

La Ecología de la Muerte: Bioestratinomía en la Sierra Norte de Sevilla

Eloísa Bernáldez Sánchez, (1, 2), Esteban García-Viñas (1),
Fernando Gutiérrez Parra (2), Clemente Ortiz Romero, (2),
María Bernáldez Sánchez, (1), Aurora Ocaña García de Veas, (1),
Felipe José Vázquez Gil, (2), Miguel Gamero Esteban, (1) y
Ana Vela Grimaldi (1).

(1) Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico de la Consejería de Cultura. Junta de Andalucía.
Avda. de los Descubrimientos, 1. Monasterio de La Cartuja, 41092 Sevilla.

(2) Departamento de Sistemas Físicos, Químicos y Naturales de la Facultad de Ciencias Experimentales de la Universidad
Pablo de Olavide. Crta. Utrera, Km1. 41013 Sevilla.

Palabras Clave: Bioestratinomía, vertebrados, Tafonomía, tanatocenosis, procesos postmortem, carroñeros.

Keywords: Biostratinomy, Vertebrates, Taphonomy, Tanathocoenosis, postmortem events, scavengers.

La Ecología de la Muerte: Bioestratinomía en la Sierra Norte de Sevilla

The Ecology of Death: Biostratinomy in the Sierra Norte de Sevilla

RESUMEN

Tres años de observación de los procesos que acontecen después de la muerte de 12 vertebrados con masa corporal superior a los 5 Kg, nueve ciervos (*Cervus elaphus*), un jabalí (*Sus scrofa*), un meloncillo (*Herpestes ichneumon*) y un tejón (*Meles meles*) han determinado las pautas de la actividad carroñera en la finca de Las Navas-El Berrocal situada en la Sierra Norte de Sevilla. Dicha dinámica temporal muestra similitudes con la ya estudiada en la Reserva Biológica de Doñana en 1990 a pesar de que la presencia de los buitres en este ecosistema es temporal (entran la última semana de septiembre).

Con los resultados obtenidos proponemos unos criterios bioestratinómicos en la gestión de los cadáveres de la Sierra Norte de Sevilla.

ABSTRACT

Three years ago we began a new study in Sierra Norte de Sevilla about post-mortem events of 12 vertebrates with more 5 Kg of weight, nine red dears (*Cervus elaphus*), one wild pig (*Sus scrofa*), one badger (*Meles meles*) and one egyptian mongoose (*Herpestes ichneumon*). The following of these process give a scavenger dynamic in the ecosystem of Las Navas-El Berrocal -Sierra Norte de Sevilla- very similar to the Biological Reserve of Doñana -Huelva-, a place where the scavenger activity from vultures is only temporal (last week of September) and short.

The results can be used like biostratinomics critters for the scavenger management of Sierra Norte de Sevilla.



INTRODUCCIÓN

Desde el año 2004, la Sierra Norte de Sevilla se ha convertido en uno de los mejores laboratorios para la investigación de la actividad carnívora y carroñera a través del seguimiento de los procesos *postmortem* que experimentan los cadáveres de vertebrados. Desde que un animal muere hasta que dejamos de ver sus huesos esparcidos por la superficie ocurren algunos acontecimientos que hasta la fecha no han sido más que someramente descritos, a pesar de que es el único proceso natural para recuperar el ciclo vital de nuestros espacios naturales. Caracterizar los procesos *postmortem* cuantitativamente nos ha llevado a descubrir que la destrucción de los cadáveres en un ecosistema natural sigue una dinámica muy determinada que señala de forma indirecta el equilibrio existente entre la comunidad y el medio físico.

A finales de los años ochenta se realizó el primer estudio bioestratinómico de un espacio natural en nuestro país, la Reserva Biológica de Doñana (Huelva), con el propósito de determinar las pautas naturales de destrucción de los cadáveres e inferirlas en la conservación del registro paleobiológico encontrado en los yacimientos arqueológicos y paleontológicos (Bernáldez, 1996). Estos resultados sorprendieron por el conocimiento que aportó no sólo a la validez de la interpretación de esos registros paleobiológicos, sino a la aplicación que podemos hacer de ellos en el conocimiento y gestión de los espacios naturales. En algunos de éstos se gestiona la muerte limpiando la superficie de cadáveres e instalando muladares como comederos para los buitres, sin tener en cuenta que desconocemos las consecuencias que esta actividad puede tener en el mantenimiento del equilibrio biológico del ecosistema.

Tanto este estudio como el que venimos realizando en la Sierra Norte de Sevilla configuran una nueva línea de investigación, la Ecología de la Muerte, que demuestra que el cadáver es una fuente de consumo imprescindible para la subsistencia de las poblaciones de pequeños y grandes carroñeros, de nutrientes para el medio físico y de insalubridad, si no es eliminado. Por ello, la práctica de recogida de cadáveres de ungulados, ciervos y jabalíes, y la instalación de muladares pueden estar provocando desde la irrupción del ciclo vital en la reposición de nutrientes a la biocenosis de este ecosistema hasta estar evitando que una alta tasa de mortandad, producida por un evento temporal (enfermedad, etología) o debida a una excesiva población de ungulados, produzca un alto índice de insalubridad.

En cualquier caso, la gestión de los cadáveres debería contar con unos criterios científicos y técnicos y éstos sólo pueden obtenerse incentivándose el estudio de la muerte en los espacios naturales. Un estudio que tiene sus primeros resultados en este artículo donde desarrollamos el seguimiento de los procesos *postmortem* de 12 de los 20 cadáveres que estamos actualmente estudiando en las fincas de Las Navas-El Berrocal -Almadén de la Plata- y Dehesa de Upa -El Pedroso-, incluido el intento de analizar la representatividad de la comunidad en la tanatocenosis de la primera de las fincas.

Los objetivos que nos hemos marcado en el proyecto responden a la caracterización de la tanatocenosis de la finca Las Navas, la determinación de las pautas de destrucción de un cadáver mediante el seguimiento de los procesos *postmortem* de los vertebrados con masa corporal superior a los cinco Kg., la puesta a punto de una metodología bioestratinómica practicable en los espacios naturales y la

definición de unos criterios bioestratinómicos que formen parte de la gestión de los cadáveres. Aunque la consecución de nuestros objetivos está en la fase de análisis de datos, creemos interesante dar a conocer estos primeros resultados.

CONDICIONES DEL MEDIO

A pesar de que estamos estudiando dos fincas de la Junta de Andalucía, la fase de ejecución de este proyecto nos impide dar la totalidad de nuestros análisis, por ello se exponen los datos de una de las fincas y, por lo tanto, la descripción de la misma.

La relación entre la asociación de cadáveres y la comunidad de vertebrados en la Sierra Norte de Sevilla ha sido estudiada en el Parque Forestal de Almadén de la Plata, también conocido con el nombre de “Las Navas-El Berrocal”. Esta finca forma parte del Parque Natural Sierra Norte de Sevilla, del que constituye más de un 4 % del total del territorio con una extensión de 7481 Ha.

De todas las características que describen al área (Molina, 1998), especialmente interesantes para nuestro estudio son las diferencias que encontramos en lo que respecta al relieve, a la presencia de cauces de agua (temporales o permanentes) y a la cobertura vegetal (dehesas de encinas y alcornoques, bosques de ribera, pastizales, matorrales y zonas repobladas artificialmente con pinos y eucaliptos), ya que estas características determinan el grado en el que influirán los procesos bióticos y abióticos en la desaparición de los cadáveres. La pendiente de una loma y el transporte del agua suelen ser factores de dispersión del cadáver, por el contrario, un denso matorral es un factor conservador que impide esa dispersión y su localización por parte de las grandes aves carroñeras.

En cuanto a los vertebrados que componen la fauna del Parque, se han enumerado 124 especies silvestres (Molina, 1998), de las cuales 9 son peces, 9 anfibios, 13 reptiles, 72 aves y 21 mamíferos (no mencionamos las especies domesticadas, por ahora). Aunque en un principio nos propusimos controlar la fauna de vertebrados, nuestro mayor interés está en las especies de masa corporal superior a los 50 kg (ciervos y jabalíes), ya que son éstas las que siempre están representadas en las asociaciones de cadáveres como se demostró en el Parque Nacional de Amboseli en Kenia (Berhensmeyer y Boaz, 1980) y en la ya mencionada Reserva Biológica de Doñana (Bernáldez, 2002, 1996).

Otro aspecto de la finca, a tener en cuenta, es la presencia de un muladar de una Ha de extensión, aunque la finalidad de esta estructura es la de ser un comedero para buitres en períodos de escasez, hemos de señalar que sería conveniente estudiar desde varios aspectos las consiguientes ventajas (fuente de consumo) y desventajas (fuente de insalubridad y cambios etológicos de los buitres) que genera una acumulación de carcasas de vacas, caballos y ovejas en tan escaso espacio y limitada actividad carroñera.

MÉTODOS PARA EL ESTUDIO BIOESTRATINÓMICO

EL ESTUDIO DE LA TANATOCENOSIS

La caracterización de la tanatocenosis, la asociación de cadáveres, se ciñe a la determinación de la riqueza faunística proporcionada por los cadáveres localizados, al tamaño de la asociación cuantificado por el número de carcasas y a la distribución de la edad y del *sex-ratio* de los componentes de la asociación. La metodología empleada por Bernáldez (1996) sigue las directrices de un muestreo dedicado a la obtención de índices de abundancia a través de un itinerario

en banda de determinadas dimensiones o transectos (Tellería, 1986). En esta finca esta metodología no pudo plantearse, pues la gestión de la finca contempla la retirada de los cadáveres del ecosistema para depositarlos en el muladar. Se optó, por tanto, por el análisis de las fichas que contenían los cadáveres de ciervos y jabalíes recogidos por los guardas de EGMASA (Empresa Pública de Gestión del Medioambiente de la Junta de Andalucía) entre marzo de 2004 y marzo de 2005 y su relación con ambas poblaciones. Puesto que en marzo de 2004 sólo contábamos con la estimación de la población de ciervos, fue ésta la única tanatocenosis estudiada.

EL SEGUIMIENTO DE LOS PROCESOS POSTMORTEM

Ante las dificultades halladas para estudiar la tanatocenosis de la finca decidimos hacer el seguimiento de 12 cadáveres que procedían de nuestros propios hallazgos, de la localización realizada por la guardería y de la cesión de presas por parte de la Asociación de Cazadores. Las especies estudiadas han sido ciervo, jabalí, meloncillo y tejón. Una vez localizado el animal señalábamos el punto de muerte que nos serviría para fijar uno de los ejes desde donde medir las distancias a las que hallamos los huesos del cadáver a medida que se desarticulaba, con la consiguiente dispersión de los mismos. Estos controles eran más frecuentes en la primera fase, cuando el animal conservaba las partes blandas (cada semana), luego se repetían los controles cada uno o dos meses. El criterio para hacer esto así se basa en los trabajos de Bernáldez (2002, 1996), en donde también se describen los procesos postmortem que vamos a medir en la destrucción del cadáver: pérdida ósea/conservación del esqueleto, desarticulación y dispersión de los huesos. Las variables seleccionadas para medir la conservación de la carcasa son el ICen o porcentaje de

huesos conservados (NH/NE x 100; siendo NH el número de huesos observados del cadáver en cada control y NE el número de huesos que componen el esqueleto de un individuo, 281 para los carnívoros, 205 para el ciervo y 269 para el jabalí); la desarticulación está descrita por la relación de huesos conectados -NHc- y sueltos -NHs- y la dispersión por el área que ocupa la carcasa. A su vez, la evolución temporal de estas variables dio lugar al cálculo de las tasas de pérdida ósea $p = (NE - NH / NE \times t) \times 100$ (NE: número de huesos del esqueleto; NH: número de huesos hallados en cada control; t: tiempo en meses), desarticulación del cadáver $d = NE - NHc / NE \times 100$ y dispersión de las partes anatómicas $s = Si - So / Sm \times t$ (Si= área de dispersión instantánea, So=área ocupada por el muerto, Sm=área de máxima dispersión). Con ellas hemos estimado las condiciones en las que podemos encontrar un cadáver de vertebrado en distintos momentos del proceso.

Para entender los resultados de nuestro estudio resumimos algunas de las conclusiones a las que se llegaron en Doñana. La observación de los procesos postmortem dio como resultado la descripción de la destrucción de un cadáver con masa corporal entre 5 y 400 Kg. en tres fases:

- 1** Fase I o de putrefacción de las partes blandas. El tiempo de duración de esta fase dependía de la masa corporal del animal y de la llegada de los buitres en septiembre, el tiempo máximo observado en los ungulados con masa corporal igual o mayor de 50 Kg era de unos cinco meses, mientras que en los pequeños carnívoros no sobrepasaba los cuatro meses.
- 2** Fase II o de máxima velocidad en la desarticulación, pérdida y dispersión de los huesos. El tiempo de duración de esta fase osciló entre cinco y ocho meses desde el final de la Fase I, dependiendo igualmente de la masa corporal del muerto.
- 3** Fase III o de ralentización de la destrucción del cadáver que puede llegar a

durar desde un año en los animales con menos de 50 Kg y años en los de mayor masa corporal.

Estas oscilaciones en el tiempo de cada fase estaban dependiendo de las diferencias en las velocidades de destrucción de los cadáveres. Partiendo de que esas tasas variaban en función de la masa corporal del cadáver se determinaron tres tipos de carroño:

Tipo 1.- animales con más de 200 Kg de masa corporal.

Tipo 2.- animales con masa corporal entre 200 y 50 Kg.

Tipo 3.- animales de 10 a 5 Kg.

Los valores de las tasas de desaparición del cadáver pueden verse en la **Figura 1** donde se registran los porcentajes de huesos en desarticulación d , perdidos p y la superficie de dispersión s que cada uno de estos tipos registraron.

En la **Figura 2** resumimos la dinámica de destrucción de un mamífero con

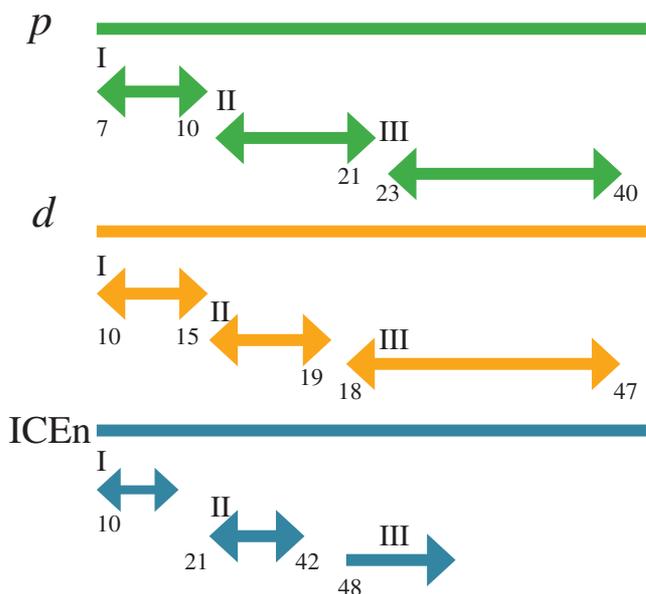


Fig. 1. Tasas de los procesos postmortem en la Fase II de cadáveres de 400 a 1 Kg. en Doñana. Las tasas representan el porcentaje de huesos que se pierden, expresados por p e ICEn, y el porcentaje de huesos desarticulados - d .

masa corporal mayor de 50 Kg en el ecosistema de Doñana, donde se registran las mayores velocidades de destrucción de un animal entre las otras dos más ralentizadas. En la actualidad se revisa esta tendencia dividiendo la Fase II en Fase II+, en la que se experimenta un aumento de las tasas de destrucción del animal y Fase II- en la que las velocidades de los procesos van disminuyendo hasta entrar en la Fase III.

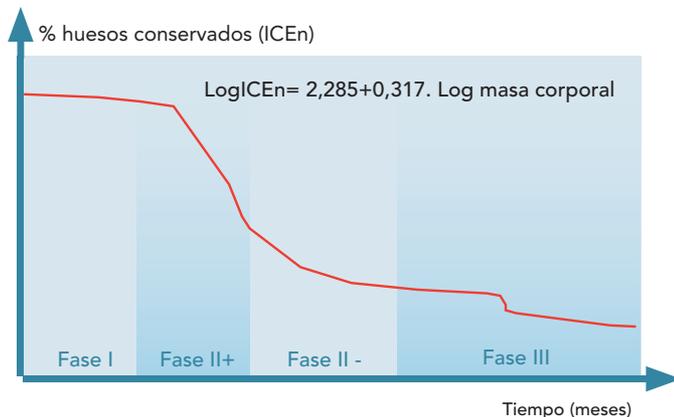


Fig. 2. Arriba tenemos una imagen del cadáver 10 tomada el 7 de enero de 2007 y abajo podemos observar un gráfico donde se representan las pautas generales de destrucción de un cadáver Tipo 2 en Doñana.

Este mismo método fue seguido en la obtención de datos de los 12 cadáveres localizados en la sierra, a los que se les ha sometido a un test estadístico de correlación de Pearson, aunque hemos de indicar que el apartado de análisis de datos ha comenzado en este mismo año.

Hay otro aspecto metodológico y es que durante los controles de seguimiento de los procesos postmortem hemos recopilado información sobre los agentes bióticos y abióticos que pudieran intervenir en el proceso de destrucción del animal, como las especies que estaban directamente actuando sobre la carcasa (larvas, insectos, aves), las huellas registradas en su proximidad (heces, pelos, huellas sobre el suelo, roeduras), la pendiente del terreno y los cursos de agua que pueden acelerar la desaparición de los huesos

por transporte, la cobertura vegetal, entendiendo que puede ser un obstáculo visual para la localización de la carcasa, y la acción tóxica de los ácidos de la putrefacción, cuyo efecto más visible son las calvas de vegetación de uno a tres m². Unos espacios donde nada crece durante años, pero que lo primero que viene a colonizar su circunferencia son las plantas nitrófilas, por ello hemos tomado mediciones del pH, humedad relativa y temperatura dentro de esas calvas y fuera de ellas.

La determinación de las especies y de las partes anatómicas ha requerido la identificación anatómica de sus esqueletos, para la que se usó las colecciones del IAPH y la bibliografía adecuada (Wilkens, 2003; Barone, 1999; Schmidt, 1972; Popesko, 1998).



Fig. 3. La metodología empleada en el estudio de los procesos postmortem comienza con el cadáver fresco y termina con la pérdida de la carcasa. Se toman datos de dispersión y pérdida ósea, y se registran las posibles variaciones fisicoquímicas del suelo producidas por los líquidos de la putrefacción. Después se continúa con el análisis de datos en el Laboratorio de Paleobiología del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico (IAPH).

COMUNIDAD Y TANATOCENOSIS: LA RELACIÓN ENTRE VIVOS Y MUERTOS

Ya hemos mencionado que los datos proporcionados por EGMASA sobre los cadáveres recogidos en Las Navas-El Berrocal se restringen a ciervos y jabalíes. Desde esta base de datos hemos descrito la riqueza faunística, el tamaño, la estructura de edad y el *sex-ratio* de la tanatocenosis, además de exponer la distribución de los cadáveres en cada mes del año.

por la retirada de aquellos cadáveres que han muerto en las jornadas de recechos y monterías (340 individuos), de manera que de un total de 439 cadáveres (Figura 4), sólo 105 forman parte de la tanatocenosis (24% del total de muertos). El grupo de individuos que forman la tanatocenosis es la suma de los individuos cazados por furtivos, los animales que murieron por causas naturales y seis individuos heridos en las jornadas de caza que murieron días después (Tabla 1).

Especie	Sexo	Edad	Causa de muerte	Número
<i>Cervus elaphus</i>	hembra	adulto	natural	35
<i>Cervus elaphus</i>		joven	natural	6
<i>Cervus elaphus</i>		> 1 año	natural	5
<i>Cervus elaphus</i>	macho	adulto	natural	13
<i>Cervus elaphus</i>	hembra	adulto	furtivo	10
<i>Cervus elaphus</i>	macho	adulto	furtivo	24
<i>Cervus elaphus</i>	macho	adulto	rececho	12
<i>Cervus elaphus</i>	hembra	adulto	montería	150
<i>Cervus elaphus</i>	macho	adulto	montería	100
<i>Sus scrofa</i>			natural	6
<i>Sus scrofa</i>			montería	78

Tabla 1. Relación de individuos (cadáveres) recogidos por EGMASA entre marzo de 2004 y marzo de 2005.

TAMAÑO DE LA TANATOCENOSIS

La población de ciervos está estimada en 4010 individuos en el censo realizado en 2002 por la Junta de Andalucía, a este número hay que restarle las distintas sacas de vivos realizadas en la campaña 2003-2004, en las cuales se retiraron 126 individuos, reduciéndose el tamaño estimado de la población a 3884 individuos, una población que los técnicos han considerado superior a la esperada para las dimensiones del Parque y que debía generar también un número de cadáveres igualmente alto.

En el análisis de estos datos detectamos una diferencia entre el número de animales que mueren en la finca y el total de cadáveres que forma parte de la tanatocenosis localizada. Esta diferencia viene dada

Conocer las causas de muerte de los individuos tiene relevancia a la hora de gestionar la población de una especie, y ésta se ve incrementada si la especie en cuestión está protegida por la ley o tiene un uso cinegético. En este último caso, la importancia radica en las muertes incontroladas y evitables que repercuten en la pérdida de ingresos económicos, ya sea por causar la muerte directa o por la pérdida de potencial reproductor en la población. En la mayoría de casos las muertes tienen una fuerte componente antrópica, como la caería por furtivos, recechos y monterías.

VARIEDAD FAUNÍSTICA DE LA ASOCIACIÓN TANATONÓMICA

El primer dato que llama la atención es

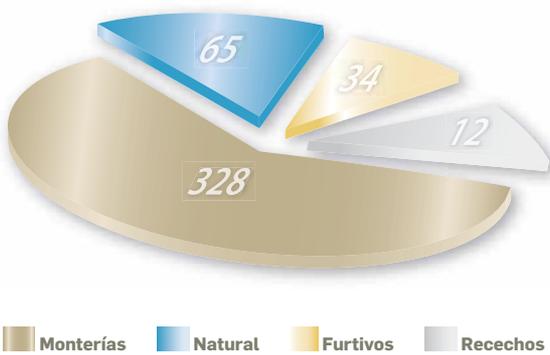


Fig. 4. Observamos las distintas causas de muerte en ciervos y jabalíes. Las causas antrópicas son las predominantes en este espacio y en este periodo de tiempo.

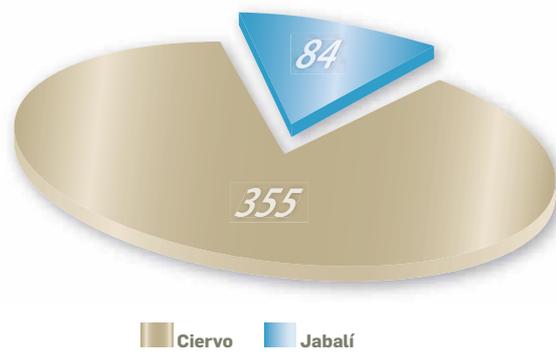


Fig. 5. Se observa que el número de cadáveres de ciervo registrado supera al de jabalíes.

que de todas las especies silvestres que componen la comunidad, sólo aparecen representadas en la tanatocenosis ciervos (*Cervus elaphus*) y jabalíes (*Sus scrofa*), un 1,61% de las especies. En Doñana teníamos representados el 5% de las especies, pero pudimos realizar unos transectos, que aquí no consideramos al tener una intervención antrópica tan intensa. Aunque encontramos carcasas de ovejas (*Ovis aries*) en el ecosistema, y de vacas (*Bos taurus*) y de caballos (*Equus caballus*) en el muladar, para este estudio no se han tenido en cuenta estas últimas especies, puesto que pretendemos analizar el depósito de cadáveres de origen silvestre. Con estos datos y apoyándonos en los estudios de Berhensmeyer y Boaz (1980) y Bernáldez (2002) podemos concluir que en la tanatocenosis registrada en fichas de la finca Las Navas-El Berrocal no queda reflejada la riqueza faunística de la comunidad.

En las fichas consultadas pudimos observar que el número de cadáveres de ciervos es cuatro veces superior al de jabalíes (Figura 5), pero no podemos estimar si esto responde a la tasa de mortandad de esta última especie porque no hay un censo de su población.

SEX-RATIO DE LA ASOCIACIÓN DE CADÁVERES

Los resultados hallados en la tanatocenosis para el *sex-ratio* de los ciervos (Figura 6) nos indican que dicha proporción de sexos se mantiene similar a la población (1:2), si se limita sólo a las muertes por causa natural (1:1.86). Si, por el contrario, tomamos los datos de muertes totales encontramos un desequilibrio a favor de las hembras, ya que el número de machos a los que se dan caza es mayor que el de las hembras, como ya ocurrió en la zona en 1989 (Soriguer, 1999). Este aumento en el número de hembras se controla mediante sacas de animales vivos, al revisar el número de ejemplares y el sexo de los animales extraídos del medio (según datos de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía). Por esta técnica podemos concluir que el equilibrio se mantiene en lo que respecta al *sex-ratio* de la población por la intervención de la Consejería de Medio Ambiente.

ESTACIONALIDAD DE LA MUERTE NATURAL MÁS FURTIVO

La frecuencia más alta de muertes se da en septiembre (Figura 8) y coincide con

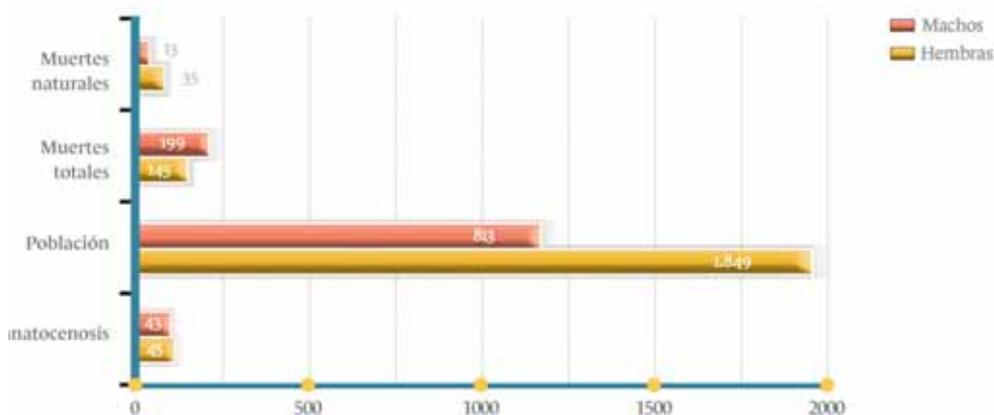


Fig. 6. Se observa el *sex-ratio* calculado para el número de muertos totales, el de cadáveres naturales, el de individuos de la población y el de cadáveres que conforman la tanatocenosis actual. Sólo en las muertes totales, el número de hembras supera al de machos debido a que gran parte de estos cadáveres provienen de las cacerías en las que se abaten machos preferentemente.

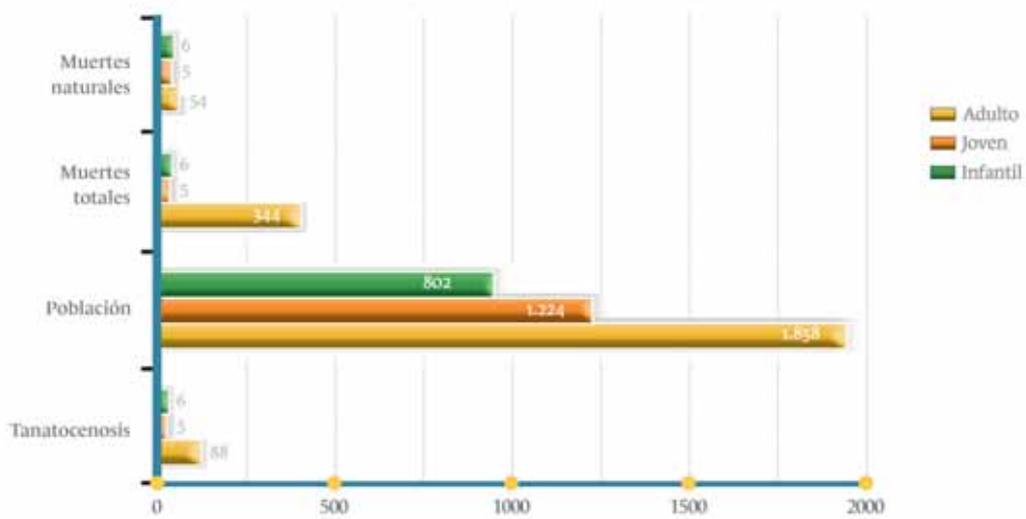


Fig. 7. En este gráfico está representada la estructura de edad de los siguientes conjuntos de individuos o cadáveres: muertes totales, cadáveres naturales, población y tanatocenos. En ningún caso están representados los individuos infantiles y juveniles en los grupos de individuos muertos.

la época de la berrea y de mayor debilidad de los individuos, sobre todo de los machos. Este dato coincide con el observado por Braza en Doñana (1987) para ciervos, gamos y jabalíes.

RELACIÓN DE CIERVOS PRESENTES EN LA TANATOCENOSIS SEGÚN LA EDAD

En la tanatocenos sólo aparecen bien representados individuos adultos de

masa corporal mayor a 50 kg, esta afirmación queda demostrada al observar en la tanatocenos del Parque Forestal la relación de ciervos según la edad, en la que los ejemplares juveniles aparecen escasamente (Figura 7), este hecho puede explicarse atendiendo a la menor resistencia de los huesos al carroñeo que presentan los individuos inmaduros (Bernáldez, 2002, 1996).

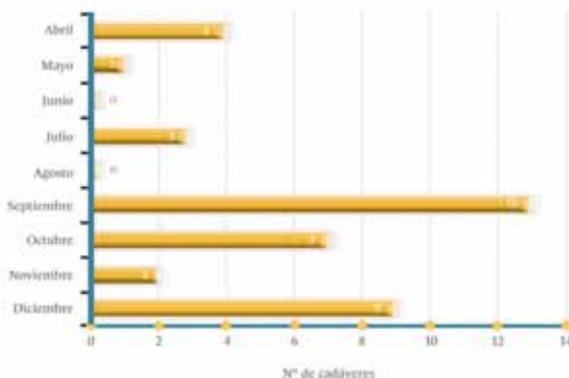


Fig. 8. En esta figura está representada la estacionalidad de la muerte por meses, el mayor número de ellas se da en el otoño tras el periodo de berrea. También se ve una imagen del cadáver 1 el día que se encontró.

PROCESOS BIOESTRATINÓMICOS EN LA FINCA LAS NAVAS-EL BERROCAL

Ya hemos mencionado el número de animales seguidos para nuestro estudio, de ellos son 10 los que intervendrán en las conclusiones de este trabajo: siete ciervos, un jabalí, un tejón y un meloncillo. El primer ciervo que localizamos desapareció en el siguiente control y el último de los encontrados tiene un único control, por lo tanto, contaremos con 10 individuos. Las localizaciones de esas carcasas seguidas aparecen en la **Figura 9**.



Fig. 9. Localización de los distintos cadáveres dentro de la finca Las Navas-El Berrocal.

LOS CADÁVERES DE LAS NAVAS: PAUTAS DE DESTRUCCIÓN

El seguimiento de los procesos postmortem de siete cadáveres de ciervos, uno de jabalí, un tejón y un meloncillo ha dado como resultado una dinámica de destrucción de los cadáveres tipos 2 y 3 según Bernáldez (1996), aquéllos cuyas masas corporales no exceden los 200 Kg ni son menores a los 5 Kg, un rango donde hallamos las poblaciones de ungulados y carnívoros, dos grupos zoológicos muy relevantes en nuestros ecosistemas y en la gestión de los mismos.

Cada uno de los individuos seguidos presentan variaciones en la pérdida de huesos, en la desarticulación, medida por el número de huesos sueltos y conexiados aún en partes anatómicas como costillas, vértebras o extremidades, y en la dispersión de estas partes o huesos en área y tiempo determinados.

En primer lugar, mencionaremos que los controles realizados a los dos pequeños carnívoros han dado un resultado que nos sorprende y que puede ser usado como medida de algún acontecimiento extraño. Los dos pequeños carnívoros, el tejón y el meloncillo, después de varios meses de muertos, no han sido eliminados de la superficie o, al menos, desarticulados por los carroñeros, permaneciendo en sus lugares de muerte desde su localización; el tejón en la boca de la tejonera (**Figura 10**), desde la primavera del 2005 (más de dos años expuesto en el campo) y el meloncillo en-



Fig. 10. Cadáver de tejón encontrado el día 28 de noviembre del 2005.



Fig. 11. Cadáver de meloncillo encontrado el 15 de diciembre de 2006.

contrado en un hueco a ras de suelo adosado a un bloque de granito desde diciembre de 2006 (**Figura 11**). En Doñana se realizó el seguimiento de un zorro, con una masa similar a las dos especies anteriores, y antes de cuatro meses había perdido casi el 90 % de sus huesos, algo que esperábamos que sucediese en la sierra. Es realmente un caso sorprendente no sólo observarlo en el meloncillo que hallamos en el año 2005, sino ver repetido esto mismo en el tejón. Éstos son los dos únicos animales con menos de 50 Kg que hemos hallado en estos casi tres años, es lógico pensar que se produzcan muchos más cadáveres de este tipo de animales que han debido ser consumidos en pocos meses, pero no entendemos que estos dos individuos no hayan sido eliminados, al menos, por los jabalíes, ¿estamos ante unos casos de envenenamiento y de una excelente percepción de los carroñeros para no ingerir estos animales envenenados?

La dinámica de destrucción de los cadáveres Tipo 2 -entre 200 y 50 Kg de masa corporal- en la sierra muestra las mismas tendencias que las registradas en Doñana,

hay una primera fase de putrefacción, seguida por la Fase II en la que los cadáveres pierden rápidamente gran parte de sus esqueletos y una Fase III de ralentización de la destrucción del cadáver, al menos esta fase la hemos observado en dos primeros ciervos localizados en el año 2004. En cada individuo se han medido las velocidades en las que se han producido no sólo la pérdida de huesos, sino la desarticulación, necesaria para que se dé esa pérdida de manera paulatina, y la dispersión de los huesos. Todos ellos nos están aportando dos tipos de información sobre la etología del agente carroñero (dispersa, acumula, roe...) y la influencia de otros agentes abióticos como el transporte del agua.

El seguimiento de los cadáveres de ciervos sin intervención del hombre.

Los ciervos 2 -**C2**- y 3 -**C3**-, dos hembras adultas, fueron hallados un mes después de morir, según la guardería de la finca. Cuando los localizamos aún conservaban pelos, piel y el esqueleto completo, aunque las partes blandas habían desaparecido. El primero se hallaba en un prado, mientras

que el segundo estaba en una zona de encinas, una cubierta que dificulta la localización por parte de los buitres, y con pendiente más acusada que en el primer caso -10 grados frente a 4 del primero-; ambos se localizaron el 14 de diciembre de 2004. En junio de 2005, a los seis meses de su localización, encontramos la mitad de los huesos de cada esqueleto dispersos en un área de 780 m², de los que 63 estaban conexiónados (vértebras, alguna extremidad) y 40 estaban sueltos. Al mismo tiempo, los 68 huesos conexiónados y los 30 sueltos del ciervo 3 los encontramos en 121 m². Es evidente que la diferencia entre ambos cadáveres estaba en las áreas de dispersión. Aproximadamente un año después, en mayo de 2006, continuaba esta similitud en la pérdida de huesos de ambos cadáveres, sólo contabilizábamos menos del 15 % de los huesos del esqueleto, y seguía esa diferencia en las dimensiones de las áreas de distribución, esta vez menos pronunciada ya que la del ciervo del arroyo era la mitad del área del prado. Al cabo de dos años y medio, el estado de conservación -ICEn- de ambos cadáveres era inferior o

igual al 10.73 % y sus áreas de dispersión se redujeron en distintas proporciones, la de la cierva del prado se redujo a la mitad y la de la pendiente a la cuarta parte.

Para determinar si estos datos estaban describiendo una dinámica de destrucción repetible en cada ciervo se comprobó (mediante el coeficiente de correlación de Pearson) que el número de huesos, sueltos y conexiónados, y el área de dispersión seguían unas pautas respecto al tiempo de seguimiento. Tanto el número de huesos localizados en control (NH: $p=0.00001$; $R^2=0.8737$ en el ciervo 2 y $p=0$; $R^2=0.9538$ para el ciervo 3) como el área de dispersión muestran una relación significativa respecto al tiempo transcurrido desde la muerte del animal, casi dos años y medio, ($p=0$; $R^2=0.9202$ en el ciervo 2 y $p=0.0006$; $R^2=0.7496$ para el ciervo 3). Y no sólo estos dos procesos siguen unas pautas; también la desarticulación, medida por el número de huesos conexiónados -NHc-, mostró una dinámica temporal significativa (NHc para el ciervo 2 $p=0$; $R^2=0.9583$ y para el ciervo 3 $p=0.00007$; $R^2=0.8409$). (Figura 12 y 13)

Controles



Fig. 12. Representación de la pérdida ósea que experimenta el cadáver 2 (C2) medida a través del número de huesos sueltos (NHs), el número de huesos conexiónados (NHc) y el número de huesos localizables en cada control (NH).



Fig. 13. Representación de la pérdida ósea que experimenta el cadáver 3 (C3) medida a través del número de huesos sueltos (NHs), el número de huesos conexionados (NHc) y el número de huesos localizables en cada control (NH).

Comprobamos que estas circunstancias podían repetirse en otros dos individuos, el ciervo 4 (C4), localizado sin cabeza en una dehesa (el resto del animal estaba completo, la cabeza contiene un 10% del total del esqueleto) y el ciervo 5 (C5) situado en este mismo espacio, pero junto a un arroyo, donde acabaron muchos de sus huesos. De este animal sólo se conservaban 84 huesos, es decir, el 40.98% del total de huesos que, comparado con los resultados de los cadáveres anteriores, nos hacía suponer que llevaba algún tiempo muerto y expuesto. A partir del invierno del 2005-2006 seguimos los procesos post-mortem hasta un año y medio después. Los datos obtenidos están en las **Tablas 4 y 5**, e igualmente la pérdida de huesos, la desarticulación y la dispersión volvían a seguir unas pautas determinadas a lo largo de los casi 18 meses controlados.

El estado de conservación de estos animales que experimentaron una pérdida paulatina a lo largo de los meses de enero, febrero, marzo y mayo sumaron entre un 70% y un 80% de huesos desaparecidos y el resto estaban esparcidos en áreas muy similares, en 740 y 700 m², respectivamente.

Por ahora, tenemos que el área de dispersión de los cadáveres localizados en las dehesas o prados con escasa pendiente -unos cuatro grados- se extiende a más de 700 m²; mientras que el individuo que hallamos en una pendiente de unos 10 grados, el ciervo 3, no sobrepasó los 445 m².

En las figuras siguientes (**Figuras 14 y 15**) observamos las tendencias mostradas por los huesos sueltos y conectados que se conservaban en cada control. Los análisis estadísticos vuelven a mostrarnos que esas tendencias son significativas para la pérdida de huesos -NH- ($p=0$; $R^2=0.9731$ para el ciervo 4 y $p=0$; $R^2=0.9368$ para el ciervo 5), para la desarticulación -NHc- ($p=0$, $R^2=0.9637$ para el ciervo 4 y $p=0$; $R^2=0.9640$ para el ciervo 5) y para la dispersión -área- ($p=0$; $R^2=0.9383$ para el ciervo 4 y $p=0$; $R^2=0.9228$ para el ciervo 5).

El seguimiento de los cadáveres de dos ciervos y un jabalí con intervención del hombre.

Los siguientes cadáveres corresponden a los cedidos por los cazadores en diciembre de 2006, **C6**, **C7** y **C8**. Las ventajas de esta cesión es que tenemos animales

Controles



Fig. 14. Representación de la pérdida ósea que experimenta el cadáver 4 (C4) medida a través del número de huesos sueltos (NHs), el número de huesos conexiónados (NHc) y el número de huesos localizados en cada control (NH). A la derecha tenemos una imagen del cadáver 4 tomada el 28 de abril de 2005.

con fechas de muerte conocidas, a los que podemos seguir desde la Fase I de la putrefacción, y el inconveniente es que los matarifes cortaron las cabezas de un ciervo y una jabalina y los metápodos de los tres, suponiendo esto pérdidas óseas considerables que debemos explicar en las **Figuras 16, 17 y 18** como intervención del hombre.

Si observamos las **Figuras 16 y 18** tenemos que las dinámicas de destrucción no son aparentemente comparables con las anteriores, esto es explicable por el corte de las extremidades, que contienen muchos huesos pequeños que suelen perderse los primeros, y de la cabeza, que suele ser la pieza de mejor conservación según se observó en Doñana.

A pesar de que en las tablas de datos de estos tres ejemplares comenzamos con un número de huesos inferior al de sus esqueletos completos (205 para los dos ciervos y de 269 para el jabalí), esa pérdida se produjo en un solo día; así que el número de huesos perdidos sería muy alto para un tiempo tan corto, lo que nos daría la mayor velocidad de pér-



dida registrada en este tipo de estudio. Preferimos comenzar desde que estos cadáveres quedaron expuestos a la actividad carroñera, por ello en las gráficas comienzan en unos datos que no se corresponderían con un animal recientemente muerto. A partir de aquí hicimos un seguimiento que nos ha dado como resultado una fase con altas velocidades de pérdida, mayores que las que se registran en la Fase II de los animales tipo 2 de Doñana, para luego comenzar la Fase I de putrefacción e intervención de los carroñeros, sobretodo de los invertebrados. Desde ese momento hasta los 4 meses y medio de duración de los controles tanto

la pérdida de huesos (NH para el ciervo 6: $p=0.0058$; $R^2=0.8092$; para el ciervo 7: $p=0.0005$; $R^2=0.8853$ y para el jabalí 8: $p=0.00006$; $R^2=0.9428$), la dispersión (área en el ciervo 6: $p=0.015$; $R^2=0.7252$; para el ciervo 7: $p=0.002$; $R^2=0.8189$ y para el jabalí 8: $p=0.001$; $R^2=0.9447$) como la desarticulación (NHc del ciervo 6: $p=0.0024$; $R^2=0.8642$; para el ciervo 7: $p=0.00023$; $R^2=0.9103$ y para el jabalí 8: $p=0.00005$; $R^2=0.9463$) han mostrado unas pautas significativas de relación con el tiempo de muerte.

Si observamos las **Figuras 16, 17 y 18** donde se representan las tendencias mostradas por los procesos postmortem de pérdida (NH) y desarticulación (NHc y NHs) veremos que la actividad humana ha adelantado la Fase II, pero inmediatamente el proceso de destrucción entra en la Fase I en la que se produce el carroñeo de las partes blandas. Al final de estos cuatro meses y medio de muerte del animal los porcentajes de huesos conservados (ICEn de las **Tablas 6, 7 y 8**) son muy parecidos en los dos individuos que experimentaron la mutilación de gran parte de sus extremidades y de la cabeza,

siendo similar al que presentarían unos cadáveres de este tipo después de unos 14 meses de exposición, el hombre ha acelerado el proceso de destrucción unos 10 meses. Mientras que el animal 7 muestra un porcentaje más en consonancia con el presentado por los anteriores cadáveres completos de ciervos en ese tiempo o próximo a él.

Este hecho nos extrañó porque esperábamos una mayor pérdida debido a que los huesos pequeños de las extremidades son de las primeras pérdidas que se producen. Esto nos dió la idea de que



Fig. 15. Representación de la pérdida ósea que experimenta el cadáver 5 (C5) medida a través del número de huesos sueltos (NHs), el número de huesos conexionados (NHc) y el número de huesos localizados (NH) en cada control. A la derecha tenemos una imagen del cadáver 5 tomada el 5 de enero de 2006.

Controles



más que el tamaño de los huesos, en un principio, el carroñero busca la frescura del hueso, de manera que el ritmo o la velocidad de pérdida es la misma y los efectos también son similares.

Antes de entrar en el estudio comparativo de los cadáveres en estudio queremos terminar con la descripción de las tendencias mostradas por una cierva (C10) cuyo cadáver encontramos en la ca-

rretera comarcal de Almacén de la Plata (Sevilla), en el paso de vehículos y personas que podrían acelerar los procesos de destrucción (Figura 19). En la Tabla 9 están los datos observados en tres meses y medio y sólo el número de huesos conservados -NH- y el de conexcionados muestran unas tendencias temporales significativas (NH: $p=0.021$; $R^2=0.7723$ y NHc: $p=0.024$; $R^2=0.7558$).

Controles



Fig. 16. Representación de la pérdida ósea que experimenta el cadáver ó (C6) medido por el número de huesos sueltos (NHs), el número de huesos conexcionados (NHc) y el número de huesos conservados o localizados (NH). La gráfica muestra el seguimiento de los procesos durante el periodo de tiempo (4.5 meses) que lleva siendo estudiado.



Controles

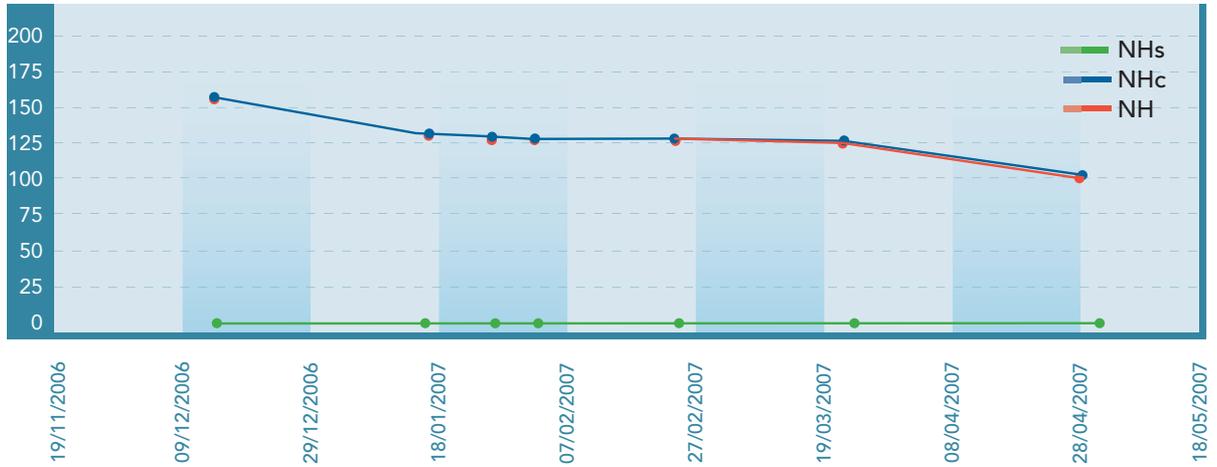


Fig. 17. Representación de la pérdida ósea que experimenta el cadáver 7 (C7) medido por el número de huesos sueltos (NHs), el número de huesos conexionados (NHc) y el número de huesos conservados o localizados (NH).

Controles



Fig. 18. Representación de la pérdida ósea que sufre el cadáver 8 (C8) medida por el número de huesos sueltos (NHs), el número de huesos conexionados (NHc) y el número de huesos que quedan (NH). Podemos observar en las imágenes la sucesión de los procesos postmortem que han tenido lugar en 4.5 meses desde que se encontró el cadáver.



Controles



Fig. 19. Representación de la pérdida ósea que experimenta el cadáver 10 (C10) medido por el número de huesos sueltos (NHs), el número de huesos conexiados (NHc) y el número de huesos conservados o localizados en cada control (NH).

HACIA UN MODELO DE LOS PROCESOS POSTMORTEM

Aún continuamos el seguimiento de la destrucción de los cadáveres mencionados y los localizados en la finca Dehesa de Upa, lindante con la de Las Navas-El Berrocal, por ello este trabajo presenta una parte de los análisis realizados a algunos cadáveres. Estos primeros resultados nos proporcionan unas pautas de destrucción de cada uno de esos cadáveres que podremos resumir en un único modelo cuando finalicemos los controles y analicemos el resto de los datos. Por ahora tenemos dos ciervas con casi tres años de exposición desde su muerte, otros dos ciervos desde hace un año y medio y tres ungulados más de los que hemos tomado datos de cuatro meses y medio. Finalmente, seguiremos los procesos postmortem de un cadáver en estado avanzado de destrucción que usaremos para estimar el tiempo que puede llevar muerto desde las funciones que estamos determinando en los otros cadáveres.

Por lo tanto, disponemos de cadáveres que parten de un mes o más de muertos que conservaban el esqueleto completo, otros que habían sido despoja-

dos de la cabeza y/o de las extremidades distales (desde los metápodos hasta las falanges), otros en estado avanzado de pérdida de huesos y, finalmente, de dos cadáveres de pequeños carnívoros cuyos esqueletos han comenzado a enterrarse casi completos.

De estos últimos, podemos confirmar que no han sido localizados o elegidos para su consumo por los grandes vertebrados (buitres y jabalíes), algo que nos parece anormal después de los resultados obtenidos del seguimiento de un zorro de Doñana, por lo que recomendamos practicar análisis con los que comprobar si había envenenamiento, en ese caso lo anómalo hubiese sido la percepción del veneno. Todos conocemos que un animal envenado produce una cadena de muertos entre los carroñeros, sin embargo, el meloncillo y el tejón no fueron carroñeados; a pesar de su fácil localización a través del olor y de su situación.

En cada cadáver analizado hemos observado que hay unas pautas repetidas que determinarán la dinámica de destrucción de los cadáveres de la Sierra Norte de Sevilla, completando la información que ya obtuvimos años atrás en

la Reserva Biológica de Doñana. En ese estudio pudimos analizar ejemplares de varias edades de vacas, caballos, gamos y zorros; pero fue más difícil el seguimiento de ciervos y jabalíes, al menos, no fueron seguidos como aquí se ha hecho.

Como adelanto a los resultados finales de este proyecto, se expone el proceso más importante de la destrucción de un animal con más de 50 Kg, la desarticulación, sin ella no se produciría la pérdida de huesos ni la dispersión de los mismos y son determinados agentes, fuertes y numerosos, los que producen estos efectos de distribución de los huesos en determinadas áreas. Observamos que los dos ciervos más antiguos, **C2** y **C3**, completan la dinámica descrita en Doñana, ambos los encontramos en el final de la Fase I de la destrucción de las partes blandas, cuando comienza la desarticulación de los primeros huesos y su posterior aprovechamiento, bien desaparecen enteros, como les ocurre a las falanges, o bien estos huesos, si pesan más de 80 g, están roídos y más tarde resquebrajados y troceados no sólo por el efecto de los carroñeros, sino por los cambios de temperaturas. En este artículo nos centramos en los resultados más inmediatos que nos han dado la pérdida

de huesos y la desarticulación representadas por el número de huesos localizados en cada control y el estado en el que lo hallábamos, sueltos o conexiones (costillares, columna vertebral, cráneo completo, extremidades).

Cumpliendo uno de nuestros objetivos de usar estos resultados bioestratinómicos en la gestión de los cadáveres producidos en los espacios naturales vamos a reducir todos esos controles a lo que ocurre en cada año. Así del ciervo 2, enganchado en un cercado de ovejas de un prado y localizado en diciembre del 2004, se perdieron o no se localizaron 142 huesos (de los 205 del esqueleto) en 10.64 meses (desde la fecha de localización a noviembre de 2005, la guardería nos informó que había muerto hacía un mes aproximadamente). En este tiempo, este ciervo había perdido huesos a razón de 13.35 huesos por mes y aún conservaba el 30.73% del esqueleto. En el segundo año, esa velocidad se había reducido a 2.69 huesos por mes (había perdido 36 huesos de los 63 que aún permanecían y en 13.36 meses) hasta quedar el 13.17% del esqueleto y en los 5.33 meses siguientes del tercer año se habían perdido cinco huesos, es decir, la

Meses	Fecha	NH	ICEn (%)	IP	It	IP/It
0,00	14/12/2004	205,00	100,00	0,00	0,00	
5,64	03/06/2005	103,00	50,24	102,00	5,64	18,09
10,64	04/11/2005	63,00	30,73	40,00	5,00	8,00
13,12	18/01/2006	41,00	20,00	22,00	2,48	8,87
14,21	20/02/2006	30,00	14,63	11,00	1,09	10,09
14,80	10/03/2006	30,00	14,63	0,00	0,59	0,00
17,04	17/05/2006	28,00	13,66	2,00	2,24	0,89
24,00	15/12/2006	27,00	13,17	1,00	6,96	0,14
25,84	09/02/2007	27,00	13,17	0,00	1,84	0,00
27,00	15/03/2007	25,00	12,20	2,00	1,12	1,79
28,00	13/04/2007	25,00	12,20	0,00	0,96	0,00
29,33	24/05/2007	22,00	10,73	3,00	1,35	2,22

Tabla 2. Variables medidas en los distintos controles realizados al cadáver 2. NH: número de huesos localizados, ICEn (Índice de Conservación Esquelética): Porcentaje de huesos conservados respecto del total del esqueleto, IP: Incremento de huesos perdidos, It: Incremento del tiempo, IP/It: Velocidad instantánea de la pérdida de huesos (n° de huesos/meses).

velocidad media de pérdida de huesos por mes era de 0.94, aún localizamos el 6.34 % del esqueleto (ver ICEn en las Tablas 2 y 3).

Para el ciervo 3, enganchado en una valla y localizado al mismo tiempo que el anterior, la pérdida de huesos en este primer año, hasta noviembre de 2005, fue de 165 huesos lo que resultaba una velocidad media de pérdida por mes de 15.51 y su conservación era del 19.51% de los huesos del esqueleto. En el segundo año, de noviembre de 2005 a diciembre de 2006, la velocidad media fue de 1.87 huesos por mes (25 huesos perdidos en 13.36 meses), la carcasa aún conservaba el 7.32% de los huesos.

El ciervo 4, que encontramos en una dehesa de encinas al lado del tejón en diciembre de 2005 y sin cabeza (pérdida inicial del 10% del esqueleto), en el primer año perdió 174 huesos en 11.48 meses, es decir, 15.29 huesos por mes y se conservaba el 14.98% de los huesos de la carcasa. En los seis meses siguientes, hasta mayo de 2007, la pérdida fue de 15 huesos, una velocidad media de 2.5 huesos por mes y finalmente el Índice de Conservación Esquelética fue del 7.8%.

El ciervo 5 conservaba en el momento del hallazgo 161 huesos y estaba cerca del anterior, aunque en el cauce de un arroyo. La pérdida ósea en el primer año desde enero a noviembre de 2006, 10.6 meses, fue de 15.94 huesos por mes. Para el segundo año conservaba el 17.56% de los huesos y desde noviembre de 2006 a mayo de 2007 se perdieron 27 huesos en 4.25 meses transcurridos, una media de 4.39 huesos perdidos por mes. El estado de conservación del esqueleto se redujo al 4.39%, el más bajo de los cuatro cadáveres, pero hemos de tener en cuenta que la cabeza no estaba en el primer control, y que supone el 10% de los huesos del esqueleto. La cabeza suele ser una parte anatómica que se conserva casi completa hasta el final, lo que suponemos que a este animal se la cortaron como trofeo.

La dinámica de destrucción de los tres cadáveres siguientes podría darnos el tiempo de la Fase I, ya que los controlamos desde el primer día de su muerte, el inconveniente es que no estaban completos. Aún así en los cuatro meses y medio de seguimiento de la cierva 6 mutilada por los matarifes hasta perder 104 hue-

Meses	Fecha	NH	ICEn (%)	IP	It	IP/It
00,00	14/12/2004	205,00	100,00	0,00	0,00	
5,64	03/06/2005	98,00	47,80	107,00	5,64	18,97
10,64	04/11/2005	40,00	19,51	58,00	5,00	11,60
14,20	20/02/2006	33,00	16,10	7,00	3,56	1,97
14,63	10/03/2006	33,00	16,10	0,00	0,59	0,00
17,00	17/05/2006	32,00	15,61	1,00	2,24	0,45
24,00	15/12/2006	15,00	7,32	17,00	6,96	2,44
25,84	09/02/2007	13,00	6,34	2,00	1,84	1,09
27,00	15/03/2007	13,00	6,34	0,00	1,12	0,00
28,00	13/04/2007	13,00	6,34	0,00	0,96	0,00
29,33	24/05/2007	13,00	6,34	0,00	1,35	0,00

Tabla 3. Variables medidas en los distintos controles realizados al cadáver 3. NH: número de huesos localizados, ICEn (Índice de Conservación Esquelética): Porcentaje de huesos conservados respecto del total del esqueleto, IP: Incremento de huesos perdidos, It: Incremento del tiempo, IP/It: Velocidad instantánea de la pérdida de huesos (n° de huesos/meses).

sos (procedentes de la cabeza, de algunas vértebras cervicales y de las extremidades distales), registra una velocidad media de 38 huesos por mes, un dato muy alto comparado con los demás cadáveres vistos hasta ahora.

La intervención del hombre, sin embargo, encubre la verdadera pérdida producida por otros agentes bióticos y abióticos, los 67 huesos debidos a ellos da una media de 14.89 huesos por mes, un dato muy similar al registrado en los animales anteriores con la diferencia del tiempo. En mayo de 2007 aún el ICEn era del 16.43%.

Lo mismo ocurre en el ciervo 7, al que despojaron de las extremidades distales, partía con un ICEn del 78.54%, ya hemos mencionado que los 44 huesos no localizados se debe a la intervención del hombre. Al final de cuatro meses y medio, de diciembre de 2006 a mayo de 2007, el cadáver conservaba el 54.63% de los huesos. Un dato similar al que hallamos en los cuatro primeros ciervos en este mismo tiempo (ver Tablas 2, 3, 4, 5, 6 y 7).

El seguimiento de la jabalina, sin cabeza ni extremidades distales, partía de

una mayor pérdida de huesos puesto que el número de ellos es de 269. El ICEn era en diciembre de 2006 del 46.10% y al final de esos cuatro meses era del 17.10%, muy similar al porcentaje de huesos conservados en la cierva 6, igualmente mutilada. La velocidad media de huesos perdidos por mes es de 49.56; pero si prescindimos de la acción humana se reduce a 18.14 huesos por mes. Volvemos a tener resultados muy similares, aunque teniendo en cuenta que los anteriores se refieren a un año de permanencia de los cadáveres, y C6, C7 y C8 llevan muertos menos de seis meses.

Si observamos los datos de cada uno de los controles tenemos que en los primeros cinco meses de la muerte de un animal se producen las mayores pérdidas de huesos, entre un 30 y un 40% del total del esqueleto en este Tipo 2. Por lo tanto, estos tres últimos cadáveres están en la fase que va a determinar las mayores velocidades, el caso es que están próximas a las estimadas en los primeros ciervos (ver Tablas 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8).

Por último, el seguimiento del cadáver 10 hallado en el camino de Almadén

Meses	Fecha	NH	ICEn	IP	It	IP/It
00,00	11/12/2005	187,00	91,22	18,00	0,00	
0,86	05/01/2006	185,00	90,24	2,00	0,86	2,33
1,29	18/01/2006	185,00	90,24	0,00	0,43	0,00
2,38	20/02/2006	182,00	88,78	3,00	1,09	2,75
2,87	10/03/2006	164,00	80,00	18,00	0,59	30,51
5,11	17/05/2006	64,00	31,22	100,00	2,24	44,64
11,38	23/11/2006	31,00	15,12	33,00	6,27	5,26
13,06	13/01/2007	25,00	12,20	6,00	1,68	3,57
13,95	09/02/2007	18,00	8,78	7,00	0,89	7,87
15,07	15/03/2007	16,00	7,80	2,00	1,12	1,79
16,03	13/04/2007	16,00	7,80	0,00	0,96	0,00
17,38	24/05/2007	16,00	7,80	0,00	1,35	0,00

Tabla 4. Variables medidas en los distintos controles realizados al cadáver 4. NH: número de huesos localizados, ICEn (Índice de Conservación esquelética): Porcentaje de huesos conservados respecto del total del esqueleto, IP: Incremento de huesos perdidos, It: Incremento del tiempo, IP/It: Velocidad instantánea de la pérdida de huesos (n° de huesos/meses).

de la Plata que presentaba una pérdida de 107 huesos, nos ha proporcionado una velocidad de pérdida similar a la de los cadáveres más recientes (4.5 meses desde su muerte) y próxima a las velocidades de

los anteriores muertos en su primer año de cadáver.

De modo que los cadáveres de individuos con más de 50 Kg que permanecen en la superficie de este ecosistema

Meses	Fecha	NH	ICEn	IP	It	IP/It
0,00	05/01/2006	84,00	40,98	121,00	0,00	
0,43	18/01/2006	84,00	40,98	0,00	0,43	0,00
1,43	18/02/2006	78,00	38,05	6,00	1,00	6,00
1,50	20/02/2006	74,00	36,10	4,00	0,07	57,14
2,10	10/03/2006	68,00	33,17	6,00	0,59	10,17
4,30	17/05/2006	44,00	21,46	24,00	2,25	10,67
10,60	23/11/2006	36,00	17,56	8,00	6,25	1,28
12,27	13/01/2007	35,00	17,07	1,00	1,68	0,60
13,14	09/02/2007	28,00	13,66	7,00	0,89	7,87
14,34	15/03/2007	28,00	13,66	0,00	1,12	0,00
15,34	13/04/2007	10,00	4,88	18,00	0,96	18,75
16,63	24/05/2007	9,00	4,39	1,00	1,35	0,74

Tabla 5. Variables medidas en los distintos controles realizados al cadáver 5. NH: número de huesos localizados, ICEn (Índice de Conservación Esquelética): Porcentaje de huesos conservados respecto del total del esqueleto, IP: Incremento de huesos perdidos, It: Incremento del tiempo, IP/It: Velocidad instantánea de la pérdida de huesos (n° de huesos/meses).

Meses	Fecha	NH	ICEn	IP	It	IP/It
0,00	09/12/2006	101,00	48,79	104,00	0,00	
0,20	15/12/2006	101,00	48,79	0,00	0,20	0,00
1,13	13/01/2007	101,00	48,79	0,00	0,93	0,00
1,36	21/01/2007	98,00	47,34	3,00	0,23	13,00
1,66	30/01/2007	98,00	47,34	0,00	0,30	0,00
2,40	24/02/2007	90,00	43,49	8,00	0,74	10,81
3,40	25/03/2007	78,00	37,68	12,00	1,00	12,00
4,50	29/04/2007	34,00	16,43	44,00	1,10	40,00

Tabla 6. Variables medidas en los distintos controles realizados al cadáver 6. NH: número de huesos localizados, ICEn (Índice de Conservación Esquelética): Porcentaje de huesos conservados respecto del total del esqueleto, IP: Incremento de huesos perdidos, It: Incremento del tiempo, IP/It: Velocidad instantánea de la pérdida de huesos (n° de huesos/meses).

Meses	Fecha	NH	ICEn	IP	It	IP/It
0,00	09/12/2006	161,00	78,54	44,00	0,00	
0,20	15/12/2006	161,00	78,54	0,00	0,20	0,00
1,13	13/01/2007	137,00	66,83	24,00	0,93	25,81
1,36	21/01/2007	137,00	66,83	0,00	0,23	0,00
1,66	30/01/2007	132,00	64,34	5,00	0,30	16,67
2,40	24/02/2007	131,00	63,90	1,00	0,74	1,35
3,40	25/03/2007	130,00	63,41	1,00	1,00	1,00
4,50	29/04/2007	112,00	54,63	18,00	1,10	16,36

Tabla 7. Variables medidas en los distintos controles realizados al cadáver 7. NH: número de huesos localizados, ICEn (Índice de Conservación Esquelética): Porcentaje de huesos conservados respecto del total del esqueleto, IP: Incremento de huesos perdidos, It: Incremento del tiempo, IP/It: Velocidad instantánea de la pérdida de huesos (n° de huesos/meses).

Meses	Fecha	NH	ICEn	IP	It	IP/It
0,00	09/12/2006	124,00	46,10	145,00	0,00	0,00
0,20	15/12/2006	124,00	46,10	0,00	0,20	0,00
1,13	13/01/2007	94,00	34,94	30,00	0,93	32,26
1,36	21/01/2007	94,00	34,94	0,00	0,23	0,00
1,66	30/01/2007	94,00	34,94	0,00	0,30	0,00
2,40	24/02/2007	91,00	33,83	3,00	0,74	4,05
3,40	25/03/2007	54,00	20,07	37,00	1,00	37,00
4,50	29/04/2007	46,00	17,10	8,00	1,10	7,27

Tabla 8. Variables medidas en los distintos controles realizados al cadáver 8. NH: número de huesos localizados, ICEn (Índice de Conservación Esquelética): Porcentaje de huesos conservados respecto del total del esqueleto, IP: Incremento de huesos perdidos, It: Incremento del tiempo, IP/It: Velocidad instantánea de la pérdida de huesos (n° de huesos/meses).

Meses	Fecha	NH	ICEn	IP	It	IP/It
0,00	13/01/2007	152,00	74,15	98,00	0,00	0,00
0,26	21/01/2007	151,00	73,66	1,00	0,26	3,85
0,56	30/01/2007	138,00	67,32	13,00	0,30	43,33
1,39	24/02/2007	101,00	49,27	37,00	0,83	44,58
2,39	25/03/2007	96,00	46,83	5,00	1,00	5,00
3,52	29/04/2007	83,00	40,49	13,00	1,13	11,50

Tabla 9. Variables medidas en los distintos controles realizados al cadáver 9. NH: número de huesos localizados, ICEn (Índice de Conservación Esquelética): Porcentaje de huesos conservados respecto del total del esqueleto, IP: Incremento de huesos perdidos, It: Incremento del tiempo, IP/It: Velocidad instantánea de la pérdida de huesos (n° de huesos/meses).

suelen perder el 50% de los huesos del esqueleto, después de perder las partes blandas, sobre los cinco meses de muerto. Al final del año se ha perdido entre el 70 y el 80% y se mantiene una ralentizada pérdida hasta el tercer año en el que aún podemos encontrar, e identificar al ejemplar seguido, entre el 4 y el 10% de los huesos del esqueleto esparcidos en un área de unos 400 m².

EL PROYECTO EN DESARROLLO

Lo más extraordinario de este proyecto está siendo los resultados que no esperábamos. Nos parecía obvio que hallaríamos unas pautas en los procesos postmortem de los animales que morían porque en este ecosistema hay carroñeros y agentes abióticos que limpian el campo, pero nos ha sorprendido la conservación de los dos carnívoros y el tiempo en el que transcurren las tres fases de destrucción de las carcasas. En este artículo sólo

nos asomamos a la cascada de resultados que el análisis estadístico nos está dando y aún así es evidente que las gráficas de cada cadáver siguen unas pautas muy similares a las del siguiente individuo estudiado en la Sierra Norte de Sevilla y también a la tendencia registrada en Doñana (ver figura 2 en metodología). Algo que nos sorprende porque esperábamos que las fases de la sierra se desarrollaran en menos tiempo por una sencilla razón, la población de buitres en el primer ecosistema es permanente, no así en Doñana donde hubo años que no avistamos a los buitres.

No nos queda la menor duda que al finalizar este trabajo concluiremos que el agente principal de la destrucción del esqueleto de los cadáveres es el mismo que en Doñana, el jabalí, y que el otro gran carroñero que puede hacer desaparecer huesos tan robustos como un fémur de un jabalí o de un ciervo, el



buitre, cuya población es permanente en la sierra, no está interviniendo en la segunda fase de limpieza del campo, al menos, no en mayor intensidad que lo ha hecho en Doñana. Pero para llegar a este objetivo necesitamos observar la actividad carroñera de manera directa, conseguir esto está en la concesión de un proyecto por parte de la Consejería de Medio Ambiente.

AGRADECIMIENTOS

No queremos desaprovechar esta oportunidad para agradecer su colaboración a todas aquellas personas que de algún

modo han hecho posible que este proyecto pudiera llevarse a cabo: a la Sra. Inmaculada Cuenca, Directora del Parque Natural de la Sierra Norte de Sevilla, al Sr. Arturo Menor, técnico de la Delegación de Medio Ambiente de Sevilla, Sr. Joaquín Vela de EGMASA, Dr. Manuel Ferreras y Sr. Joaquín Márquez del Área de Zoología de la Universidad Pablo de Olavide, a la Sociedad de Cazadores de Cazalla y por último, que no menos importante, a la Guardería del Parque Natural; especialmente a Carmelo Muñoz, Fernando Fariñas, Carlos, Salvador Prados y David López. Este proyecto fue posible a esas personas y al IAPH de la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía.

BIBLIOGRAFÍA

- BARONE, R. 1999. *Anatomie comparée des mammifères domestiques*. Tome 1 Ostéologie. 4ª Ed. VIGOT.
- BEHRENSMEYER, A. K. Y D. E. D. BOAZ. 1980. The Recent Bones of Ambosely National Park, Kenya. In: *Relation to East African Paleobiology, Fossils in the Making*. A. K. Behrensmeyer y A. P. Hills (eds). 72-92. University Chicago Press, Chicago, USA.
- BERNÁLDEZ, E. 2002. Bioestratinomony of terrestrial mammals in Doñana National Park (Spain). In: *Current Topics and Taphonomy and Fossilization*, Miguel de Renzi (eds). 314-324.
- BERNÁLDEZ, E. 1996. *Bioestratinomía de macrovertebrados terrestres de Doñana. Inferencias Ecológicas en los yacimientos del S.O. de Andalucía*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla. 378 pp.
- BRAZA, F. Y COLS. 1987. Habitat use by red deer and fallow deer in Doñana National Park. *Misc. Zool.*, 11: 363-367
- MOLINA, J. 1998. *Manual práctico del Parque Natural Sierra Norte de Sevilla*. Ed. Junta de Andalucía: Consejería de Medio Ambiente.
- POPESKO, P. 1998. *Atlas de anatomía topográfica de los animales domésticos*. Tomo I. 2ª Ed.. MASSON.
- POPESKO, P. 1998. *Atlas de anatomía topográfica de los animales domésticos*. Tomo II. 2ª Ed.. MASSON.
- POPESKO, P. 1998. *Atlas de anatomía topográfica de los animales domésticos*. Tomo III. 2ª Ed.. MASSON.
- SCHMID, E. 1972. *Atlas of animal bones. For Prehistorians, Archaeologists and Quaternary Geologists*. ELSEVIER Publishing Company.
- SORIGUER, R.C., FANDOS, P., BERNÁLDEZ, E. y DELIBES-SENNA, J.R. 1999. *El Ciervo en Andalucía*. Ed. Junta de Andalucía.
- TELLERÍA, J. L. 1986. *Manual para el censo de los vertebrados terrestres*. Ed. Raíces. Madrid
- WILKENS, B. 2003. *Archeozoologia*. Università degli Studio di Sassari. CD.

