GREENWOOD, A.D. 2008. Historical Mammal Extinction on Christmas Island (Indian Ocean) Correlates with Introduced Infectious Disease. *PLoS ONE* 3: e3602.doi:10.1371/journal.pone.0003602.
21. FULLER, E. 2000. *Extinct Birds*. Oxford University Press. Oxford. 398 pp.
22. RANDO, J.C. & PERERA, M.A. 1994. Primeros datos de ornitofagia entre los aborígenes de Fuerteventura (Islas Canarias). *Archaeofauna* 3: 13-19.
23. RANDO, J.C. & ALCOVER, J.A. 2008. Evidence for a second western Palaeartic seabird extinction during the last Millennium:

the Lava Shearwater *Puffinus olsoni*. *Ibis* 150: 188-192.

24. MCMINN, M., JAUME, D. & ALCOVER, J.A. 1990. *Puffinus olsoni* n. sp.: nova espècie de baldritja recentment extinguida provinent de depòsits espeleològics de Fuerteventura i Lanzarote (Illes Canàries, Atlàntic Oriental). *Endins* 16: 63-71.
25. WALKER, C.A., WRAGG, G.M. & HARRISON, C.J.O. 1990. A new shearwater from the Pleistocene of the Canary Islands and its bearing on the evolution of certain *Puffinus* shearwaters. *Historical Biology* 3: 203-224.
26. RANDO, J.C. & ALCOVER, J.A. 2010. On the extinction of Dune Shearwater (*Puffinus holeae*) from the Canary Islands. *Journal of Ornithology* 151: 365-369.
27. WORTHY, T.H. & HOLDAWAY, R.H. 2002. *Prehistoric Life of New Zealand. The lost world of the Moa*. Indiana University Press. Indiana. 718 pp.
28. STEADMAN, D. 2006. *Extinction & Biogeography of Tropical Pacific Birds*. University of Chicago Press. London. 594 pp.

Los autores

El Dr. **Juan Carlos Rando** ha trabajado en proyectos y acciones de conservación relacionadas con los lagartos gigantes y especies exóticas invasoras, así como en la caracterización de la composición genética de la población –actual y aborígen– del archipiélago canario. La mayor parte de sus investigaciones se han centrado en el estudio de las faunas originales de Canarias y en el impacto de las colonizaciones humanas sobre ellas (e-mail: canariomys@yahoo.es). El Dr. **Josep Antoni Alcover** es investigador del Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (CSIC-UIB, Mallorca). La mayoría de sus investigaciones se han centrado en el estudio de la evolución de vertebrados insulares. Sus publicaciones recientes abordan las cronologías y causas de las extinciones de vertebrados en Canarias y Baleares (e-mail: josepantoni.alcover@uib.es). Por su parte, el Dr. **Juan Francisco Navarro** es profesor de Prehistoria en el Departamento de Prehistoria, Antropología e Historia Antigua de la Universidad de La Laguna. Esencialmente trabaja en la arqueología del territorio y la colonización aborígen de Canarias (e-mail: jnavarro@ull.es). El Dr. **Jacques Michaux** es investigador emérito del Institut des Sciences de l'Evolucion (Université Montpellier, Francia). Ha trabajado con la biocronología y evolución de roedores, sobre todo en los linajes del suroeste de Europa. También cuentas con publicaciones sobre la extinción reciente de roedores de Córcega y Canarias. (e-mail: jjmichau@univ-montp2.fr). Por último, el Dr. **Rainer Hutterer** es investigador en el Museo Alexander Koenig (Bonn, Alemania). Si bien posee publicaciones sobre moluscos terrestres y lagartos gigantes fósiles de Canarias, la mayor parte de su trabajo se ha centrado en el estudio de micromamíferos, tanto actuales como extintos, de diversos ámbitos geográficos (Canarias, Filipinas, norte de África, Europa, etc.) (e-mail: r.hutterer.zfmk@uni-bonn.de).

Cita recomendada

RANDO, J.C., ALCOVER, J.A., NAVARRO, J.F., MICHAUX, J. & HUTTERER, R. 2011. Poniendo fechas a una catástrofe: ¹⁴C, cronologías y causas de la extinción de vertebrados en Canarias. *El Indiferente* 21: 6-15.