

EL FENÓMENO DE LA COLONIZACIÓN DE DOÑANA POR PARTE DEL BÚHO REAL

PATRONES ESPACIO-TEMPORALES DE LA
POBLACIÓN Y EFECTOS SOBRE LAS
COMUNIDADES DE AVES Y MAMÍFEROS

VINCENZO PENTERIANI, RUI LOURENÇO Y MARÍA DEL MAR DELGADO

INFORME FINAL 2006-2008

CONVENIO DE COLABORACIÓN ENTRE LA CONSEJERÍA DE
MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA Y EL CONSEJO
SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (CSIC) PARA LA
REALIZACIÓN DEL TRABAJO DENOMINADO “COLONIZACIÓN
DEL BÚHO REAL EN EL PARQUE NATURAL DE DOÑANA”

EXPTE.:700/2005/M/00./





ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN.....	4
2 DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE EN EL ENTORNO NATURAL DE DOÑANA.....	6
3 PARÁMETROS REPRODUCTIVOS (2005-2008).....	18
4 CARACTERÍSTICAS DEL RÉGIMEN ALIMENTICIO.....	22
5 PATRONES DE MOVIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DEL DOMINIO VITAL DE LOS REPRODUCTORES.....	35
6. PATRONES DE MOVIMIENTO DE LOS JÓVENES A LO LARGO DE LA DISPERSIÓN.....	54
7 EL BÚHO REAL EN DOÑANA: ¿UN PROBLEMA DE CONSERVACIÓN O UN EJEMPLO DE TECNO-ARROGANCIA?.....	66
8 AGRADECIMIENTOS.....	75
9 BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	77



RESUMEN DE LOS PRINCIPALES RESULTADOS

1. La presencia de, aproximadamente, 20 sitios de cría (separados por una distancia media mínima entre nidos vecinos alrededor de los 4 Kms) nos indica la existencia de una población con una densidad marcadamente inferior a la encontrada en otras poblaciones presentes en las áreas limítrofes a Doñana (Sierra de Huelva y de Cádiz, Sierra Norte). Esto parece indicar que la especie la colonización de esta especie en este área es relativamente suave, manteniéndose la densidad de la especie en un umbral muy lejos de una presunta “invasión masiva”
2. Tanto la productividad media anual, como la productividad global (menos de 2 volantones por nido), es relativamente baja para la especie. Este éxito reproductor, junto con la, relativamente, alta tasa de mortalidad juvenil (40% de los jóvenes marcados con emisores) y la tasa de dispersión fuera de los límites de Parque (48%), nos lleva a pensar en una dinámica poblacional relativamente lenta
3. Mientras que los lagomorfos (conejo y liebre) constituyen las presas más frecuentes (46% de las presas capturadas y 56% de la biomasa ingerida), la frecuencia de otros predadores en la dieta (predación intragremio) presenta valores dentro de los normales observados en otras localidades de Europa, porcentajes de frecuencia y biomasa caracterizados por ser irrelevantes. Además, cuando tiene lugar la predación sobre otras rapaces, afecta especialmente a aquellas especies que son particularmente abundantes en Doñana y/o en lugares específicos
4. Los reproductores, a pesar de existir fuertes variaciones individuales, se mueven generalmente sobre cortas distancias, determinando una presión de caza restringida a un espacio relativamente pequeño alrededor del nido



1

INTRODUCCIÓN





A finales de los noventa se puso en evidencia la presencia del búho real (*Bubo bubo*) como nueva especie reproductora en el entorno de Doñana. La nueva colonización de este *súperpredador* provocó desde el principio muchas perplejidades en el ámbito de los planes de conservación y gestión del parque, siendo una de las principales cuestiones planteadas el posible impacto de la llegada del búho real en las ya establecidas comunidades de aves y mamíferos de Doñana.

Para comprender la dinámica de esta nueva población y sus principales características, elementos imprescindibles para el desarrollo de planes de conservación y gestión, a lo largo del trienio 2006-2008 se ha llevado a cabo la primera fase de un estudio específico sobre el búho real en el entorno del espacio protegido de Doñana.

Durante estos tres años, el trabajo se ha centrado en el estudio de algunos aspectos básicos de la población. En particular, los objetivos principales han sido:

1. determinar la consistencia de la fracción reproductora y su distribución en el espacio;
2. analizar los parámetros y el éxito reproductivo;
3. estudiar la dieta de los reproductores como índice del posible impacto de este predador sobre las diferentes comunidades de aves y mamíferos del entorno natural;
4. estudiar los patrones de movimiento y el dominio vital de los individuos reproductores;
5. estudiar los patrones de dispersión natal de los jóvenes, así como la determinación de tasas y causas de mortalidad juvenil;



2

DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE
EN EL ENTORNO NATURAL
DE DOÑANA





METODOLOGIA DE LOCALIZACIÓN DE LOS SITIOS DE CRÍA

A lo largo del primer trienio de trabajo hemos utilizado diferentes métodos de censo, en función de los avances que con ellos se iban consiguiendo a medida que el trabajo de campo progresaba.

Transectos con reclamos de machos

Durante el primer año (período reproductivo 2005-2006), y en el período comprendido entre los meses de Noviembre y Marzo, se realizó un primer censo general en todo el entorno de Doñana utilizando transectos en los que, cada kilómetro, se estimulaban los posibles machos reproductores presentes en el área con grabaciones del reclamo típico del macho. Los censos comenzaban al anochecer, y se continuaban a lo largo de toda la noche.

El objetivo de este método era adquirir, en un corto período de tiempo, una idea general de la distribución de la especie, consiguiendo informaciones básicas y preliminares sobre las que, posteriormente, poder trabajar a un nivel más fino.

Escucha del canto espontáneo al amanecer y anochecer

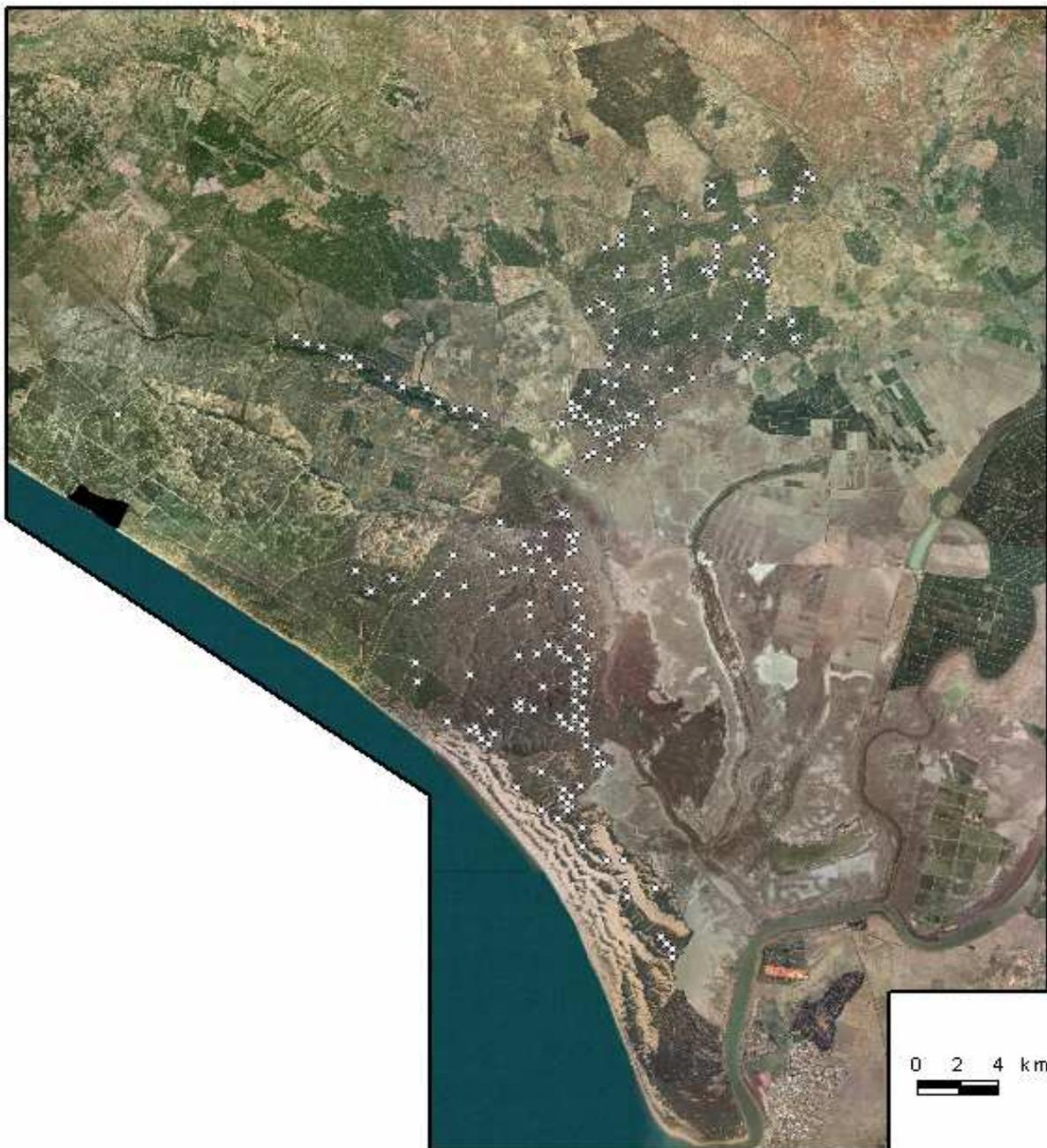
Este método fue el empleado en las temporadas de 2006-2007 y 2007-2008, desde Septiembre hasta Marzo (es decir, entre aproximadamente la época pre-reproductiva y la incubación). Este método consistió en la escucha pasiva del canto territorial de los machos y las hembras reproductoras, tanto al anochecer como al amanecer (Penteriani 1996, 2002, 2003, Delgado y Penteriani 2007). Al anochecer, los períodos



de escucha se iniciaron una hora antes de la puesta del sol y se terminaron una hora después del anochecer. Al amanecer las escuchas se realizaron durante la hora previa a la salida del sol.

En estas dos temporadas de reproducción se realizaron 275 puntos de escucha, distribuidos en el área de estudio como se observar en la Figura 1.

Figura 1. Distribución de los 275 puntos de escucha que se realizaron entre 2007 y 2008





Debido a que los individuos sólo se manifiestan a través del canto sólo una vez que han adquirido un territorio, la presencia de un macho y/o de una pareja cantando de forma espontánea en un área puede considerarse como un indicio muy probable de la existencia de una pareja reproductora asentada en un sitio de cría. Los individuos no-reproductores de una población, es decir, aquellos que todavía siguen en la fase de dispersión y no se han asentado en un sitio de reproducción, no suelen manifestar ninguna actividad vocal, permaneciendo silenciosos. De hecho, con la simple observación de un individuo de búho real en un área no podemos diferenciar si se trata de un adulto reproductor o de un joven en dispersión y, por tanto, con estas observaciones no podemos confirmar la existencia de un área de reproducción.

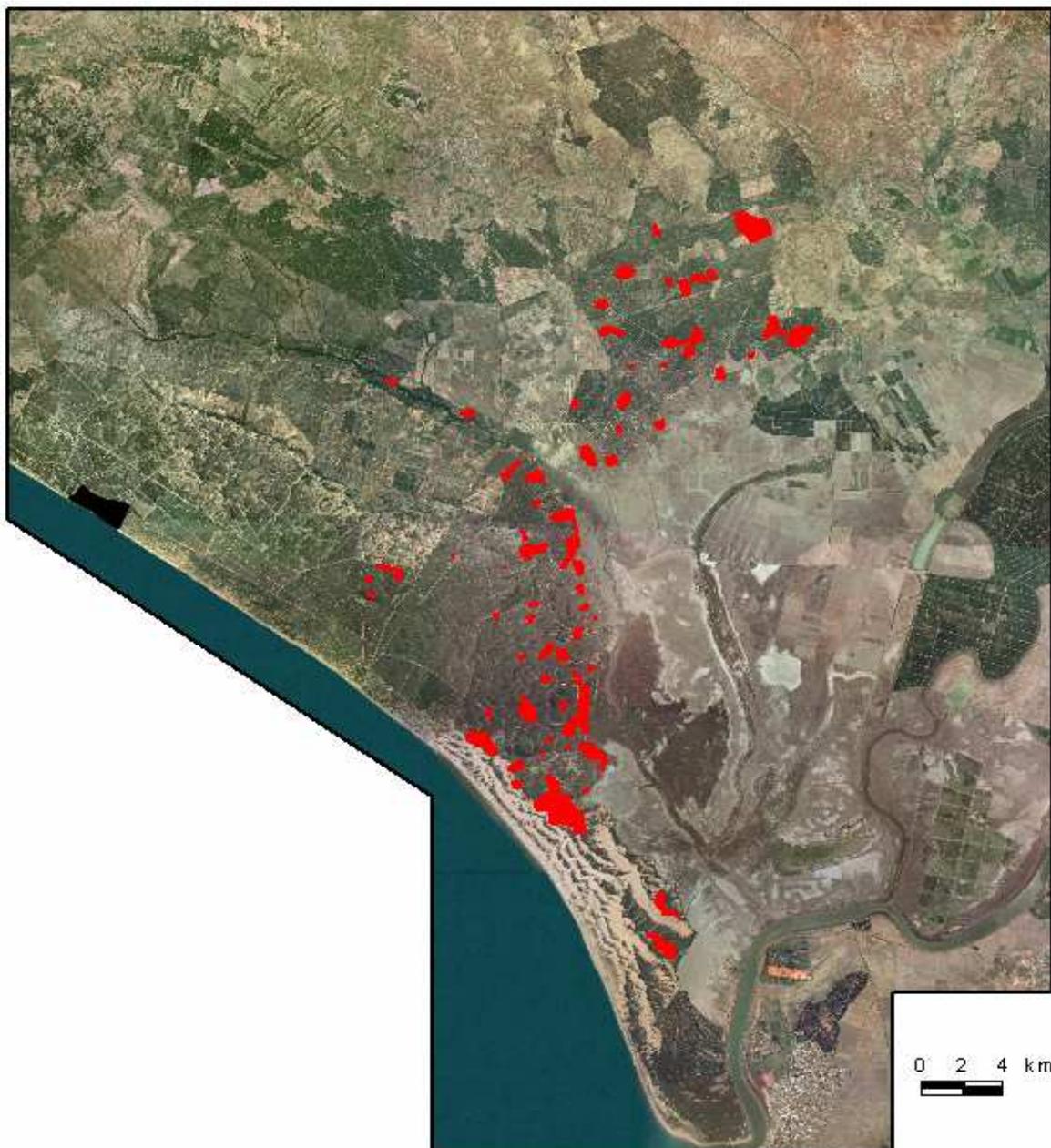
A lo largo de todo el trienio, las escuchas de canto de los reproductores fueron acompañadas por escuchas de canto espontáneo de los volantones cuando su actividad vocal nocturna es máxima, es decir, cuando los mismos tienen entre 100 y 150 días de edad y todavía no han empezado la dispersión (Penteriani et al. 2005a). La escucha de un joven en un área es una información muy buena (siempre que el individuo no haya empezado ya la dispersión) porque no sólo nos indica la presencia de un sitio de cría, si no que además es indicativo de que en esa zona la reproducción tuvo lugar con éxito. A través del canto de los volantones no sólo se pueden localizar áreas de cría, si no que también nos proporciona informaciones sobre el éxito o no de la reproducción en aquellos lugares en los que, si bien conocida la presencia de una pareja, no se haya conseguido localizar el nido.



Búsqueda directa de nidos

Durante el 2008 se visitaron 77 áreas potencialmente favorables para la reproducción del búho real (Figura 2), es decir aquellas zonas en las que (a) había indicios seguros o probables (por ejemplo, en base a las informaciones proporcionadas por otras personas) de la presencia de búho real; o en las que (b) se quería confirmar la ausencia de la especie con seguridad.

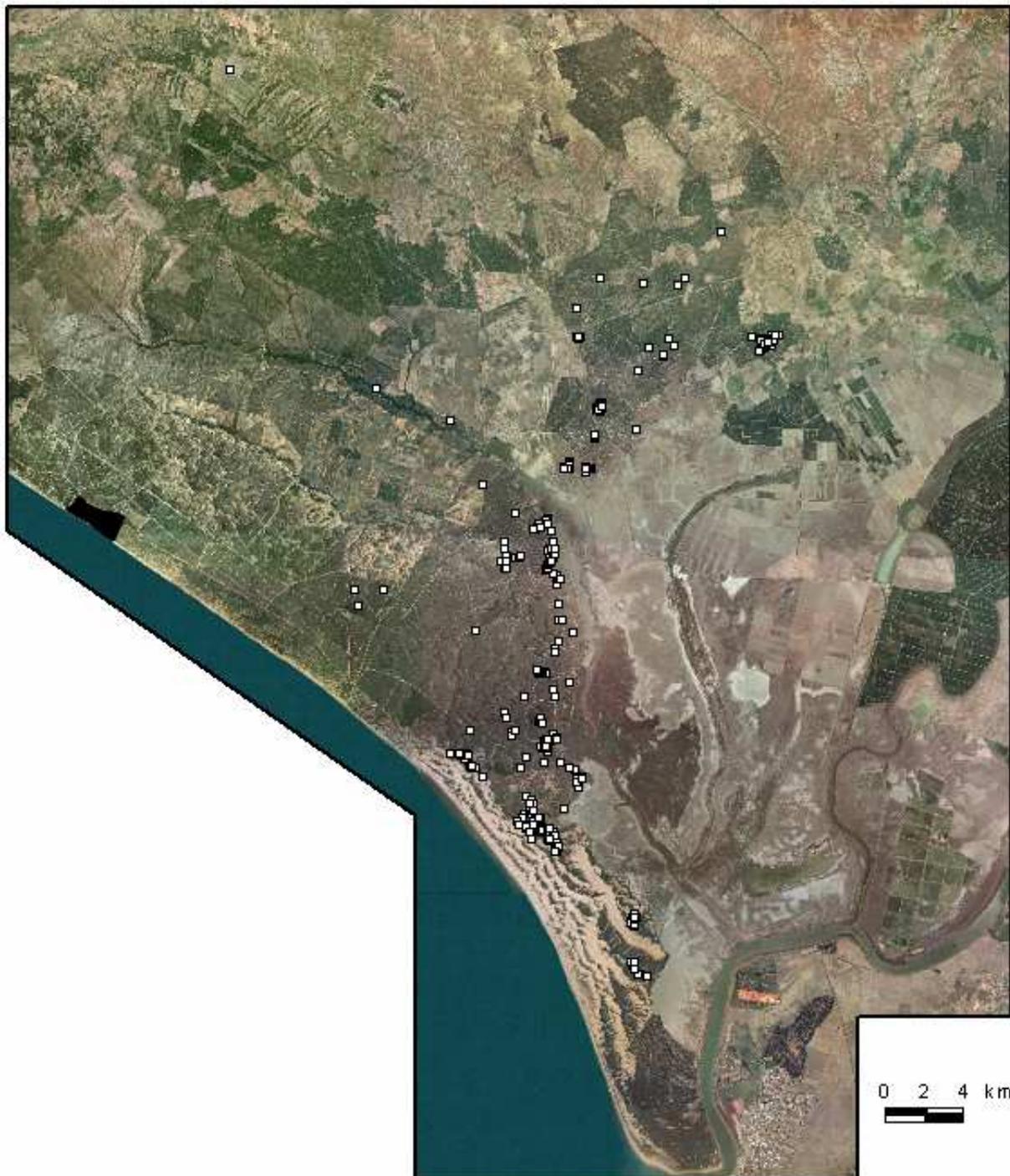
Figura 2. Distribución de las 77 áreas favorables que se visitaron en 2008





En dichas áreas, y sólo en el 2008, se han controlado 404 nidos (Figura 3), tanto para confirmar la nidificación como la ausencia de la especie. A lo largo del trienio se estima que más de 150 áreas favorables y 600 nidos fueron controlados dentro del entorno de Doñana.

Figura 3. Distribución de los 404 nidos que se visitaron en 2008





Desde el comienzo del trabajo, el esfuerzo de campo se ha mejorado e incrementado a medida que se iban adquiriendo más y mejores conocimientos en cada temporada de reproducción. De esta forma se ha conseguido prospectar casi en su totalidad el entorno natural de Doñana, aplicando los métodos anteriormente mencionados. El resultado final del censo, hasta el día de hoy, es la localización de 13 sitios de reproducción seguros y 6 sitios de reproducción probables, correspondientes a una población reproductora total de 19 parejas (Figura 4).

Los resultados del censo permiten afirmar que, aunque aún quedan algunas áreas por prospectar de forma exhaustiva (muchas de las cuales se localizan fuera de los límites reales de Doñana, ver Figura 5), el esfuerzo de campo de este primer trienio ha permitido localizar sin ninguna duda la casi totalidad de los lugares de reproducción del búho real en Doñana. La mayor dificultad del censo ha sido el tener que depurar muchas informaciones que previamente habían sido comunicadas acerca de la presencia de la especie en muchas áreas y que, posteriormente, han sido relacionadas a otras rapaces, como búhos chicos y carabos. Aunque sea difícil de creer, mucho del tiempo dedicado al trabajo del censo de los reproductores se ha tenido que invertir en controlar aquellos nidos en los que supuestamente había estado criando o estaba criando un búho real (mientras que en realidad se trataban de otras especies de rapaces nocturnas), así como en averiguar que las informaciones de búhos reales por escuchas de canto en muchas zonas de Doñana eran, de la misma forma, búhos chicos. Estas informaciones erróneas han contribuido, sin lugar a duda, al nacimiento de la leyenda de una “superpoblación” de búhos reales en Doñana,



alimentando las inquietudes del posible impacto de este predador sobre otras aves rapaces o mamíferos.

Figura 4. Distribución de los 13 lugares de reproducción seguros (cuadrados blancos grandes) y de los 6 probables (círculos blancos pequeños) en el entorno de Doñana. Los círculos blancos, de un radio de 2400 m, han sido generados en base al dominio vital medio de los reproductores marcados con radioemisores, calculados según el método del Mínimo Polígono Convexo (MCP). Estos representan un dominio vital aproximado, cuya única función es la de evidenciar que los sitios de cría encontrados hasta final de 2008 cubren la casi totalidad de Doñana.



Figura 5. Localización de las áreas que todavía requieren una prospección más exhaustiva





La creación de un dominio vital aproximado (radio = 2400 m) alrededor de los 19 sitios de cría encontrados (ver Figura 4), y generado en base al dominio vital medio (calculado según el método del Mínimo Polígono Convexo; MCP, Hayne 1949) de los reproductores marcados con radioemisores, permite verificar como son muy pocos los sitios en Doñana donde se podría esperar una nueva pareja reproductora, encontrándose el hábitat disponible casi completamente saturado. Esto aún se puede apreciar mejor si se comparan los “huecos” que aparecen en la Figura 4 (como por ejemplo la amplia zona sin búhos reales en la zona comprendida entre La Pajarera y Hato Barrera) con el esfuerzo de prospección efectuado en estas mismas zonas (Figuras 1, 2 y 3). Es decir, la mayoría de las áreas en las que todavía no se ha encontrado una pareja reproductora han sido en su mayoría objeto de extensivas búsquedas a través de los diferentes métodos de censo explicados anteriormente.

En base a los datos de los lugares de cría seguros encontrados hasta ahora, la distancia media mínima entre dos nidos vecinos ($n = 8$) ocupados por distintas parejas es de 3.9 ± 0.4 Km. La distancia mínima registrada entre dos sitios de reproducción ocupados de forma contemporánea ha sido de 3.4 Km.

Desde el año 2001 hasta la actualidad, las parejas de búhos localizadas han elegido como lugares de cría nidos de diferentes especies, entre ellas azor, águila calzada, ratonero, milano negro, águila imperial, cigüeña blanca y espátula. Además, dentro de los límites del parque de Doñana, se han registrado dos reproducciones en el suelo. Debido al hecho que el búho real empieza a reproducirse más temprano que



otras rapaces de Doñana (ej. milano negro, águila calzada), se han podido registrar casos de reproducción de rapaces diurnas en los mismos nidos utilizados entre Diciembre y Abril por el búho real, ocupados una vez que los volantones de búho habían salido del nido. En un caso, además, es probable que la ocupación de un nido por parte de la cigüeña blanca haya sido la causa del fracaso de la reproducción de una pareja, desplazando a una hembra de búho incubando.

Por último, hay que hacer un especial énfasis en el hecho de que en 7 de los 13 sitios de cría seguros (aprox. 54% de los casos a lo largo del trienio) se ha registrado un desplazamiento importante de las parejas reproductoras, que han cambiando su lugar de nidificación entre aproximadamente 500 metros a más de 1 Km en años consecutivos (como es el caso de la pareja marcada con radioemisores de Casa de los Guardas, actualmente ubicada en Hato Barrera). Por un lado, estos desplazamientos dificultan en gran medida la búsqueda de los nidos ocupados cada año (ver Tabla 1). Y por otro, apoyan la idea de que la población de búho real en Doñana no presente una densidad tan alta como inicialmente se esperaba. En otras poblaciones de búho real como las localizadas en las sierras próximas a Doñana, donde la densidad de reproductores es mucho más alta (diferentes parejas localizadas entre ellas a pocas centenas de metros, con una distancia media entre vecinos de 1 Km), nunca se han registrado movimientos tan extensos debido a que implicarían la invasión de los territorios vecinos, hecho muy improbable dada la alta agresividad intraespecífica que caracteriza a la especie.



SITIO DE REPRODUCCION	2005_X	2005_Y	2006_X	2006_Y	2007_X	2007_Y	2008_X	2008_Y	observaciones 2008
Majada Real									
Mancha del Mico									
Puntal/Palacio de Doñana									
Laguna Zahillo/Santa Olalla									
Acebuche									
Pequeña Holanda									
Casa de los Guardas/Hato Barrera									
Soto Chico									
La Rocina									
Vicioso/Pinto/Matasgordas									
Palacio del Coto del Rey									
Juncosilla									
Encantadas									
Matanza									
Cabeza Rasa									
Rincón del Melo									
Casa Nieves									
Arrayán									
Gato									

Tabla 1. Coordenadas de los nidos de búho real por el periodo 2005-2008. Las observaciones de la última columna (que sólo se refieren al año 2008) indican la causa más probable del porque no se haya podido encontrar el nido ocupado; hay tres escenarios posibles: (1) un desplazamiento importante de la pareja reproductora respecto al nido del año anterior no ha permitido la localización exacta del nuevo nido; (2) la pareja ha fracasado la reproducción antes de que se pudiera localizar la ubicación exacta del nido; y (3) hay sólo un reproductor en el sitio de cría.



3

PARÁMETROS REPRODUCTIVOS





En base a los datos de productividad recogidos directamente a lo largo del primer trienio de trabajo (Tablas 2 y 3), así como con su integración con algunos datos previos al comienzo del estudio (Tabla 3), el análisis de algunos parámetros básicos relativos a la reproducción del búho real en el entorno de Doñana ha puesto en evidencia dos elementos principales:

- la fecha de puesta es muy variable, pudiendo abarcar desde la mitad de Diciembre hasta final de Marzo. Esta variabilidad se manifiesta tanto a nivel espacial (dentro del conjunto de los reproductores de la población) como a nivel de cada sitio de reproducción, pudiendo variar la fecha de puesta más de dos meses dentro del mismo sitio en años diferentes (Tabla 2);

SITIO DE REPRODUCCION	2005	2006	2007	2008
Majada Real			01/01	20/01
Mancha del Mico				
Puntal/Palacio de Doñana		27/02		
Laguna Zahillo/Santa Olalla				
Acebuche	26/01	31/03		
Pequeña Holanda				
Casa de los Guardas/Hato Barrera	05/02		27/02	19/03
Soto Chico		14/02	14/02	
La Rocina				
Vicioso/Pinto/Matasgordas				28/02
Palacio del Coto del Rey	01/01	27/02	01/01	
Juncosilla				
Encantadas				
Matanza		02/02	19/02	24/01
Cabeza Rasa				
Rincón del Melo				
Casa Nieves		?	27/01	
Arrayán		08/01	15/03	
Gato		31/12	13/12/06	

Tabla 2. Fechas de puesta del búho real en Doñana durante las estaciones de reproducción 2005- 2008.



	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Majada Real						¿?	2	2
Mancha del Mico								0
Puntal/Palacio de Doñana					0	3		0
Laguna Zahillo/Santa Olalla								0
Acebuche	1			1	2	2		
Pequeña Holanda								
Casa de los Guardas/Hato Barrera					2		3	1
Soto Chico		1	1	2	¿?	0	1	3
La Rocina								
Vicioso/Pinto/Matasgordas								2
Palacio del Coto del Rey				1	0	0	2	
Juncosilla								
Encantadas			1		2	2		
Matanza					2	0	2	1
Cabeza Rasa								
Rincón del Melo								
Casa Nieves							2	3
Arrayán					2	3	2	0
Gato						2	3	¿?
PRODUCTIVIDAD MEDIA	1.0	1.0	1.0±0.0	1.3±0.6	1.4±1.1	1.5±1.3	2.1±0.6	1.2±1.2

Tabla 3. Éxito reproductivo del búho real en Doñana (estaciones de reproducción 2001-2008). Casillas vacías = ausencia de información relativa al éxito reproductivo de este año; ¿? = la pareja se ha reproducido pero no se conoce el número exacto de volantones producidos



- tanto la productividad media anual (Tabla 3), como la productividad global, a lo largo del período 2001-2008 (1.5 ± 1.0 volantones) es relativamente baja en comparación con otras áreas (> 2 volantones) de las sierras de Cádiz, Huelva y Sevilla (Sierra Norte).

El estudio de los parámetros reproductivo de poblaciones de larga vida como la del búho real en Doñana requiere largas series de datos antes de poder sacar conclusiones y análisis más complejos que simples descriptivos. Además, se esperable que, en los próximos años, las informaciones relativas a las de los nuevos nidos que se encontrarán permitirán completar el cuadro de datos hasta ahora conseguido.

Aunque a esta altura del trabajo cualquier conclusión sólo puede ser especulativa, la relativa baja productividad registrada hasta la fecha, junto a la relativa alta tasa de mortalidad juvenil (ver Capítulo 6), podría representar un elemento más de apoyo a la injustificada idea alarmista de la supuesta *invasión* masiva de Doñana por parte del búho real.



4

CARACTERÍSTICAS DEL
RÉGIMEN ALIMENTICIO





MÉTODOS DE ANALISIS DE DIETA

A lo largo del trienio se han ido visitando periódicamente los diferentes sitios de cría de búho real, en particular en la época de reproducción, para llevar a cabo la recolección del material procedente de la dieta. Para el análisis del régimen alimenticio se ha considerado tanto el material procedente de egagrópilas (producto de desecho tras la digestión, propio de aves rapaces) como de restos de presas no digeridas (encontradas generalmente en los posaderos frecuentados por la especie y en los alrededores de los nidos utilizados por la reproducción). El material recogido en los diferentes nidos se separó, antes de comenzar con el análisis y conteo de las diferentes presas, por fechas. Para el correcto análisis de la dieta se siguió el método más conservativo, que consistió en considerar, para cada presa, el número mínimo de individuos representados en cada muestra.

El material recogido en el campo se llevó al laboratorio, donde se procedió al análisis tanto cualitativo (tipo de presas) como cuantitativo (número de individuos o frecuencia de cada presa) de la dieta. En primer lugar se procedió a la separación de los diferentes huesos y restos de presas contenidos en cada egagrópila. Para evitar el riesgo de romper el material o que los huesos de menor tamaño pasasen desapercibidos, las diferentes egagrópilas fueron previamente colocadas en agua. Los restos contenidos en las egagrópilas se separaron en varios niveles: (a) por clases (ej. Lagomorpha, Rodentia, Aves, Mamíferos, etc.); (b) dentro de cada clase, por géneros; y posteriormente (c) por especies. Con estas primeras clasificaciones se completó el análisis cualitativo, es decir, se pudo identificar qué especies conformaban la dieta de



cada uno de los territorios, siendo este análisis separado en las diferentes fechas de recogida de las muestras. Finalmente, dentro de cada especie se agruparon los huesos del mismo tipo (es decir, tibias, fémures, ulnas y radios, mandíbulas, etc.), agrupación que permitió completar el análisis cuantitativo a través del conteo del número mínimo de individuos de cada presa.

Una vez identificadas las diferentes presas y estimado el número de individuos de cada una de ellas, se procedió a la estimación la biomasa, con el objetivo de conocer la importancia de cada una de ellas en cada uno de los sitios de cría. Para ello, se midieron los diferentes huesos de cada uno de los individuos de las especies pertenecientes al orden de Lagomorpha y Rodentia con un calibre digital (± 0.1 mm). Conocida la longitud de los huesos y, a través de una recta de regresión, es posible estimar la biomasa de cada presa. Para el resto de las especies se utilizó el peso medio referenciado en la bibliografía (Lourenço 2006).

A lo largo de estos tres años se ha analizado un total de 1752 de presas recogidas en 19 territorios (Tabla 4). Los lagomorfos (conejo y liebre) han representado la presa más frecuentes, así como el mayor aporte energético, constituyendo el 46% de las presas capturadas y el 56% de la biomasa ingerida. Los Anseriformes (patos) ha sido el segundo grupo de presas más importante en la dieta del búho real en Doñana (7% de la biomasa), reflejo de su disponibilidad como presa en los territorios cerca de las marismas y lagunas. Siguen por importancia los



Gruiformes (polla de agua, calamón y focha), que han resultado ser presas importantes en algunos territorios (5,9% de la biomasa). El erizo (*Erinaceus europaeus*), en algunos territorios, también ha resultado ser un elemento importante en la dieta, representando una media de 5,4% de la biomasa ingerida.

Tabla 6. Dieta del búho real en Doñana (*ni* = no identificado). Se presenta la frecuencia y biomasa media de los territorios con muestras representativas (n>50).

Total de presas = 1752	N de individuos	Frecuencia	Biomasa
Mammalia	976	59,7	67,1
Insectívora	45	3,0	5,4
Musaraña	5	0,2	0,0
Erizo común	40	2,7	5,4
Carnívora	6	0,4	0,8
Zorro rojo	3	0,2	0,6
Gato doméstico	1	0,0	0,0
Carnívora <i>ni</i>	2	0,2	0,2
Rodentia	213	10,0	5,0
Rata de agua	49	2,2	1,4
Topillo mediterráneo	23	1,3	0,1
Rata negra	12	0,7	0,3
Rata marrón	13	0,5	0,6
Rattus spp.	49	2,4	2,3
Ratón de campo	36	1,3	0,1
Mus spp.	23	1,3	0,1
Rodentia <i>ni</i>	8	0,3	0,2
Lagomorpha	712	46,3	55,8
Liebre ibérica	193	10,5	11,7
Conejo de campo	518	35,8	44,1
Leporidae <i>ni</i>	1	0,0	0,1
Aves	507	24,7	30,9



Podicipediformes	17	0,7	0,4
Zampullín común	16	0,7	0,4
Somormujo lavanco	1	0,0	0,0
Ciconiiformes	53	2,2	3,4
Garceta común	9	0,4	0,5
Garcilla buellera	22	0,9	1,0
Avetorillo común	1	0,1	0,0
Garcilla cangrejera	1	0,1	0,1
Martinete común	1	0,1	0,2
Garza real	1	0,0	0,1
Espátula común	9	0,2	0,6
Cigüeña blanca	2	0,1	0,6
Morito común	1	0,0	0,1
Ardeidae <i>ni</i>	6	0,3	0,3
Anseriformes	91	4,0	7,0
Pato real	19	0,9	2,5
Pato cuchara	2	0,1	0,2
Cerceta común	42	1,6	1,3
Porrón común	1	0,1	0,2
Anatidae <i>ni</i>	27	1,3	2,8
Accipitriformes	55	2,7	5,0
Elanio azul	3	0,2	0,1
Milano real	6	0,3	0,9
Milano negro	26	1,1	2,6
Ratonero común	3	0,1	0,5
Águila calzada	2	0,1	0,2
Cernícalo vulgar	12	0,6	0,4
Cernícalo primilla	2	0,1	0,1
Accipitriformes <i>ni</i>	1	0,1	0,2
Galliformes	23	2,0	1,9
Perdiz roja	20	1,9	1,8
Codorniz	1	0,1	0,0
Pavo real	1	0,0	0,1
Gallina doméstica	1	0,0	0,0



Gruiformes	71	3,4	5,9
Gallineta	34	1,5	1,3
Focha común	15	0,8	1,9
Calamón	21	1,1	2,6
Rallidae <i>ni</i>	1	0,0	0,1
Charadriiformes	46	1,8	1,3
Cigüeñela	6	0,3	0,1
Avoceta	6	0,2	0,2
Alcaraván	4	0,2	0,3
Chorlito dorado	1	0,0	0,0
Avefría europea	8	0,3	0,2
Agachadiza común	1	0,0	0,0
Gaviota picofina	1	0,0	0,0
Gaviota de audouin	1	0,0	0,1
Charadriiformes <i>ni</i>	18	0,7	0,5
Columbiformes	35	1,6	2,2
Paloma torcaz	14	0,8	1,4
Paloma doméstica	17	0,6	0,6
Columba spp.	2	0,1	0,2
Tórtola turca	1	0,0	0,0
Tórtola europea	1	0,1	0,0
Cuculiformes	1	0,0	0,0
Críalo europeo	1	0,0	0,0
Strigiformes	45	2,5	2,4
Lechuza común	21	1,1	0,9
Mochuelo común	6	0,4	0,2
Cárabo común	11	0,6	0,9
Búho chico	7	0,5	0,4
Passeriformes	56	3,1	0,8
Corvidae	27	1,9	0,5
rabilargo	20	1,5	0,2
Urraca	7	0,4	0,2
Mirlo común	3	0,2	0,1
Estornino	4	0,2	0,1

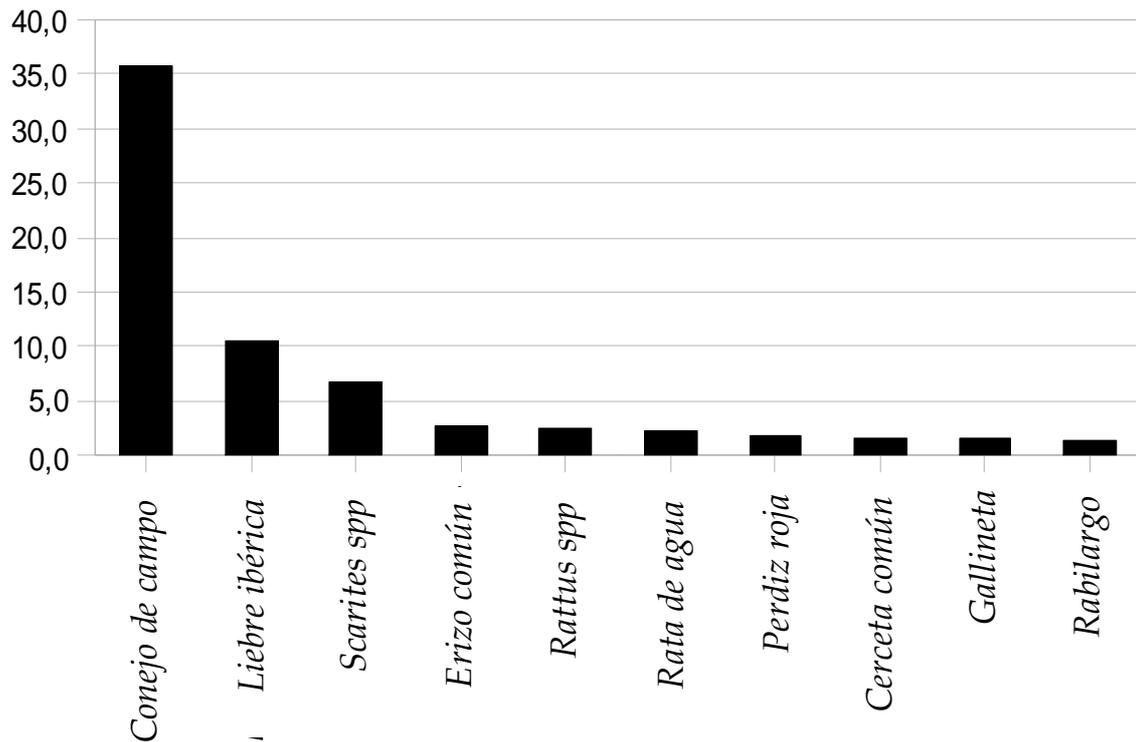


Cogujada común	1	0,1	0,0
Passeriformes <i>ni</i>	21	0,8	0,2
Aves <i>ni</i>	14	0,6	0,6
Reptilia	4	0,3	0,5
Colubridae <i>ni</i>	1	0,0	0,0
Tortuga mora	3	0,2	0,5
Amphibia	35	1,6	0,3
Sapo de espuelas	26	1,2	0,2
Anura <i>ni</i>	9	0,4	0,1
Osteichthyes	8	0,3	0,9
Carpa común	6	0,3	0,7
Cyprinidae <i>ni</i>	2	0,1	0,3
Arthropoda	222	13,4	0,2
Crustacea	2	0,1	0,0
Cangrejo rojo	2	0,1	0,0
Insecta	211	13,0	0,2
Coleoptera	202	12,5	0,2
Carabidae	9	0,5	0,0
Scaritidae	112	6,8	0,1
Geotrupidae	11	0,6	0,0
Scarabaeidae	16	1,0	0,0
Tenebrionidae	5	0,4	0,0
Buprestidae	2	0,1	0,0
Dytiscidae	2	0,1	0,0
Dynastidae	1	0,0	0,0
Coleoptera <i>ni</i>	44	3,0	0,0
Orthoptera	9	0,4	0,0
Gryllotalpa spp.	5	0,3	0,0
Orthoptera <i>ni</i>	4	0,1	0,0
Arachnida	9	0,4	0,0
Buthus occitanus	9	0,4	0,0



Las 10 especies de presas más frecuentes en la dieta (Figura 6) han representado en su conjunto el 67% de las presas capturadas.

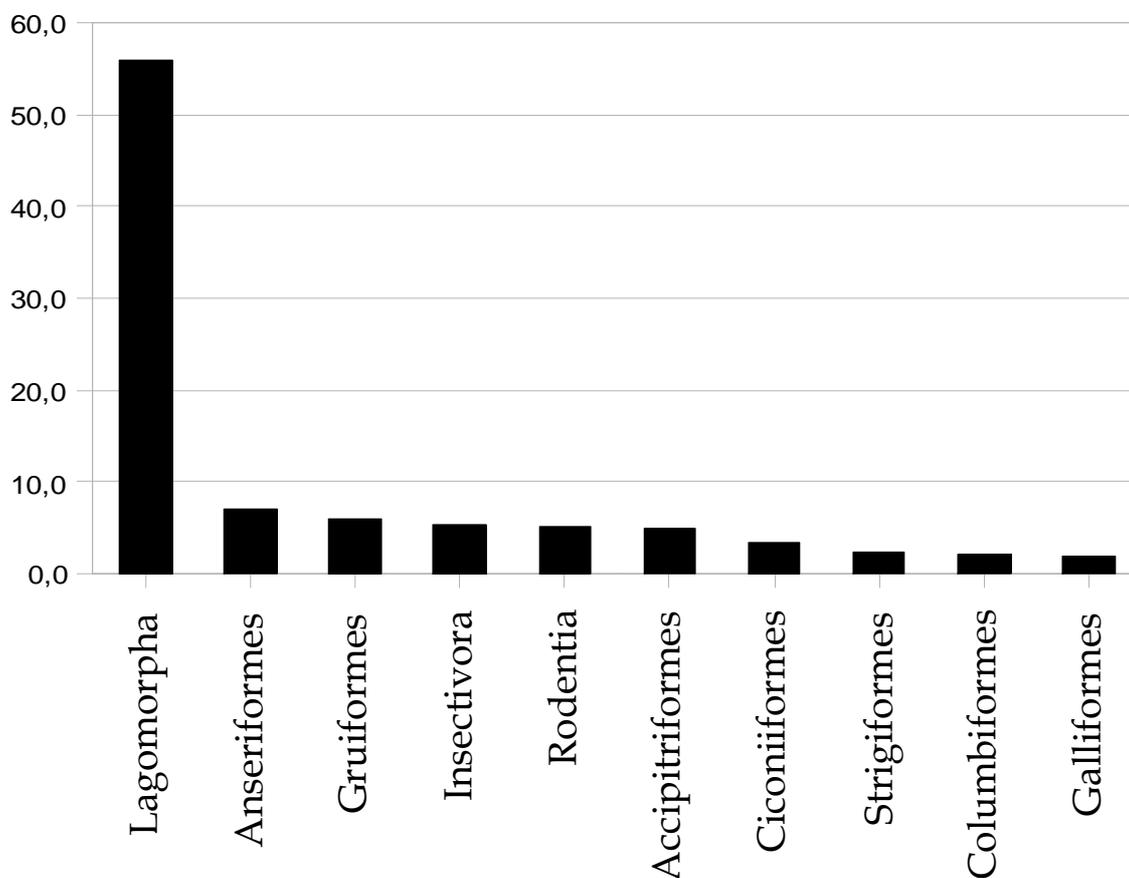
Figura 6. Las 10 especies de presas más frecuentes en la dieta del búho real en Doñana.



Los 10 órdenes de presas más frecuentes en la dieta (Figura 7) han representado el 94% de las presas capturadas. Entre ellos, los Lagomorfos se han destacado claramente de los demás grupos.



Figura 7. Las 10 órdenes de presas con mayor aporte energético para el búho real en Doñana.



La frecuencia de otros predadores en la dieta del búho real en Doñana (predación intragremio, Sergio y Hiraldo 2008) han presentado valores dentro de los normales observados en otras localidades en Europa. Los carnívoros predados fueron siempre cachorros, encontrándose entre ellos 3 de zorro, 1 de gato doméstico y 2 de otros cánidos (zorro o perro). La frecuencia media de carnívoros fue de 0,4%, representando en media un aporte energético de 0,8%, que puede considerarse prácticamente despreciable. Este valor se encuentra por debajo de la media de consumo de carnívoros por el búho real en Europa, que es de 0,8% (Lourenço y Penteriani, en preparación).



En la dieta aparecieron 7 especies diferentes de rapaces diurnas, siendo entre las más frecuentes el milano negro, caracterizada por su abundancia en Doñana. La frecuencia media de rapaces diurnas fue de 2,7%, valor que está escasamente por encima de la media en Europa (1,1%; Lourenço y Penteriani, en preparación). Las rapaces diurnas representaron un aporte energético de 5,0%, valor en general poco relevante, siendo como única excepción el territorio de Hato Barrera, en el que las rapaces diurnas significaron el 19% de la biomasa ingerida.

Las rapaces nocturnas más predadas en Doñana fueron el cárabo y la lechuza común, dos especies abundantes en el área de estudio. Su frecuencia media fue de 2,5%, valor muy parecido al encontrado en Europa, que alcanza el valor del 2,2%

(Lourenço y Penteriani, en preparación). El aporte energético de las rapaces nocturnas (2,4%), al igual que ya hemos comentado que ocurría con las rapaces diurnas, es poco relevante.

De estos resultados se puede concluir que: (a) la predación por parte del búho real sobre otros predadores no es muy diferente de la observada en el resto de Europa, (b) esta predación intragremio representa porcentajes de frecuencia y biomasa irrelevantes; y (c) cuando esta predación ocurre, incide sobretudo en especies que son particularmente abundantes en Doñana y/o lugares específicos en los que algunas especies de rapaces son muy abundantes.



El resultado de dos Análisis de Componentes Principales (ACP), uno utilizando las frecuencias y otro la biomasa de los órdenes de las presas, ha permitido evidenciar que:

- (A) los sitios de cría de Arrayán y Gato se destacan como los lugares con mayor consumo de Lagomorfos (conejos y liebres) y Galliformes (sobretudo perdices). Hato Barrera y Puntal aparecen agrupados, caracterizándose por un consumo más elevado de Rapaces y Ciconiformes. Majada Real y Soto Chico se separan de los demás territorios por un menor consumo de Lagomorfos y mayor consumo de Limícolas (Caradriformes), pollas de agua, fochas, calamones (Gruiformes), patos (Anseriformes) y anfibios. Los sitios de cría de Acebuche, Vicioso y Matanza se destacan de los demás por el consumo de erizos y Paseriformes;
- (B) Hato Barrera se destaca por el mayor aporte energético de rapaces (25%) y Ciconiformes (17%), aunque los Lagomorfos siguen representando el mayor porcentaje de biomasa ingerida (29%). En general, Arrayán y Gato dependen energéticamente de los lagomorfos (>80%). El aporte energético en Vicioso y Matanza se reparte principalmente entre los lagomorfos y erizos, que juntos representan respectivamente 71% y 76% de la biomasa ingerida. Puntal depende mucho del aporte energético de los Anseriformes, complementado por los Gruiformes. Este territorio presenta el porcentaje de biomasa de lagomorfos más bajo. Soto Chico presenta un porcentaje de biomasa de Lagomorfos de 32%, destacándose por un alto aporte energético de los Anseriformes y Gruiformes. Las

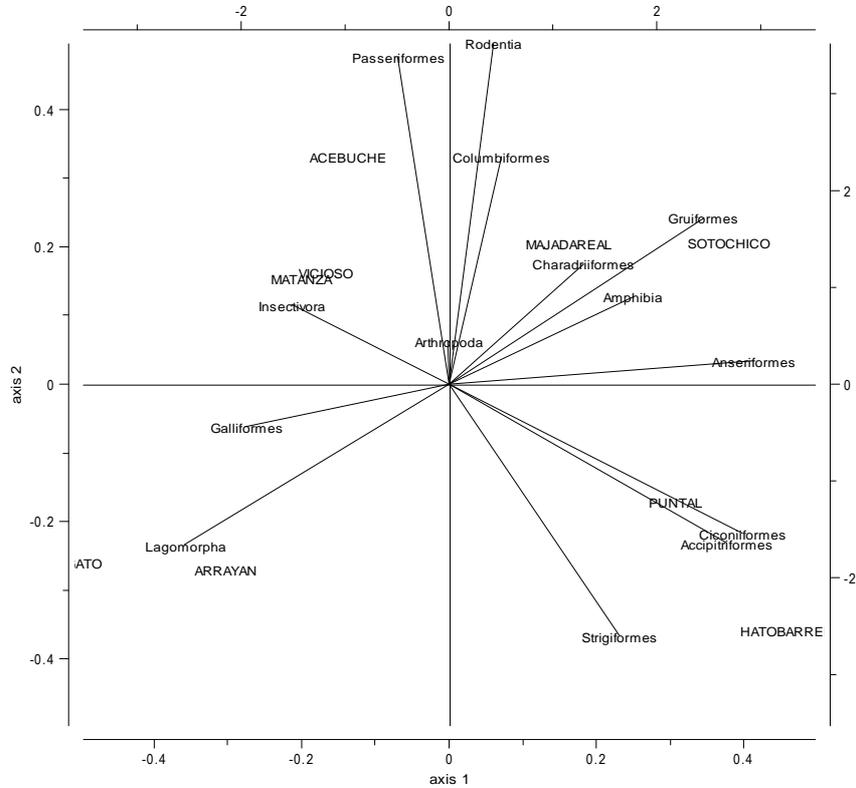


presas con mayor aporte energético en Majada Real son los Lagomorfos, siendo el resto del aporte repartido entre varios grupos de presas. Los Lagomorfos representan también el grupo de presas con el principal aporte energético en el Acebuche, destacándose este territorio por presentar el porcentaje de biomasa de Roedores más elevado.

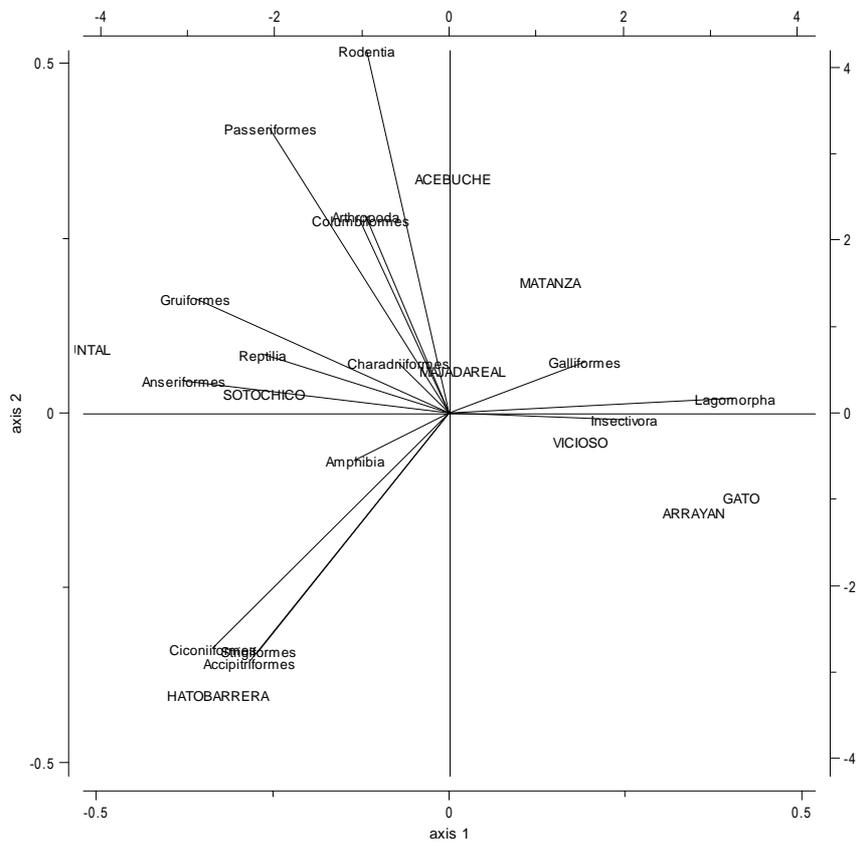


Figura 8. ACPs de las frecuencias (A) y de las biomazas (B) de los órdenes de las presas. Los dos primeros ejes explican el 58% y el 56% de la variancia en los datos, respectivamente.

A.



B.





5

PATRONES DE MOVIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DEL DOMINIO VITAL DE LOS REPRODUCTORES





MÉTODOS DE TRAMPEO Y MARCAJE

Durante estos años (2006-2008) se ha llevado a cabo el trampeo y marcaje con radioemisores de 5 adultos de búho real (2006: $n = 1$; 2007: $n = 3$; 2008: $n = 1$) pertenecientes a 4 territorios diferentes del entorno natural de Doñana (Soto Chico, Hato Barrera, Arrayán y El Vicioso). Los individuos fueron trampeados utilizando dos métodos: (a) a través del estímulo territorial de los machos frente una supuesta intrusión: a través del uso de un señuelo simulando un intruso, que colocado de forma estratégica delante de una red de caída y junto al reclamo de un macho, se estimuló la respuesta del macho territorial. La falsa intrusión provoca como respuesta el ataque del macho territorial al señuelo, acción que conlleva la caída automáticamente de la red sobre el territorial, dejándolo atrapado; y (b) utilizando trampas cepos: método indiscriminante para los dos sexos y altamente efectivo. El empleo de este método se reduce exclusivamente a la temporada de cría, cuando los pollos están aún en el nido y dependen de los cuidados parentales. Los pollos, que se introducen en una jaula, se utilizan como cepeo con el objetivo de atrapar a los padres, que quedan encerrados en una red que se activa cuando se acercan para alimentar a los pollos. Tras seis años trampeando búhos reales a través de estos dos métodos nunca hemos observado efectos adversos para los individuos, ni en los adultos ni en los pollos (ambos han sido marcados con emisores y seguidos de forma intensiva y continua a lo largo de la noche, no registrando ningún comportamiento anómalo por parte del núcleo familiar en su conjunto).



Los individuos trampeados fueron marcados con un emisor (dotados de un sensor de mercurio) de mochila de 30 g de peso (Biotrack Ltd, Wareham BH20 5AJ, Dorset, UK), que correspondió al 3% del valor más bajo del peso adulto registrado en el entorno natural de Doñana (1520 g), tal y como es recomendado por U. S. Geological Survey Bird Banding Laboratory. El sensor de mercurio incorporado en el emisor permite un cambio en el ritmo de la frecuencia con que emite el emisor la señal, cambio que se produce en cada movimiento del animal. Gracias a estos cambios de frecuencia, se puede no sólo localizar todos los movimientos de los individuos, si no además registrar y estudiar sus ritmos de actividad a lo largo de toda la noche y durante todo el año. Tras seis años de radioseguimiento continuo de aproximadamente 30 adultos reproductores y 150 dispersantes de búho real, nunca hemos registrado ningún efecto adverso que pudiéramos atribuir directamente a la colocación de los emisores.

MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA EDAD Y CALIDAD INDIVIDUAL

En el momento del trapeo, los reproductores fueron datados siguiendo los métodos descritos en Martínez et al. (2002). La calidad de los reproductores se determinó en base a diferentes parámetros morfológicos, biométricos, bioquímicos y sanguíneos. A través de las medidas morfológicas y biométricas se calculó el índice de condición física (BCI) que, separando el peso asociado al tamaño del animal con el de otros aspectos puramente relacionados a las reservas de energía, refleja la condición física de los individuos. Búhos con valores más altos de BCI son los que se encuentran en mejor condición física (Green 2001).



Para la obtención de las medidas bioquímicas se tomaron muestras de sangre, que fueron conservadas en tubos de heparina a 4°C hasta llegar al laboratorio. Una vez allí, las muestras fueron centrifugadas durante 10 minutos a 4000 rpm para conseguir la separación del plasma. Estas muestras se encuentran actualmente almacenadas a -78°C para ser analizadas en un futuro próximo. Entre los análisis que se realizarán, se calcularán las concentraciones de colesterol, triglicéridos, ácido úrico, glicerol y proteínas totales a través de un espectrofotómetro (Screenpoint 2, COR SRL, Ginestra Fiorentina, Italy) y un paquete comercial (BIOLABO). Trabajos anteriores han demostrado que estos parámetros bioquímicos son buenos indicadores de la calidad de los individuos en aves (e.g. Alonso-Alvarez et al. 2002, Campioni et al. sometido). Estas muestras serán también utilizadas para estudios genéticos, que nos indiquen la procedencia y el grado de endogamia de la población de búho real en el entorno de Doñana.

Además de las muestras de sangre, se realizaron frotis (fijados con el método GIEMSA) para medir tanto la respuesta inmunitaria como los niveles de estrés y salud de los individuos. Con tal objetivo, y siguiendo los métodos descritos en Figuerola et al. (1999), estimamos: (a) la cantidad total de leucocitos, a través del recuento de 20 campos a 40 x, y extrapolando el número de leucocitos encontrados a un total de 100 campos (Ortego et al. 2007). La estima obtenida se asume que es equivalente al número total de leucocitos por μl de sangre; el valor de hematocrito (Costa and Macedo 2006), que puede presentar una variación natural debida al efecto



de varios factores, como el sexo, la edad, la estación y el estado nutricional (Fair et al. 2007); (b) la proporción de los diferentes tipos de células blancas (eosinófilos, linfocitos, monocitos y heterófilos; Ortego et al. 2007); y (3) los niveles de presencia del parásito *Leucocytozoon* spp (Korpimäki et al. 1993). Trabajos previos de ecología han demostrado que la hematología y la bioquímica de los animales es una herramienta muy útil que proporciona informaciones acerca de la condición física de los individuos (Villegas et al. 2002).

MÉTODOS DE RADIOSEGUIMIENTO

Los reproductores de búho real fueron seguidos desde el momento en que fueron trampeados hasta que la batería del emisor se acabó (o el individuo se desprendió del emisor) o hasta que el individuo murió. Los individuos fueron seguidos de forma individual y continua a lo largo de toda la noche, desde una hora antes del anochecer hasta una hora después del amanecer durante 55 sesiones y una duración total de 545 horas. Durante las sesiones de radioseguimiento continuo, el animal fue localizado (número medio de localizaciones por sesión continua de radioseguimiento \pm SD = 12 ± 5.04) cada vez que se detectó un cambio en la frecuencia de la señal del emisor, registrándose de esta forma cada movimiento del animal durante su período de actividad (número total de localizaciones = 694). Dichos cambios de frecuencia fueron registrados a través de una antena fija colocada en el techo del vehículo. Para las localizaciones de los animales se empleó una antena de mano Yagi compuesta por tres elementos, conectada a un receptor portátil ICOM (IC-R20). Los datos de



radioseguimiento fueron ploteados en mapas 1:25000 y analizados a través de los programas de sistema de información geográfica ArcView v 3.2 y ArcGis v 9.0 (ESRI).

PATRONES DE MOVIMIENTO

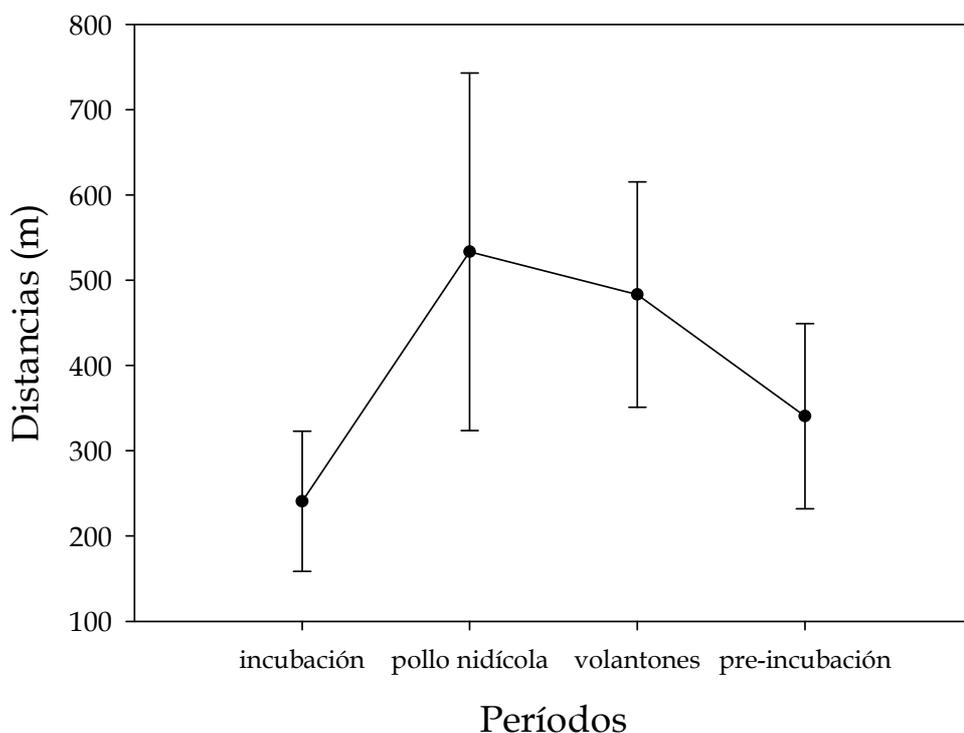
Los patrones de movimiento pueden ser estudiados a diferentes escalas, tanto espaciales como temporales, proporcionando diferentes pero a la vez complementarias informaciones sobre el comportamiento de los animales (ej., Wiens 1989, Morales and Ellner 2002). En este trabajo nos hemos centrado en dos escalas temporales: (a) una escala global, analizando los patrones de movimiento de los individuos a lo largo de su ciclo biológico (es decir, a lo largo del año); y (b) una escala de tiempo más fina, a lo largo de la noche.

Los reproductores de búho presentaron un patrón de movimiento bien definido tanto a lo largo del año como de la noche. Si representamos las distancias entre desplazamientos sucesivos (Figura 9) se puede observar como, a pesar de existir una fuerte variación individual, durante el período de pre-incubación los individuos se movieron cortas distancias (340.58 ± 214.78 m). El período de pre-incubación se caracteriza por la existencia de un fuerte y estrecho vínculo entre los miembros de una misma pareja, contacto que suelen realizar los reproductores en los alrededores de lo que, posteriormente, será elegido como sitio de nidificación. Por el contrario, durante los períodos en los que tienen lugar los cuidados parentales (es decir, cuando los pollos todavía están en el nido y cuando ya son volantones), los reproductores realizaron desplazamientos de mayores distancias (533.40 ± 428.31 m y



483.11 ± 252.29 m, respectivamente), posiblemente asociado al hecho de tener que buscar alimento para los pollos. En el período de incubación las distancias volvieron a disminuir (240.66 ± 172.66 m), correspondiéndose este período con aquel en el que las hembras están siempre en el nido y el macho en general no se aleja de ellas grandes distancias.

Fig. 9. Distancia (m) entre pasos sucesivos de los adultos reproductores en los diferentes períodos del ciclo de vida del búho real.



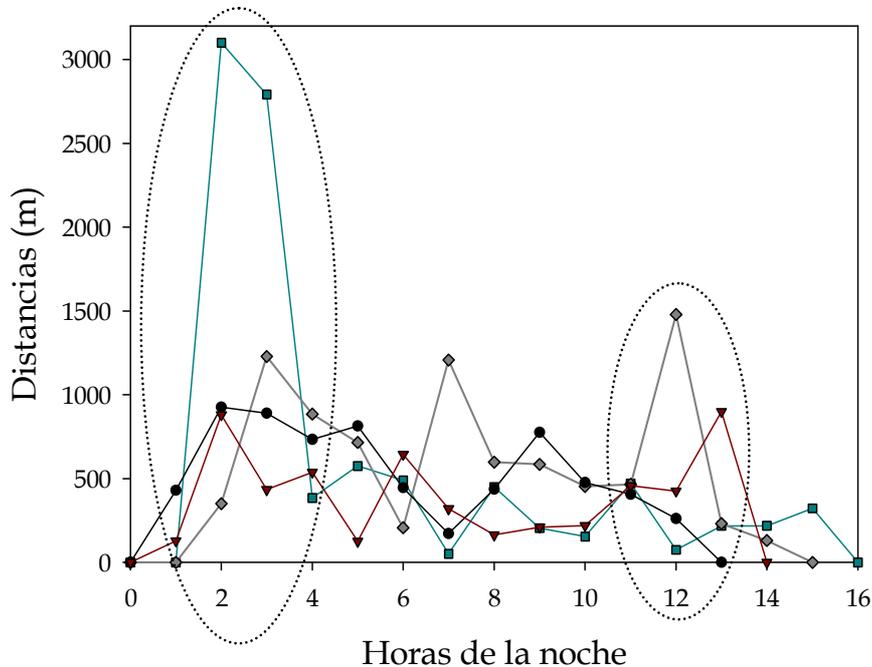
Si disminuimos la escala de tiempo, observamos que el patrón de movimiento de los reproductores a lo largo de las noches estuvo caracterizado por la presencia de dos picos de máxima actividad (en el que los individuos realizaron los desplazamientos a



mayores distancias entre pasos sucesivos) a lo largo de la noche (Figura 10). Estos dos picos correspondieron con el anochecer (1464 ± 1027 m) y el amanecer (351.32 ± 231.20 m). Al anochecer, cuando comienza el período de actividad de los búhos, los reproductores suelen moverse por las vecindades de su nido. En ese momento los individuos invierten más tiempo en comunicarse que en el moverse. Transcurridas esos primeros momentos de intensa actividad vocal, los individuos suelen desplazarse a sus áreas de campeo para llevar a cabo sus actividades de caza. Son esos desplazamientos a esas zonas las que provocaron que las distancias entre desplazamientos sucesivos alcanzasen valores más elevados (Figura 10). Una vez en las áreas de caza, los desplazamientos se caracterizaron por ser de nuevo más cortos, movimientos típicos de la estrategia de cazar de los búhos. El búho real es un predador “a la espera” (Penteriani et al. 2008), es decir, no es un cazador activo capaz de seleccionar a sus presas a distancias muy largas (como es el caso de muchas especies pertenecientes a los cánidos y a los felinos). Por tanto, los individuos suelen realizar cortos desplazamientos, de unos posaderos a otros hasta conseguir su presa. Justo antes del amanecer, los individuos vuelven generalmente a su posadero diurno, que suele localizarse en las vecindades de su nido. Y ese desplazamiento de regreso fue el responsable de que al amanecer volviesen a aumentar las distancias entre desplazamientos sucesivos (Figura 10).



Fig. 10. Distancias (m) entre pasos sucesivos de los adultos reproductores a lo largo de las horas de la noche. La hora cero corresponde con una hora antes del anochecer y el último bloque horario con una hora después del amanecer.



Uniendo las dos escalas temporales anteriormente mencionadas, durante la noche y a lo largo del año, podemos tener una visión general de los patrones de movimiento de los reproductores de búho real. En la Figura 11 se han representado los movimientos realizados por los diferentes reproductores seguidos durante estos tres años. Para cada individuo, los movimientos registrados durante las sesiones de radioseguimiento se han dividido en (a) los diferentes bloques horarios que conforman las noches; y (b) en las diferentes fases del ciclo biológico de la especie. Aunque se hablará más adelante de las características de los dominios vitales de los reproductores, como información complementaria a los patrones de movimiento, y para tener una visión más completa del comportamiento de los reproductores, cada gráfica se ha acompañado del dominio vital de cada individuo en cada una de las



fases que, calculado según el método de Kernel a través de la extensión de Animal Movement Análisis de ArcView (Hooge 2000), nos da una aproximación del área utilizada por los individuos en función del tiempo que los mismos han permanecido en cada una de las regiones de su dominio vital. La estructura interna de cada dominio vital ha sido calculada utilizando las isolíneas K50, K75 y K95, que respectivamente engloban el 50%, 75% y el 95% de las observaciones de cada reproductor.

En la Figura 11A se representan los patrones de movimiento del macho reproductor de Soto Chico. Aunque previamente hemos visto como durante el período de incubación los búhos suelen realizar pequeños desplazamientos, se observó como este individuo alcanzó las distancias mayores entre desplazamientos sucesivos en esta fase de su ciclo biológico. Este hecho, aparentemente anómalo, puede explicarse en base al fracaso de esta pareja en el año 2006. En general, este macho siguió un comportamiento similar al de otros reproductores de búho real, realizando más movimientos y a mayores distancias durante los períodos en los que tuvo que llevar a cabo los cuidados parentales. Merece la pena resaltar el hecho de que durante estos períodos (cuando los pollos están en el nido y cuando los mismos ya son volantones) las distancias que recorrió el reproductor se encontraron repartidas de una forma más homogénea a lo largo de toda la noche que en los períodos correspondientes a la pre-incubación e incubación, fases en las que las



distancias entre desplazamientos sucesivos fueron mayores en las horas crepusculares del anochecer y del amanecer.

El macho reproductor de Hato Barrera (Figura 11B) tuvo un comportamiento similar, en cuanto a los patrones de movimiento, que el macho de su territorio vecino (Soto Chico). Sin embargo, este individuo pareció realizar desplazamientos mayores que el de Soto Chico durante las fases de cuidados parentales. Estas diferencias pueden ser debidas a muchos factores, como las diferencias en las características y estructura del hábitat a diferentes escalas, diferencias en la productividad, en la disponibilidad de presa en cada territorio, distancia entre el nido y las áreas de caza, etc., factores que se pretenden estudiar y determinar a lo largo de los próximos años, explicando éstas y más diferencias del comportamiento de los adultos reproductores.

Las Figuras 11C y 11D representan los patrones de movimiento del macho de El Vicioso y de las hembras reproductoras marcadas y seguidas de los territorios del Arrayán y de Hato Barrera, respectivamente. De estos individuos las informaciones recogidas son escasas debido a que, por un lado, el macho del Vicioso ha sido trampeado este año, pudiéndose hasta el momento sólo recoger los patrones de movimiento durante las fases correspondientes a los cuidados parentales. Y, por otro lado, en cuanto a las hembras, dos han sido los motivos de esta falta de información: (1) la pérdida del emisor de la hembra de Hato Barrera sólo nos permitió seguirla durante una noche; y (2) la muerte por disparo de la hembra del Arrayán nos hizo



perder la oportunidad de seguirla durante más tiempo, recogiendo sólo informaciones durante las fases de 'pollos nidícolas' y 'volantones'. Hasta el momento, el macho del Vicioso es el que parece tener un mayor dominio vital, pasando gran parte de las noches en zonas comprendidas entre el Pinto y Matagordas. Las hembras presentaron una menor tasa de desplazamientos a lo largo de la noche, moviéndose en los alrededores del nido a través de desplazamientos más cortos que los machos.



Figura 11A: PATRONES DE MOVIMIENTOS DEL MACHO SOTO CHICO

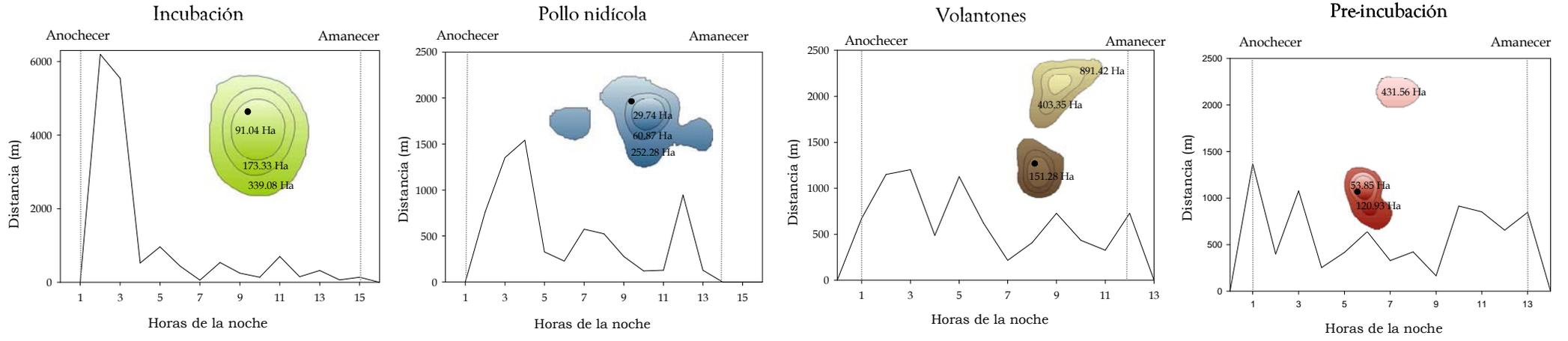


Figura 11B: PATRONES DE MOVIMIENTOS DEL MACHO DE HATO BARRERA

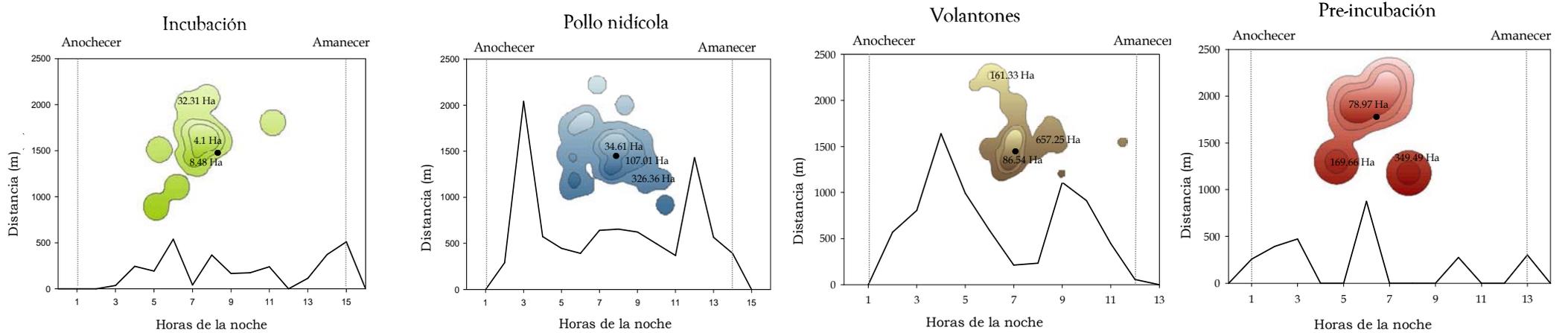




Figura 11C: PATRONES DE MOVIMIENTOS DEL MACHO DE EL VICIOSO

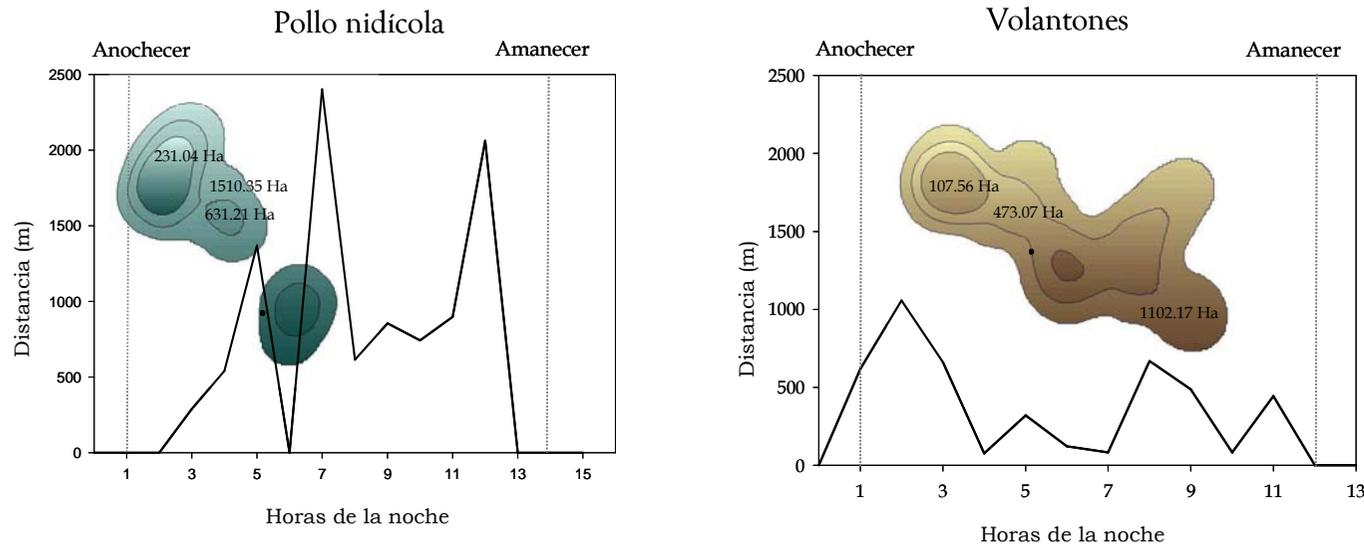
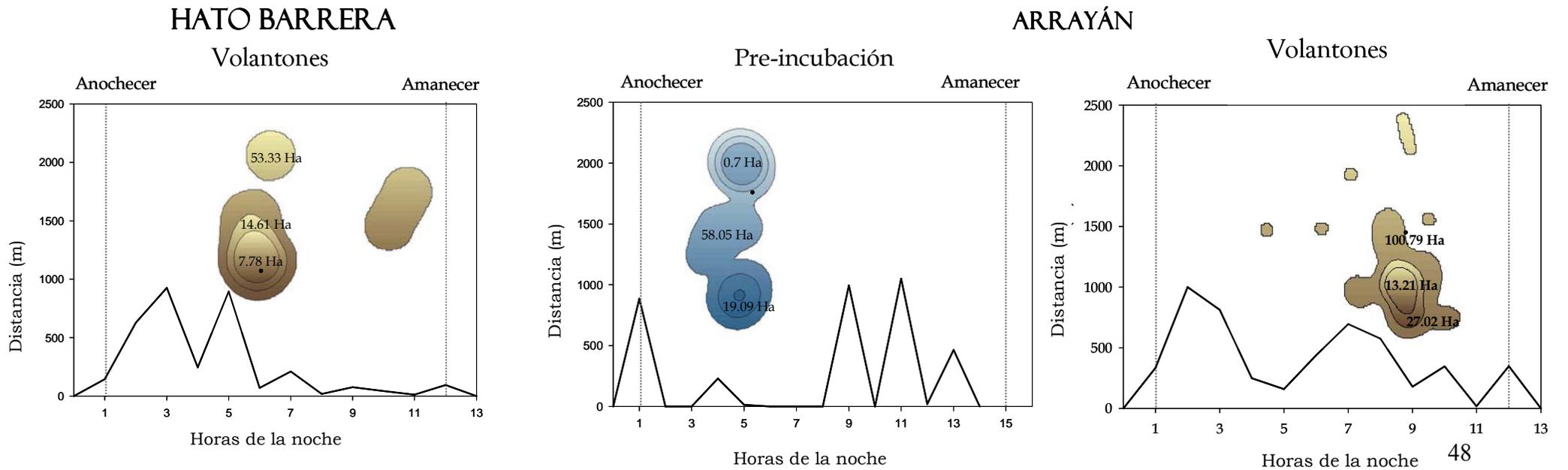


Figura 11D: PATRONES DE MOVIMIENTOS DE LAS HEMBRAS





El nido constituye uno de los elementos esenciales para una especie sedentaria y territorial, como es el caso del búho real. Y fruto de esa importancia es el hecho de que los individuos reproductores no se desplazaron grandes distancias respecto al mismo. Es decir, los reproductores de búho real concentraron sus actividades en las vecindades de su lugar de nidificación.

A lo largo de los años de radioseguimiento se ha podido observar como machos y hembras presentan diferencias en este comportamiento, siendo los machos (y en la fase de volantones [1519.74 ± 134.14 m]: antes de que los pollos comiencen la fase de independencia y, por tanto, período en el que menos cuidados parentales necesitan) aquellos que más se alejan del nido (Figura 12A). Aunque aún tenemos pocas informaciones de las hembras, éstas parecen permanecer siempre más cerca del nido (pre-incubación: 429.35 ± 346.47 m; volantones: 379.30 ± 741.27 m), realizando desplazamientos de pocas centenas de metros respecto al mismo (Figura 12B).



Fig. 12A. Distancia (m) de los machos reproductores al nido en cada uno de los períodos de su ciclo de vida.

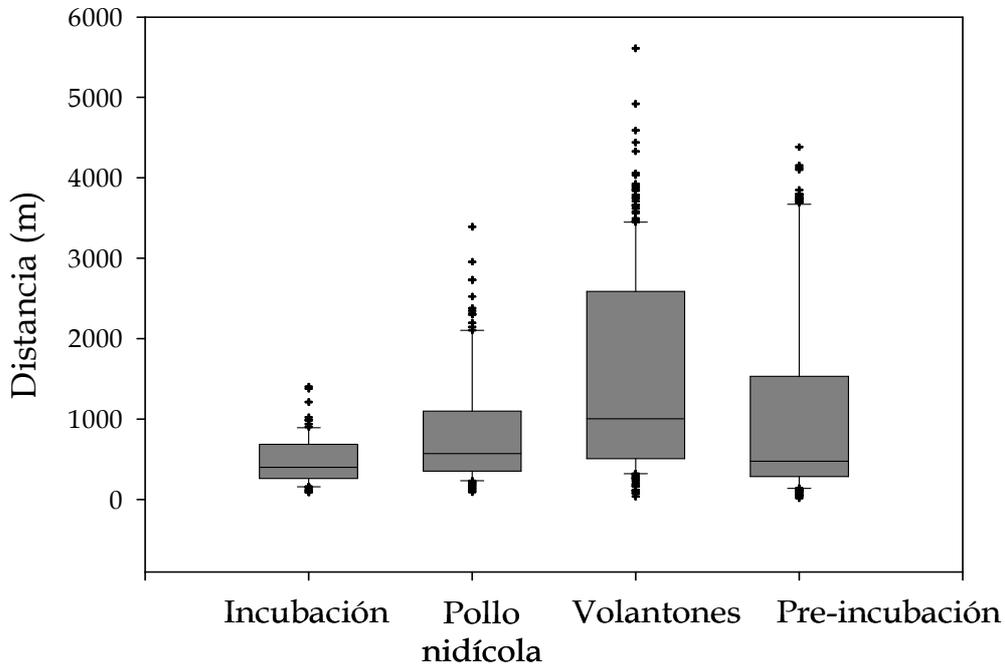
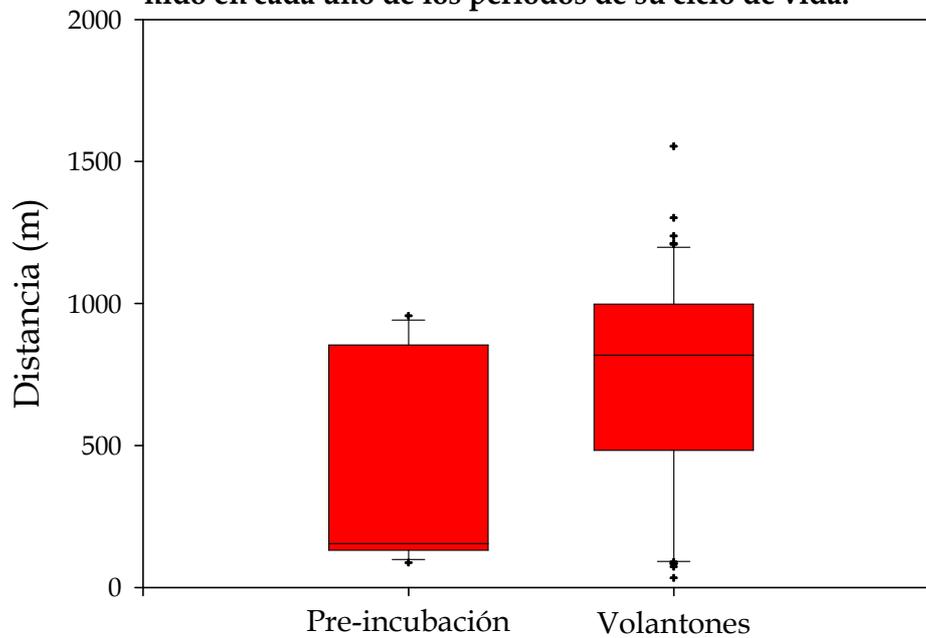


Fig. 12B. Distancia (m) de las hembras reproductoras al nido en cada uno de los períodos de su ciclo de vida.





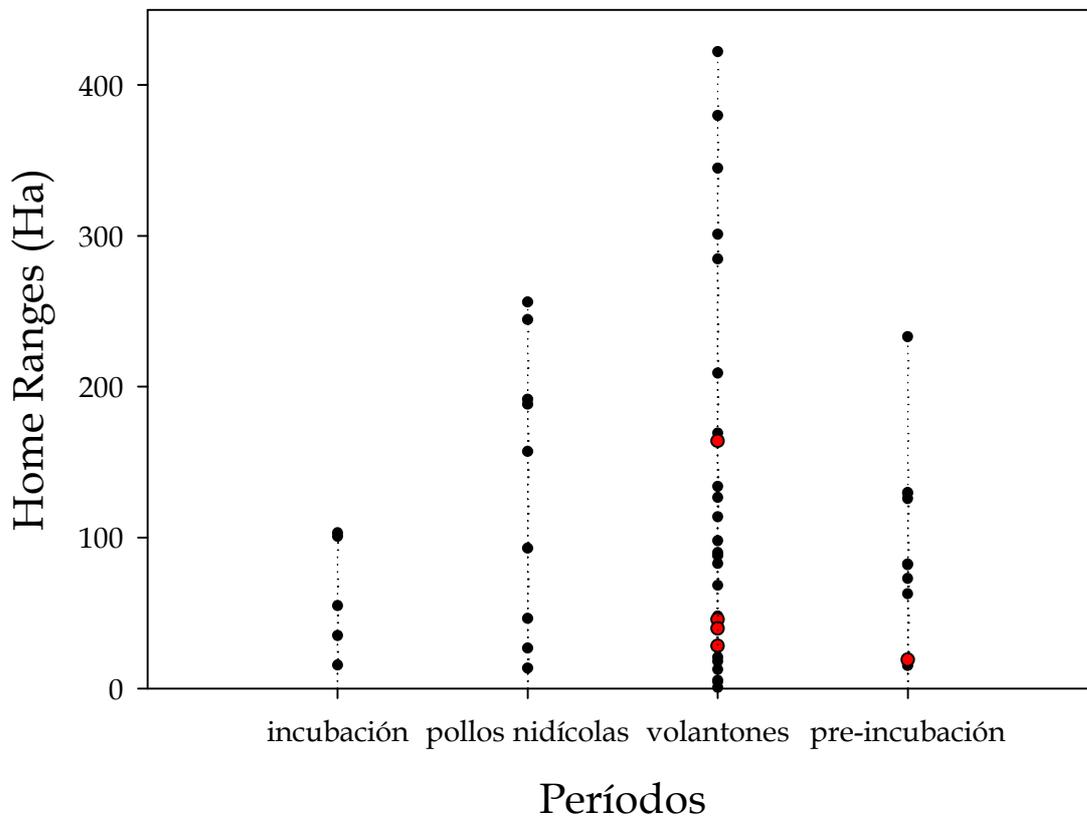
CARACTERÍSTICAS DEL DOMINIO VITAL

Los dominios vitales son aquellas áreas que los animales explotan día a día, realizando en ellas las actividades necesarias para obtener los elementos esenciales para su supervivencia. Son áreas que en muchas ocasiones engloban espacios que los animales sólo utilizan para desplazarse de un lado a otro de su dominio vital, generalmente como consecuencia de la distribución parcheada de los recursos. Suelen ser grandes extensiones difíciles de defender en su totalidad (Maher and Lott 1995).

Los dominios vitales de los reproductores de búhos presentaron una variación en cuanto a su tamaño a lo largo de su ciclo de vida (Figura 13: dominios vitales calculados según el método del Mínimo Polígono Convexo; MCP), mostrando un patrón similar a los comentados anteriormente para los movimientos. Los reproductores utilizaron dominios vitales de menor tamaño en aquellos períodos en los que los existe un contacto más intenso con la pareja (es decir, pre-incubación [machos: 94.84 ± 64.17 Ha; hembras: 18.94 Ha] e incubación [machos: 61.77 ± 39.15 Ha; Figura 13), aumentando considerablemente el área total utilizada en las demás fases del ciclo biológico, especialmente en el período de volantones [machos: 122.84 ± 125.01 Ha; hembras: 67.07 ± 65.66 Ha]. Aunque son aún pocas las informaciones recogidas de las hembras, los resultados parecen indicar que los dominios vitales de este sexo son en general de menor tamaño que el de los machos (Figura 10). Las hembras parecieron restringir sus dominios vitales a los alrededores del nido.



Figura 13. Dominios vitales (Ha) de los adultos reproductores en cada uno de los períodos de su ciclo de vida. Los puntos negros representan los dominios vitales de los machos, y los puntos rojos representan el de las hembras.



Si volvemos a la Figura 11 podemos ver en detalles los dominios vitales de cada uno de los individuos reproductores marcados, calculados según el método de Kernel. Como hemos explicado anteriormente, este método tiene la ventaja de estar basado en la intensidad con la que cada área ha sido utilizada, proporcionando una información más detallada del uso del espacio y de la importancia de cada región dentro del dominio vital para cada individuo. En esta gráfica, el dominio vital de cada período se representó por un color diferente. Y cada dominio vital se presentó con una estructura interna definida por las isolíneas K95, K75 y K50, que respectivamente englobaron el 95%, 75% y



50% de las observaciones de cada reproductor. El área delimitada por la isolínea K50 englobó, en la mayoría de los casos, el nido. El único individuo que no presentó este patrón fue el macho de el Vicioso (Figura 11C), siendo además el reproductor con el mayor dominio vital. Nos parece importante mencionar el hecho de que el dominio vital del macho de Soto Chico (Figura 11A) resultó dividido en dos regiones claramente diferenciadas a partir de la fase de volantes y durante la pre-incubación. Esta discontinuidad en el dominio vital estuvo provocada por las excursiones esporádicas realizadas por el macho hacia la zona del Pinto, teniendo para ello que atravesar El Rocío. En general, los reproductores presentaron un dominio vital más continuo durante la época de pre-incubación e incubación, dominios vitales homogéneos que fueros especialmente propios en el caso de las hembras (Figura 11D).



6

PATRONES DE MOVIMIENTO DE LOS JÓVENES A LO LARGO DE LA DISPERSIÓN





En las últimas décadas, la dispersión ha sido objeto de numerosos estudios, tanto teóricos como empíricos, demostrándose que es un proceso esencial en la dinámica y persistencia de las poblaciones (Hanski and Gaggiotti 2004, Bowler and Benton 2005). Sin embargo, aún los numerosos estudios realizados y la amplia bibliografía existente, el proceso de la dispersión aún representa una laguna en nuestro conocimiento sobre la ecología animal (Hanski 1998, 1999, Delgado 2008). La dispersión puede ser subdividida en tres fases secuenciales, pero diferentes en cuanto a su comportamiento (Adriaensen et al. 2002, Hanski and Gaggiotti 2004, Delgado 2008): (1) inicio, cuando los individuos abandonan su lugar de nacimiento, (2) transferencia o fase de búsqueda, comprende los movimientos realizados por los jóvenes cuando exploran áreas durante un tiempo variable antes de encontrar una nueva área en la que definitivamente asentarse, y (3) parada, cuando los dispersantes se asientan en un área de forma más estable, es decir, cuando encuentran un área en el que pasarán el período de tiempo más largo del proceso de la dispersión o cuando los dispersantes entran finalmente como reproductores.

Pocos son los trabajos empíricos que han tenido en cuenta estas tres etapas. Del mismo modo, y aún existiendo un fuerte vínculo entre la dinámica de los jóvenes en dispersión en las áreas de asentamiento y el equilibrio y persistencia de la población reproductora, son también escasos los trabajos que han estudiado la relación entre estos dos sectores de una población (Penteriani et al 2005b, c, 2006a, b, Penteriani 2008, Penteriani et al. en prensa). Dado que la



selección de las áreas de asentamiento, las distancias de dispersión y la tasa de supervivencia de los dispersantes pueden depender en gran medida de las estrategias de movimientos que los individuos empleen una vez que abandonen su territorio natal, el comportamiento de los movimientos durante la dispersión puede tener importantes consecuencias tanto a nivel de poblaciones, de comunidades y de ecosistemas (Hanski and Thomas 1994). Es por tanto necesario identificar los elementos claves del comportamiento que afectan los movimientos de los dispersantes (Delgado 2008).

Durante estos tres años se han marcado 33 jóvenes de búho real (2006: 9; 2007: 15; 2008: 8), nacidos en 11 nidos diferentes del entorno natural de Doñana. Los jóvenes fueron marcados cuando alcanzaron aproximadamente unos 35 días de edad, con un emisor de mochila de 30 g (Biotrack Ltd, Wareham BH20 5AJ, Dorset, UK). Dado que a esa edad los individuos no han completado su crecimiento, los emisores fueron ajustados con un teflón de tal forma que se expandían a medida que el animal aumentaba de tamaño. Los jóvenes de búhos fueron datados siguiendo los métodos descritos en Penteriani et al. (2005a) y sexados a través de análisis genéticos del ADN procedente de muestras de sangre (Griffiths et al. 1998). La calidad de los jóvenes de búho se determinó de la misma forma que la explicada anteriormente en los adultos reproductores.



En este capítulo nos vamos a centrar en describir el proceso de dispersión observado en el entorno de Doñana durante el último trienio. Para ello vamos a ir analizando sucesivamente cada una de las diferentes etapas que componen esta compleja fase del ciclo de vida de los individuos. Dado que la dispersión comienza a finales de agosto, las informaciones referentes a los jóvenes marcados este año son aún muy escasas. Por tanto, nos vamos a centrar en aquellas recogidas en los años anteriores (2006 y 2007). El primer paso fue determinar, para cada joven, cada una de las diferentes fases de la dispersión (Figura 14). Consideramos que los jóvenes de búho habían comenzado la dispersión cuando la distancia entre cada localización y el nido dejó de fluctuar entre valores bajos para aumentar de forma considerable, alcanzando valores mayores a la distancia media recorrida por cada individuo a lo largo de la dispersión (Figura 14A). Del mismo modo, para identificar el momento exacto en el que cada individuo se asentaba, comparamos la distancia entre pasos sucesivos respecto a la distancia total recorrida previamente (Figura 14B). En el momento en el que los dispersantes se asentaban y se estabilizaban en una zona, la distancia entre los pasos sucesivos tomó valores inferiores a la distancia viajada hasta entonces, sin seguir el individuo avanzando con sus desplazamientos. El período comprendido entre el inicio y el final de la dispersión correspondió a la fase de búsqueda (Figura 15).



El proceso de la dispersión comenzó a finales de agosto (fecha media de inicio de dispersión = 21 de agosto), cuando los jóvenes alcanzaron una edad media de 170 días. Estas fechas coinciden con las ya observadas en otras poblaciones de búho real (Delgado and Penteriani 2008). Por tanto, aunque numerosos factores y sus múltiples interacciones pueden afectar el proceso de la dispersión, parece ser que el momento en que los jóvenes deciden abandonar el territorio parental e independizarse es una característica de la historia de vida de la especie.



Figura 14A. Determinación del inicio de la dispersión. La línea continua representa la distancia (m) entre los desplazamientos sucesivos y el nido. La línea punteada corresponde con la distancia media (m) viada durante la dispersión.

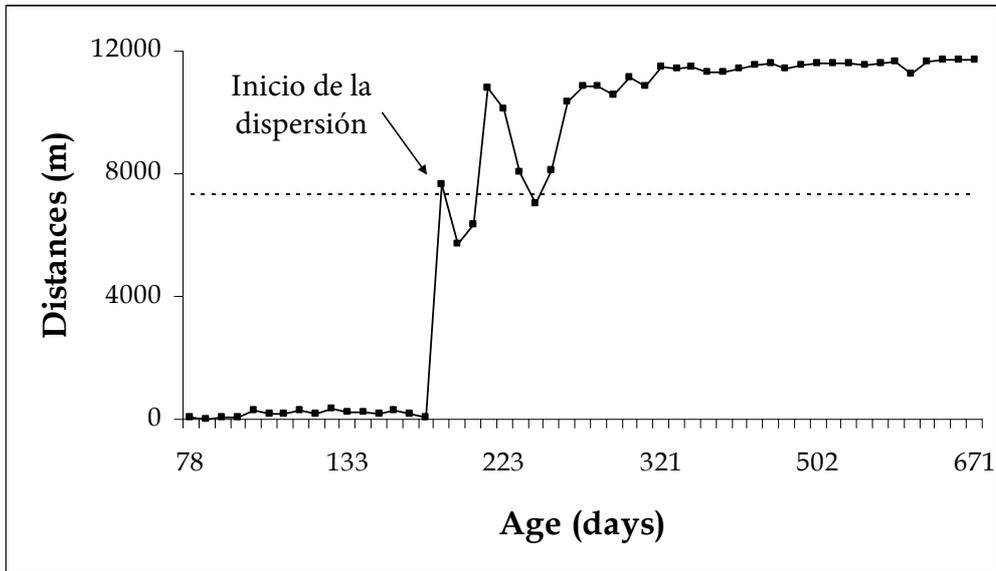
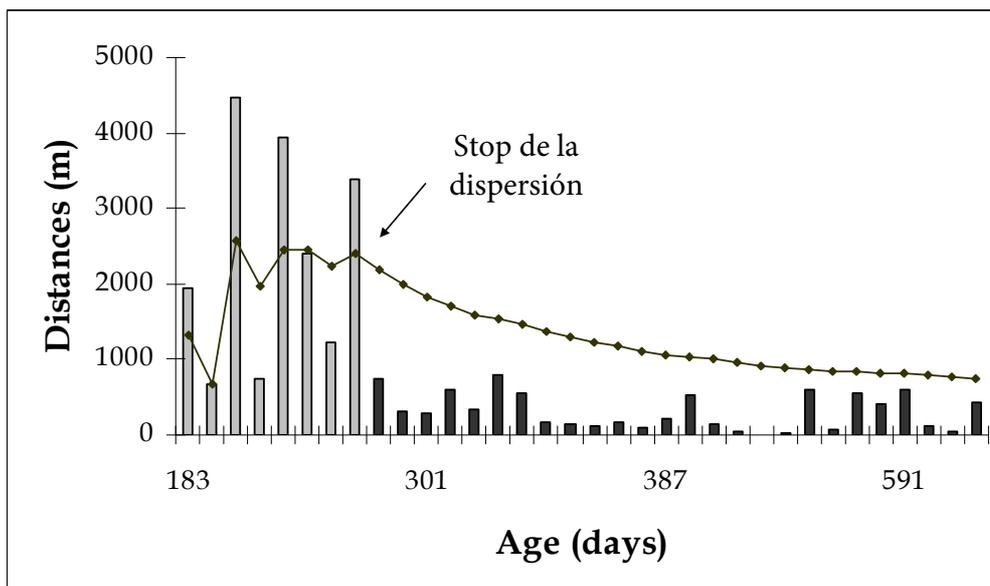


Figura 14B. Determinación del asentamiento de los jóvenes durante la dispersión. Las barras representan la distancia (m) entre pasos sucesivos. La línea continua corresponde con la distancia media (m) viajada durante los desplazamientos anteriores.





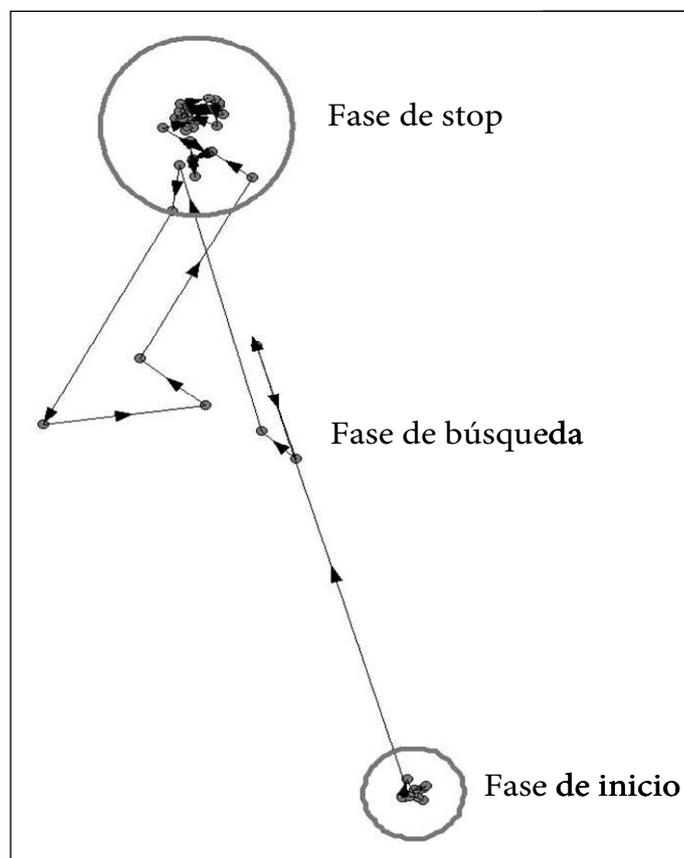
Una vez iniciada la dispersión, los jóvenes entraron en la siguiente fase de dispersión, en la fase de búsqueda. Esta fase es crucial para el futuro de los jóvenes en dispersión. En ella se producen importantes cambios en el comportamiento de los individuos (Delgado y Penteriani 2008), que vienen reflejados en cambios en los patrones de movimientos (ej. la escala espacial de los desplazamientos, la configuración de las trayectorias, etc.). Durante estos tres años hemos observado como los jóvenes durante la fase de búsqueda prospectaron todo el entorno natural de Doñana (Figura 16), localizándose las áreas visitadas por un mayor número de jóvenes en el parte norte del parque. En concreto, el Vicioso, el Pinto, parte de Matasgordas y el Palacio del Coto de Rey, la Matanza y la Juncosilla son zonas en las que en las primeras fases de la dispersión se observa una alta densidad de jóvenes. Esta alta densidad de individuos es posiblemente una de las causas de que en estas zonas se haya registrado un gran número de observaciones de búho real, observaciones que fueron en un principio atribuidas a adultos reproductores, aumentando de esta forma la “leyenda de la superpoblación” de búho real (ver capítulo 2). Sin embargo, hoy en día, y en base a un mayor y mejor conocimiento del comportamiento de esta especie en el entorno de Doñana y a las informaciones recogidas durante la fase de la dispersión, apoyamos la idea que muchas de esas observaciones no eran posiblemente de individuos reproductores sino de jóvenes en sus primeras fases de la dispersión, individuos que posteriormente se



desplazarían a otras zonas, corroborando nuevamente que la densidad de la población de búho real en Doñana no es tan alta como inicialmente se pensaba.

Durante la fase de búsqueda de la dispersión, la distancia media alcanzada por los diferentes jóvenes fue de 13.07 ± 7.7 Km. A lo largo de estos tres años hemos observado una alta variación en las distancias recorridas por los jóvenes, variación que puede estar asociada a diferentes factores, como el nido donde han nacido los individuos, la condición física de los jóvenes, el tipo de hábitat que cada individuo tiene que atravesar durante las diferentes fases de la dispersión, las interacciones con otros individuos de la misma especie (dispersantes y adultos reproductores), etc.

Figura 15. Esquema de las diferentes fases que componen el proceso de la dispersión





Para poder analizar y determinar el efecto de todos estos factores y sus interacciones sobre la dispersión es necesario el marcaje de más jóvenes de nidos diferentes, seguidos durante más años. De hecho, la dispersión es un proceso complejo que sólo puede entenderse y estudiarse a través de estudios diseñados a largas escalas de tiempo (Delgado 2008).

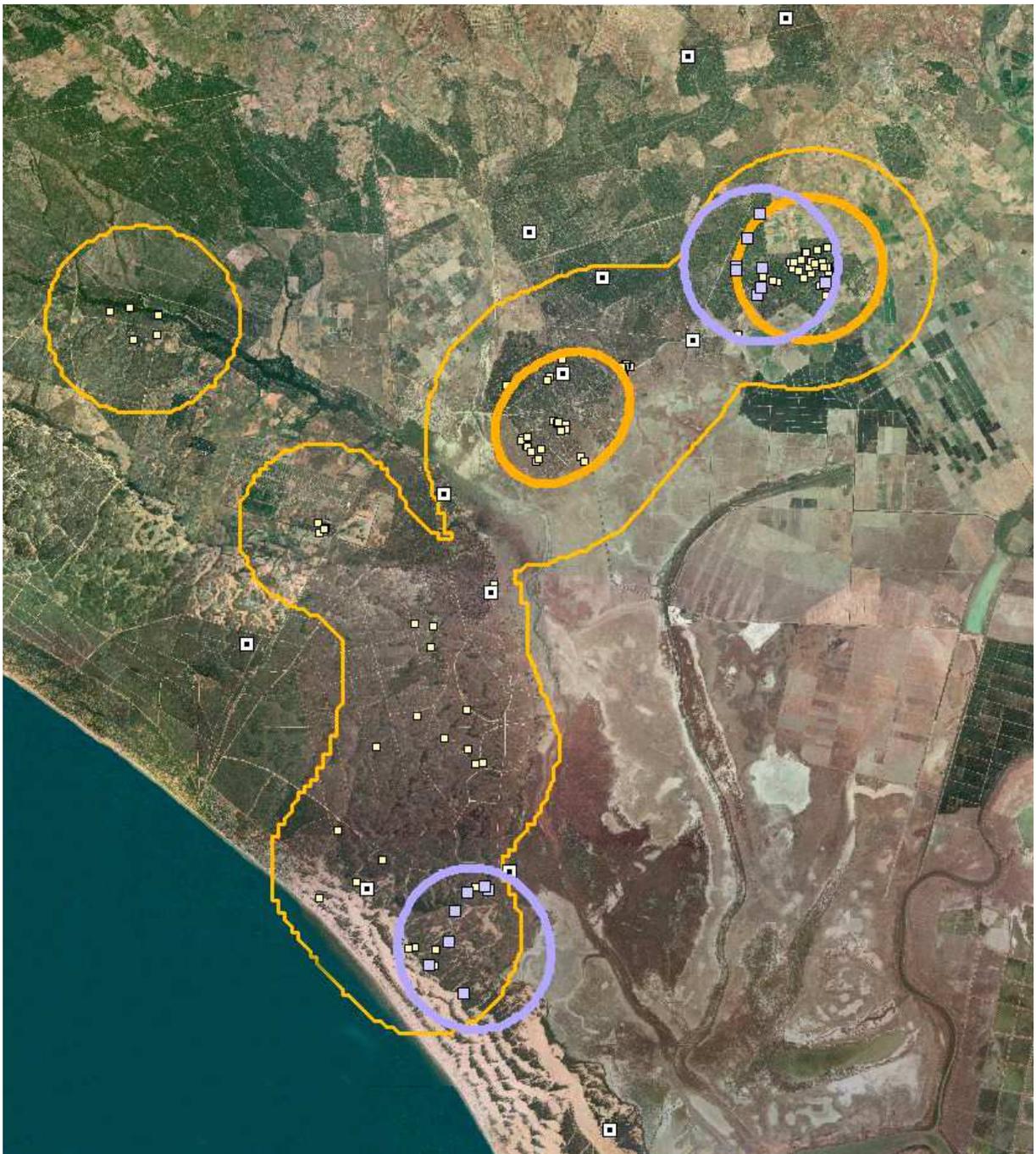
Un resultado que ya parece ser evidente tras estos tres años de estudio es que las hembras se dispersaron distancias mayores (17.66 ± 9.08 Km) que los machos (12.5 ± 6.5 Km; Figura 17). Este efecto del sexo sobre el proceso de la dispersión ha sido puesto en evidencia en muchas otras especies, no sólo de aves (Newton 1979) si no también en mamíferos (Palomares et al. 2000).

Los jóvenes permanecieron en la fase de búsqueda un tiempo variable, hasta que encontraron un área en la que asentarse de forma estable. Las zonas ocupadas por el mayor período de tiempo a lo largo del proceso de dispersión, y en las que a veces los dispersantes adquieren el status de reproductores y comienzan a criar, se conocen como áreas de asentamiento temporal. Estas áreas de asentamiento tienen una importancia crucial ya que, tanto la decisión de los animales de asentarse como la selección de las áreas de asentamiento puede afectar: (a) la condición de los individuos; (b) el comportamiento social dentro de las poblaciones; y (c) la competición por los lugares de cría (Penteriani et al 2005b, c, 2006a, b, 2008). A pesar de su importancia, debido a la dificultad de



detectarlas, las áreas de asentamiento han sido en innumerables ocasiones consideradas poco importantes, si no completamente ignoradas en muchos estudios realizados para analizar la persistencia de las poblaciones.

Figura 16. Áreas prospectadas por los jóvenes durante la dispersión. Las áreas englobadas por el círculo anaranjado corresponden a las zonas visitadas por los dispersantes en su fase de búsqueda. Los círculos más gruesos engloban aquellas que fueron visitadas por un mayor número de jóvenes. Las áreas violetas son aquellas seleccionadas por los dispersantes como áreas de asentamiento estables.





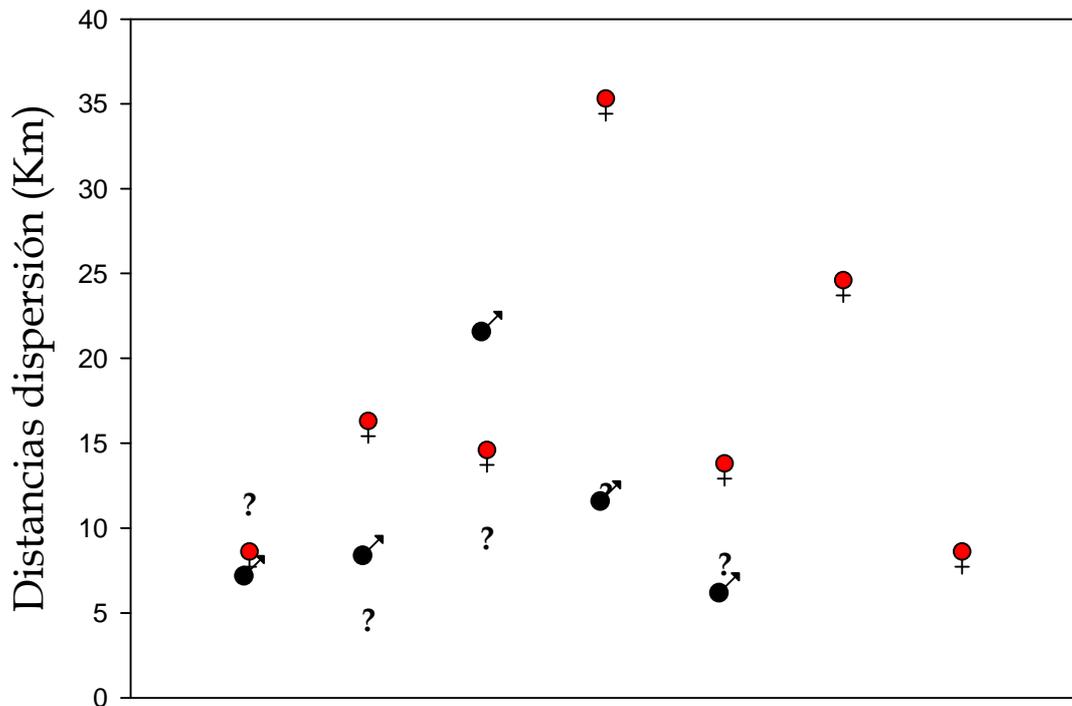
A lo largo de este trienio hemos registrado el asentamiento final de sólo el 8% de los individuos marcados, que encontraron su área de asentamiento cerca de los territorios del Palacio de Coto del Rey y del Puntal (Figura 16). El 40% de los jóvenes murieron durante la fase de búsqueda (algunos de ellos, nacidos en el Puntal, Soto Chico y Casa Neves, murieron antes de comenzar la dispersión). Aunque la dispersión es una fase en la que los costes son elevados y en la que se existen altos riesgos de mortalidad, la tasa de mortalidad de jóvenes registrada en estos años ha sido sorprendente. Casi la mitad de los jóvenes nacidos en el entorno de Doñana murieron durante el proceso de dispersión, no llegando a entrar como reproductores, por diferentes causas. El 4% de los jóvenes marcados permaneció siempre en su fase de búsqueda, no asentándose de forma estable. Y el resto de individuos marcados (48%) siguieron su dispersión fuera del entorno natural de Doñana.

Un comportamiento muy interesante es el mostrado en la Figura 16, en la que se observa que los jóvenes durante la fase de búsqueda exploran todo el entorno natural de Doñana, atravesando territorios y permaneciendo de forma temporal cerca de adultos reproductores de búhos. Sin embargo, los jóvenes parecen seleccionar sus áreas de asentamiento finales en lugares donde no hay otros individuos de su misma especie. Es decir, los jóvenes de búho parecen seleccionar las áreas de asentamiento en zonas más exclusivas, no solapando con territorios de adultos reproductores. Este interesante patrón de asentamiento,



junto a otros objetivos, como explorar (1) cómo, cuándo y dónde los animales buscan las áreas de asentamiento; (2) cómo las estrategias a lo largo de la dispersión están influenciadas tanto por los costes como por la estructura del hábitat; y (3) cómo y cuándo los animales deciden dejar de buscar áreas de asentamiento y eligen una en la que definitivamente asentarse, son objetivos de máxima prioridad dentro del estudio de la dispersión en los próximos años.

Figura 17. Distancias (Km) máximas de dispersión en el entorno natural de Doñana.





7

EL BÚHO REAL EN DOÑANA:
¿UN PROBLEMA REAL DE
CONSERVACIÓN O UN EJEMPLO
DE TECNO-ARROGANCIA?





En el 1981 D. Ehrenfeld publicó un libro con el título de *The Arrogance of Humanism*, que se podría traducir como “la arrogancia del género humano”, en el que la tecno-arrogancia fue definida como aquella característica del ser humano que le lleva a creer que tiene que resolver y controlar muchos de los principales eventos que se producen en el paisaje natural a su alrededor. Y esto, sin tener en cuenta las consecuencias tal vez dramáticas e irremediables de sus elecciones y actuaciones. Bajo esta perspectiva, y como puso en evidencia Gary K. Meffe en un artículo publicado en 1992 en la revista americana *Conservation Biology* (*Techno-Arrogance and Halfway Technologies: Salmon Hatcheries on the Pacific Coast of North America*), si un río fluye libre se puede canalizar, si hay un desierto se le puede irrigar, y si hay demasiados mosquitos éstos se pueden fumigar con pesticidas.

Por una parte, indudablemente hoy en día, el búho real en Doñana representa uno de estos supuestos “problemas”, que corre el riesgo de ser afrontado bajo la perspectiva arrogante que nos autoriza a modificar aquello que no nos gusta, según una percepción egocentrista y visceral, a veces poco razonada o sin ningún fundamento científico. De esta forma, la llegada del búho real en el entorno natural de Doñana ha representado para muchos un problema, antes incluso de que para ello tuvieran indicios de que realmente la transformación que se estaba produciendo en la comunidad de aves de Doñana pudiera ser algo realmente negativo. Y, por supuesto, mucho antes de tener en



su disposición la información mínima necesaria sobre su efectiva consistencia, su distribución, su régimen alimenticio, su éxito reproductor, sus patrones de movimiento en el área, etc. Informaciones que son esenciales para llevar a cabo un adecuado plan de gestión y conservación.

Por otra, este proyecto de tres años representa una voluntad clara y evidente por parte de la Consejería de Medio Ambiente, del Parque Nacional de Doñana y de la Estación Biológica de Doñana, de basar y fundamentar cualquier estrategia de conservación y gestión del entorno natural de Doñana sobre claras bases científicas.

Tres años de investigaciones representan sólo una primera etapa preliminar hacia la comprensión de la colonización de Doñana por parte de esta especie, que por sus características de historias de vida (ej. larga vida, hábitos nocturnos, bajas densidades, amplios dominios vitales, largas distancias de dispersión, etc.) requiere estudios de una duración más larga para llegar a obtener informaciones definitivas. No obstante, los datos presentados en este informe, así como los conocimientos conseguidos hasta ahora, ponen en manifiesto que:



1. la presencia de, aproximadamente, veinte sitios de cría (separados por una distancia media mínima entre nidos vecinos alrededor de los 4 Kms) nos indica la existencia de una población con una densidad marcadamente inferior a la encontrada en otras poblaciones presentes en áreas limítrofes a Doñana. Esto parece indicar que la colonización de especie en este área es relativamente suave, manteniéndose la densidad de la especie en un umbral muy lejano a una presunta "invasión masiva";

2. tanto la productividad media anual, como la productividad global (menos de 2 volantones por nido), es relativamente baja para la especie. Este éxito reproductor, junto con la, relativamente, alta tasa de mortalidad juvenil (40% de los jóvenes marcados con emisores) y la tasa de dispersión fuera de los límites del Parque (48%), nos lleva a pensar en una dinámica poblacional relativamente lenta;

3. Mientras que los lagomorfos (conejo y liebre) constituye la presa más frecuente (46% de las presas capturadas y 56% de la biomasa ingerida), la frecuencia de otros predadores en la dieta (predación intragremio) presenta valores dentro de los normales observados en otras localidades de Europa, porcentajes en frecuencia y biomasa caracterizados por ser irrelevantes. Además, cuando tiene lugar esta predación sobre rapaces, afecta especialmente a especies que son particularmente abundantes en Doñana y/o en lugares específicos;



4. los reproductores, a pesar de existir fuertes variaciones individuales, se mueven generalmente cortas distancias, determinando una presión de caza restringida a un espacio relativamente pequeño alrededor del nido.

Por tanto, desde un punto de vista aplicativo y de gestión, de momento no estimamos necesarias ninguna medida de actuación específica. A lo largo de este primer trienio de estudio, y en base a las informaciones recopiladas, son importantes las siguientes reflexiones:

Interacción lince - búho real

En base a las informaciones obtenidas con el estudio de la dieta, se puede descartar la presencia del búho real como una de las potenciales causas que ha originado la necesidad de este trabajo de investigación, es decir la posible predación de búho real sobre cachorros de lince. Aunque siempre existe la (remota) posibilidad de la predación ocasional sobre cachorros de lince (simplemente por el tamaño de éstos, sin considerar la importante evidencia de que los carnívoros hayan resultado ser una de las presas menos frecuente en la dieta de los búhos reales de Doñana), ésta nunca ha sido detectada en el trienio de estudio.



Interacción aves de presa - búho real

La predación sobre otras rapaces es tan baja que no puede considerarse que pueda tener un efecto negativo importante sobre la comunidad de aves de presa de Doñana. Además, no ha sido todavía posible aclarar de forma exhaustiva las posibles modificaciones en la distribución espacial que la presencia de una pareja reproductora de búho real podría ocasionar en las parejas de rapaces más cercanas. Más informaciones son necesarias para llevar a cabo este futuro objetivo.

Interacción águila imperial - búho real

De igual manera, no parece que la presencia del búho real pueda representar una amenaza para el restablecimiento de una población de águila imperial a su nivel de saturación, siendo otros los problemas que afectan a esta especie (Ferrer y Penteriani 2008). La utilización de los nidos de imperial por parte de algunas parejas de búho tiene que considerarse simplemente como el aprovechamiento, por parte de una especie ecléctica, de un recurso no-utilizado debido el importante declive de la población de este águila en Doñana (declive que existía previo a la aparición de los primeros búhos reproductores). Si regresase el águila imperial a sus lugares de cría, se estima que las dos especies podrían convivir, como se ha demostrado con el caso de la presencia de una pareja de jóvenes imperiales y de búhos reproductores en Soto Chico en el 2008. De la misma forma, casos de predación de búhos reales sobre pollos o volantones de imperial, aunque podrían ser posibles, pueden considerarse



como eventos muy aleatorios y rarísimos. Si esta predación fuera sistemática y/o realmente frecuente, ya se habrían registrado muchos casos en aquellas sierras donde águilas imperiales y búhos reales han convivido desde siempre. En las sierras, debido a la abundancia de conejos, las densidades de búho real son generalmente mucho más altas que en Doñana, lo que aumentaría considerablemente la probabilidad de predación y/o interacciones negativas entre las dos especies.

Evidentemente, en el caso de que la población de águila imperial de Doñana siga con su actual recuperación, sería de gran interés poder tener la oportunidad de seguir la evolución de la reproducción en aquellos territorios en los que exista una pareja de ambas especies, y muy cercana la una a la otra.

Áreas de dispersión juvenil

Durante este estudio se ha podido identificar la localización de algunas de las áreas más frecuentadas por los jóvenes de búho a lo largo de la dispersión, aquellas zonas de simple paso, así como aquellas áreas de asentamiento temporal. Algunas de estas áreas (ej. sector norte del parque, Reserva Biológica) representan lugares de particular interés para muchas especies de aves y mamíferos. De aquí el interés de estudiar los patrones de la dispersión juvenil. Un mayor número de jóvenes marcados y seguidos a lo largo de más años son necesarios para definir de forma más precisa aquellos sectores de Doñana más frecuentados por jóvenes de búho en dispersión y poder evaluar, de este modo,



el efecto de los jóvenes en la comunidad de aves y grandes mamíferos de Doñana.

A medida que se han ido resolviendo algunas preguntas planteadas en este estudio, se han ido planteando otras que necesitarán de más años para resolverse. Además, otras cuestiones relacionadas con el fenómeno de la colonización del búho real en Doñana necesitan de más tiempo y más datos para encontrar una respuesta. Es este el caso de, por ejemplo:

(a) el posible efecto de la presencia de una pareja reproductora en la agregación y distribución espacial de los nidos de rapaces dentro del dominio vital de los búhos. La recolección y recopilación de informaciones está actualmente casi terminada, siendo imprescindible esperar 1-2 años más para poder incorporar más informaciones recientes;

(b) comprender el origen de los individuos que colonizaron Doñana, para lo que será necesario muestrear más individuos, tanto reproductores como jóvenes, en Doñana y en las Sierras de Huelva, Sevilla y Cádiz.

Para resolver estas preguntas, así como por la necesidad de adquirir más informaciones sobre el búho real en Doñana, los principales pasos sucesivos a desarrollar serán:



- ✘ Finalizar la localización de los nidos de las parejas reproductoras, dando prioridad a las áreas donde (a) se han localizado individuos territoriales pero todavía se desconoce la ubicación exacta del nido, y (b) aquellas pocas parejas que quedan por localizar (ej. extremo sur de Marismillas)

- ✘ completar las bases de datos sobre interacciones espaciales entre parejas reproductoras de búho real y la comunidad de aves rapaces de Doñana

- ✘ continuar con el radioseguimiento de los individuos reproductores para conseguir más informaciones en una mayor muestra

- ✘ seguir con el estudio de los patrones de dispersión natal y la recopilación de muestras de sangre para estudios genéticos



8 AGRADECIMIENTOS

En primer lugar queremos expresar nuestra gratitud a Fernando Hiraldo, Director de la Estación Biológica de Doñana, por habernos propuesto la realización de este trabajo de extremo interés e importancia para el entorno de Doñana, así como por su constante ayuda y colaboración en cada fase del proyecto. Agradecemos la preciada e indispensable colaboración de Rocío Astasio (EBD), Cristina Ramos (EBD), Francisca Rocío Martínez Fara (P. N. de Doñana) y Curro Quirós (P. N. de Doñana) en las múltiples fases organizativas del trabajo. Muchísimas gracias a todas las personas que nos han ayudado en el trabajo de campo o proporcionándonos ayudas logísticas, especialmente a Enrique Alés, El Nene, Olga Mora, Sayago y Vilches.

Un agradecimiento especial se lo queremos dar a José Luís del Valle, Héctor Garrido y Manuel Solís, cuya colaboración ha sido determinante en el trabajo de marcaje con emisores de los pollos en los nidos.

Agradecemos a todas las personas que nos han ayudado a recopilar toda la información que presentamos en este informe, cuya ayuda ha sido fundamental y sin las que no hubiera sido posible este trabajo. Por ello queremos dar las gracias (en orden alfabético) a Antonio Jesús, David Aragonés, Miguel Ángel Bravo, Juan Calderón, Olga Ceballos, Diego, Luís García, Héctor Garrido, Fernando Ibáñez, Jaime, Joaquín, José Vicente, Laló,



Manolo Máñez, Marga López, Mariana, Nacho, Enrique Navarro, José María Pérez de Ayala, Isidro Román, Sandra y Carlos Urdiales. Y por supuesto, a todos los encargados y guardas que nos han facilitado el acceso a las fincas privadas.





9 BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Adriaensen F., Chardon, J.P., DeBlust, G., Swinnen, E., Villalba, S., Gulinck, H. y Matthysen, E. 2003. The application of 'least-cost' modelling as a functional landscape model. *Landscape Urban Plan* 64: 233-247.
- Alonso-Álvarez, C., Ferrer, M. y Velando, A. 2002. The plasmatic index of body condition in yellow-legged gulls *Larus cachinnans*: a food-controlled experiment. *Ibis* 144: 147-149.
- Bowler, D.E. and Benton, T.G. 2005. Causes and consequences of animal dispersal strategies: relating individual behaviour to spatial dynamics. *Biological Review* 80: 205-225.
- Campioni, L., Delgado, M.M. y Penteriani, V. sometido. An age-specific trait of plumage could signal individual quality in young eagle owl *Bubo bubo*.
- Costa, F.J.V. y Macedo, R.H. 2006. Coccidian oocyst parasitism in the blue-black grassquit: influence on secondary sex ornaments and body condition. *Animal Behaviour* 70: 1401-1409.
- Delgado, M.M. and Penteriani, V. 2005. Eagle owl *Bubo bubo* dispersal patterns and the importance of floaters for the stability of breeding populations. *Ornithologischer Anzeiger* 44: 153-158.
- Delgado, M.M. y Penteriani, V. 2007. Vocal behaviour and neighbour spatial arrangement during vocal displays in eagle owl. *Journal of Zoology* 271: 3-10.



- Delgado, M.M. 2008. *Exploring natal dispersal under the perspective of animal movement analysis. A behavioural study on the dispersal of a Long-lived species. PhD thesis*, Sevilla, España.
- Delgado, M.M. y Penteriani, V. 2008. Behavioral states help translate dispersal movements into spatial distribution patterns of floaters. *American Naturalist* 172: 475-485.
- Fair, J., Whitaker, S. y Pearson, B. 2007. Source of variation in haematocrit in birds. *Ibis* 149: 535-552.
- Ferrer M. y Penteriani V. 2008. Non-independence of demographic parameters: positive density-dependent fecundity in eagles. *Journal of Applied Ecology* 45: 1453-1459.
- Figuerola, J., Muñoz, E., Gutiérrez, R. y Ferrer, D. 1999. Blood parasites, leucocytes and plumage brightness in the ciril bunting, *Emberiza cirilus*. *Functional Ecology* 13: 594-601.
- Griffiths, R., Double, M.C., Orr, K. y Dawson, R.J.G. 1998. A DNA test to sex most birds. *Molecular Ecology* 7: 1071-1075.
- Hanski, I. 1998. Metapopulation dynamics. *Nature* 396: 41-49.
- Hanski, I. 1999. *Metapopulation ecology*. Oxford University Press, Oxford.
- Hanski, I. y Thomas, C.D. 1994. Metapopulation dynamics and conservation: a spatially explicit model applied to butterflies. *Biological Conservation* 68: 167-180.
- Hanski, I. y Gaggiotti, O.E. 2004. *Ecology, genetics, and evolution of metapopulations*. Elsevier Academic Press, London.



- Hayne, D.W. 1949. Calculation of home range size. *Journal of Mammalogy* 30: 1-18.
- Hooge, P. 2000. *Animal Movement Analysis v. 2.04 ArcView Extension*. U.S. Geological Survey, Biological Resources Division, Glacier Bay Research Center, Alaska.
- Korpimäki, E., Hakkarainen, H. y Bennett, G.F. 1993. Blood parasites and reproductive success of Tengmalm's owls: detrimental effects on females but not on males? *Functional Ecology* 7: 420-426.
- Lourenço R. 2006. The food habits of Eurasian Eagle-Owls in Southern Portugal. *Journal of Raptor Research* 10: 297-300.
- Maher, C.R. y Lott, D.F. 1995. Definitions of territoriality used in the study of variation in vertebrate spacing systems. *Animal Behaviour* 49: 1581-1597.
- Martínez, J.A., Zuberogoitia, I. y Alonso, R. 2002. *Rapaces nocturnas. Guía para la determinación de la edad y el sexo en las estrigiformes ibéricas*. Monticola Ediciones, España.
- Morales, J.M. y Ellner, S.P. 2002. Scaling up animal movements in heterogeneous landscapes: the importance of behavior. *Ecology* 83: 2240-2247.
- Newton, I. 1979. *Population ecology for raptors*. Poyser, UK.
- Ortego, J. y Espada, F. 2007. Ecological factors influencing disease risk in eagle owl *Bubo bubo*. *Ibis* 149: 386-395.



- Palomares, P., Delibes, M., Fedriani, J.M., Calzada, J. y Revilla, E. 2000. Iberian lynx in a fragmented landscape: predispersal, dispersal, and postdispersal habitats. *Conservation Biology* 14: 809-818.
- Penteriani, V. 1996. El búho real. Calderini-Edagricole, Bologna, Italia.
- Penteriani, V. 2002. Variation in the function of Eagle Owl vocal behaviour: territorial defence and intra-pair communication? *Ethology Ecology & Evolution* 14: 275-281.
- Penteriani, V. 2003. Breeding density affects the honesty of bird vocal displays as possible indicators of male/territory quality. *Ibis* 145 (on-line): E127-E135.
- Penteriani, V. 2008. When similar patterns in time emerge from different initial conditions: equifinality in the breeding performance of animal populations. *Ecological Complexity* 5: 66-68.
- Penteriani V., Delgado M.M., Maggio C., Aradis A. y Sergio F. 2005a. Development of chicks and pre-dispersal behaviour of young in the Eagle Owl. *Ibis* 147: 155-168.
- Penteriani, V., Otalora, F. y Ferrer, M. 2005a. Floater survival affects population persistence. The role of prey availability and environmental stochasticity. *Oikos* 108: 523-534.
- Penteriani, V., Otalora, F., Sergio, F. y Ferrer, M. 2005b. Environmental stochasticity in dispersal areas can explain the “mysterious”



disappearance of breeding populations. *Proceeding of Royal Society Academic of London B* 272: 1265-1269.

Penteriani, V., Otalora, F. y Ferrer, M. 2006a. Floater dynamics can explain positive patterns of density-dependence fecundity in animal populations. *American Naturalist* 168: 697-703.

Penteriani, V., Fortuna, M.A., Melián, C.J., Otalora, F. y Ferrer, M. 2006b. Can prey behaviour induce spatially synchronic aggregation of solitary predators? *Oikos* 113: 497-505.

Penteriani V., Alonso-Álvarez C., Delgado M.M. y Sergio F. 2007. The importance of visual cues for nocturnal species: owls signal by badge brightness. *Behavioral Ecology* 18: 143-147.

Penteriani, V., Delgado, M.M., Bartolommei, P., Maggio, C., Alonso-Alvarez, C. y Holloway, G.J. 2008a. Owls and rabbits: predation against substandard individuals of an easy prey. *Journal of Avian Biology* 39: 215-221.

Penteriani, V., Otalora, F. y Ferrer, M. 2007. Floater mortality within settlement areas can explain the Allee effect in breeding populations. *Ecological Modelling* 213: 98-104.

Sergio, F. y Hiraldo, F. 2008. Intraguild predation in raptor assemblages: a review. *Ibis* 150: 132-145.

Villegas, A., Sánchez, J.M., Costillo, E. y Corbacho, C. 2002. Blood chemistry and Haematocrit of the black vulture (*Aegypius monachus*). *Comparative Biochemistry and Physiology* 132: 489-497.



Wiens, A.J. 1989. Spatial scaling in ecology. *Functional Ecology* 3: 385-397.