



**UNIVERSIDAD DE JAÉN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS  
EXPERIMENTALES  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA  
ANIMAL, BIOLOGÍA VEGETAL Y  
ECOLOGÍA**

**TESIS DOCTORAL**  
**ASPECTOS RELEVANTES DE LA ECOLOGÍA  
DEL JABALÍ (*SUS SCROFA* L. 1758) EN  
SIERRA NEVADA**

**PRESENTADA POR:  
FRANCISCO JAVIER CANO-MANUEL LEÓN**

**DIRIGIDA POR:  
DR. D. JOSÉ MARÍA PÉREZ JIMÉNEZ  
DR. D. JOSÉ ENRIQUE GRANADOS TORRES**

**JAÉN, 13 DE NOVIEMBRE DE 2014**

**ISBN 978-84-8439-954-4**



*Para Alejandro y Alba*



## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo, que se fraguó en origen aprovechando la oportunidad profesional de trabajar con jabalíes, pronto se convirtió en un reto y una oportunidad para dar un paso más. Pero en el camino no he ido solo y es preciso rendir *honra y alabanza* a quienes me han ayudado. No quiero olvidarme de nadie de los que están, pero siempre nos falta alguien, y en la memoria permanece.

De mis directores José Enrique y Jesús quiero destacar su tesón y la confianza depositada en mí. A veces ésta abrumaba, exigía esfuerzos que solo podían realizarse de esa manera. Quiero agradecerles los buenos consejos y las infinitas horas que han dedicado a este trabajo en campo y en laboratorio.

A mis *otros directores*, Ramón y Paulino, les agradezco ser amigos, haberlos podido llamar cuando algo no funcionaba y también por haber sido elementos claves para resolver, por aportar soluciones y críticas, por revisar y volver a revisar, por no aburrirse de mí.

Agradezco a Isidro, Elías, Pepe, Apolo, Manuela, Antonio y Paco su labor constante, por ser la esencia de lo bueno en campo, por sus enseñanzas de aquello que solo saben ellos, por recolectar miles de muestras y tomar varios miles de datos de los jabalíes durante estos años. Sin ellos no hubiera sido posible el trabajo.

Mi agradecimiento para Luis León, de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Murcia, por haber analizado todas las muestras para el estudio sanitario y por ayudarme a afrontarlo; para Emmanuel Serrano, que cuando trabajaba en la Universidad de Jaén se atrevió con los cortes dentarios; para José Vicente López-Bao, del Consejo (Estación Biológica de Doñana), por ayudarme con la fría estadística; para Sara Cordón, del Parque Nacional de Sierra Nevada, por enseñarme algo de SIG y ayudarme siempre; para Jorge y Gregorio del *Sefas* (Universidad Autónoma de Barcelona) por sus acertadas revisiones y aliento. Todos habéis sido fuente de ánimo continua.

Al Espacio Natural Sierra Nevada, centro dependiente de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía, y personalizado en su director y amigo, Javier, quiero agradecerle las facilidades con las que siempre he contado para utilizar la información y los recursos del centro, y que espero seguir contando, pues también es mi segunda casa. A mis otros compañeros del parque por su apoyo: Blanca, Javier, Rut, Leticia, José Miguel, Ignacio, guardas y guías que siempre me han dado aliento y el apoyo que podía necesitar.

Al director del Grupo de Investigación RNM 118, otra vez Ramón, que ha aportado los medios necesarios para los estudios de reproducción a través de Dare Bio y abundante material para la toma y la conservación de muestras; a los presidentes de las Sociedades de Cazadores de Sierra Nevada por unas relaciones cada vez más llenas de luces y que han facilitado la recolección de muestras; a la Agencia de Medio Ambiente y Agua, de nuevo a José Enrique, biólogo del Plan de Gestión de Ungulados de Sierra Nevada y al Organismo Autónomo Parques Nacionales, que apostó decididamente por una gestión coherente de la población de jabalí de Sierra Nevada.

A Ana, gracias.





**ASPECTOS RELEVANTES DE LA ECOLOGÍA DEL  
JABALÍ (*Sus scrofa* L., 1758) EN SIERRA NEVADA**

ÍNDICE

---





# SECCIÓN I. BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA POBLACIONAL.

<b>Resumen</b> .....	3
----------------------	---

<b>Método general de obtención de muestras: batidas de gestión</b> .....	5
--	---

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.

### **Antecedentes y estado de conocimiento sobre el jabalí. Objetivos.**

1.1.	Antecedentes.....	11
1.2.	Biología y ecología de la especie.....	12
1.2.1.	Taxonomía y paleontología del género <i>Sus</i> .....	12
1.2.2.	Distribución mundial de <i>Sus scrofa</i> .....	13
1.3.	Descripción general de <i>Sus scrofa</i> .....	15
1.3.1.	Características biométricas y morfológicas generales.....	15
1.3.2.	Genética.....	16
1.3.3.	Reproducción.....	16
1.3.4.	Alimentación.....	17
1.3.5.	Enfermedades.....	17
1.3.6.	Uso del espacio y actividad.....	18
1.3.7.	Organización social.....	18
1.3.8.	Manejo.....	18
1.4.	Situación actual de conocimiento sobre el jabalí en la Península Ibérica.....	20
1.5.	Situación del Jabalí en Sierra Nevada.....	21
1.6.	Necesidad de estudio y gestión.....	24
1.7.	Líneas de trabajo.....	25
1.8.	Objetivos.....	25

## CAPÍTULO 2. ÁREA DE ESTUDIO.

### **Caracterización general de Sierra Nevada.**

2.1.	Situación geográfica.....	31
2.2.	Régimen jurídico y administrativo.....	32
2.3.	Características físicas.....	34
2.3.1.	Geomorfología y relieve.....	34
2.3.2.	Hidrología.....	35
2.4.	Climatología.....	36
2.4.1.	Clima de montaña de Sierra Nevada.....	36
2.4.2.	Temperaturas.....	38
2.4.3.	Régimen pluviométrico.....	38
2.5.	La biodiversidad de Sierra Nevada.....	38
2.6.	Flora y formaciones vegetales.....	39
2.7.	Fauna.....	42
2.8.	Usos del territorio y sistema de asentamientos humanos.....	44
2.9.	El área de distribución de Jabalí en Sierra Nevada.....	45
2.9.1.	Material y métodos.....	45
2.9.2.	Resultados.....	46
2.9.3.	Conclusiones.....	51

### **CAPÍTULO 3. BIOMETRÍA Y CRECIMIENTO.**

#### ***Biometría, dimorfismo y crecimiento alométrico del jabalí en el Parque Nacional Sierra Nevada.***

3.1.	Introducción .....	57
3.2.	Material y métodos .....	57
3.2.1.	Procedencia y recogida del material .....	57
3.2.2.	Medidas corporales .....	58
3.2.3.	Determinación de la edad .....	59
3.2.4.	Tratamiento de los datos .....	65
3.3.	Resultados .....	67
3.3.1.	Dimorfismo sexual .....	67
3.3.1.1.	Peso .....	67
3.3.1.2.	Longitud total .....	67
3.3.1.3.	Perímetro torácico .....	68
3.3.1.4.	Altura de la cruz .....	68
3.3.1.5.	Longitud cruz-rabo .....	69
3.3.1.6.	Longitud de la oreja .....	69
3.3.1.7.	Peso de los cristalinos .....	70
3.3.1.8.	Análisis discriminantes .....	70
3.3.2.	Crecimiento .....	72
3.3.2.1.	Peso .....	72
3.3.2.2.	Longitud total .....	75
3.3.2.3.	Perímetro torácico .....	78
3.3.2.4.	Altura de la cruz .....	81
3.3.2.5.	Longitud cruz-rabo .....	84
3.4.	Discusión .....	88
3.5.	Conclusiones .....	92

### **CAPÍTULO 4. BIOLOGÍA POBLACIONAL.**

#### ***Biología reproductiva y estrategia demográfica del jabalí en el Parque Nacional Sierra Nevada.***

4.1.	Introducción .....	97
4.2.	Material y métodos .....	98
4.2.1.	Procedencia de las muestras .....	98
4.2.2.	Biología reproductiva de las jabalinas .....	99
4.2.2.1.	Análisis de los tractos reproductores de las jabalinas .....	99
4.2.2.2.	Parámetros reproductivos .....	99
4.2.2.3.	Longitud, sexo y edad de los fetos .....	103
4.2.2.4.	Sex-ratio fetal .....	103
4.2.3.	Estructura de la población .....	104
4.2.4.	Tablas de vida .....	104
4.2.5.	Tratamiento de los datos .....	105
4.3.	Resultados .....	106
4.3.1.	Biología reproductiva de las jabalinas .....	106
4.3.1.1.	Índice ovárico, Potencial ovárico e Índice folicular .....	106
4.3.1.2.	Fecundidad .....	112
4.3.1.3.	Número de fetos por hembra .....	112
4.3.1.4.	Sex-ratio fetal .....	112

4.3.1.5.	Períodos de concepción y partos .....	113
4.3.1.6.	Productividad anual .....	114
4.3.1.7.	Número medio de crías/hembra .....	114
4.3.2.	Estructura de la población .....	115
4.3.3.	Sex-ratio poblacional .....	120
4.3.4.	Mortalidad y supervivencia .....	121
4.4.	Discusión .....	128
4.5.	Conclusiones .....	134

## **CAPÍTULO 5. MOVIMIENTOS Y ÁREA DE CAMPEO.**

### ***Movimientos, uso del hábitat y área de campeo del jabalí en el Parque Nacional Sierra Nevada.***

5.1.	Introducción .....	139
5.2.	Material y métodos .....	141
5.2.1.	Muestra .....	141
5.2.2.	Captura e inmovilización de jabalíes .....	141
5.2.3.	Collares y método de seguimiento .....	142
5.2.4.	Tratamiento de los datos .....	143
5.3.	Resultados .....	145
5.3.1.	Desplazamientos .....	145
5.3.2.	Uso del hábitat .....	146
5.3.3.	Área de campeo .....	148
5.4.	Discusión .....	151
5.5.	Conclusiones .....	156

## **CAPÍTULO 6. GESTIÓN.**

### ***Gestión de la población de jabalí del Parque Nacional Sierra Nevada.***

6.1.	Introducción .....	161
6.2.	Material y métodos .....	163
6.2.1.	Técnica de muestreo: batidas de control .....	163
6.2.2.	Método de seguimiento .....	163
6.2.3.	Tratamiento de datos .....	165
6.3.	Resultados .....	166
6.3.1.	Caracterización de la gestión .....	166
6.3.2.	Evolución de la densidad y tamaño de la población .....	173
6.4.	Discusión .....	176
6.5.	Conclusiones .....	179

## SECCIÓN II. ESTUDIO SANITARIO.

<i>Resumen</i> .....	183
----------------------	-----

### CAPÍTULO 7. ESTUDIO SANITARIO I.

#### *Agentes patógenos en la población de jabalí del Parque Nacional Sierra Nevada.*

7.1.	Introducción .....	189
7.1.1.	Justificación y objetivos .....	189
7.1.2.	Revisión y antecedentes de los agentes infecciosos estudiados .....	191
7.1.3.	Conceptos .....	199
7.2.	Material y métodos .....	201
7.2.1.	Procedencia, número y envío de muestras .....	201
7.2.2.	Métodos de estudio en laboratorio .....	209
7.2.3.	Análisis y método estadístico .....	211
7.3.	Resultados .....	214
7.3.1.	Evolución temporal de las prevalencias .....	214
7.3.2.	Variación espacial de las prevalencias .....	216
7.3.3.	Distribución de agentes infecciosos a nivel individual .....	217
7.3.4.	Distribución de prevalencias en función de los atributos individuales: sexo y edad .....	218
7.3.5.	Asociación de agentes infecciosos .....	220
7.3.6.	Prevalencias y densidad poblacional .....	221

### CAPÍTULO 8. ESTUDIO SANITARIO II.

#### *Agentes patógenos en la población de jabalí del Parque Nacional Sierra Nevada.*

8.1.	Justificación y objetivos .....	229
8.2.	Material y métodos .....	229
8.2.1.	Procedencia, número de muestras y envío .....	229
8.2.2.	Métodos de estudio .....	229
8.2.3.	Análisis estadísticos y territoriales .....	232
8.3.	Resultados .....	233
8.3.1.	Herpesvirus porcino, HvP (Enfermedad de Aujeszky) .....	233
8.3.2.	Arterivirus porcino, SRRP (Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino) .....	236
8.3.3.	Virus Influenza porcino, IvP (Gripe porcina) .....	239
8.3.4.	Circovirus porcino, Cv (Síndrome del Desmedro) .....	242
8.3.5.	Parvovirus Porcino, Pv (Parvovirus) .....	245
8.3.6.	<i>Erysipelotrix rhusiopathiae</i> , Er (Mal rojo) .....	246
8.3.7.	<i>Leptospira pomona</i> , Lp (Leptospirosis) .....	251
8.3.8.	<i>Mycobacterium avium</i> , Ma (Tuberculosis aviar) .....	254
8.3.9.	<i>Mycobacterium bovis</i> , Mb (Tuberculosis bovina) .....	257
8.3.10.	<i>Chlamydia sp.</i> y <i>Chlamydiaceae sp.</i> , Cl (Clamidiosis /Clamidofilosis) .....	262
8.3.11.	<i>Salmonella sp.</i> , SC (Salmonelosis-Paratífus) .....	265
8.3.12.	Distribución y valoración epidemiológica global .....	268
8.3.13.	Asociación de agentes infecciosos en lugares de detección .....	275

**CAPÍTULO 7 y CAPÍTULO 8. ESTUDIO SANITARIO I y II.**  
***Agentes patógenos en la población de jabalí del Parque Nacional Sierra Nevada.***

***Discusión y conclusiones.***

Discusión .....	281
Conclusiones .....	288

**CAPÍTULO 9. ESTUDIO SANITARIO III.**  
***Programa de Vigilancia epidemiológica del jabalí en el Parque Nacional Sierra Nevada.***

9.1. Introducción .....	293
9.2. Agentes patógenos objeto de vigilancia epidemiológica .....	293
9.3. Diseño del Programa de Vigilancia Epidemiológica: vigilancia activa .....	295
9.3.1. Niveles de muestreo del Programa .....	295
9.3.2. Unidades de muestreo .....	296
9.3.3. Periodicidad de los muestreos .....	296
9.4. Técnicas de análisis .....	297
9.5. Toma de muestras y envío a laboratorio .....	298

**CONCLUSIONES GENERALES .....**301

**BIBLIOGRAFÍA .....**305





## **SECCIÓN I**

**BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA POBLACIONAL**

---





# SECCIÓN I

## BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA POBLACIONAL

### Resumen

El jabalí es una especie clave en el funcionamiento de los ecosistemas, interactuando con el resto de las especies animales, tanto silvestres como domésticas, con la flora natural y con los cultivos. Al mismo tiempo es una fuente de recursos económicos como especie cinegética. Su elevada adaptabilidad y capacidad reproductiva obliga a una gestión continuada en el tiempo basada en el control de sus poblaciones, bien a través de caza deportiva o de otras fórmulas compatibles. Es también una especie ligada al hombre, dependiente en muchos casos, oportunista en otros, que puede llegar a convertirse en una plaga, provocando daños a sus intereses y a sus bienes.

La presencia reciente del jabalí en los ecosistemas de Sierra Nevada no se remonta más allá de 1975. A partir de su reintroducción, la expansión fue rápida, aprovechando la enorme área forestal existente. En 1999 se crea el Parque Nacional de Sierra Nevada, limitando la actividad cinegética sobre la especie. En 2002 se inicia el Plan de Gestión del Jabalí en el Parque Nacional de Sierra Nevada, constituyendo una herramienta técnico-económica de gestión que ha permitido instaurar medidas de control aceptadas socialmente y realizar una monitorización poblacional sistemática.

En este estudio, y con datos procedentes de 1.402 jabalíes abatidos en las batidas de gestión realizadas entre las temporadas 2002-2003 y 2009-2010, se ha realizado una caracterización biométrica y alométrica de la población. Los resultados han permitido concluir que los jabalíes estudiados pertenecen a la subespecie *Sus scrofa baeticus* y que presentan las menores dimensiones y los pesos más bajos de todas las poblaciones estudiadas en la Península Ibérica. El modelo de crecimiento del jabalí de Sierra Nevada es similar al de otras poblaciones conocidas; muy rápido durante los dos primeros años de vida, ralentizándose a partir de ese momento, más en hembras que en machos. Este momento coincide sensiblemente con el inicio de la actividad reproductora en hembras y también es cuando se hacen patentes las diferencias morfológicas entre sexos.

Se ha caracterizado la biología reproductiva y la estrategia demográfica del jabalí en el Parque Nacional de Sierra Nevada. Para ello se seleccionó una muestra de 107 tractos reproductivos completos (2 ovarios y útero). Se incluyó igualmente la anotación de 65 hembras gestantes, así como el conteo y medición de los 270 fetos que portaban. El número medio de fetos por hembra ha sido 4 y el de crías 3,5. El análisis de la evolución ovárica a través del índice y del potencial ovárico nos ha permitido determinar que las jabalinas de Sierra Nevada alcanzan la madurez sexual próximas a cumplir su segundo año de vida (20-24 meses), siguiendo el patrón descrito para esta especie en Europa, comprobado un peso mínimo de 40 kg entre las hembras preñadas. Se ha detectado la existencia de un desfase entre la madurez ovárica (clase de edad 2, de 13 a 23 meses) y la aparición del fenómeno de ovulación (clase de edad 3 >24 meses) debido posiblemente a la puesta en marcha diferida de los estímulos hormonales que retrasan la ovulación y

que consideramos debidos a la falta de una condición física adecuada. La fertilidad de las jabalinas se encuentra en unos porcentajes bajos (valor promedio de la tasa refinada de fecundidad del 58,62%, equivalente al total fetos/total hembras adultas capturadas en el período octubre-febrero). Los crecimientos anuales (productividad anual) son bajos: entre el 0,34 y 0,74 según se consideren las hembras gestantes del período octubre-febrero o diciembre-febrero. La época de partos (febrero-abril) es similar a la observada en otras poblaciones ibéricas o europeas y coincide con el período de mínima disponibilidad de alimento en la sierra. La sincronización, tanto de cubriciones como de partos, es muy elevada, no habiéndose detectado un segundo período de partos anual. La mortalidad infantil en la población se ha cifrado en el 16%.

La población de jabalíes de Sierra Nevada presenta una estructura de edades de base amplia, donde las dos clases de edad inferiores (clases 0 y 1, hasta 12 meses de edad) recogen un número significativo de animales (30,94 % como promedio para el período estudiado). Destaca la singular y notable predominancia de hembras adultas en la población (más de un 38%). La razón de sexos obtenida ( $\delta/\varphi$ ) ha sido 0,60:1; la fetal (0,87:1) no ha resultado significativamente diferente a la esperada (1:1). La esperanza de vida de los jabalíes de Sierra Nevada es baja. La gestión ha modificado al alza la esperanza de vida al nacer, pero también la ha reducido en individuos adultos; igualmente ha provocado cambios en la sex ratio.

Se ha realizado un estudio de movimientos y uso del espacio empleado collares-radioemisores el tipo GPS+GSM, instalados en 7 jabalíes que han proporcionado más de 5.000 localizaciones. Los desplazamientos lineales detectados han sido mayores en horas nocturnas. Las localizaciones nocturnas coinciden con áreas de menor cobertura vegetal (menor protección y seguridad), así como hábitats con mayores recursos alimenticios.

Por último, se ha analizado la gestión llevada a cabo mediante 148 batidas de control realizadas durante siete temporadas cinegéticas. La presión realizada a nivel de superficie (32% de la superficie refugio), la escasa eficiencia de abatimiento (21,36%), el bajo número de participantes por hectárea o cualquier otra de las variables utilizadas, indicaron que la presión realizada por el control poblacional fue baja. La baja productividad y el escaso crecimiento anual de la población indican, sin embargo, una estrategia reproductiva muy conservativa. Factores como la escasez de alimento o enfermedades de carácter reproductivo son las causas más probables de esta contención poblacional, por lo que un esfuerzo de control como el realizado ha sido suficiente para mantener unas densidades poblacionales admisibles desde un punto de vista socioeconómico y ambiental.

La densidad media estimada en el área refugio fue de 8,5 ind/km<sup>2</sup>, y para todo el parque nacional de 2,6 ind/km<sup>2</sup>.



# SECCIÓN I. BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA POBLACIONAL

## ***Método general de obtención de muestras: batidas de gestión.***

La batida es la modalidad utilizada de forma preferente para la caza de jabalíes en Andalucía y resto de España, siendo, junto a los aguardos nocturnos y la caza en mano, la modalidad más empleada en Sierra Nevada. En este estudio ha sido el método general que ha permitido tener acceso a los animales abatidos para obtener las muestras y realizar las mediciones necesarias. Igualmente ha permitido obtener la información necesaria para realizar las estimas de población.

Esta modalidad cinegética consiste en delimitar un área rodeada por cazadores-observadores (en contacto visual entre sí) que es barrida sistemáticamente por una línea de batidores constituida básicamente por perros agrupados en rehalas (Figura 1). Los jabalíes son registrados por los observadores al abandonar el área batida (unos son abatidos y otros no). Su fiabilidad depende del número de personas implicadas (una red de observadores muy laxa facilitará la salida descontrolada de los animales) y de la intensidad con que se registre el área. Por ello, los resultados mejoran notablemente cuando hay muchos batidores y se utilizan perros adiestrados. Este método, reputado como uno de los más exactos para estima de abundancia, presenta el problema de su elevado coste de realización (se necesitan muchas personas) de no contar con la participación desinteresada de aquellos cazadores que practiquen esta modalidad de caza, aspecto solucionado en Sierra Nevada a través del sistema de batidas de gestión con participación local.

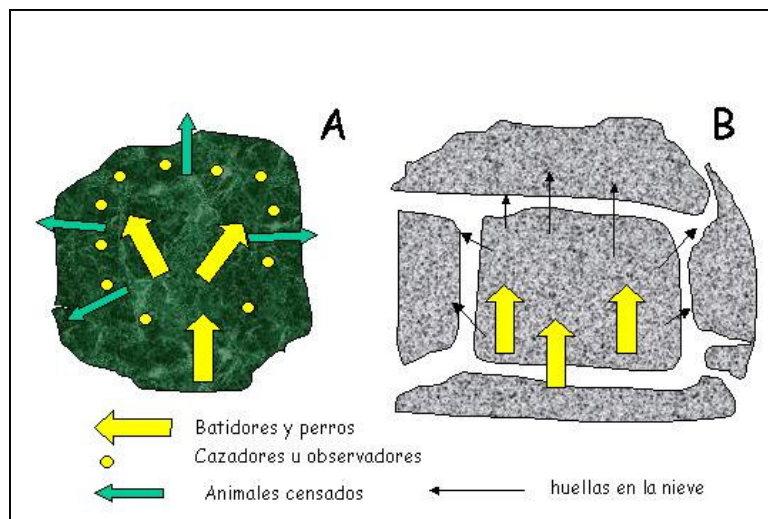


Figura 1. Las batidas como método de estima de abundancia y para la obtención de muestras. Extraído de Tellería 1996.

Los períodos de obtención de datos se circunscribieron a las temporadas cinegéticas de caza mayor, que en Andalucía dan comienzo a mediados de octubre y finalizan a mediados de febrero del año siguiente. La monitorización y obtención de muestras de

las batidas de gestión se inició en la temporada 2002-2003, manteniendo continuidad hasta la temporada 2009-2010. La selección de las manchas a batir, la colocación de las armadas y de los puestos de tiro dentro de éstas, fueron diseñados por el equipo gestor. Esto permitió adecuar en buena parte el diseño y organización de las batidas a los requerimientos de obtención de información y muestras que buscábamos. El esfuerzo empleado en cada batida fue variable (número de perros y número de cazadores). Tras la batida, los animales capturados eran trasladados a la denominada “junta de carnes”, lugar en donde se concentró el esfuerzo de medición y toma de muestras para los distintos estudios realizados. Todo este trabajo ha sido realizado por el mismo equipo gestor durante las 8 temporadas (equipo profesional compuesto por 5 especialistas). Los datos de campo fueron tomados también por el mismo equipo apoyado por guardería, que se situaban estratégicamente en las armadas y puntos de alta visibilidad durante la celebración de cada batida. Todo ello ha proporcionado una alta fiabilidad y calidad, tanto en los datos como en las muestras obtenidas.

En la Tabla 1 se informa sobre la toma general de muestras que quedará particularizada en los correspondientes capítulos de esta sección.

Acciones y toma de muestras (sección I)	Temporada cinegética								Total
	2002 2003	2003 2004	2004 2005	2005 2006	2006 2007	2007 2008	2008 2009	2009 2010	
Nº batidas									194
Nº de biometrias									1.402
Nº de jabalíes datados por sustitución dentaria									1.784
Nº de cristalinos para datación (clases edad)									333
Nº de incisivos I <sub>3</sub> para datación (años)									50
Nº de tractos reproductivos									107
Nº de fetos									270

Tabla 1. Acciones y toma general de muestras realizadas. Sección I.



## INTRODUCCIÓN

### CAPÍTULO 1

*Antecedentes y estado de conocimiento sobre el jabalí. Objetivos.*

---



## ÍNDICE DEL CAPÍTULO

### CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.

#### *Antecedentes y estado de conocimiento sobre el jabalí. Objetivos.*

1.1.	Antecedentes.....	11
1.2.	Biología y ecología de la especie.....	12
1.2.1.	Taxonomía y paleontología del género <i>Sus</i> .....	12
1.2.2.	Distribución mundial de <i>Sus scrofa</i> .....	13
1.3.	Descripción general de <i>Sus scrofa</i> .....	15
1.3.1.	Características biométricas y morfológicas generales.....	15
1.3.2.	Genética.....	16
1.3.3.	Reproducción.....	16
1.3.4.	Alimentación.....	17
1.3.5.	Enfermedades.....	17
1.3.6.	Uso del espacio y actividad.....	18
1.3.7.	Organización social.....	18
1.3.8.	Manejo.....	18
1.4.	Situación actual de conocimiento sobre el jabalí en la Península Ibérica.....	20
1.5.	Situación del Jabalí en Sierra Nevada.....	21
1.6.	Necesidad de estudio y gestión.....	24
1.7.	Líneas de trabajo.....	25
1.8.	Objetivos.....	25





## 1. INTRODUCCIÓN.

### 1.1. Antecedentes.

*Sus scrofa* (LINNAEUS, 1758) representa uno de los retos más apasionantes del conocimiento relacionado con la biología poblacional y la sanidad de los ungulados. El funcionamiento de las poblaciones de jabalíes constituye, aún en buena parte, un enigma para investigadores, gestores y conservacionistas. Su plasticidad, adaptabilidad a ambientes diversos o su estrategia reproductiva, son cuestiones que parecen encontrarse en la esencia de esta dificultad de comprender, de forma global, su estrategia de supervivencia, expansión reciente o papel que desempeñan en el entramado de los ecosistemas (Sáez-Royuela 1987, Sáez-Royuela y Tellería 1987, Rosell y col. 2001, Herrero 2002).

El jabalí ha sido, y continúa siendo, una especie ligada al hombre, dependiente en muchos casos, oportunista en otros, que puede llegar a convertirse en una plaga, provocando daños a sus intereses y a sus bienes (Herrero 2002, Cahill y col. 2012, Rosell y col. 2012). En otras épocas ha constituido una fuente de alimento de primer orden; actualmente su principal valor es el cinegético. Como tal, es la especie de caza más abundante en la Península Ibérica distribuyéndose por todo tipo de ambientes y ecosistemas. También es la especie de caza mayor más demandada por los cazadores debido a la dificultad que entraña su captura en las distintas modalidades en que es efectuada (INE 2006).

La circulación de patógenos en las poblaciones silvestres de jabalíes es un hecho conocido. Cada vez adquiere mayor relevancia su estudio, no solo porque los jabalíes pueden funcionar como reservorio de los mismos, sino porque en muchos casos pueden transmitir enfermedades graves a otras especies (silvestres o domésticas) y al hombre (Gortázar y col. 2005, Ruiz-Fons y col. 2008, Muñoz y col. 2010). La gestión actual de sus poblaciones debe incorporar de lleno los aspectos sanitarios como fórmula de manejo coherente.

Todas estas circunstancias confieren al jabalí un interés que generalmente supera a lo estrictamente biológico. El control de poblaciones para evitar daños y el control de epizootias, motivan la mayor parte de las experiencias de gestión que se realizan sobre esta especie fuera del ámbito cinegético. Sin embargo, es imprescindible un conocimiento profundo de la especie, y más aún, de las poblaciones que se pretende gestionar, dada su capacidad para adaptarse a medios específicos y circunstancias cambiantes.

Abaigar (1990) realiza una notable aproximación a la ecología y biología de los jabalíes en el SE ibérico, en buena parte con datos e información tomadas en el área oriental de Sierra Nevada, constituyendo el único antecedente científico sobre jabalí en la zona. El conocimiento aportado corresponde a un momento (década de 1980) en el que la especie estaba recolonizando el sistema montañoso tras siglos de ausencia. Desde entonces ha habido un proceso de transformación socioeconómico que ha derivado en un incremento en la protección del territorio, un cambio en la gestión de hábitats naturales (se ha favorecido la recuperación de masas forestales autóctonas), un abandono agrícola y la introducción de nuevos usos ligados al senderismo o al turismo de naturaleza. Todas estas circunstancias cambiantes han modelado el paisaje actual y unos usos asociados que, sin duda, han influido sobre la población de jabalí de Sierra Nevada.

## 1.2. Biología y ecología de la especie.

### 1.2.1. Taxonomía y paleontología del género *Sus*.

Los jabalíes del género *Sus* pertenecen a la familia *Suidae* (cerdos del viejo mundo) dentro del suborden *Suiformes*, orden *Artiodactyla*, superorden ungulados. Al ser especies con cierta variabilidad morfológica, han existido discrepancias y variaciones sobre el número de especies y subespecies que constituyen este género (Groves 1981, Marion 1982, Hardjasasmita 1987, Genov 1999, 2004). Actualmente, y siguiendo lo propuesto por el grupo de especialistas en jabalíes y pécaris de la UICN (entre otros Groves 1981, 1991, 1997, 2001, 2007, Sjarmidi y Gerard 1988, Oliver 1995, 2008, Groves y Oliver 2008, recogido en Wilson y Mittermeier 2011), son reconocidas 8 especies. Groves y Grubb (2011), en la última revisión taxonómica de la familia *Suidae*, se refieren a *Sus scrofa* Group y no a una única especie como hasta ahora. Incluyen como especie diferente *Sus blouchi*, estrechamente relacionado con *Sus verrucosus*, pero mucho más pequeño (Tabla 1.1).

Género	Especie	Nombre común
<i>Sus</i>	<i>S. scrofa</i> group Linnaeus, 1758	Jabalí
	<i>S. verrucosus</i> Müle, 1840	Jabalí verrugoso
	<i>S. barbatus</i> Müller, 1838	Jabalí barbudo
	<i>S. cebifrons</i> Heude, 1888	Jabalí de bisayas
	<i>S. philippensis</i> Nehring, 1886	Jabalí de Filipinas
	<i>S. celebensis</i> Müller, 1840	Jabalí de Célebes
	<i>S. oliveri</i> Groves, 1997	Jabalí de Mindoro
	<i>S. ahoenobarbus</i> Huet, 1888	Jabalí barbudo de Palawan
	<i>S. blouchi</i> Groves, 1981	Jabalí de Bawean

Tabla 1.1. Especies género *Sus*. Basado en Wilson y Mittermeier (2011) y actualizada con *S. blouchi* según Groves y Grubb (2011).

Han existido y existen discrepancias sobre el número de subespecies de *Sus scrofa*, estando sometida su taxonomía a una continua revisión. Esto se debe, entre otros motivos, a que ha habido cambios graduales en las características morfológicas, derivadas de cambios genéticos provocados por cruces e hibridaciones con otras especies del género. El manejo y uso ancestral que de esta especie ha hecho el hombre es la principal causa de este proceso. Se han reconocido entre 4 y 25 subespecies según distintos autores (Wilson y Mittermeier 2011). Así, Groves (1991) reconoce 16 poblaciones morfológicamente diferentes basándose en características craneométricas, mientras que Genov (1999, 2004) propone 4 grandes grupos basándose en similares características, agrupando la especie por áreas en las denominadas razas del oeste o "*scrofa* group", razas indias o "*cristatus* group", razas orientales o "*leucomystax* group" y una específica "*vittatus*", ubicada en el norte de Indochina. Actualmente se reconocen 19 subespecies de *Sus scrofa* (Tabla 1.2), de las cuales 2 habitan en la Península Ibérica: *S. s. scrofa* y *S. s. baeticus*. La primera se distribuye por el norte-centro de la Península Ibérica y también se distribuye ampliamente por el resto de Europa. La segunda se distribuye por el sur de la Península Ibérica.

Previamente, en la Península Ibérica se describieron dos subespecies: *S. s. castilianus* Thomas, 1912 y *S. s. baeticus* Thomas, 1912. Ambas subespecies fueron diferenciadas por la presencia de cerdas y borra en *S. s. castilianus*, además de su mayor tamaño respecto a *S. s. baeticus* (Cabrera 1914).

Groves y Grubb (2011) analizan los antecedentes y situación de este grupo en las diferentes áreas en que aparecen, indicando que todos los miembros de este grupo fueron incluidos dentro de una sola especie pero existen diferencias nítidas entre algunos de sus taxones, llegando a proponer de forma provisional varias especies nuevas.

Se considera que los suidos son descendientes del género *Diacodexis*, que vivía en el Eoceno inferior (Heinemann y Thenius 1975, Marion 1982 en Sjarmidi y Gerard 1988). Los restos fósiles más antiguos de la familia Suidae corresponden a principios del Oligoceno (35,4 a 23,3 Ma) y fueron localizados en la India hace 35 millones de años (Pilgrim 1941 en Sweeney y Sweeney 1982, Sjarmidi y Gerard 1988).

Los primeros restos fósiles del género *Sus* fueron localizados en Asia y corresponden al Mioceno (23,3 a 5,2 Ma). Los primeros datos paleontológicos de la especie *Sus scrofa* corresponden al Pleistoceno Medio (0,78 a 0,13 Ma) (Groves 1981).

### 1.2.2. Distribución mundial de *Sus scrofa*.

El jabalí común o jabalí euroasiático, *Sus scrofa*, presenta en la actualidad un área de distribución extensa (Tabla 1.2), estando presente en los cinco continentes, bien de forma natural o introducida por el hombre. Originalmente su área de distribución ocupaba la práctica totalidad de Europa, norte de África, Asia por debajo del paralelo 50º, India, Indonesia, Japón y Filipinas (Heptner y col. 1966).

Actualmente su área de distribución ha incorporado los países del continente americano, excepto Canadá. También aparece en Nueva Guinea, Australia y Nueva Zelanda. En estos lugares, las poblaciones provienen en parte de jabalí común introducido y del cruce de este con “feral pig” (Bratton 1977).

La presencia de cerdos silvestres en el continente americano (Centro y Sudamérica) viene ligada a su colonización en 1492, principalmente por españoles y portugueses (Tisdell 1982). Posteriormente no quedan documentadas introducciones. En el norte de este continente, jabalíes europeos fueron introducidos en el estado de Carolina del Norte en 1912 (Stegeman 1978). En 1925 y 1930 se introdujeron jabalíes europeos en los estados de California y Texas respectivamente, los cuales comenzaron a expandirse y colonizar nuevas áreas (Singer y col. 1984).

En Australia y en Nueva Zelanda existen cerdos asilvestrados en vastas regiones, que crean problemas de gestión (Clarke y Dzieciolowski 1991, Caley 1993, Saunders 1993).

En Europa, el jabalí no está presente actualmente en las Islas Británicas ni en Irlanda, de donde desapareció en el siglo XVII (Potel 1979). Ha reaparecido recientemente en Escandinavia (Suecia) por ejemplares escapados de un cercado (Kristiansson 1982 en Dardaillon 1984a) así como en Finlandia, por expansión de poblaciones rusas limítrofes (Erkinaro y col. 1982). También ha sido introducido recientemente en Chipre, al parecer a partir de animales híbridos con cerdo doméstico (Hadjisterkotis 2004)

Recientes estudios filogenéticos basados en análisis genéticos realizados en la Península Ibérica (Alves y col. 2010) y en la Península Balcánica (Alexandri y col. 2012), describen la existencia de numerosos haplotipos, y en general, de una elevada diversidad genética de las poblaciones de jabalí existentes en estos lugares. En las poblaciones ibéricas (se analizan 17 poblaciones de la Península Ibérica, 6 de Francia, 3 de Austria y 2 razas domésticas portuguesas) no se observa introgresión de material

genético de razas asiáticas de jabalí, por lo que pertenecen al clado europeo pero divergen de los jabalíes de Europa central. Todo ello indica que la Península Ibérica sirvió como refugio para esta especie durante las últimas glaciaciones del Cuaternario, funcionando como elemento colonizador del centro y norte de Europa en el período postglacial. En la Península Balcánica también aparece una elevada diversidad genética (donde se observan el clado europeo y clado del este) y se comporta como refugio durante el período glacial, actuando como base de la recolonización posterior de Europa central y Asia.

Especie	Subespecie	Área de distribución
	<i>S. s. scrofa</i> Linnaeus, 1758	W de Europa, (Dinamarca, Alemania, Polonia, N Península Ibérica, N de Italia). Posiblemente en Albania.
	<i>S. s. affinis</i> Gray, 1847	S India y Sri Lanka.
	<i>S. s. algirus</i> Loche, 1867	Túnez, Argelia y Marruecos.
	<i>S. s. attila</i> Thomas, 1912	Hungría, Ucrania, C y S de Bielorrusia, Rumanía, Moldavia, S de Rusia. Posiblemente aparezca en W y SW de Irán, E de Turquía y Siria. Mesopotamia y Cáucaso septentrional.
	<i>S. s. baeticus</i> Thomas, 1912	S de la Península Ibérica (España y Portugal).
	<i>S. s. coreanus</i> Heude, 1897	Península Coreana.
	<i>S. s. cristatus</i> Wagner, 1839	S del Himaya, C de India y E de Indochina.
	<i>S. s. davidi</i> Groves, 1981	Zonas áridas del E de Irán, Pakistán, NE de India y N de Tajikistán.
<i>Sus scrofa</i>	<i>S. s. leucomystax</i> Temminck, 1842	Principales Islas de Japón.
	<i>S. s. lybicus</i> Gray, 1868	Bulgaria, Grecia, Turquía, Siria, Jordania, Israel, Palestina, Eslovenia, Serbia, Croacia, Bosnia, Herzegovina, Montenegro.
	<i>S. s. majori</i> De Beaux y Festa, 1927	C y S de Italia.
	<i>S. s. meridionalis</i> Forsyth Major, 1882	Córcega y Cerdeña (posiblemente por asilvestramiento).
	<i>S. s. moupinensis</i> Milne-Edwards, 1871	China, S de Vietnam y S de Sichuan.
	<i>S. s. nigripes</i> Blanford, 1875	Flanco de las montañas de Tien Xan y el NW de China.
	<i>S. s. riukiuanus</i> Kuroda, 1924	Okinawa, Iriomote, Ishigaki y S de Japón (posiblemente hibridado con formas domésticas).
	<i>S. s. sibiricus</i> Staffe, 1922	Mongolia, S y E del lago Baikal.
	<i>S. s. taiwanus</i> Swinhoe, 1863	Taiwan.
	<i>S. s. ussuricus</i> Heude, 1888	Desde el E de Rusia hasta Manchuria (China).
	<i>S. s. vittatus</i> Boie, 1828	Península Malaya, Sumatra, Java, Bali y otras islas del área.

Tabla 1.2. Subespecies reconocidas de *Sus scrofa* y sus áreas de distribución (basado en Wilson y Mittermeier 2011).

### 1.3. Descripción general de *Sus scrofa*.

#### 1.3.1. Características biométricas y morfológicas generales.

El jabalí presenta un tamaño medio-grande en relación con los ungulados silvestres que habitan en nuestro territorio (ciervo, gamo, cabra montés, etc.). El peso medio de los adultos en el medio natural oscila entre 60 y 100 kg, si bien su tamaño es variable dependiendo de la latitud y alimento disponible (Briedermann 1970, Groves 1981, Garzón 1991).

Se caracteriza por tener orejas poco desarrolladas, ojos pequeños, ausencia de verrugas faciales, cuerpo robusto, patas cortas, cabeza grande y alargada, cuello corto y morro largo. Todo ello le confiere un aspecto fuerte y compacto. Poseen pelaje abundante con tonos cambiantes rojizos y negros, también grisáceos en la cara y mejillas. El pelaje varía en función de la edad y de la época del año. Así, es posible identificar rayones hasta los 6 meses de edad por sus rayas amarillas horizontales repartidas en dos flancos (5 por flanco más una dorsal) sobre fondo pardo-rojizo, los bermejotes hasta los 14-18 meses de edad, por su tonalidad rojiza y los adultos con tonalidades negras y grisáceas. En invierno el pelaje es más largo y denso que en verano. Sus patas poseen dos pezuñas anteriores sobre las que se apoya de manera continua y dos posteriores más altas (guardas). Las pezuñas principales miden entre 6 y 7 cm (ver Wilson y Mittermeier 2011).

La especie presenta dimorfismo sexual, si bien la diferencia entre machos y hembras, a simple vista, no es siempre fácil. Los colmillos de los machos adultos (pueden llegar a 30 cm en casos excepcionales) y las mamas (entre 4 y 6 pares) en las hembras constituyen las diferencias más conspicuas, siempre que el pelaje, en caso de las hembras, permita su observación. Los machos son generalmente más pesados y voluminosos que las hembras (Rosell y Herrero 2002).

La fórmula dentaria del jabalí también varía con la edad. La dentición decidua (leche) la alcanza entre los tres y tres meses y medio, y consta de 28 dientes. La definitiva consta de 44 piezas y la alcanzan entre los dos y tres años de edad. Consta de once piezas en cada hemimandíbula: tres incisivos, un canino, cuatro premolares y tres molares (Boitani y Mattei 1992, Di Borgo y Dotta 2003) (Figura 1.1). Los caninos inferiores en machos adultos presentan un crecimiento continuado y mantienen una función de defensa (Dardaillon 1984b). Es una dentición adaptada a la trituración de bayas y productos forestales de consistencia dura (Rosell 1998).

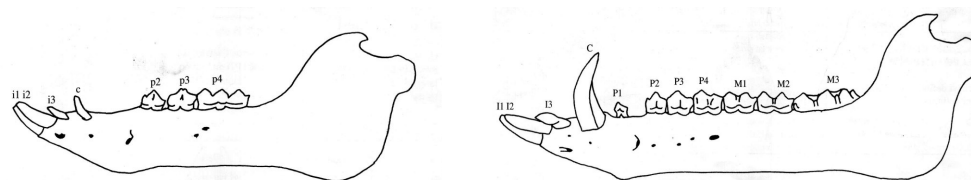


Figura 1.1. Estructura dentaria mandibular de leche y definitiva del jabalí. Extraído de Di Borgo y Dotta (2003).

### 1.3.2. Genética.

El género *Sus* posee  $2N=38$  cromosomas, siendo este el número cromosómico del cerdo doméstico (Gustavsson y col. 1972, Hansen-Melander y col. 1974) y de muchas poblaciones de *Sus scrofa*, *Sus celebensis*, *Sus barbatus* y *Sus salvanius* (Herrero 2002). Análisis citogenéticos realizados sobre *Sus scrofa* han mostrado que existe un polimorfismo cromosómico que varía entre  $2n=36$ , 37 y 38 cromosomas, existiendo una clina en el número cromosómico de este ( $2n=38$ ) a oeste ( $2n=36$ ) (Bosma y col. 1991).

Los cariotipos de 38 cromosomas son prácticamente idénticos a los del cerdo doméstico. El desarrollo de poblaciones polimórficas es trascendente a nivel de individuo dada la posibilidad de explotar ambientes diversos y cambiantes. Existen dos tipos de translocaciones cromosómicas que justifican esta variabilidad: 15/17 hallada en poblaciones europeas (Tikhonov y Troshina 1975, Bosma 1976, Popescu y col. 1980, Jotterand-Bellomo y Baetting 1981) y 16/17 encontrada en poblaciones asiáticas (Tikhonov y Troshina 1975). Estudios citogenéticos realizados en poblaciones naturales han tenido por objetivo hallar híbridos de cerdo doméstico y jabalí, cruce que produce individuos fértiles con  $2n=37$  cromosomas (Popescu y col. 1980), aunque no siempre los caracteres externos permiten detectar la hibridación.

Abaigar (1990), realiza un estudio cromosómico con una muestras de 12 jabalíes procedentes de la provincia de Almería confirmando que la dotación cromosómica diploide presenta un polimorfismo numérico con tres variantes ( $2n=36$ , 37 y 38) como consecuencia de una translocación que afecta a los pares 15 y 17, tal como se había descrito para poblaciones europeas de jabalí.

### 1.3.3. Reproducción.

La biología reproductiva del jabalí ha sido estudiada por numerosos autores existiendo un buen conocimiento de los distintos parámetros reproductores. Por lo general, la madurez sexual se alcanza en torno a los 10 meses en los machos (Mauget y col. 1984) y entre los 8 y 20 meses en las hembras (Andrejewski y Jezierski 1978, Mauget y Boissin 1987, Mauget 1991) todo ello en función de la obtención de unos pesos mínimos que oscilan entre los 30 y 35 kg (Mauget 1972, Mauget 1980, Mauget y Boissin 1987). El celo, depende de la disponibilidad de alimento, comenzando generalmente en el mes de octubre, pudiéndose alargar hasta enero (Matschke 1964, Briedermann 1971, Singer y Ackermann 1981a, Aumaitre y col. 1982, Pepin y col. 1987, Gaillard y col. 1993). La gestación varía entre 112 y 126 días (Mauget 1991) concentrándose los partos entre febrero y abril, aunque puede existir un segundo período de partos en otoño (Mauget 1972, Stubbe y Stubbe 1977, Baetting 1982, Martys 1982, Abaigar 1990). El número medio de fetos por hembra varía entre 1 y 6, dependiendo de varios factores como la disponibilidad de alimento, edad y peso de la hembra (Sáez-Royuela 1987, Garzón 1991, Abaigar 1992a, Herrero 2002, Herrero y col. 2008, Rosell y col. 2012). Las crías pesan al nacer entre 700 y 800 g (ver Henry 1968a, Mauget 1972, Singer y Ackermann 1981a, Martys 1982, Mauget 1982, Vericad 1983, Aumaitre y col. 1984, Mauget y Boissin 1987, Sáez-Royuela 1987, Abaigar 1990, Garzón 1991, Durio y col. 1992, Moretti 1995b, Rosell 1998, Herrero 2002).

Se ha observado una fuerte correlación entre el tamaño de la camada del jabalí en Europa y la latitud: por término medio, este aumenta aproximadamente en 0,15 crías por grado de latitud (Bywater y col. 2010).

#### 1.3.4. Alimentación.

El jabalí es un animal omnívoro capaz de alimentarse en las circunstancias más adversas y específicas según la disponibilidad de alimento. Presenta tendencia a la estenofagia, adaptándose así a la disponibilidad estacional de alimento que proporcionan la amplia variedad de sistemas agrosilvopastorales en que se asienta (Massei y col. 1996, Herrero 2002, Herrero y col. 2004, 2006). Al depender de fuentes alimentarias constantes o no constantes, y en ocasiones diversas, se ve obligado a desplazarse (Singer y Ackermann 1981a). Su dieta es principalmente vegetal, complementándola con otro tipo de alimentación de origen animal que incluye invertebrados, reptiles, anfibios, huevos, pequeños mamíferos, e incluso carroñas (Massei y Genov 2004). La montanera de otoño y principio de invierno es una fuente de alimento estacional típica en los ecosistemas mediterráneos, que al depender del fruto de fagáceas (robles, encinas y castaños), está sometida a ciclos de vecería. En años de escasez busca productos agrícolas o tubérculos, más típico de su alimentación invernal (Jeziński y Myrcha 1975, Genov 1981, Garzón y col. 1984, Dardaillon 1984b, Venero 1984, Abaigar 1990 y 1993, Groot Bruinderink y col. 1994, Valet y col. 1994, Durio y col. 1995b, Sáenz de Buruaga 1995, Fournier-Chambrillon y col. 1996, Baubet y col. 1997). En muchos lugares su alimentación depende de productos agrícolas lo que le convierte en una fuente continua de conflictos (Santos y col. 2004, Herrero y col. 2004, 2006, Li y col. 2013).

En los procesos de búsqueda de este tipo de alimento realiza una intensa actividad removedora objeto de numerosos estudios (Puigdefábregas 1980, Vassant y col. 1987, Gómez y col. 2003, Wilson 2004, Sims 2005). Las hozadas u hozaduras son signos inequívocos de la presencia de jabalí en el medio.

#### 1.3.5. Enfermedades.

Las enfermedades que afectan al jabalí son las mismas que afectan al cerdo doméstico, lo que hace que sean bien conocidas en el ámbito de la producción porcina (Closa-Sebastià 2009), sin embargo, de muchas patologías apenas se conocen casos clínicos en jabalíes ni las repercusiones que pueden causar en poblaciones silvestres. El jabalí actúa como reservorio natural de ciertos patógenos (Acevedo y col. 2007, Ruiz-Fons y col. 2008), teniendo repercusiones tanto para la propia especie como para otras silvestres y domésticas (Closa-Sebastià 2009).

Son muy importantes las siguientes enfermedades de origen vírico: peste porcina clásica y peste porcina africana, enfermedad de Aujeszky, circovirus porcina, parvovirus porcina, gripe o influenza porcina, síndrome respiratorio y reproductivo porcino o la enfermedad vesicular porcina (ver trabajos en la Península Ibérica de Vicente y col. 2002, Ruiz-Fons y col. 2006, 2007 y 2008, Closa-Sebastià 2009, Closa-Sebastià y col. 2011; en otros países de Europa de Nevejans y col. 2005, Vengust y col. 2006, Sedlak y col. 2008, o en América de New y col. 1994, Saliki y col. 1998).

Entre las enfermedades más importantes de origen bacteriano destacan la erisipela o mal rojo, brucelosis, tuberculosis, leptospirosis, salmonelosis y clamidiosis. Entre las micoplasmosis destaca la producida por *Mycoplasma hyopneumoniae*. Otras enfermedades importantes causadas por parásitos, y con carácter zoonótico, son la triquinosis y la toxoplasmosis causada por *Toxoplasma gondii*. (para más detalles consultar publicaciones sobre jabalí en la Península Ibérica de León-Vizcaíno y col. 1981, Vicente y col. 2002, Lavín y col. 2006, Parra y col. 2006, Ruiz-Fons y col. 2006, Naranjo y col. 2008, Closa-Sebastià 2009, Closa-Sebastià y col. 2011).

### 1.3.6. Uso del espacio y ritmos de actividad.

El dominio vital del jabalí es variable. En Francia, usando radiotelemedría, Janeau y Spitz (1984) han estimado un área de campeo que oscila entre 12.000 y 15.000 hectáreas en machos y de 6.000 hectáreas en hembras, si bien esta depende de la época, disponibilidad de alimento, estado reproductivo, refugio o evitación del riesgo (Ford 1983, Tufto y col. 1996, Thurfjell 2011). Otros autores indican otras áreas vitales con valores similares aunque de difícil comparación por las diferentes metodologías empleadas y porque cada población parece presentar sus propios patrones (Boitani y col. 1994, Baubet 1998). Por lo general, los jabalíes son animales bastante sedentarios (Boisauvert y Klein 1984, Spitz y col. 1984), si bien esporádicamente realizan grandes desplazamientos (Andrezejewski y Jezierski 1978, Boisauvert y Klein 1984). La distribución espacial de los jabalíes puede verse afectada por la fragmentación de los bosques (Virgós 2002). Es una especie de hábitos y actividad fundamentalmente crepusculares y nocturnos (Singer y col. 1981b, Janeau y Spitz 1984), si bien parece que está condicionada por las molestias humanas (Briedermann 1971, Stegeman 1978, Mauget 1980). El mayor tiempo de su actividad lo dedican a la alimentación y al desplazamiento (Mauget y Sempere 1978, Mauget 1980, Janeau y Spitz 1984).

### 1.3.7. Organización social.

La organización social del jabalí está basada en la existencia de grupos y machos solitarios. Keuling (2010) define tres categorías principales: los grupos de subadultos, grupos familiares y machos solitarios.

La unidad social más común y amplia son las agrupaciones de hembras acompañadas de jóvenes y crías (grupos familiares). Estas piaras tienen una estructura matriarcal con un complejo entramado de relaciones donde se facilitan el desarrollo de estrategias colectivas e individuales (Teillaud 1986). Estos grupos presentan una hembra dominante y sirven para la cría de rayones, incluso de aquellos que han perdido la madre (Delcroix y col. 1985). Los grupos matriarcales son estables si bien sufren desestructuración durante los períodos de celo cuando los machos solitarios se aproximan a realizar la cubrición de hembras, y expulsan del grupo a los machos jóvenes, y también durante los períodos de partos, cuando las hembras se aíslan para parir. En estos grupos, los parentescos son cercanos si bien la caza puede acelerar la rotación de machos que participan en la cubrición (Poteaux 2009).

La organización social es dinámica con tipos de grupos cambiantes a lo largo del año (Mauget 1972) estando influida por el momento concreto dentro del ciclo biológico, la reproducción y la mortalidad (Dardaillon 1988, Gerard y Campan 1988, Boitani y col. 1994, Fernández-Llario y col. 1996, Rosell y col. 2004). Los grupos varían de tamaño en función de la presencia de crías y juveniles. En Sierra Morena, los grupos presentan su mayor tamaño durante marzo y junio con rangos medios superiores a 4 individuos (Moro 2004).

### 1.3.8. Manejo.

El jabalí es una especie manejada ancestralmente por el hombre. Su gestión es determinada por los intereses y necesidades imperantes en el momento. Desde siempre ha tenido un interesante aprovechamiento cinegético que ha justificado



importantes líneas de trabajo y estudio. En los últimos años, la necesidad de gestión ha estado más ligada al control de sus poblaciones, derivado de los daños producidos sobre los sistemas agrosilvícolas que explota (Herrero 2002, Calenge y *col.* 2004, Herrero y *col.* 2006, Bueno y *col.* 2010, Li y *col.* 2013).

Las estimas de abundancia, necesarias para la planificación cinegética y para el control de poblaciones, o también para la evaluación de tendencias poblacionales, constituyen uno de los pilares básicos para cualquier tipo de gestión. Existen métodos clásicos como el conteo de excrementos, la detección de rastros, la captura y recaptura o la realización de transectos. Todos presentan dificultades de aplicabilidad (Dzieciolowsky 1976, Jeziersk 1977, Spitz 1984, Spitz y *col.* 1984, Baber y Coblentz 1986, Bailey y Putman 1986, Gaillard y *col.* 1987, Caley 1993, Fernández-Llario y Carranza 1996, Garín y Herrero 1997). También se han elaborado diversos índices a partir de la estadística de caza (Boitani y *col.* 1995a) con los que se ha logrado unos excelentes resultados (ver Bouldoire 1984, Tellería y Saéz-Royuela 1985, Vassant y *col.* 1987, Sáez-Royuela 1987, Abaigar 1990, Badía y *col.* 1991, Garzón 1991, Markina 1998, Rosell 1998, Herrero 2002, Acevedo y *col.* 2007, 2009). En áreas boscosas continuas, la eficiencia de la caza (cociente entre animales abatidos y observados) obtenida en batidas y monterías, es un elemento indispensable para obtención de densidades absolutas (Herrero 2002). Recientemente se han empleado cámaras de infrarrojos en transectos nocturnos (Franzetti y *col.* 2012). Thomas y *col.* (2013) utilizan el recuento de hozadas para estimas de población.

La selección de hábitats boscosos y de vegetación densa que realiza esta especie, obliga en gran medida a que una gestión eficaz (tanto cinegética como de control poblacional) se realice mediante fórmulas originalmente cinegéticas como las batidas y monterías (en sus diversas modalidades y utilizando perros de rastreo) y en menor medida se recurra a capturas selectivas como el trampeo.

#### 1.4. Situación actual de conocimiento sobre el jabalí en la Península Ibérica.

En los últimos cincuenta años, la población de jabalí ha experimentado en la Península Ibérica un notable incremento (Tellería y Sáez-Royuela 1985, Sáez-Royuela 1987) estando sometida a distintos ritmos de crecimiento dependiendo de la zona (Rosell y col. 2001). Es el ungulado silvestre con mayor distribución en la Península Ibérica (Rosell y Herrero 2002).

Hasta mediados de la década de los 80 (siglo XX) se producen escasas pero excelentes publicaciones científicas que abordan distintos aspectos relacionados con la reproducción (Vericad 1971), historia natural (Vericad 1983), daños y hozaduras (Puigdefábregas 1980), conducta, gregarismo y organización social (Martínez-Rica 1980, Venero 1983), alimentación (Rodríguez-Berrocal y col. 1982, Garzón y col. 1984, Venero 1984) y estado sanitario (León-Vizcaíno y col. 1976, 1978a, 1978b).

A partir de entonces se intensifican notablemente los trabajos que abordan el estudio de esta especie, apareciendo varias tesis doctorales en el ámbito de la biología y ecología: en Burgos (Sáez-Royuela 1987), Almería (Abaigar 1990), Extremadura (Garzón 1991), Doñana (Fernández-LLario 1996), Álava (Markina 1998), Cataluña (Rosell 1998) y Aragón (Herrero 2002). Aparecen igualmente un número considerable de publicaciones científicas que abarcan la práctica totalidad de los ámbitos de la biología del jabalí en los distintos territorios peninsulares. Son reseñables los trabajos de Sáez-Royuela y Tellería (1988) sobre estimas de abundancia en Burgos. En la Cordillera Cantábrica destacan los trabajos de Sáenz de Buruaga (1995) y Saénz de Buruaga y col. (1987) sobre alimentación y abundancia respectivamente, de Nores y col. (1995) sobre tendencia poblacional y de Nores y col. (2000) sobre estimas de población. En Doñana han sido abundantes los trabajos realizados sobre jabalí, destacando los realizados por Cuartas (1987) sobre la estructura social, los de Braza y Álvarez (1989) sobre uso del espacio, los de Cuartas y Braza (1990) sobre uso del tiempo y actividad y los de Carranza y col. (1994) sobre distintos aspectos básicos de la dinámica poblacional. En Navarra, Leránz y Castián (1989, 1996) estudiaron la situación del jabalí en esta comunidad, Muñoz (1990) estudió la problemática y alimentación del jabalí en Guipúzcoa y Laskurain y col. (1991) la distribución y abundancia en Vizcaya.

En estos últimos años han tomado relevancia nuevos trabajos relacionados con la seguimiento y distribución de poblaciones (Acevedo y col. 2007 y 2009, Vargas y col. 2007, Delibes-Mateos y col. 2009, Acevedo y col. 2011). El conocimiento del jabalí en su vertiente sanitaria y en las implicaciones ecológicas asociadas, bien como elemento reservorio de importantes agentes patógenos o como elemento difusor de ciertas enfermedades, ha tenido un considerable impulso en las últimas décadas. Se han realizado importantes avances en el conocimiento de enfermedades como la tuberculosis bovina o la enfermedad de Aujeszky. También se ha investigado sobre la presencia de otros patógenos (ver en Tato 1999, Gortázar y col. 2002, 2003 y 2005, Vicente y col. 2002, 2004, 2005, 2006 y 2007, Parra 2003, Ruiz-Fons y col. 2006, 2007 y 2008, Naranjo y col. 2008, Muñoz y col. 2010, Navarro-González y col. 2013).

## 1.5. Situación del jabalí en Sierra Nevada.

La presencia reciente del jabalí en los ecosistemas de Sierra Nevada no se remonta más allá de 1975, manifestando densidades elevadas a partir de finales de los años 90 (siglo XX) y principios del siglo XXI (datos propios). Este proceso expansivo coincide con el general observado y referido por numerosos autores para esta especie en el ámbito ibérico (Vericad y Abaigar 1984, Tellería y Sáez-Royuela 1985, Sáez-Royuela 1987, Abaigar 1992b, Grabulosa 1992, Rosell 1995).

Parece constatada la presencia de jabalí en Sierra Nevada durante los siglos XV y XVI. Según información aportada por Abaigar (1990) citando a Mendizábal (1967), en una visita de Münzer a Fiñana, el alcaide de la localidad le invitaba *“si se quedaba un par de días, a dar una batida de jabalíes, en las estribaciones de Sierra Nevada, donde eran muy abundantes, mostrándole en prueba de ello los entrepaños de las ventanas adornados con sus pieles”*. En esta cita histórica se recogen datos relativos a plantas y animales que el médico alemán Jerónimo Münzer encontró en la provincia de Almería, en un periplo por la Península Ibérica durante los años 1494 y 1495.

Fernández-Navarrete (1732), en su obra “Cielo y suelo granadino” manifiesta que *“jabalí y oso eran frecuentes en las sierras granadinas, como se ve en el libro que se escribió sobre caza y montes de orden del rey D. Alfonso X en el año 1350, donde se ve que se criaban ambos en los montes de Cambil, Lopera, Huelma, Villanueva, Vérchules y Texeda. Hoy se ve raro jabalí, oso ninguno”*. Chapman y Buck (1893) confirman esto en “España agreste: la caza”, indicando que *“durante la Edad Media se olvidó la caza del jabalí (al cultivarse intensamente la cetrería), hasta el punto de que, hacia mediados del siglo XV se convirtieron en auténtica plaga, que devastaba las cosechas e invadía los alrededores, incluso de las grandes ciudades”*.

A principio del siglo XIX no puede confirmarse la presencia de jabalí en Sierra Nevada; De Rojas (1804-1809) en su obra “Viaje a Andalucía, historia natural del Reino de Granada” describe la presencia de jabalí en algunos lugares relativamente cercanos a Sierra Nevada como el nacimiento del río Castril, pero no en la propia Sierra Nevada, de la que efectúa una minuciosa descripción. Esto indica que, con elevada probabilidad, el jabalí ya había desaparecido de la zona. Madoz (1856) en su Diccionario geográfico-histórico-estadístico de España, tampoco refleja la existencia de jabalíes en Sierra Nevada.

Sánchez-García (1885), en su catálogo de mamíferos y aves de la provincia de Granada no menciona la existencia de jabalí. Esta obra es un referente para el conocimiento de la fauna granadina durante el siglo XIX.

Chapman y Buck (1910), en su obra “La España inexplorada” relatan su recorrido por Sierra Nevada a principios del Siglo XX indicando que *“la cadena principal de Sierra Nevada constituye uno de los baluartes de la Cabra Hispánica, y curiosamente, el íbice es el único ejemplar de caza mayor que ostentan estas montañas. Sierra Nevada no alberga, ni cérvidos de ningún tipo, ni jabalíes”*

Unos años después, el Conde de Yebes (1942) en su obra “Veinte años de caza mayor”, detalla expresamente *“que en las sierras mediterráneas, desde Sierra Nevada a Gibraltar, únicamente existen cabra montés y corzo, no jabalí”*.

Se ha constatado que la presencia reciente de jabalí en Sierra Nevada se produjo a raíz de reintroducciones realizadas por cazadores en la próxima Sierra de Baza que rápidamente colonizaron Sierra Nevada. Abaigar (1990) cita la presencia de jabalí en

la próxima Sierra de Baza en 1969 (paraje La Dehesa), y de ahí la ocupación de Sierra Nevada entre 1977 y 1979.

A partir de comunicaciones personales hemos conocido que, con fines cinegéticos, fueron criados jabalíes en una finca próxima a Sierra Nevada (Sierra de Huétor) en la década de los años 60. Por su aspecto y procedencia se sabía que estos animales estaban hibridados. Desde esta finca fueron trasladados y liberados en la Sierra de Baza, refrendándose así la cita de Abaigar 1990, sobre la reintroducción de esta especie en la Sierra de Baza.

A partir de entonces la expansión fue rápida por Sierra Nevada aprovechando la enorme área forestal creada tras las repoblaciones de coníferas realizadas entre 1950 y 1980. Paralelamente robledales y encinares del piso supramediterráneo se iban recuperando de las intensas cortas leñeras sufridas unos años antes (décadas de los 40 y 50 del siglo XX). La media y baja montaña de Sierra Nevada pasaba a tener una cubierta forestal continua (Figura 1.2). Este conjunto proporcionaba refugio y alimento seguro en las distintas estaciones del año, facilitando una expansión y un aumento poblacional de enorme magnitud. Al mismo tiempo, el despoblamiento humano de Sierra Nevada pasaba a ser uno de los más agudos de Andalucía. La conjunción de factores ha hecho que en poco más de 30 años el jabalí haya pasado de ser una especie inexistente a constituirse en una auténtica plaga, generando conflictos, no solo con los intereses humanos, sino con la propia conservación de los paisajes y ecosistemas de Sierra Nevada.

Tellería y Sáez-Royuela (1985) y Sáez-Royuela (1987), cifran en un 200% el incremento poblacional de esta especie en la Península Ibérica en un período de apenas 20 años (a partir de 1973), comenzando a través de un eje que cruza la península de suroeste a noreste. En el caso que nos ocupa, y según estos autores, la expansión partió de Sierra Morena hacia zonas menos saturadas y marginales del sureste peninsular.

La actividad cinegética sobre el jabalí apenas cuenta con tradición en la zona. Las primeras batidas de jabalí tuvieron lugar en la temporada 1981-1982 en montes de Jérez del Marquesado, en la vertiente norte de Sierra Nevada (datos propios). La caza como elemento controlador de sus poblaciones ha ido adquiriendo cierta importancia a partir de los últimos 10 años, fundamentalmente tras la puesta en marcha de batidas de control en el parque nacional.

En el actual marco natural de Sierra Nevada, constituido por amplios territorios con pinares de repoblación, robledales y encinares cada vez más maduros y productivos, áreas de cultivo y amplios espacios pastorales de montaña, el jabalí encuentra un hábitat favorable. Si a estas circunstancias se añaden la escasa presencia humana y una actividad cinegética poco desarrollada, incluso prohibida en el parque nacional, se dibuja una situación muy favorable para esta especie. Esto es lo que ha favorecido una intensa y rápida colonización del sistema montañoso. Las circunstancias actuales continúan siendo estas, por lo que el único elemento regulador de la población es la caza a falta de predadores naturales. La escasez de alimento o las enfermedades son elementos reguladores a tener en cuenta. En el parque nacional no está permitida la caza con carácter deportivo, por lo que la administración ha instrumentado el sistema de batidas de gestión con participación local como único elemento de manejo poblacional posible sobre la especie, habida cuenta de la sensibilidad de los elementos florísticos y faunísticos sobre los que el jabalí puede incidir negativamente.



Figura 1.2. Cambios de cobertura vegetal tras las repoblaciones de coníferas en Trevenque (vertiente occidental, fotografías superiores) y La Calahorra (vertiente norte-Marquesado del Zenete, fotografías inferiores). Fotografías comparativas años 1956-2009.

## 1.6. Necesidad de estudio y gestión.

Si notable es la importancia de esta especie en la cuenca mediterránea, en Sierra Nevada se rodea de unas circunstancias, no diferentes, pero sí específicas al interaccionar con factores derivados de la singularidad ambiental, biológica y cultural del macizo montañoso. Como especie abundante que es, representa un elemento cuantitativamente reseñable en los procesos tróficos locales y en su papel como reservorio de ciertas enfermedades. Por otro lado, la especificidad de la flora y de las formaciones vegetales nevadenses, convierten al jabalí en un elemento a tener en cuenta, tanto en su vertiente consumidora de biomasa vegetal como en la remoción de suelo en pastizales montanos.

La gestión de la población jabalí se convirtió en objeto de una honda preocupación por los gestores del Parque Nacional de Sierra Nevada. La creación del Parque Nacional de Sierra Nevada, en el año 1999, supuso la restricción cinegética en 86.200 hectáreas del macizo montañoso. Si bien el parque nacional afecta a una importante área de altas cumbres no utilizada habitualmente por esta especie, sí ha limitado su caza efectiva en más de 26.500 hectáreas, que por su componente forestal, tienen un singular atractivo para esta especie. Los daños en pastizales y en cultivos comenzaron a reclamarse a la administración, estando obligada a asumir la responsabilidad patrimonial y a resarcir económicamente a los perjudicados por los daños causados. También se han constatado algunos daños sobre poblaciones de flora endémica, y en concreto sobre dos poblaciones relicticas de *Laserpitium longiradium* y *Narcissus nevadensis* (Informe inédito. Parque Nacional Sierra Nevada).

Este problema se afrontó mediante la puesta en marcha en 2001 del Plan de Gestión de Jabalí en el Parque Nacional de Sierra Nevada, instrumento de gestión concebido principalmente para control de la población con el objeto de evitar daños ambientales y económicos. El Plan de Gestión del Jabalí es una herramienta técnico-económica de gestión que ha permitido instaurar medidas de control aceptadas socialmente (batidas con participación local), realizar un seguimiento poblacional sistemático e inferir resultados muy importantes, tanto desde el ámbito de la gestión como desde el científico y de la conservación.

Con los datos y muestras obtenidos en los controles poblacionales de jabalí programados dentro del Plan de Gestión entre las temporadas cinegéticas 2002/2003 y 2009/2010 (8 temporadas) se ha abordado una buena parte del contenido de esta tesis. Toda la información básica forma parte de los informes y bases de datos del Espacio Natural Sierra Nevada, habiendo permitido profundizar en aspectos relevantes, novedosos y necesarios dentro del marco de gestión de este espacio protegido. La literatura científica que se ha ido produciendo en estos últimos años, la problemática derivada de su abundancia y la dificultad de compaginar control y conservación en un parque nacional, configuran una experiencia de gestión acumulada en este período que se ha revelado como una oportunidad para la realización del presente estudio.

El interés del trabajo estriba en la aproximación realizada sobre diversos aspectos sustanciales de la ecología del jabalí en un ambiente montañoso mediterráneo, incluyendo estudios de ámbito ecopatológico y, abriendo las puertas a una nueva gestión adaptativa basada en una interacción continua y fluida entre el conocimiento científico y la gestión.

### **1.7. Líneas de trabajo.**

El estudio se plantea con dos líneas de trabajo principales:

La primera se sitúa dentro del ámbito de la biología poblacional y se centra en el análisis de diferentes aspectos biológicos, ecológicos y de manejo que caracterizan la población: distribución geográfica, patrones morfológicos y de crecimiento corporal, parámetros reproductivos, estructura poblacional, demografía, uso del espacio y del tiempo, tamaño poblacional e incidencia de la gestión.

Todo ello se orienta a obtener un conocimiento profundo de la población con el fin de establecer estrategias y criterios de manejo coherentes.

En segundo lugar se analiza el estado sanitario de la población, investigando diferentes agentes infecciosos que dejan rastro inmunológico en los jabalíes. Así, y desde una visión ecológico-sanitaria, se aborda un estudio epidemiológico, identificando y cuantificando un conjunto de agentes infecciosos relevantes, su problemática, riesgo de contagio, tendencias y focos de infección. Esta línea se orienta a establecer un sistema de vigilancia sanitaria en el Parque Nacional de Sierra Nevada que permita detectar cambios en los patrones epidemiológicos de ciertas enfermedades en el escenario actual de cambio global.

### **1.8. Objetivos.**

Se han propuesto los siguientes objetivos:

- 1.- Conocer los principales parámetros biológicos y ecológicos de la población de jabalí del Parque Nacional de Sierra Nevada que permitan caracterizarla morfológica, reproductiva y demográficamente.
- 2.- Adoptar una metodología de estima de abundancia que resulte útil, económica y práctica, al tiempo que facilite una gestión eficaz y un seguimiento de las poblaciones de jabalí del parque nacional.
- 3.- Conocer la situación de un conjunto de agentes infecciosos presentes en la población de jabalíes, definiendo el papel de la misma como reservorio de diversas enfermedades emergentes.
- 4.- Caracterizar epidemiológicamente el territorio del Parque Nacional de Sierra Nevada y realizar una evaluación de los riesgos de transmisión intra e interespecífica del conjunto de agentes infecciosos considerados, estableciendo además las directrices de un programa de vigilancia epidemiológica.
- 5.- Por último, se pretende sintetizar y materializar los resultados de la investigación, proponiendo conclusiones útiles en la revisión del Plan de Gestión del Jabalí en el Parque Nacional de Sierra Nevada.







## ÁREA DE ESTUDIO

CAPÍTULO 2  
*Caracterización general de Sierra Nevada*

---



## ÍNDICE DEL CAPÍTULO

### CAPÍTULO 2. ÁREA DE ESTUDIO.

#### *Caracterización general de Sierra Nevada.*

2.1.	Situación geográfica .....	31
2.2.	Régimen jurídico y administrativo .....	32
2.3.	Características físicas .....	34
2.3.1.	Geomorfología y relieve .....	34
2.3.2.	Hidrología .....	35
2.4.	Climatología .....	36
2.4.1.	Clima de montaña de Sierra Nevada .....	36
2.4.2.	Temperaturas .....	38
2.4.3.	Régimen pluviométrico .....	38
2.5.	La biodiversidad de Sierra Nevada .....	38
2.6.	Flora y formaciones vegetales .....	39
2.7.	Fauna .....	42
2.8.	Usos del territorio y sistema de asentamientos humanos .....	44
2.9.	El área de distribución de Jabalí en Sierra Nevada .....	45
2.9.1.	Material y métodos .....	45
2.9.2.	Resultados .....	46
2.9.3.	Conclusiones .....	51



## 2. ÁREA DE ESTUDIO.

### 2.1. Situación geográfica.

Sierra Nevada constituye un robusto macizo montañoso situado en el SE de la Península Ibérica, entre 37° 14' y 36° 54' latitud norte, y entre 2° 37' y 3° 39' longitud oeste, dentro de las sierras Béticas, en la llamada cordillera Penibética, próxima al mar Mediterráneo. Tiene una identidad topográfica exclusiva constituyendo un volumen preeminente sobre llanuras y sierras circundantes. Sus características climáticas, morfogenéticas y edáficas están condicionadas por su latitud, altitud, pendientes, orientaciones y la propia extensión del macizo. Con más de 300.000 hectáreas, dispone su mayor longitud en el eje E-W, con 94 km en sus puntos extremos. Su anchura, orientada en dirección N-S, es variable, superando los 39 km en algunos puntos (Figura 2.1).

En Sierra Nevada aparecen las mayores cotas peninsulares, Mulhacén (3.482 m.s.n.m.), Veleta (3.392 m.s.n.m.), Alcazaba (3.366 m.s.n.m.), siendo después de la cordillera Alpina, el sistema montañoso con mayores alturas de Europa. Todo esto hace que esa montaña constituya un centro de diversidad biológica de primer orden a nivel europeo, e incluso mundial.

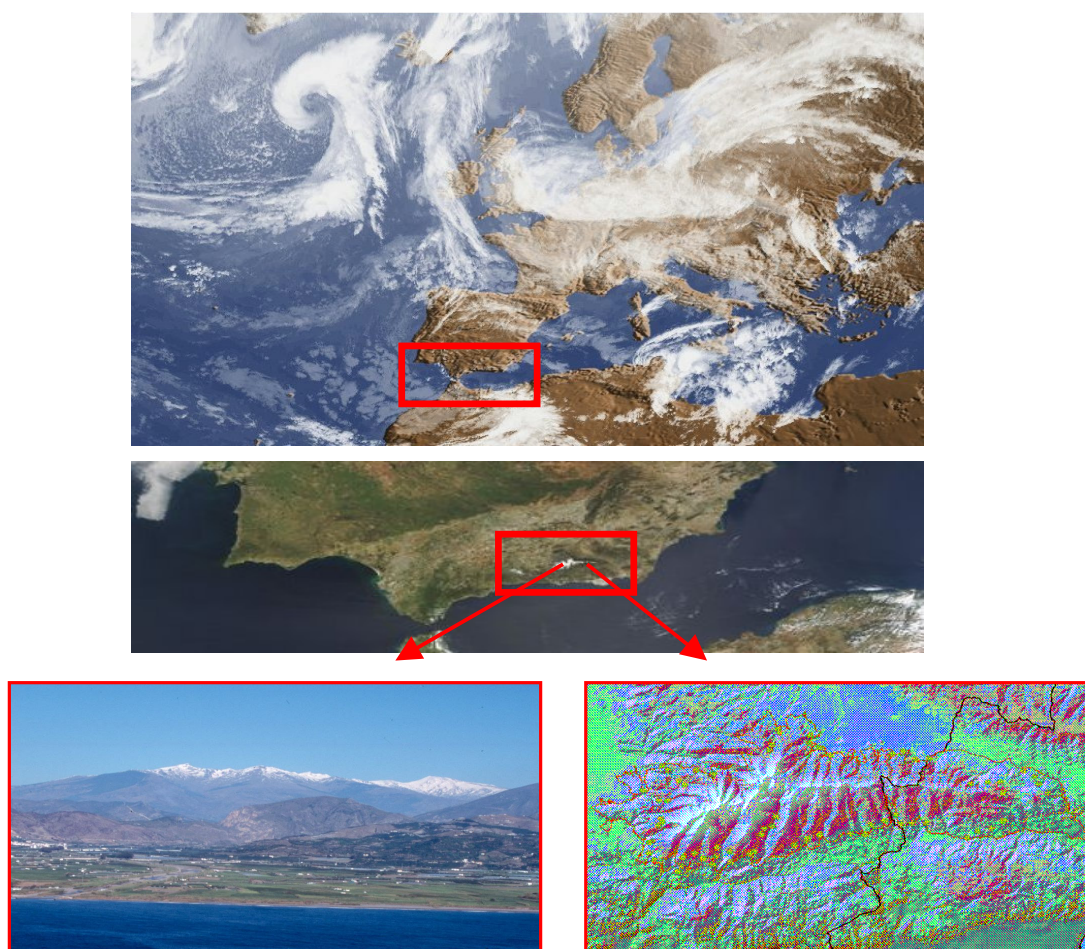


Figura 2.1. Situación geográfica de Sierra Nevada.

## 2.2. Régimen jurídico y administrativo.

En el año 1966 se declaró la Reserva Nacional de Caza de Sierra Nevada (Ley 37/1966 de creación de Reservas Nacionales de Caza) sobre los terrenos más elevados del macizo de Sierra Nevada, dentro de la provincia de Granada (términos de Monachil, Cáñar, Soportújar, Pitres, Güéjar-Sierra, Trevélez, Capileira, Bubión, Pampaneira, Lanjarón y Dúrcal) con 350 km<sup>2</sup> de superficie. Su objetivo era mejorar la abundancia de las especies cinegéticas del lugar, en especial de cabra montés. En 1986 Sierra Nevada es declarada Reserva de la Biosfera dentro del programa MaB de la Unesco y en 1989 (Ley 2/1989 por la que se aprueba el inventario de los espacios naturales de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección) se crea el Parque Natural de Sierra Nevada, coincidiendo con los terrenos declarados Reserva de Biosfera, abarcando una superficie de 1.719 km<sup>2</sup>. Posteriormente, en 1999, se declara el Parque Nacional de Sierra Nevada sobre el núcleo central de la sierra (Ley 3/1999 por la que se crea el Parque Nacional de Sierra Nevada), afectando a los terrenos de mayor cota, con una superficie de 862 km<sup>2</sup>. El parque natural, con una superficie de 857 km<sup>2</sup> pasa entonces a constituir el área periférica del parque nacional. En 2007 se declara el Espacio Natural Sierra Nevada (Decreto 24/2007) como ámbito geográfico unitario de gestión del parque nacional y parque natural. Por último, mediante el Decreto 238/2011 se establece la ordenación y gestión de Sierra Nevada, aprobándose el Plan de Ordenación de Recursos Naturales de Sierra Nevada y los Planes Rectores de Uso y Gestión del Parque Natural y Parque Nacional de Sierra Nevada.

La diversidad de aves presentes en Sierra Nevada ha posibilitado la declaración, en 2002 de este espacio como Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA), en aplicación de la Directiva 79/409/CEE, de 2 de abril, relativa a la conservación de las aves silvestres. Debido a la riqueza ecológica, en cuanto a especies y hábitats naturales de interés comunitario, el Parque Nacional y el Parque Natural de Sierra Nevada se encuentran incluidos en la lista de Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) de la Región Biogeográfica Mediterránea, aprobada por Decisión de la Comisión Europea de 19 de julio de 2006, de conformidad con la Directiva 92/43/CEE, de 21 de mayo de 1992, (LIC Sierra Nevada, código ES6140004). En aplicación de la citada Directiva, serán considerados Zona de Especial Conservación (ZEC) y por ser estos espacios, además, una ZEPA, forman parte de la red Natura 2000, red que se configura para toda la Unión Europea.

Según el padrón municipal de habitantes de enero de 2006, la población total de los municipios de Sierra Nevada ascendía a 92.433 habitantes, repartida en 60 municipios distribuidos entre las provincias de Granada y Almería (Figura 2.2). Treinta y siete son los términos municipales de la provincia de Granada: Aldeire, Alpujarra de la Sierra, Bérchules, Bubión, Busquístar, Cádiar, Cáñar, Capileira, Carataunas, Cástaras, Cogollos de Guadix, Dílar, Dólar, Dúrcal, Ferreira, Gójar, Güéjar Sierra, Huéneja, Jérez del Marquesado, Juviles, La Calahorra, La Taha, La Zubia, Lanjarón, Lanteira, Lecrín, Lugros, Monachil, Nevada, Nigüelas, Órgiva, Padul, Pampaneira, Pórtugos, Soportújar, Trevélez y Válor. Los municipios almerienses ascienden a veintitrés, y son: Abla, Abucena, Alboloduy, Alhabia, Almócita, Alsodux, Bayárcal, Beires, Bentarique, Canjáyar, Fiñana, Fondón, Íllar, Instinción, Laujar de Andarax, Nacimiento, Ohanes, Padules, Paterna del Río, Rágol, Santa Cruz de Marchena, Terque, Las Tres Villas.

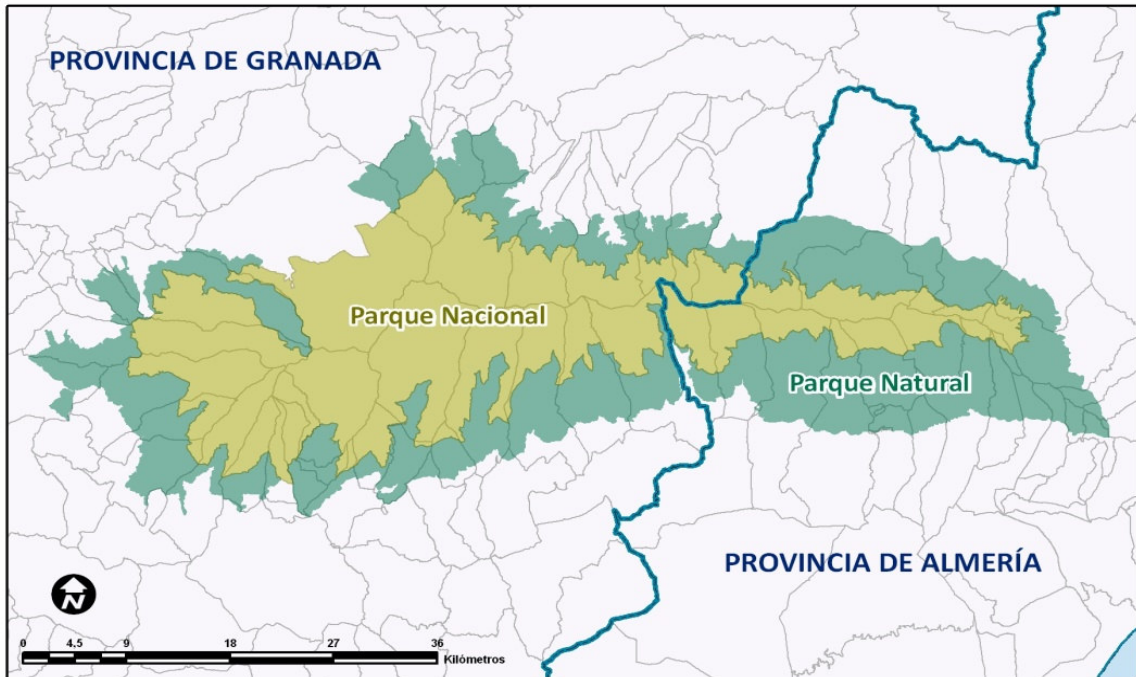


Figura 2.2. Régimen jurídico y estructura administrativa de Sierra Nevada: Límites provinciales y términos municipales. En distintos tonos de verde aparecen los terrenos de Parque Natural y Parque Nacional de Sierra Nevada.

## 2.3. Características físicas.

### 2.3.1. Geomorfología y relieve.

El macizo de Sierra Nevada se ubica en el sector oriental de la Cordillera Bética y constituye, desde el punto de vista geológico, el área andaluza más representativa de las formaciones geológicas correspondientes a sus zonas internas, en especial a dos de sus grandes complejos: Nevado-Filábride, actualmente subdividido en los complejos del Veleta y del Mulhacén por una parte, y Alpujárride por otra. Estos complejos están constituidos principalmente por micaesquistos grafitosos (rocas oscuras con aspecto pizarroso y un característico “lajado”), junto a los que aparecen comúnmente cuarcitas y en menor proporción, rocas de color verde, serpentinitas, eclogitas y anfibolitas, así como mármoles y ortogneises (Delgado 2001).

La fisiografía de Sierra Nevada refleja, a grandes rasgos, su estructura geológica. Las formaciones rocosas que la componen se disponen en bandas más o menos concéntricas desde la zona central hacia la periferia, configurando nítidamente diferentes paisajes geológicos.

El pasado geológico y climático de Sierra Nevada ha condicionado su actual geomorfología y relieve. La estructura básica de Sierra Nevada es una sucesión de mantos de corrimiento de origen alpino construidos en rocas cristalinas paleozoicas y materiales triásicos (Gómez y col. 2010). Los procesos de modelado actual continúan siendo muy activos y son provocados fundamentalmente por los cambios de temperatura, la erosión lineal y por el viento. Entre ellos hay que destacar:

- El modelado glaciar ocurrido en fases climáticas frías del cuaternario y del que hoy en día destacan los valles en forma de U, como el del río Veleta, circos glaciares como el de Río Seco, morrenas como la de la laguna del Caballo y lagunas glaciares como la de Aguas Verdes. Son realmente paisajes fósiles.
- Otro elemento de su geomorfología singular son los arenales constituidos por dolomías del complejo Alpujárride, arrasadas y trituradas por efecto de su historia geológica, y que tienen representaciones espectaculares en el Trevenque y Alayos de Dílar, en la fachada noroccidental del macizo montañoso. En este paisaje aparecen los relieves ruiformes (relieves dolomíticos karstizados) con erosión diferencial en los lugares donde las dolomías son atravesadas por fallas.
- En las cuencas intramontañosas que rodean Sierra Nevada el rasgo geomorfológico más llamativo son los “badlands”, formados por acción de la arroyada sobre sedimentos detríticos incoherentes (limos principalmente). Aparecen así paisajes aristados con gargantas profundas desprovistas de vegetación.

El relieve en la mayor parte de los terrenos *nevádides* (terrenos del parque nacional) puede definirse como abombado o alomado con sucesión de barrancos rectilíneos entre grandes lomas de perfiles convexos. Los barrancos tienen modelado fluvial en partes medias y bajas y glaciar en las más altas. La cara norte del macizo es más abrupta que la sur (Alpujarra).



### 2.3.2. Hidrología.

Tanto la hidrología superficial como la subterránea de Sierra Nevada están condicionadas por la innivación y el deshielo, siendo los materiales aflorantes los que determinan la prevalencia de cada una de ellas.

La orientación este-oeste del macizo montañoso condiciona el reparto de aguas superficiales en dos vertientes hidrográficas. La cara norte de Sierra Nevada drena al la cuenca del Guadalquivir (océano Atlántico) a través de las cuencas de los ríos Genil, Fardes y Guadiana Menor. La vertiente sur, más extensa, drena al mar Mediterráneo a través de tres grandes cuencas, la del Guadalfeo, Adra y Andarax (Castillo, 2001).

Son abundantes los cursos fluviales que nacen en Sierra Nevada. Como cabecera de varias cuencas hidrográficas, la importancia de los recursos hídricos del macizo de Sierra Nevada se hace notable en la función que desempeñan como fuente de alimentación y recarga de zonas más bajas. Así, en las altas cumbres de Sierra Nevada tienen su origen cauces tan importantes como el Guadalfeo y sus tributarios (ríos Dúrcal, Torrente, Lanjarón, Chico, Poqueira, Trevélez y Cádiar), el Adra y sus afluentes (Mecina, Válor, Nechite, Laroles y Bayárcal) y el Andarax (con el Laujar y Nacimiento), en su vertiente meridional. En la vertiente norte del macizo, hacia el Guadalquivir, nacen el río Genil (y sus tributarios Dílar, Monachil y Aguas Blancas) y el río Fardes, entre otros de menor importancia.

Este carácter original de las aguas del macizo les confiere una excelente calidad, tanto las superficiales, procedentes de deshielos y precipitación directa, como las subterráneas, en ocasiones termales y mineralizadas (Lanjarón).

## **2.4. Bioclimatología.**

### **2.4.1. Clima de montaña de Sierra Nevada.**

Sierra Nevada se sitúa en una región de clima mediterráneo, si bien su condición montañosa le confiere características propias de un clima continental frío. También existe una enorme variabilidad impuesta por la alineación este-oeste del macizo y la disposición transversal de muchos de sus valles, donde son manifiestas las diferencias climáticas.

Biogeográficamente la zona se sitúa dentro del Reino Holártico, Región Mediterránea, dentro de la Provincia Bética y Sector Nevadense, Subsector Nevadense. En Sierra Nevada aparecen 5 de los 6 termotipos definidos para la Región Mediterránea, desde el termomediterráneo en las zonas más bajas y secas de la fachada oriental, hasta el crioromediterráneo en las zonas más elevadas (Figura 2.3).

En cuanto a la distribución de la precipitación media anual, la mayor parte de Sierra Nevada se corresponde con ombrotipos secos y subhúmedos, aunque aparecen excepciones, tanto por su extrema sequía (ombrotipos semiáridos en áreas orientales), e incluso lugares elevados con precipitación media superior a 1.000 mm/año, que corresponden con ombrotipos húmedos.

El piso termomediterráneo corresponde a zonas bajas con influencia del mar (vertiente sur) y se caracteriza por la ausencia total de heladas. Por encima, el piso mesomediterráneo se identifica con la baja montaña y se caracteriza por la existencia de heladas invernales y sequías estivales. A continuación aparece el piso supramediterráneo, identificado con la media montaña. Aparecen en este piso heladas frecuentes en invierno, siendo los veranos suaves en cuanto a las temperaturas y bastante secos. El piso oromediterráneo corresponde con la alta montaña y marca el límite del arbolado. Aquí los veranos presentan temperaturas muy suaves y los inviernos son muy fríos, apareciendo con manto nival en su mayor parte. El piso crioromediterráneo corresponde con las altas cumbres. Este piso mantiene cobertura de nieve entre 6 y 8 meses al año.

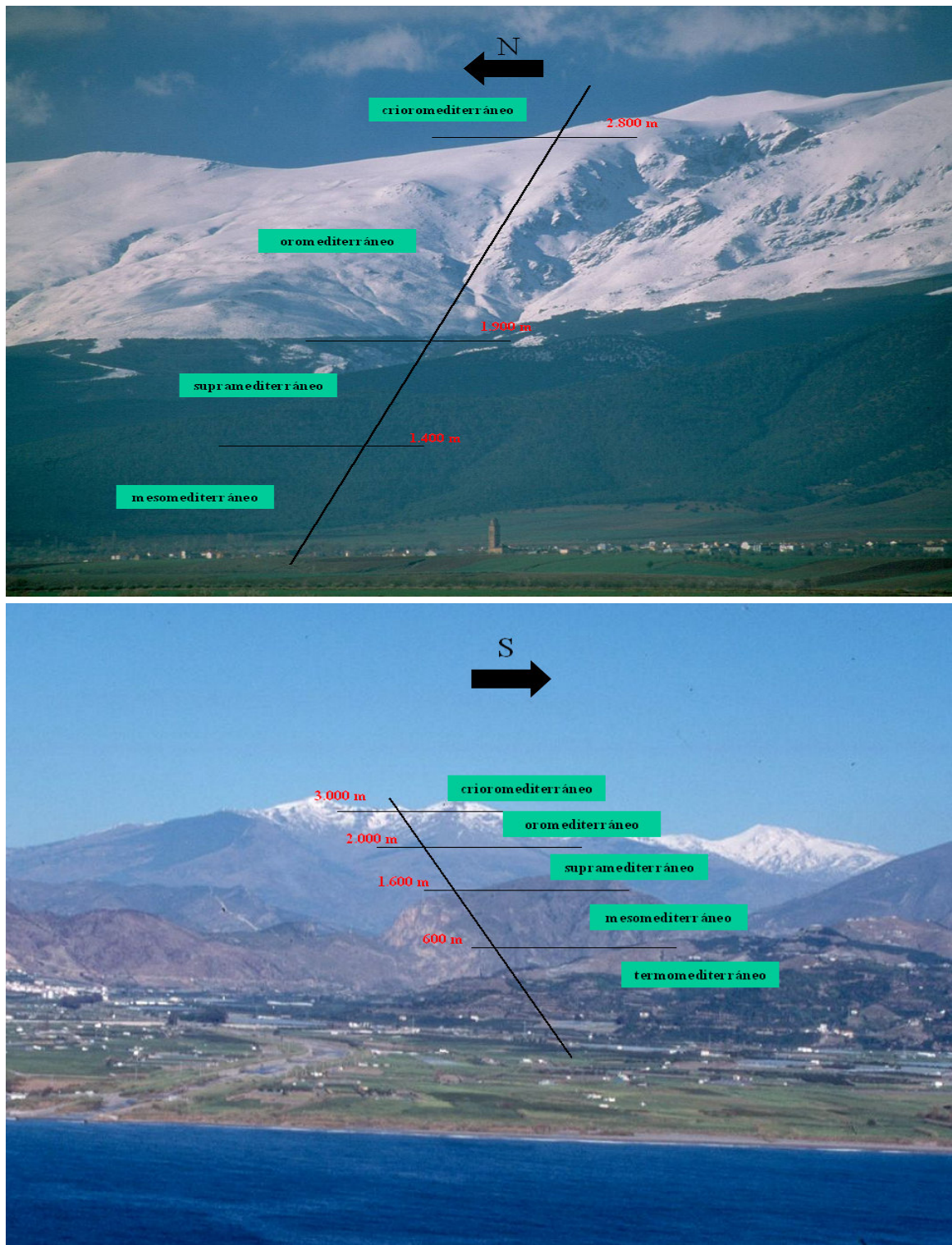


Figura 2.3. Termotipos presentes en Sierra Nevada según alturas y orientación.

#### **2.4.2. Temperaturas.**

El régimen termométrico de Sierra Nevada no es fácil de caracterizar. El componente altitudinal y la orientación condicionan decisivamente una enorme variabilidad termométrica. El régimen termométrico se estima a partir de estaciones situadas en cotas relativamente bajas, oscilando la temperatura media anual entre 5 y 10 °C, siendo febrero el mes más frío y julio el más caluroso. Las medias de las máximas varían entre 16 °C y 20 °C, mientras que la media de las mínimas no supera los -10 °C.

#### **2.4.3. Régimen pluviométrico.**

Sintetizar el régimen de lluvias de Sierra Nevada resulta también difícil. En muchos puntos por encima de 2.000 metros, la mayor parte de la precipitación (más del 75%) se produce en forma de nieve. La mediterraneidad acusada de muchos lugares de la montaña condiciona una distribución cambiante en ciclos difíciles de caracterizar. Con esta premisa, Castillo (1985) confeccionó un mapa de isoyetas a partir de datos de 44 pluviómetros y más de 20 años de registros. De este análisis se concluyó que precipitaciones medias de más de 1.000 mm/año se registran en las zonas elevadas de los valles más occidentales del macizo, expuestos a los frentes atlánticos. Las precipitaciones más bajas, por debajo de los 450 mm/año se producen en cotas aproximadas de 1.000 metros, en el sector más oriental de la montaña.

En cuanto a la distribución intraanual, los meses de diciembre y marzo son los de mayor pluviometría, seguidos por noviembre, febrero y enero. Julio es el mes más seco.

### **2.5. La biodiversidad de Sierra Nevada.**

El origen de la biodiversidad nevadense es complejo, estando determinada por la entrada de elementos biológicos de diversa procedencia. Aparecen elementos de origen alpino que penetraron en las fases climáticas frías del Cuaternario; elementos de origen asiático, como el género *Capra*, que accedieron durante el Plioceno y Pleistoceno y otras de origen africano, que accedieron por el arco Bético-Rifeño existente desde finales del Mioceno al Plioceno Superior. Esta excepcionalidad, que en todos los órdenes representa esta montaña mediterránea, es determinante en la presencia de ecosistemas singulares y relícticos, así como en la especificidad y elevado número de endemismos presentes. De manera cuantitativa, se han detectado dentro de Sierra Nevada 26 hábitats que engloban a 69 comunidades vegetales que están protegidas por la Directiva Hábitats (Directiva 92/43/CEE, Anexo I), de los cuales 24 se incluyen como hábitats de interés general y 3 pertenecen a la categoría de hábitats prioritarios.

## 2.6. Flora y formaciones vegetales.

El macizo de Sierra Nevada representa, para la flora y vegetación, uno de los territorios con mayor importancia en el Mediterráneo occidental por la presencia de más de 2.100 taxones de flora vascular catalogados que se asocian en las 154 comunidades vegetales inventariadas hasta el momento. Se han catalogado 14 pteridófitos (helechos), 14 gimnospermas y 2.038 angiospermas (1.718 dicotiledóneas y 320 monocotiledóneas). Esta amplia diversidad vegetal tiene su base ecológica en la gran variedad de condiciones ambientales (Blanca 2001).

Durante el desarrollo histórico del macizo montañoso se han sucedido períodos caracterizados por condiciones ambientales muy distintas. La singularidad de la composición vegetal actual se debe a la alternancia de períodos fríos (glaciaciones) con períodos cálidos. Durante las glaciaciones, Sierra Nevada se enriqueció con taxones boeroalpinos y sirvió de refugio para otros que retrocedían hacia latitudes más cálidas. Durante los períodos cálidos, los taxones boreoalpinos encontraban su óptimo solo en las cotas más elevadas. Las características propias del clima mediterráneo, las altas cumbres, las relaciones entre las especies y el paso del tiempo han provocado que en Sierra Nevada se encuentren los límites de distribución más meridionales de algunos taxones.

La alternancia de condiciones y el carácter relictivo en nuestras latitudes de algunos ambientes dejan en situación de gran vulnerabilidad a un importante grupo de especies, situación que se ve agravada por la presión del hombre sobre el hábitat. Fruto de los importantes progresos realizados en el conocimiento de la flora y vegetación del macizo, así como de la actualización de criterios para la asignación de las categorías de amenaza a las distintas especies, se ha obtenido un listado con los elementos protegidos por las distintas legislaciones vigentes y una categoría de amenaza en el contexto de Sierra Nevada, siguiendo los nuevos criterios formulados por la UICN. De ello se deduce que en el macizo nevadense conviven 150 especies vegetales amenazadas.

En Sierra Nevada se presentan 154 tipos de comunidades vegetales, de las cuales 17 son de bosque, 36 de matorral, 61 de pastizales y herbazales, 16 de vegetación nitrófila y subnitrófila, 19 de formaciones rupícolas y 5 de carácter acuático (sumergidas). Este importante elenco de comunidades se interrelaciona y estructura en 16 series de vegetación, de las cuales 11 son de carácter climatófilo, 5 son geoserias edafohigrófilas y una de tipo edafoxerófilo.

Un considerable peso de la flora de Sierra Nevada radica en el elevado número de endemismos exclusivos nevadenses que asciende a más de 80 plantas vasculares, presentes principalmente en las altas cumbres (por encima de 2.800 m.s.n.m.) y específicamente sobre cascadales, tajos y roquedos y que llegaron a Sierra Nevada con las glaciaciones del Cuaternario como *Hormathophylla purpurea*, *Artemisia granatensis*, *Festuca clementei*, *Narcissus nevadensis*, *Centaurea pulvinata*, *Ranunculus acetosellifolius*, *Saxifraga nevadensis*, *Plantago nivalis* o *Pinguicula nevadensis*, típicas de borreguiles de alta montaña. El otro escenario exclusivo de los endemismos nevadenses son los arenales dolomíticos del Trevenque, medios xéricos y térmicos que albergan paleoendemismos como *Lavatera oblongifolia*, *Andryala agardhii*, *Rothmaleria granatensis*, *Santonina elegans* y *Scabiosa pulsatilloides* subsp. *pulsatilloides*.

Los piornales y enebrales se localizan entre los 1.900 y 2.800 m.s.n.m. en donde aparecen enebros (*Juniperus communis* subsp. *nana*, subsp. *hemisphaerica*), sabinas (*Juniperus sabinus*) y piornos (*Genista versicolor* y *Cytisus galianoi*). En los pastizales

acompañantes aparecen *Festuca indigesta*, *Arenaria imbricata*, *Deschampsia flexuosa*, etc. También aparecen tomillares donde abundan especies como *Thymus serpylloides* subsp. *serpylloides*, *Arenaria pungens* subsp. *pungens*, *Erysimum nevadense*, *Sideritis glacialis*, *Acinos alpinus*, etc.

En estas mismas cotas aparecen enclaves singulares caracterizados por su gradiente de hidromorfía. Son los denominados borreguiles, en donde las especies vegetales están adaptadas a vivir gran parte de su ciclo bajo la nieve y el hielo, y en condiciones de hidromorfía el resto del ciclo anual. Son características de estos lugares especies como *Agrostis nevadensis*, *Potentilla nevadensis*, *Nardus stricta*, *Plantago nivalis*, *Ranunculus demissus*, o *Campanula herminii*.

En cotas inferiores a los 2.000 m.s.n.m. se desarrollan bosques de robles (melojares), de encinas, pinares, áreas de matorral, pastizales y vegetación de ribera. La componente edáfica dominante (caliza o silíceas descarboxatadas, y calizo-dolomítica en algunos casos), condiciona la distribución de especies de estas formaciones vegetales. Los robledales toman el nombre del roble melojo (*Quercus pyrenaica*), apareciendo quejigos (*Quercus faginea*), servales (*Sorbus torminalis*), cerezos (*Prunus avium*) y arces (*Acer granatense*). Los encinares se localizan en una amplia variedad de suelos y condiciones ambientales. Además de la encina (*Quercus rotundifolia*) aparecen *Adenocarpus decorticans*, *Daphne gnidium*, *Rubia peregrina*, *Crataegus monogyna*, *Genista florida*, etc. La degradación del encinar debida a puesta en cultivo, o a los incendios, hace que aparezca una importante orla de matorral en la escala sucesional silicícola compuesta por especies como *Cytisus scoparius*, *Cytisus grandiflorus*, *Genista cinerea* subsp. *speciosa*, *Rosa canina*, *Berberis hispanica*, *Prunus ramburii*, *Rosa pouzinii*, etc. También aparecen jarales de *Cistus laurifolius*, *Halimium umbellatum* subsp. *viscosum*, *Genista umbellata*, *Cistus salvifolius*, *Thymus mastichina*, etc.

En este nivel de altura aparecen lastonares compuestos principalmente por *Festuca scariosa*, *Koeleria crassipes*, *Avenula gervaisii*, *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica*. En ríos y arroyos aparecen varios sauces (*Salix atrocinerea*, *Salix alba*, *Salix pedicellata* e incluso *Salix caprea*), alisos (*Alnus glutinosa*), fresnos (*Fraxinus angustifolia*) y mostajos (*Sorbus aria*), zarzamora (*Rubus ulmifolius*), escaramujos (*Rosa canina*, *Rosa corymbifera*).

En la orla carbonatada aparecen otras especies singulares como *Pinus nigra* subsp. *clusiana* y *Pinus sylvestris* subsp. *nevadensis*, *Juniperus sabina*, *Daphne oleoides* subsp. *hispanica*, *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*, *Amelanchier ovalis*, *Cotoneaster granatensis*, *Ononis aragonensis*, *Lonicera splendida*, etc.

Los suelos calizo-dolomíticos seleccionan definitivamente las especies que aparecen, por lo que en ellos encontramos especies exclusivas. El pinar-sabinar es la comunidad más desarrollada sobre estos suelos, apareciendo especies como *Pinus pinaster* subsp. *acutisquama*, *Juniperus phoenicea*, *Juniperus oxycedrus*, *Rhamnus myrtifolius*, etc. También aparecen matorrales de pequeña talla muy especializados compuestos por especies como *Centaurea bombycina* subsp. *xeranthemoides*, *Anthyllis tejedensis*, *Lavandula lanata*, *Santolina elegans*, *Erodium bissieri*, *Thymus granatensis*, *Rothmaleria granatensis*, *Alyssum serpyllifolium*, etc. (Blanca 2001, Valle y Lorite 2001).

El macizo de Sierra Nevada presenta un significativo interés desde el punto de vista de la flora y vegetación por su enorme riqueza y singularidad, pero al mismo tiempo existe una importante influencia del hombre en la evolución del ecosistema. La notable distribución en superficie de comunidades vegetales en las que ha intervenido

fuertemente la acción del hombre (fundamentalmente los pinares de repoblación y cultivos de diversa naturaleza, junto con las formaciones seriales), denota la importante actividad humana en el territorio.

En la Tabla 2.1 se reagrupan las 154 comunidades vegetales descritas en Sierra Nevada en 25 grupos de fácil comprensión.

Comunidades vegetales de Sierra Nevada	Distribución superficial (%)
<b>Formaciones antrópicas</b>	
Pinares de repoblación	21,8
Cultivos de diversa naturaleza	7,2
Bolinar-cantuesales	4,5
Humerales y bojares propios de cultivos abandonados	3,2
Lastonares	2,6
Zonas urbanas o antropizadas	1,2
Pastizales nitrófilos	0,6
Total formaciones antrópicas	<b>41,1</b>
<b>Formaciones seriales</b>	
Romeral-tomillares	8,5
Piornal-retamares	7,0
Espartales	2,1
Total formaciones seriales	<b>17,6</b>
<b>Formaciones clímax o subclimáticas</b>	
Encinar acidófilo ( <i>Adenocarpus-Quercetum rotundifoliae</i> )	6,4
Encinar mesomediterráneo basófilo ( <i>Paeonio-Quercetum rotundifoliae</i> )	0,1
Encinar supramediterráneo basófilo ( <i>Berberido-Quercetum rotundifoliae</i> )	0,1
Enebral-piornales ( <i>Genisto-Juniperetum nanae</i> )	16,7
Espinares, gayubares, .. ( <i>Lonicero-Berberidion, Pruno-Rubion ulmifoliae, Asparago-Rhamnion</i> )	0,7
Lagunas y embalses	0,1
Piornal basófilo ( <i>Astragalo-Festucetum hystricis</i> )	0,2
Pastizales higrófilos	0,9
Pastizales psicixerófilos ( <i>Ptilotrichion purpurei, Hieracio-Plantaginion radicatae</i> )	8,4
Pinares autóctonos ( <i>Pinus sylvestris nevadensis, Pinus pinaster acutisquama</i> )	0,3
Pinares de repoblación con quercíneas.	0,3
Robledal ( <i>Adenocarpus-Quercetum pyrenaicae</i> )	1,1
Roquedos y pedregales	4,0
Sabinares ( <i>Daphno-Pinetum sylvestris</i> )	0,1
Saucedas, adelfares y tarajales.	0,7
Total formaciones clímax o subclimáticas	<b>41,3</b>
Total	<b>100,0</b>

Tabla 2.1. Reagrupación de las 154 comunidades presentes en Sierra Nevada en 25 grupos. (Extraído de Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de Sierra Nevada, Anexo I Decreto 238/2011).

## 2.7. Fauna.

Los estudios científicos que existen hasta el momento apuntan a que en Sierra Nevada existe un elenco faunístico de particular importancia en el contexto andaluz, por la gran diversidad que presenta y por la singularidad de las especies que incluye. Al igual que en el caso de la flora, la diversidad zoológica del macizo está asociada a la alta disponibilidad de hábitats diferentes catalogadas.

A pesar de este valioso patrimonio genético, en la actualidad no existe para la comunidad científica un conocimiento profundo de las especies que aparecen en Sierra Nevada, si se exceptúa el caso de los vertebrados, con un total de 228 especies descritas.

En el grupo de los mamíferos destacan la cabra montés (*Capra pyrenaica*), el jabalí (*Sus scrofa*) y el zorro (*Vulpes vulpes*) por su abundancia, habiéndose citado un total de 42 especies, de las cuales, alguna como el topillo de Cabrera (*Microtus cabrerae*) parece haber desaparecido recientemente. Resulta importante la presencia de topo ibérico (*Talpa occidentalis*), topillo nival (*Chionomys nivalis*), gato montés (*Felis silvestris*) o el murciélago grande de herradura (*Rhinolophus ferrumequinum*) (Moleón 2001).

La herpetofauna de Sierra Nevada cuenta con 20 especies de reptiles autóctonos y 9 de anfibios, lo que representa respectivamente cerca del 45% y 32% de las especies terrestres autóctonas de reptiles y de anfibios ibéricos (según lista patrón oficial de especies de la Asociación Herpetológica Española (vers. enero 2009: Carretero y col. 2010). Esto representa el 74% en reptiles y 75% de anfibios que habitan el sur peninsular ibérico (Caro y col. 2010). Sierra Nevada ha sido propuesta como una de las áreas de importancia de fauna herpetológica a nivel español (Santos y col. 1998, Mateo 2002), andaluz (Reques y col. 2006) y en el sureste ibérico árido (Pérez-Contreras y col. 2007). El macizo de Sierra Nevada alberga 9 especies de anfibios: gallipato (*Pleurodeles waltl*), sapo partero bético (*Alytes dickhilleni*), sapillo pintojo meridional (*Discoglossus jeanneae*), sapo de espuelas (*Pelobates cultripes*), sapillo moteado ibérico (*Pelodytes ibericus*), sapo común (*Bufo bufo*), sapo corredor (*Bufo calamita*), ranita meridional (*Hyla meridionalis*) y rana común (*Pelophylax perezi*) (Caro y col. 2010).

En cuanto a reptiles, Sierra Nevada alberga las poblaciones más meridionales del área mundial de distribución de la culebra lisa europea (*Coronella austriaca*) y de la culebra de collar (*Natrix natrix*), también existen otros taxones termófilos como el galápago leproso (*Mauremys leprosa*), salamaguesa común (*Tarentola mauritanica*), lagartija colirroja (*Acanthodactylus erythrurus*), culebra de herradura (*Hemorrhois hippocrepis*), culebra de cogulla occidental (*Macroprotodon brevis*), o taxones iberomagrebíes de amplio espectro térmico como la lagartija colilarga (*Psammotromus algirus*), lagartija ibérica (*Podarcis hispanica*), culebra bastarda (*Malpolon monspessulanus*), víbora hocicuda (*Vipera latasti*), taxones circummediterráneos como la salamaguesa rosada (*Hemidactylus turcicus*), del mediterráneo occidental como la culebra viperina (*Natrix maura*), culebra lisa meridional (*Coronella girondica*), ibero-occitanos como el eslizón tridáctilo ibérico (*Chalcides striatus*) el lagarto ocelado (*Timon lepidus*), o endemismos peninsulares como el eslizón ibérico (*Chalcides bedriagai*), lagartija cenicienta (*Psammotromus hispanicus*), la lagartija ibérica (*Podarcis hispanica*), la culebrilla ciega (*Blanus cinereus*) y la culebra de escalera (*Rhinechis scalaris*) (Caro y col. 2010).



El total de especies que componen la avifauna nevadense es de 214 especies (Garzón y Henares 2012), presentando un amplio abanico en sus estatus. Existen especies locales que se reproducen habitualmente como la perdiz roja (*Alectoris rufa*), águila real (*Aquila chrysaetos*), águila azor perdicera (*Hieraetus fasciatus*), halcón peregrino (*Falco peregrinus*), búho real (*Bubo bubo*), pito real (*Picus viridis*), cogujada común (*Galerida cristata*), cogujada montesina (*Galerida theklae*) o el roquero solitario (*Monticola solitarius*), entre otros. En muchos casos se trata de especies migratorias, que son observadas en paso como la cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*), abejero europeo (*Pernis aviporus*) o lavandera boyera (*Motacilla flava*). También son abundantes las migratorias que se reproducen en Sierra Nevada como el vencejo común (*Apus apus*), abejaruco común (*Merops apiaster*), avión común (*Delichon urbicum*) o la carraca (*Coracias garrulus*). Son habituales las observaciones de quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*), si bien no cría en este lugar desde su desaparición a mediados del siglo XX.

El grado de conocimientos sobre las especies de fauna invertebrada, es aún incompleto en relación con el número total de especies que habitan Sierra Nevada, que se estima próximo a 5.000 taxones. Sin embargo es conocida la presencia de numerosas especies endémicas del macizo, así como de especies de carácter relíctico que aún encuentran en Sierra Nevada las condiciones ecológicas propias de épocas pasadas (glaciarismo). De ahí que algunas especies paleárticas presenten en este territorio sus áreas de distribución más meridionales. También son frecuentes elementos bético-rifeños que, como ocurre con la flora, se distribuyen tanto por las sierras Béticas como por el Rif marroquí, las mariposas *Parnassius apollo nevadensis* y *Polyommatus golgus*, son dos taxones exclusivos de los ambientes oro y crioromediterráneos de este macizo montañoso (Olivares y col. 2011).

La calidad de las aguas de los ríos de Sierra Nevada hace que resulte notable la presencia de macroinvertebrados acuáticos, elementos descriptores de su calidad. Destacan efemerópteros como *Oligoneuriella marichuae*, *Rhithorogena marcosi*, plecópteros como la endémica *Isoperla nevada*, o los específicos *Protonemura alcazaba* o *Leuctra anadusiaca* característicos también de ríos del sur peninsular. En el grupo de los tricópteros destacan *Psilopteryx esparraguera*, *Micrasema gabusi* o *Annitella iglesiasi*. En el grupo de los ortópteros se conocen alrededor de setenta especies, de las cuales doce se consideran endemismos nevadenses destacando por sus reducidas poblaciones algunos taxones como el grillo de monte *Baetica ustulata*, un endemismo muy raro y localizado en los pastizales, borreguiles y matorrales siyuados por encima de 2.700 m, *Pycnogaster inermes*, característico de áreas calizas por encima de 2.200 m o *Eumigus rubioi*, saltamontes áptero adaptado a ambientes áridos muy venteados. El grupo de los coleópteros es el gran desconocido en Sierra Nevada, pudiendo existir más de 500 especies. Es el grupo que refleja las mejores adaptaciones morfológicas a la vida en alta montaña. Destacan carábidos endemismos como *Trechus planipennis*, *Trymosternus cordatus* o *Harpalus nevadensis*, tenebrónidos como *Tentyria incerta* y *Opatrum baeticum* subsp. *gregarium*, crisomélidos como *Timarcha inspersa*, *Timarcha lugens*, *Chrysochloa colasi* o *Labidostomis nevadensis*. (Pascual y Tinaut 2001).

Los lepidópteros constituyen el grupo más conocido de Sierra Nevada, siendo el licénido *Polyommatus golgus* la primera especie que motivó un artículo científico de la fauna de Sierra Nevada, en 1813 (Olivares y col. 2011). El número de especies conocidas es muy elevado, si bien el número de endemismos lo es menos en comparación con otros grupos. Destacan ropalóceros como *Erebia hispanica* o *Pseudochazara hippolyte*. Entre las especies protegidas en la legislación destacan la ya referida *P. golgus* y otros licénidos como *Aricia morronensis* y *Agriades zullichi*.

## 2.8. Usos del territorio y sistema de asentamientos humanos.

La evolución histórica de los municipios del macizo de Sierra Nevada ha estado caracterizada a lo largo del Siglo XX, al igual que la mayoría de las áreas de montaña de la Península Ibérica, por un acentuado proceso de despoblamiento, hasta llegar a la situación actual, cuando la población total del área es inferior a la de comienzos de dicho siglo. Los municipios presentaban en el año 1900 una población de 110.243 habitantes.

Aunque las actividades primarias siguen siendo reseñables en el conjunto del territorio, han perdido importancia como consecuencia del abandono de numerosas tierras de cultivo que sustentaban sistemas agrarios de montaña de subsistencia, actualmente muy poco competitivos (Figura 2.4).

En relación con los usos agrícolas, su distribución territorial está muy relacionada con la disposición alargada de la mayoría de los términos municipales del macizo, que se extienden entre la línea de cumbres y los valles situados en las tierras más bajas. Además de presentar una gran variabilidad altitudinal, esta disposición permite una sucesión de aprovechamientos, tanto silvopastorales como agrarios que se complementan: pastos en altura, zonas forestales intermedias, cultivos arbóreos de secano, regadíos hortícolas, etc. Actualmente, los tradicionales sistemas de producción primarios han desaparecido casi por completo. El territorio antes ocupado por la agricultura o la ganadería se ha reducido considerablemente, tanto por la marcha de quienes habitaban esa zona y cultivaban sus tierras, como por la transformación forestal que se ha llevado a cabo en ella, y que ha afectado de manera sobresaliente a las tierras situadas entre las cotas 1.200 y 2.000 metros. La acentuada inaccesibilidad de la comarca, la decadencia demográfica y las gravísimas restricciones a la mecanización que la topografía impone son, entre otras, causas del abandono de los sistemas tradicionales de cultivo en bancales. Sin embargo, en algunos términos alpujarreños se ha iniciado recientemente un modelo productivo intensivo de cultivo de hortalizas (tomate Cherry y judía verde principalmente), que aprovecha las buenas condiciones de temperatura y disposición de agua durante el verano.

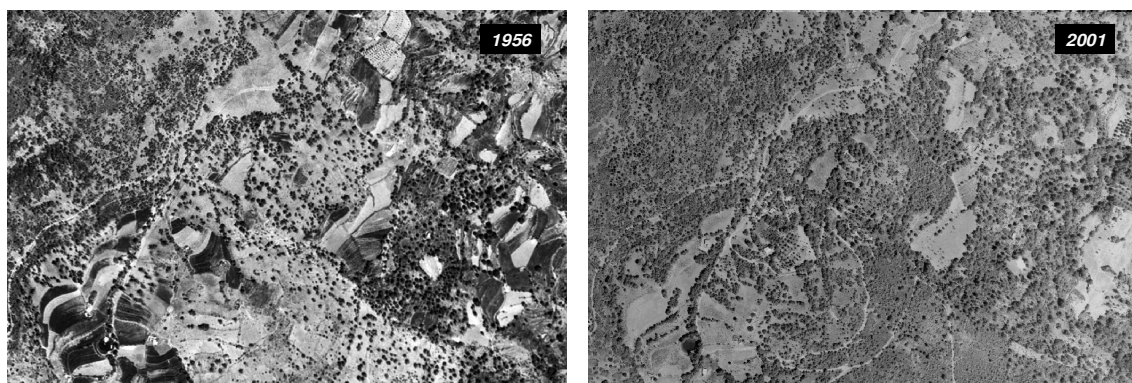


Figura 2.4. Fotografías comparativas. Ortofoto de vuelo general de España 1956. Ortofoto digital de Andalucía 2001.

Los recursos forestales de Sierra Nevada presentan una clara dicotomía en función de su distribución espacial. Así, la zona centro-occidental del macizo montañoso cuenta con una superficie forestal arbolada muy importante y que ostenta, en gran parte, titularidad pública. Su función productora es mínima, con un escaso aprovechamiento económico. Sin embargo, constituye un elemento natural de singular valor porque proporciona servicios ecosistémicos de alta calidad (recursos hídricos, lucha contra la erosión, amortiguación de temperaturas extremas, paisaje, refugio, etc.).

## 2.9. Área de distribución del jabalí en Sierra Nevada.

La presencia del jabalí en Sierra Nevada es conocida, existiendo dudas sobre su distribución precisa dentro de los distintos ecosistemas. Para concretar este aspecto se diseñó un sistema de observación en itinerarios fijos, cuyo objetivo era definir la presencia o no presencia, tanto en el espacio como en el tiempo.

### 2.9.1. Material y métodos.

La determinación y caracterización del área de distribución del jabalí en Sierra Nevada se ha realizado a través de observaciones obtenidas en 40 itinerarios fijos que fueron repetidos en las cuatro estaciones del año. Los itinerarios se realizaron ininterrumpidamente desde el año 2000 hasta el 2004. Se realizaban a pie o en vehículo, aprovechando los momentos de máxima detección visual de esta especie (amanecer o últimas horas de luz de la tarde). En la ficha correspondiente al itinerario se anotaba la fecha, hora, altitud y tipo de hábitat en que era observado cada jabalí. Complementariamente se anotaban otros aspectos como el número de grupos, número de jabalíes en cada grupo y clases de edad (rayones, subadultos y adultos).

Los itinerarios se diseñaron con criterio de abarcar el mayor número de ecosistemas, pisos termoclimáticos, orientaciones y exposiciones. (Figura 2.5)

Escala 1:250.000



Figura 2.5. Itinerarios para la observación de jabalíes (excepto los que coinciden con pistas principales) realizados en el período 2002-2004.

El cálculo del área de distribución del jabalí en Sierra Nevada se ha realizado sobre la base de la tabla de reagrupación de las 154 comunidades presentes en Sierra Nevada en 25 grupos de acuerdo con la cartografía de vegetación de Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de Sierra Nevada, Anexo I, Decreto 238/2011 y el mapa de vegetación SIOSE 2005.

El análisis territorial se ha realizado utilizando el sistema de información geográfico Arc Gis 9.3 ESRI.

## 2.9.2. Resultados.

En la Tabla 2.2 se recogen el número de observaciones realizadas en cada itinerario.

nº	Itinerario	Hábitat predominante	Longitud (m)	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
1	Loma Papeles	Pastizal	9.748,30	3	6	0	2
2	Vereda Estrella	Frondosas	8.323,01	12	25	10	10
3	Dehesa las Hoyas	Pastizal	10.641,10	23	5	0	2
4	Radiotelescopio-Choza Pastores	Pastizal	7.297,25	1	3	0	0
5	Las Yeguas-Elorrieta	Alta montaña	2.776,94	0	0	0	0
6	Rinconada Nigüelas	Pinar	12.577,72	4	1	0	0
7	Ctjo. Espinar-Ctjo. Sevilla	Pinar	6.360,58	2	4	6	1
8	Cortijuela-Dehesilla-Purche	Pastizal	9.705,07	8	2	4	1
9	Elorrieta-Caballo	Alta montaña	7.174,49	0	0	0	0
10	Loma Matanzas	Pinar	6.170,06	1	1	0	0
11	La Piuca	Pinar	5.295,76	6	3	0	1
12	Veleta-Mirador de Trevélez	Alta montaña	8.535,47	0	0	0	0
13	Mulhacén-Trevélez	Alta montaña	4.979,24	0	0	0	0
14	Pista Capileira-Trevélez	Pinar	13.748,08	3	6	4	2
15	Acequia Lanjarón	Pastizal	5.015,66	2	0	0	0
16	Hoya Cuna	Frondosas	10.504,83	4	12	1	0
17	Pista forestal Alpujarra sur	Pinar	39.794,47	25	12	4	6
18	Ctjo. Minas-Piedra Ventana	Pastizal	6.032,78	7	2	0	1
19	Tajos Reyecillo	Encinar	3.809,01	2	6	3	1
20	Rabitilla-Morrón de Yegen	Pinar	6.497,05	2	4	3	7
21	Pista Forestal de Valor	Encinar	5.128,67	7	3	2	0
22	Piedras de Márquez-Las Chorreras	Pastizal	3.092,81	0	2	5	3
23	Piedras de Márquez-Barjalí	Pastizal	5.186,33	0	5	3	1
24	Camarate	Frondosas	7.936,12	20	26	9	12
25	El Oqueal	Pinar	4.405,54	7	12	11	3
26	Peñón-Prado Largo	Pinar	3.870,54	5	2	5	0
27	Pista forestal Marquesado	Pinar	28.760,61	4	8	9	2
28	Cabañuelas	Pinar	4.918,24	3	4	0	1
29	Ubeire-Rosal	Pinar	2.027,63	3	4	1	1
30	Ferreira-Joraique	Pinar	7.594,24	6	2	8	0
31	Arenas-Doctor	Pinar	2.859,55	4	5	2	7
32	Asperones-Laguna Seca	Alta montaña	3.205,12	1	0	0	0
33	Arenas-Ctjo. La Encina	Pinar	21.764,73	2	0	3	2
34	Pista Enmedio	Pinar	25.510,26	4	7	3	2
35	Ragua-Cruz del Pescadero	Pinar	8.970,38	12	5	4	2
36	Buitre-Almirez	Alta montaña	5.248,89	1	0	0	0
37	Buitre-Polarda	Alta montaña	4.055,10	2	0	0	0
38	Laujar-Loma Fuente Alta	Pinar	14.913,59	3	5	2	1
39	Navas-Pilicas (Beires)	Pinar	9.967,10	2	5	7	2
40	Montenegro	Encinar	20.328,54	3	5	0	2
<b>Total</b>				<b>194</b>	<b>192</b>	<b>109</b>	<b>75</b>

Tabla 2.2. Itinerarios y observaciones realizadas de jabalí en Sierra Nevada (desde el año 2000 hasta 2004).

El jabalí se distribuye actualmente por la mayor parte del macizo montañoso, con excepción de las zonas de elevada altitud y zonas urbanas, en donde no encuentra un hábitat favorable.

En cuanto a la distribución altitudinal, no existe presencia de jabalí por encima de los 2.500 metros (piso crioromediterráneo y zonas elevadas del piso oromediterráneo). Estas zonas están cubiertas de nieve durante el invierno y gran parte del otoño y de la primavera, siendo las temperaturas extremadamente bajas durante todo el año. Aparecen comunidades vegetales formadas principalmente por pastizales psicroxerófilos y roquedos, constituyendo hábitats muy específicos de alta montaña no aptos para el jabalí y que denominamos **área de hábitats desfavorables** de esta especie en Sierra Nevada.

En cotas inferiores, el piso oromediterráneo de Sierra Nevada aparece dominado por diversas formaciones de ese mismo pastizal psicroxerófilo y del enebral-sabinar, marcando en su cota inferior el límite de la vegetación arbórea (en torno a los 2.000 metros). En épocas de verano, estas zonas de media-alta montaña proporcionan alimento gracias a la existencia de borreguiles (pastizales húmedos de verano) que se intercalan entre los extensos pastizales xéricos. El jabalí aprovecha junto con el ganado doméstico estas zonas de manera ocasional. Las extensas áreas de matorral (enebral-piornal) que también aparecen en este piso bioclimático (entre 2.000 y 2.500 metros), son exploradas también por el jabalí en la búsqueda de alimento (invertebrados fundamentalmente) aunque no suele utilizarlas como refugio al tratarse de formaciones de matorral poco densas. Estas zonas se han agrupado en lo que hemos denominado **área de alimentación estival** del jabalí en Sierra Nevada.

En los pisos inferiores, el supra y mesomediterráneo situados en cota inferior a 2.000 metros, se sitúan el grueso de los hábitats que proporcionan refugio y alimento para el jabalí en Sierra Nevada. Aparecen aquí la totalidad de formaciones arbóreas y varios tipos de matorral denso, tanto de carácter antrópico, climácico o subclimácico. También aparecen un mosaico de zonas muy útiles para la especie, como son las áreas de cultivo abandonadas o en uso (frutales, castañares, hortícolas, cereales, etc.), las zonas riparias y los pastizales de media montaña. Estas zonas las hemos agrupado en la denominada **área de hábitats favorables** para el jabalí en Sierra Nevada.

Dentro del área de hábitats favorables aparecen extensas y continuas repoblaciones de pinar, algunas áreas de matorral denso y diversas masas de fagáceas (encinares y robledales), que además de proporcionar alimento constituyen un área imprescindible para el asentamiento y estabilidad de la población, dado que proporcionan seguridad dada la gran cobertura vegetal. Estas zonas las hemos agrupado en la denominada **área refugio** para el jabalí en Sierra Nevada.

En la Figura 2.6 se representa el área de distribución actual del jabalí en Sierra Nevada diferenciando las tres zonas en función de su altitud. En la Tabla 2.3 se definen y caracterizan las comunidades vegetales que constituyen el área de distribución del jabalí en Sierra Nevada, que incluye el área de hábitats favorables y el área de alimentación estival, segregando el parque natural y el parque nacional de Sierra Nevada. Por último, en la Tabla 2.4 se define y caracteriza vegetalmente el área refugio del jabalí en Sierra Nevada. Todos los cálculos se han realizado sobre las 171.900 ha del Espacio Natural Sierra Nevada, 86.200 ha del parque nacional y las 85.700 ha del parque natural.

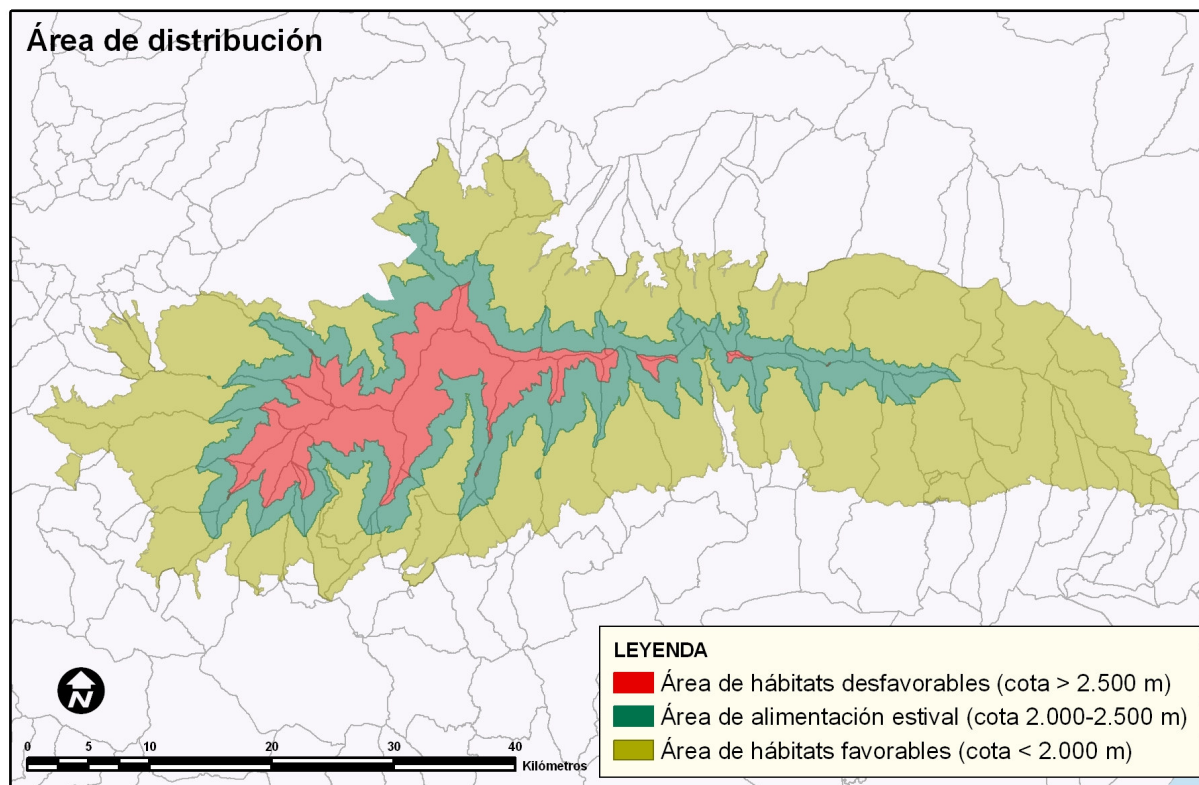


Figura 2.6. Área de distribución del jabalí en Sierra Nevada. Elaborado a partir de itinerarios fijos y la base de la cartografía de vegetación del PORN de Sierra Nevada (Decreto 238/2011) y el mapa de vegetación SIOSE 2005.

Comunidades vegetales de Sierra Nevada	Distribución superficial en Sierra Nevada (%)	Área de distribución del jabalí			
		Distrib sup. (%)	E.N. (ha)	P. Natural (ha)	P. Nacional (ha)
<b>Formaciones antrópicas</b>					
Pinares de repoblación	21,8	21,8	37.474	17.986	19.488
Cultivos de diversa naturaleza	7,2	7,2	12.377	11.980	397
Bolinar-cantuesales	4,5	4,5	7.735	6.245	1.490
Humerales y bojares propios de cultivos abandonados	3,2	3,2	5.502	4.100	1.402
Lastonares	2,6	2,6	4.469	2.019	2.450
Zonas urbanas o antropizadas	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Pastizales nitrófilos	0,6	0,6	1.031	689	342
Total formaciones antrópicas	<b>41,1</b>	<b>39,9</b>	<b>68.588</b>	<b>43.019</b>	<b>25.569</b>
<b>Formaciones seriales</b>					
Romeral-tomillares	8,5	8,5	14.611	9.451	5.160
Piornal-retamares	7,0	7,0	12.033	3.566	8.467
Espartales	2,1	2,1	3.610	3.564	46
Total formaciones seriales	<b>17,6</b>	<b>17,6</b>	<b>30.254</b>	<b>16.581</b>	<b>13.673</b>
<b>Formaciones clímax o subclimáticas</b>					
Encinar acidófilo ( <i>Adenocarpus-Quercetum rotundifoliae</i> )	6,4	6,4	11.002	7.702	3.300
Encinar mesomediterráneo basófilo ( <i>Paeonio-Quercetum rotundifoliae</i> )	0,1	0,1	172	172	0
Encinar supramediterráneo basófilo ( <i>Berberido-Quercetum rotundifoliae</i> )	0,1	0,1	172	0	172
Enebral-piornales ( <i>Genisto-Juniperetum nanae</i> )	16,7	16,7	28.707	6.143	22.564
Espinares, gayubares ( <i>Lonicero-Berberidion, Pruno-Rubion ulmifoliae, Asparago-Rhamnion</i> )	0,7	0,7	1.203	653	550
Lagunas y embalses	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Piornal basófilo ( <i>Astragalo-Festucetum hystricis</i> )	0,2	0,2	344	188	156
Pastizales higrófilos	0,9	0,9	1.547	255	1.292
Pastizales psicroxerófilos ( <i>Ptilotrichion purpurei, Hieracio-Plantaginion radicatae</i> )	8,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Pinares autóctonos ( <i>Pinus sylvestris nevadensis, Pinus pinaster acutisquama</i> )	0,3	0,3	516	0	516
Pinares de repoblación con quercíneas.	0,3	0,3	516	116	400
Robledal ( <i>Adenocarpus-Quercetum pyrenaicae</i> )	1,1	1,1	1.891	529	1.362
Roquedos y pedregales	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sabinas ( <i>Daphno-Pinetum sylvestris</i> )	0,1	0,1	172	0,0	172
Saucedas, adelfares y tarajales.	0,7	0,7	1.203	403	800
Total formaciones clímax o subclimáticas	<b>41,3</b>	<b>27,6</b>	<b>47.445</b>	<b>16.161</b>	<b>31.284</b>
<b>Total</b>	<b>100,0</b>	<b>85,1</b>	<b>146.287</b>	<b>75.761</b>	<b>70.526</b>

Tabla 2.3. Tipo de comunidad vegetal y área de distribución del jabalí en Sierra Nevada (área de hábitats favorables y de alimentación estival). Elaboración propia a partir de la cartografía de vegetación del PORN de Sierra Nevada (Decreto 238/2011) y del mapa de vegetación SIOSE 2005.

ÁREA DE ESTUDIO

Comunidades vegetales de Sierra Nevada	Distribución superficial en Sierra Nevada (%)	Área refugio			
		Distrib sup. (%)	E.N. (ha)	P. Natural (ha)	P. Nacional (ha)
<b>Formaciones antrópicas</b>					
Pinares de repoblación	21,8	21,8	37.474	17.986	19.488
Cultivos de diversa naturaleza	7,2	0,0	0	0	0
Bolinar-cantuesales	4,5	0,0	0	0	0
Humerales y bojares propios de cultivos abandonados	3,2	0,0	0	0	0
Lastonares	2,6	0,0	0	0	0
Zonas urbanas o antropizadas	1,2	0,0	0	0	0
Pastizales nitrófilos	0,6	0,0	0	0	0
Total formaciones antrópicas	<b>41,1</b>	<b>21,8</b>	<b>37.474</b>	<b>17.986</b>	<b>19.488</b>
<b>Formaciones seriales</b>					
Romeral-tomillares	8,5	0,0	0	0	0
Piornal-retamares	7,0	0,0	0	0	0
Espartales	2,1	0,0	0	0	0
Total formaciones seriales	<b>17,6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Formaciones clímax o subclimáticas</b>					
Encinar acidófilo ( <i>Adenocarpus-Quercetum rotundifoliae</i> )	6,4	6,4	11.002	7.702	3.300
Encinar mesomediterráneo basófilo ( <i>Paeonio-Quercetum rotundifoliae</i> )	0,1	0,1	172	172	0
Encinar supramediterráneo basófilo ( <i>Berberido-Quercetum rotundifoliae</i> )	0,1	0,1	172	0	172
Enebral-piornales ( <i>Genisto-Juniperetum nanae</i> )	16,7	0,0	0	0	0
Espinares, gayubares., ( <i>Lonicero-Berberidion, Pruno-Rubion ulmifoliae, Asparago-Rhamnion</i> )	0,7	0,7	1.203	653	550
Lagunas y embalses	0,1	0,0	0	0	0
Piornal basófilo ( <i>Astragalo-Festucetum hystricis</i> )	0,2	0,0	0	0	0
Pastizales higrófilos	0,9	0,0	0	0	0
Pastizales psicroxerófilos ( <i>Ptilotrichion purpurei, Hieracio-Plantaginion radicatae</i> )	8,4	0,0	0	0	0
Pinares autóctonos ( <i>Pinus sylvestris nevadensis, Pinus pinaster acutisquama</i> )	0,3	0,3	516	0	516
Pinares de repoblación con quercíneas.	0,3	0,3	516	116	400
Robledal ( <i>Adenocarpus-Quercetum pyrenaicae</i> )	1,1	1,1	1.891	529	1.362
Roquedos y pedregales	4,0	0,0	0	0	0
Sabinas ( <i>Daphno-Pinetum sylvestris</i> )	0,1	0,0	0	0	0
Saucedas, adelfares y tarajales.	0,7	0,7	1.203	403	800
Total formaciones clímax o subclimáticas	<b>41,3</b>	<b>16,0</b>	<b>16.675</b>	<b>9.575</b>	<b>7.100</b>
<b>Total</b>	<b>100,0</b>	<b>37,8</b>	<b>54.149</b>	<b>27.561</b>	<b>26.588</b>

Tabla 2.4. Tipo de comunidad vegetal y área refugio del jabalí en Sierra Nevada. Elaboración propia a partir de la cartografía de vegetación del PORN de Sierra Nevada (Decreto 238/2011) y del mapa de vegetación SIOSE 2005.



### 2.9.3. Conclusiones.

- El jabalí no constituye un riesgo para la conservación de la flora y fauna en los pisos oro y criomediterráneo de Sierra Nevada en donde se concentran buena parte de los endemismos botánicos e invertebrados singulares del Parque Nacional.





## **BIOMETRÍA Y CRECIMIENTO**

### **CAPÍTULO 3**

*Biometría, dimorfismo y crecimiento alométrico del jabalí en el Parque Nacional Sierra Nevada*

---



## ÍNDICE DEL CAPÍTULO

### CAPÍTULO 3. BIOMETRÍA Y CRECIMIENTO.

#### *Biometría, dimorfismo y crecimiento alométrico del jabalí en el Parque Nacional Sierra Nevada.*

3.1.	Introducción .....	57
3.2.	Material y métodos .....	57
3.2.1.	Procedencia y recogida del material .....	57
3.2.2.	Medidas corporales .....	58
3.2.3.	Determinación de la edad .....	59
3.2.4.	Tratamiento de los datos .....	65
3.3.	Resultados .....	67
3.3.1.	Dimorfismo sexual .....	67
3.3.1.1.	Peso .....	67
3.3.1.2.	Longitud total .....	67
3.3.1.3.	Perímetro torácico .....	68
3.3.1.4.	Altura de la cruz .....	68
3.3.1.5.	Longitud cruz-rabo .....	69
3.3.1.6.	Longitud de la oreja .....	69
3.3.1.7.	Peso de los cristalinos .....	70
3.3.1.8.	Análisis discriminantes .....	70
3.3.2.	Crecimiento .....	72
3.3.2.1.	Peso .....	72
3.3.2.2.	Longitud total .....	75
3.3.2.3.	Perímetro torácico .....	78
3.3.2.4.	Altura de la cruz .....	81
3.3.2.5.	Longitud cruz-rabo .....	84
3.4.	Discusión .....	88
3.5.	Conclusiones .....	92



### **3. BIOMETRÍA Y CRECIMIENTO.**

#### **3.1. Introducción.**

El tamaño corporal de una especie y sus características morfológicas, además de tener repercusiones sobre diferentes aspectos de su biología, reporta múltiples posibilidades al poder establecer relaciones con la edad y calidad del hábitat, pudiendo ser un indicador de dimorfismo sexual, plasticidad fenotípica, fitness, etc. El tamaño corporal es un reflejo de la historia natural de la especie, que tiene un significado adaptativo por sí mismo (McMahon y Bonner 1986, Brown y col. 1993, Aava 2001).

El análisis de las principales características biométricas de la población de jabalíes asentada en el macizo montañoso de Sierra Nevada permite contribuir al conocimiento de las variaciones morfológicas que presenta la especie en función de su distribución geográfica, relacionar las características biométricas y cuantificar el dimorfismo sexual. Todo ello ha sido puesto de manifiesto en varios estudios en la Península Ibérica (Sáez-Royuela 1987, Abaigar 1990, Garzón 1991, Rosell 1998, Herrero 2002) y en otros lugares de Europa (Baetting 1980, Mauget y col. 1984, Pepin y col. 1987, Klein y col. 1990, Moretti 1995b, Spitz y col. 1998). En todos ellos se detecta la existencia de dimorfismo sexual en adultos, un elevado crecimiento en los primeros meses de vida que posteriormente se atenúa, y unas mayores dimensiones corporales en machos que en hembras.

En el presente capítulo se pretende caracterizar la población de estudio en base a un conjunto de medidas corporales estandarizadas, compararla con otras poblaciones y determinar la existencia o no de dimorfismo sexual. También es un objetivo del capítulo el análisis del crecimiento de las diversas variables estudiadas.

#### **3.2. Material y métodos.**

##### **3.2.1. Procedencia y recogida del material.**

Los ejemplares estudiados han sido capturados en 194 batidas de control realizadas por la administración del Parque Nacional de Sierra Nevada durante 8 temporadas cinegéticas (octubre-febrero) consecutivas, desde el año 2002 (temporada 2002-2003) hasta el 2010 (temporada 2009-2010). Durante este período se han manejado 1.784 ejemplares, obteniéndose de ellos datos de sexo y edad. Para las medidas biométricas se han utilizado 1.402 ejemplares. También se han muestreado los cristalininos y los incisivos I<sub>3</sub> para la determinación de la edad. (Tabla 3.1)

Las medidas biométricas, determinación de sexo, datación de ejemplares y extracción de muestras han sido realizadas en las denominadas “juntas de carnes”, siempre por un mismo equipo profesional compuesto por 5 personas. Cada ejemplar era registrado en una ficha con código numérico único, seguido de temporada, lugar de captura, edad, clase de edad y sexo. Con este mismo código se etiquetaban todas las muestras destinadas a estudios sanitarios.

Información obtenida	Muestras (n)
Sexo y edad	1.784
Medidas corporales	1.402
Edad (cristalinos)	333
Edad (Incisivo I <sub>3</sub> - corte dentario)	50

Tabla 3.1. Número de muestras utilizadas en el estudio biométrico.

### 3.2.2. Medidas corporales.

Las medidas externas fueron tomadas con metro de sastre (1 mm de precisión) y los pesos mediante dinamómetro de 0,500 g de precisión. En la Tabla 3.2 y Figura 3.1 se definen literal y visualmente las medidas corporales estudiadas.

Medida	Cod.	Unidad	Descripción
Peso	P	kg	Peso corporal sin eviscerar.
Longitud total	LT	cm	Longitud desde el extremo del hocico por la línea media de la cabeza y el dorso del cuerpo, adosando la cinta métrica hasta la base de la cola.
Perímetro torácico	PT	cm	Longitud a nivel de la cintura escapular (abrazada por completo). Se toma sin presionar demasiado.
Altura de la cruz	AC	cm	Longitud desde la cruz del animal hasta la base posterior de la pezuña en las patas anteriores.
Longitud cruz-rabo	LCR	cm	Longitud entre el hueco definido por las fosas intraespinosas de las escápulas hasta la punta de la cola (última vértebra).
Longitud de la oreja	LO	cm	Longitud de la oreja medida por el exterior, desde la base hasta el pincel.

Tabla 3.2. Variables biométricas estudiadas en los jabalíes de Sierra Nevada.

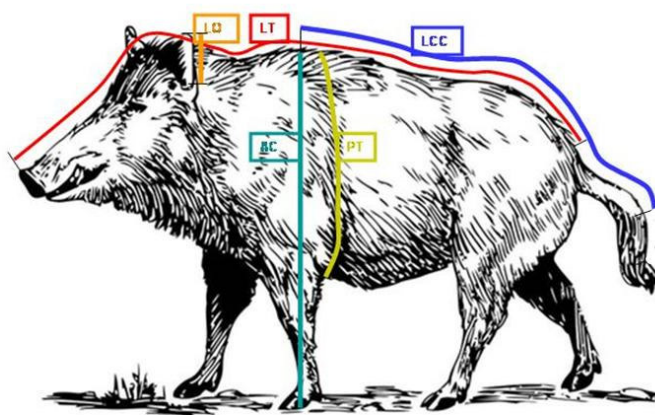


Figura 3.1. Visualización de las mediciones corporales estudiadas.



### 3.2.3. Determinación de la edad.

Son numerosas y bien conocidas las técnicas empleadas en la determinación de la edad de mamíferos; una revisión de ellas puede ser encontrada en los trabajos de Morris (1972) y de Larson y Taber (1980). Los criterios que se han utilizado para la determinación de la edad de los jabalíes en este estudio han sido cuatro: cambio en el color del pelaje, reemplazamiento dentario, variación del peso del cristalino para ejemplares menores de 24 meses y recuento de líneas de cemento dentario para edades superiores. Se han considerado 4 clases de edad denominadas clases 0, 1, 2 y 3, que agrupan individuos entre 6 y 9 meses de edad, entre 10 y 12 meses, entre 13 y 24 meses y mayores de 24 meses respectivamente. Para cada clase y/o edad la muestra se discriminó por sexos.

#### Cambio de color del pelaje

Esta técnica permite distinguir claramente 3 clases de edad: rayones, bermejitos y adultos. Los rayones, también llamados jabatos, se reconocen fácilmente por el diseño de su pelaje; sobre un fondo de color pardo claro, se dibujan unas rayas o bandas longitudinales de color negro. De este tipo de diseño reciben el nombre los jabalíes en los primeros 4-6 meses de vida; después, el diseño de bandas va desapareciendo progresivamente y el pelaje va tomando un color pardo-rojizo o bermejo, el cual permanece hasta el comienzo del 2º año de vida, tiempo en el que adquiere el color de adulto: pardo-oscuro o negro. Es un criterio de edad muy sencillo de utilizar aunque su utilización se limita prácticamente a clases de edad del primer año; ha sido utilizado por algunos autores (Baettig 1980, Dardaillon 1984a).

#### Reemplazamiento dentario

La mayor parte de los mamíferos presentan a lo largo de su vida dos tipos de dentición: una de leche con la cual pueden nacer y una definitiva que emerge en sucesivas etapas y va reemplazando a la anterior siguiendo un patrón determinado. La erupción y reemplazamiento dentario es un criterio comúnmente usado en ungulados (ver en Kirkpatrick y Sowls 1962, Lowe 1967, Mason 1984) ya que es bastante preciso para determinar clases de edad entre los subadultos. Este método no funciona cuando se alcanza la dentición completa y definitiva. La principal ventaja que presenta este método es que permite diferenciar con bastante precisión las clases de edad entre los individuos más jóvenes, a pesar de la variación individual que se observa en el tiempo de la sustitución. Para evaluar la edad de los jabalíes nos hemos basado principalmente en los resultados obtenidos por Matschke (1965). Al nacimiento, el jabalí posee 8 dientes: i 3/3 c 1/1 y completa su dentición de leche entre los 3 y 4 meses: i 1 2 3/1 2 3; c 1/1; p 2 3 4/2 3 4 = 28 dientes. La dentición completa y definitiva se alcanza entre los 24 y 32 meses: I 1 2 3/ 1 2 3; C 1/1; P 1 2 3 4/1 2 3 4; M 1 2 3/1 2 3 = 44. También se han utilizado las tablas de sustitución dentaria propuesta por Sáenz de Buruaga y col. 2001) (Tabla 3.3), las tablas de sustitución dentaria y desgaste de molares propuestas por Di Borgo y Dotta (2003) (Figuras 3.2, 3.3, 3.4 y 3.5), y los trabajos de reposición dentaria propuestos por Boitani y Mattei (1992).

	Incisivos			Caninos	Premolares				Molares		
	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	C	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>
<b>Leche</b>	0,5	2/3	N	N	-	2/3	0,5/1	0,5	-	-	-
<b>Definitiva</b>	13/15	19/22	7/9	7/12	5/8	15/17	14/16	14/18	5/6	12/14	23/30

Tabla 3.3. Tabla dentaria del jabalí. En negrilla se señala el período (meses) en que emerge cada pieza dental de la forma adulta (Sáenz de Buruaga y col. 2001).

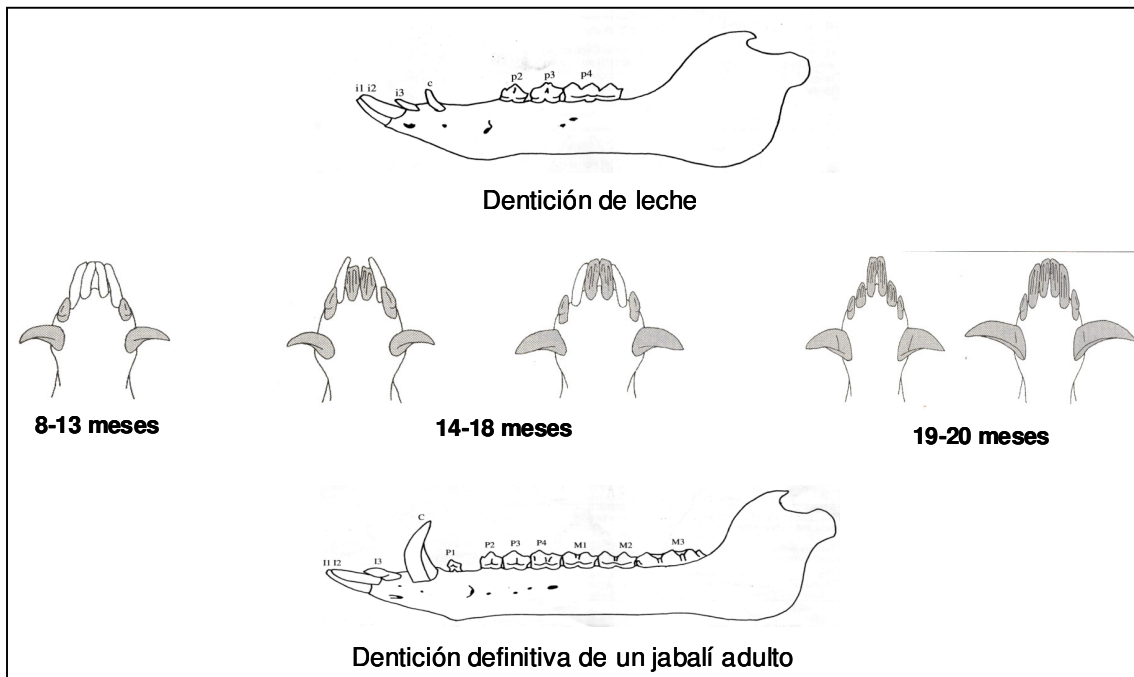


Figura 3.2. Sustitución dentaria en jabalí. En oscuro se dibujan las piezas dentales definitivas existentes (extraído de Di Borgo y Dotta 2003)



Figura 3.3. Mandíbula inferior extraída de un jabalí adulto de Sierra Nevada.



Figura 3.4. Ejemplo de datación por emergencia del incisivo  $I_2$ , entre 19 y 22 meses según Sáenz de Buruaga y *col.* (2001) y 19 y 20 meses según Di Borgo y Dotta (2003).



Figura 3.5. Ejemplo de datación por emergencia del incisivo  $I_3$ , entre 7 y 9 meses según Sáenz de Buruaga y *col.* (2001) y 8 y 13 meses según Di Borgo y Dotta (2003).

Líneas de crecimiento en el cemento dentario

Es una técnica descrita por Klevezal (1996) y por Klevezal y Keinenberg (1967), utilizando el incisivo I<sub>3</sub>. Siguiendo este trabajo, fueron extraídos 50 incisivos de las mandíbulas, descalcificados, cortados y teñidos en el laboratorio del Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología de la Universidad de Jaén. En el cemento se pueden distinguir unas líneas de crecimiento, que a su vez están compuestas por una zona ancha de baja afinidad al colorante y otra más estrecha con mayor afinidad (Figura 3.6).

Ambas regiones de la línea de incremento (la oscura y la clara) poseen la misma composición, pero la zona oscura está más mineralizada y posee menos colágeno (Lieberman y Meadow 1992). Estas líneas de incremento se forman de forma periódica (generalmente anual), hecho que podemos emplear para la determinación de la edad.

Cada especie posee un patrón peculiar y diferente afinidad a los colorantes habituales. Esto implica que hay que adaptar el protocolo general a las especies en las que no exista experiencia previa, como es el caso del jabalí (Matson's Laboratories, comunicación personal). Una vez que se haya conseguido una tinción (visualización) óptima, hay que identificar los siguientes elementos anatómicos: dentina, cemento, la unión cemento-dentina y las líneas de incremento, ya que solo las últimas indican el crecimiento estacional (Matson 1981). A veces, una misma línea de incremento posee varias bandas oscuras y claras, este fenómeno debe ser identificado previamente para así estimar la edad con exactitud (Grue y Jensen 1979).

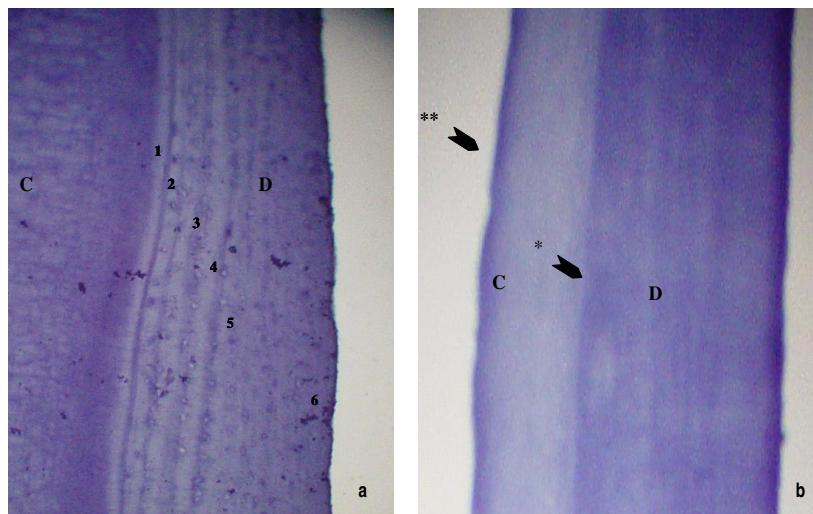


Figura 3.6.  
 a. Corte y tinción de la raíz de incisivo de *Sus scrofa* mayor de 12 meses. D- dentina; C-cemento, 1-6- líneas de crecimiento. Tinción 15' Hematoxylina de Erhlich (aumento 40 X).  
 b. Corte y tinción de un incisivo de *Sus scrofa* menor de 12 meses. D- dentina; C-cemento, \* Unión cemento dentina sin línea de transición, \*\* Formación de la membrana peridontal. Hematoxylina de Erhlich (aumento 40 X).

El protocolo utilizado es una adaptación del propuesto por Klevezal (1996).

*a.-Material extraído en el campo.*

El material original ha sido extraído mediante una sección sagital de la mandíbula realizada entre el primer premolar y el canino. La pieza se dejó macerar en agua, en

un bote con doble tapa (presión + rosca) durante unos 6 meses a temperatura ambiente (12-25 °C).

*b.-Preparación de las muestras.*

*Extracción.* De la mandíbula macerada en agua extrajimos el incisivo 3 (I<sub>3</sub>), ya que esta pieza dental va a ser la estructura de registro (Boitani y Mattei 1992, Genov y col. 1992, Di Borgo y Dotta 2003). Siempre se almacena el I<sub>3</sub> homólogo, en caso de que hubiera que repetir el proceso de determinación.

*Descalcificación.* El I<sub>3</sub> se deposita en un recipiente con tapa perforada donde se procederá a la descalcificación con una solución al 4-6% de HNO<sub>3</sub> en agua destilada.

*Tiempo de descalcificación-* depende de la especie, la edad (densidad del esmalte), el volumen de inmersión y concentración del ácido. Es muy importante optimizar este proceso para prever el calendario de las actividades restantes. De forma experimental he realizado un ensayo con concentraciones crecientes de ácido (4<5<6 %) anotando el tiempo de descalcificación. El diente se consideró descalcificado cuando podía ser atravesado fácilmente por una aguja.

*Lavado.* La pieza descalcificada se sumerge en agua corriente durante 24 horas. Si el agua corriente es muy blanda y el material delicado, hay que neutralizar la descalcificación ácida con una solución acuosa de carbonato de litio.

*Almacenado.* Cuando no se va a proceder de inmediato al corte, el material descalcificado se puede guardar en etanol al 70%; para cortarlo hay que hidratarlo, al menos, 12 horas con agua destilada.

*Corte de las secciones en el micrótomos de congelación.* Se lleva a cabo en un microtomo que lleva incorporado un refrigerador que puede trabajar hasta -50°C. Antes de cortar el material, hay que congelar las piezas descalcificadas sobre un soporte amortiguador e incluirlas en un gel de congelación (freezing agent-Kamura). Las secciones se realizan entre 10-30 µm y se recogen y almacenan en agua destilada.

*Tinción de las secciones o cortes.* Para obtener los mejores resultados es necesario incluirlas secciones en agua destilada antes de proceder al proceso de tinción. Cuando las secciones son excesivamente largas pueden doblarse o enrollarse creando un gradiente de color o manchas. Para una tinción óptima estiraremos las secciones en una placa de Petri con la ayuda de una aguja enmangada. Hematoxylina de Ehrlich es el colorante más empleado para la tinción de estructuras de registro (Klevezal 1996). El tiempo de tinción es de 2-5 minutos, pero dependiendo de la calidad del colorante, puede incrementarse hasta 15 minutos o varias horas. Las secciones se lavaran en agua destilada durante 15 minutos, pudiendo ampliarse hasta 12 horas.

*Montaje de las secciones.* Las secciones se montaron en un medio acuoso tipo aquatex y se sellaron de forma permanente con DePex.

### Aumento de peso del cristalino

En la mayoría de los mamíferos, el aumento de peso del cristalino por acumulación de proteínas insolubles, calcio y fosfolípidos no se detiene con la edad, por esto su peso es un buen índice para estimar la edad. Aunque crece durante toda la vida, el mayor incremento de peso ocurre hasta alcanzar el tamaño de adulto, por eso es un índice adecuado para diferenciar las primeras clases de edad (individuos más jóvenes).

Lord (1959) utilizó por primera vez esta técnica en conejos y desde entonces numerosos autores la han utilizado para la determinación de edad en mamíferos (ver Kauffman y col. 1967, Feldhamer y Chapman 1980, Poulet 1980, Rowe y col. 1985). Siguiendo esta metodología se ha analizado una muestra de 333 pares de cristalinos, segregados por sexos. Cada cristalino ha sido sometido a dos pesadas diferentes, considerándose un peso promedio. Se ha relacionado cada valor promedio con la clase de edad o edad asignada a la muestra mediante alguno de los procedimientos anteriores (reemplazamiento o corte dentario).

La técnica de extracción del cristalino ocular pasa por la extracción del globo ocular de su cuenca orbitaria mediante la ayuda de pinzas y un escalpelo o tijeras de punta fina para cortar el nervio óptico y las adherencias musculares (Figura 3.7). Después de la extracción, los globos oculares son colocados en unos recipientes con formol al 10% para su fijación durante 2 semanas como mínimo. Al cabo de este tiempo, se procede a la extracción del cristalino mediante el corte y extracción de la córnea. Los cristalinos son lavados y colocados en una estufa de desecación durante 24 horas a una temperatura de 100°C; después se pesan por separado en una balanza con una sensibilidad de 0,01g.

Las mayores variaciones en la aplicación de esta técnica se encuentran en el tiempo que pasan los ojos en el líquido fijador (formol) y que va desde una semana (Lord 1959) hasta 4 (Rowe y col. 1985) y en el tiempo que permanecen los cristalinos en la estufa de deshidratación y la temperatura de esta; hay autores que prefieren tiempos largo a bajas temperaturas (Feldhamer y Chapman 1980) y otros tiempos cortos y altas temperaturas (El Mastour 1982).



Figura 3.7. Extracción del globo ocular.

Las variaciones en los resultados introducidos por modificaciones de la técnica empleada pueden ser minimizadas si se tiene en cuenta, sobre todo, que la fijación en formol sea lo más rápida posible y a temperaturas entre 0 y 5°C para evitar la autólisis de los tejidos (Friend 1967). Morris (1972) indica que si la diferencia de peso entre los dos cristalinos es superior al 1%, se ha producido un error de manipulación. Cuando esto ocurre, se utiliza normalmente el cristalino más pesado (Feldhamer y Chapman 1980, El Mastour 1982).

### 3.2.4. Tratamiento de datos.

En este capítulo se han utilizado dos tipos de análisis estadísticos: modelos lineales generalizados mixtos (GLMMs) y análisis discriminantes. En primer lugar se utilizaron GLMMs para evaluar las medidas biométricas que difieren significativamente entre machos y hembras en las diferentes clases de edad de la población de jabalíes de Sierra Nevada. Como los datos biométricos fueron obtenidos en diferentes “manchas de caza” muestreadas repetidamente en diferentes años, se optó por utilizar GLMMs para el análisis de los datos donde se consideraron dos variables aleatorias: la mancha (a través de su identificador) y el año de muestreo. Como variables predictoras se utilizaron el sexo (macho/hembra), la edad (clase 0: de 6 a 9 meses; clase 1: de 10 a 12 meses; clase 2: de 13 a 24 meses y clase 3: más de 24 meses) y la interacción entre ambos factores (sexo x edad). La distribución de errores utilizada fue “normal” y la función de enlace usada “identity” (Littel y col. 2006). Esta estructura de modelo se aplicó para todas las variables biométricas medidas de manera independiente, es decir, un modelo por cada variable.

Previamente se evaluó si los datos se distribuían normalmente mediante la aplicación del test de normalidad de Shapiro-Wilk. En el caso de que los datos no se distribuyeran normalmente, se aplicó una transformación logarítmica para cumplir con el criterio de normalidad.

Los GLMMs fueron realizados con el software SAS 9.2 utilizando el procedimiento GLIMMIX (Littel y col. 2006). Para cada modelo, se realizó un análisis “*a posteriori*” en el que se llevaron a cabo comparaciones por pares para identificar diferencias significativas en las medidas biométricas entre machos y hembras dentro de cada una de las clases de edad. Para ello, se utilizó el test de Tukey (SAS OnlineDocs 9.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, SAS Institute Inc., 2004).

A continuación, una vez detectadas las variables biométricas que difirieron significativamente entre machos y hembras dentro de cada clase de edad analizada, se realizaron análisis discriminantes para obtener funciones entre sexos para aquellas clases de edad donde se detectaron las diferencias significativas. Se utilizó el procedimiento de “pasos hacia adelante” con el fin de determinar cuáles fueron las mejores medidas que identificaron el sexo de los jabalíes en las diferentes clases de edad. Este procedimiento, tiene en cuenta todas las variables significativas obtenidas en el primer paso de partida y va eliminando aquellas variables que no contribuyen significativamente al modelo. El análisis discriminante fue realizado con el software SPSS 14 (2004).

El modelo de crecimiento se ha analizado utilizando el ajuste logarítmico definido por la función  $y = a + b \log(x)$  en donde “y” es la variable dependiente (variable biométrica), “x” la variable independiente (edad en meses  $x \geq 1$ ), “b” la tasa de crecimiento y “a” el grado de desarrollo al nacer (valor de la variable dependiente a la edad de 1 mes).

Abaigar (1990) considera que la curva logarítmica es la que mejor se ajusta a las poblaciones de jabalíes, sobre todo durante los primeros meses de vida ya que define crecimientos elevados en las primeras fases del desarrollo que disminuyen progresivamente con la edad. Esta función tiene un crecimiento ilimitado para valores elevados de la variable dependiente, si bien presenta incrementos muy pequeños y prácticamente asintóticos para el mayor valor de "x".

También se ha realizado el mejor ajuste de regresión lineal con objeto de complementar e interpretar el análisis de crecimientos. En este caso la edad ha constituido la variable dependiente (edad en meses  $x \geq 1$ ). Se ha realizado el mejor ajuste posible en un intervalo de confianza del 95%.

Para realizar los ajustes de regresión logarítmico y lineal se ha empleado el software Statistica 6.0.



### 3.3. Resultados.

#### 3.3.1. Dimorfismo sexual.

##### 3.3.1.1. Peso.

En la Tabla 3.4 se muestra la estadística descriptiva para la variable “Peso” (n=1.353). En la clase de edad 3 se han encontrado diferencias significativas en la comparación por pares. Se encontraron diferencias significativas en el peso de los jabalíes en función del sexo ( $F_{1,1249}=5,91$ ;  $p=0,015$ ), edad ( $F_{3,1249}=1.548,72$ ;  $p<0,001$ ) y su interacción ( $F_{3,1249}=6,21$ ;  $p=0,004$ ). La comparación *a posteriori* reveló que el peso solamente difirió significativamente entre machos y hembras en la clase de edad 3 (test de Tukey:  $p<0,010$ ).

Clases de edad	Sexo							
	Machos				Hembras			
	media	sd	rango	n	media	sd	rango	n
0	17,3	6,7	7 - 36	141	16,7	5,4	6 - 35	116
1	24,0	6,9	11 - 47	68	23,3	8,2	10 - 51	65
2	37,3	11,6	26 - 67	80	39,3	9,9	18 - 100	118
3	62,9	19,5	32 - 116	197	55,1	11,8	25 - 114	562

Tabla 3.4. Estadística descriptiva de la variable “Peso” para machos y hembras en las diferentes clases de edad (P en kg). sd: desviación estándar. n: número de muestras.

##### 3.3.1.2. Longitud total.

En la Tabla 3.5 se muestra la estadística descriptiva para la variable “Longitud total” (n=1.395). En la clase de edad 3 se han encontrado diferencias significativas en la comparación por pares. Se encontraron diferencias significativas en la longitud total de los jabalíes en función de la edad ( $F_{3,1297}=1.110,98$ ;  $p<0,001$ ) y su interacción con el sexo ( $F_{3,1297}=4,03$ ;  $p=0,007$ ). No hubo diferencias significativas para el sexo ( $F_{1,1297}=1,21$ ;  $p=0,272$ ). La comparación *a posteriori* reveló que la longitud total solamente difirió significativamente entre machos y hembras en la clase de edad 3 (test de Tukey:  $p<0,006$ ).

Clases de edad	Sexo							
	Machos				Hembras			
	media	sd	rango	n	media	sd	rango	n
0	82,9	8,9	57 - 104	150	82,3	9,9	48 - 103	118
1	91,7	9,5	66 - 116	70	92,3	10,6	65 - 116	66
2	108,5	12,7	82 - 146	80	111,1	12,6	75 - 139	120
3	127,2	13,4	56 - 168	202	122,5	10,4	47 - 174	589

Tabla 3.5. Estadística descriptiva de la variable “Longitud total” para machos y hembras en las diferentes clases de edad de los jabalíes (LT en cm). ). sd: desviación estándar. n: número de muestras.

**3.3.1.3. Perímetro torácico.**

En la Tabla 3.6 se muestra la estadística descriptiva para la variable “Perímetro torácico” (n=1.395). En la clase de edad 3 se han encontrado diferencias significativas en la comparación por pares. Se encontraron diferencias significativas para la edad ( $F_{3,1297}=866,95$ ;  $p<0,001$ ) y su interacción con el sexo ( $F_{3,1297}=2,79$ ;  $p=0,039$ ). No se detectaron diferencias significativas para el sexo ( $F_{1,1297}=1,01$ ;  $p=0,315$ ). La comparación *a posteriori* reveló que el perímetro torácico solamente difirió significativamente entre machos y hembras en la clase de edad 3 (test de Tukey:  $p=0,017$ ).

Clases de edad	Sexo							
	Machos				Hembras			
	media	sd	rango	n	media	sd	rango	n
0	62,3	7,5	41 - 87	151	62,5	10,2	38 - 97	118
1	69,7	7,4	53 - 89	70	69,3	8,3	46 - 88	66
2	82,5	12,4	56 - 115	80	83,7	11,9	50 - 123	120
3	102,6	14,3	51 - 142	202	98,7	11,1	26 - 128	588

Tabla 3.6. Estadística descriptiva de la variable “Perímetro torácico” para machos y hembras en las diferentes clases de edad (PT en cm. ). sd: desviación estándar. n: número de muestras.

**3.3.1.4. Altura de la cruz.**

En la Tabla 3.7 se muestra la estadística descriptiva para la variable “Altura de la cruz” (n=1.402). En la clase de edad 3 se han encontrado diferencias significativas en la comparación por pares. Se encontraron diferencias significativas en la altura de la cruz de los jabalíes en función del sexo ( $F_{1,1304}=5,21$ ;  $p=0,023$ ), edad ( $F_{3,1304}=1.157,61$ ,  $p<0,001$ ) y su interacción ( $F_{3,1304}=7,54$ ;  $p<0,001$ ). La comparación *a posteriori* reveló que la altura de la cruz solamente difirió significativamente entre machos y hembras en la clase de edad 3 (test de Tukey:  $p<0,001$ ).

Clases de edad	Sexo							
	Machos				Hembras			
	media	sd	rango	n	media	sd	rango	n
0	46,3	5,9	33 - 60	151	46,2	7,0	24 - 66	119
1	51,7	5,8	36 - 61	69	50,9	6,3	35 - 65	66
2	60,5	6,7	43 - 80	81	62,1	6,9	47 - 90	121
3	74,2	8,4	52 - 99	206	69,9	6,4	38 - 93	589

Tabla 3.7. Estadística descriptiva de la variable “Altura de la cruz” para machos y hembras en las diferentes clases de edad (AC en cm. ). sd: desviación estándar. n: número de muestras.

### 3.3.1.5. Longitud cruz-rabo.

En la Tabla 3.8 se muestra la estadística descriptiva para la variable “Longitud cruz-rabo” (n = 1.402). En la clase de edad 3 se han encontrado diferencias significativas en la comparación por pares. Se encontraron diferencias significativas en la longitud cruz-rabo en función de la edad ( $F_{3,1304}=689,36$ ;  $p<0,001$ ) y su interacción con el sexo ( $F_{3,1304}=3,24$ ;  $p=0,021$ ). No se detectaron diferencias significativas para el sexo ( $F_{1,1304}=0,02$ ;  $p=0,887$ ). La comparación *a posteriori* reveló que la longitud cruz-rabo solamente difirió significativamente entre machos y hembras en la clase de edad 3 (test de Tukey:  $p=0,026$ ).

Clases de edad	Sexo							
	Machos				Hembras			
	media	sd	rango	n	media	sd	rango	n
0	46,8	7,6	26 - 64	151	47,1	8,9	23 - 75	119
1	50,1	7,7	35 - 70	70	53,7	9,4	34 - 98	66
2	62,3	11,5	41 - 86	80	63,6	11,5	22 - 95	120
3	70,5	10,3	44 - 103	206	68,7	8,4	33 - 96	590

Tabla 3.8. Estadística descriptiva de la variable “Longitud cruz-rabo” para machos y hembras las diferentes clases de edad (LCR en cm). ). sd: desviación estándar. n: número de muestras.

### 3.3.1.6. Longitud de la oreja.

En la Tabla 3.9 se muestra la estadística descriptiva para la variable “Longitud de la oreja” (n=1.250). Se encontraron diferencias significativas en la longitud de la oreja en función de la edad ( $F_{3,1156}=400,33$ ;  $p<0,001$ ) y su interacción con el sexo ( $F_{3,1156}=2,64$ ;  $p=0,048$ ). No se detectaron diferencias significativas para el sexo ( $F_{1,1156}=0,41$ ,  $p=0,522$ ). Sin embargo, la comparación *a posteriori* reveló que la longitud de la oreja no difirió significativamente entre machos y hembras en ninguna de las clases de edad (test de Tukey:  $p>0,385$ ).

Clases de edad	Sexo							
	Machos				Hembras			
	media	sd	rango	n	media	sd	rango	n
0	8,3	1,3	5 - 12	136	8,4	1,4	5 - 12	104
1	9,1	1,7	6 - 12	65	9,5	1,6	5 - 14	56
2	10,4	1,6	7 - 16	62	11,1	1,9	7 - 17	100
3	11,8	1,7	8 - 18	189	11,6	1,5	6 - 20	537

Tabla 3.9. Estadística descriptiva de la variable “Longitud de la oreja” para machos y hembras en las diferentes clases de edad (LO en cm). ). sd: desviación estándar. n: número de muestras.

**3.3.1.7. Peso de los cristalinos.**

En la Tabla 3.10 se muestra la estadística descriptiva del “Peso del cristalino” (n= 258). Se encontraron diferencias significativas del peso del cristalino en función de la clase de edad, tanto para machos como para hembras (test de Kruskal-Wallis  $\chi^2= 158,7794$   $df=3$   $p<0,001$ ). La comparación *múltiple* reveló que los pesos de los cristalinos no diferían significativamente en el emparejamiento de la clase de edad 1 y 2 (test de Tukey:  $p=0,691$ ).

Clases de edad	Sexo							
	Machos				Hembras			
	media	sd	rango	n	media	sd	rango	n
0	129	16	84 - 143	30	153	41	103 - 322	44
1	189	46	132 - 304	11	180	29	151 - 265	13
2	192	36	126 - 237	9	193	33	125 - 250	23
3	237	44	128 - 334	52	237	0, 47	101 - 326	203

Tabla 3.10. Estadística descriptiva de la variable “Peso del cristalino” para las diferentes clases de edad (PC en mg). sd: desviación estándar. n: número de muestras.

**3.3.1.8. Análisis discriminantes.**

Dado que solamente se detectaron diferencias significativas en las medidas biométricas entre machos y hembras de la clase de edad 3, excepto para longitud de la oreja, solo se realizaron análisis discriminantes para esta clase de edad.

De manera individual, el parámetro que tuvo la mejor correlación con el sexo de la clase de edad 3 fue la altura de la cruz (correlación canónica=0,248) seguido por el peso (correlación canónica=0,233). El poder de discriminación para estas dos variables fue bajo. La función discriminante para la altura de la cruz clasificó correctamente el 57,3% de los casos mientras que para el peso la clasificación correcta fue del 59,4%.

Se han generado las siguientes funciones discriminantes:

Altura de la cruz:  $D_{\text{altura de la cruz}}=0,146*(\text{altura de la cruz})-10,424$

Peso:  $D_{\text{peso}}=0,070*(\text{peso})-3,976$

El análisis discriminante mediante “pasos hacia adelante” seleccionó tres variables: altura de la cruz, peso y longitud cruz-rabo. Perímetro torácico, longitud total y longitud de la oreja fueron eliminados por su bajo poder discriminatorio. Con las tres variables seleccionadas se generó la siguiente función discriminante:

$D_{\text{tot}}=0,043*(\text{peso})+0,094*(\text{altura cruz})+0,044*(\text{longitud cruz-rabo})-6,140$

La correlación canónica de esta función fue de 0,270 y clasificó correctamente el 61,2% de los casos. En la Figura 3.8 se puede observar como muchos valores de las variables seleccionadas se solapan entre machos y hembras.

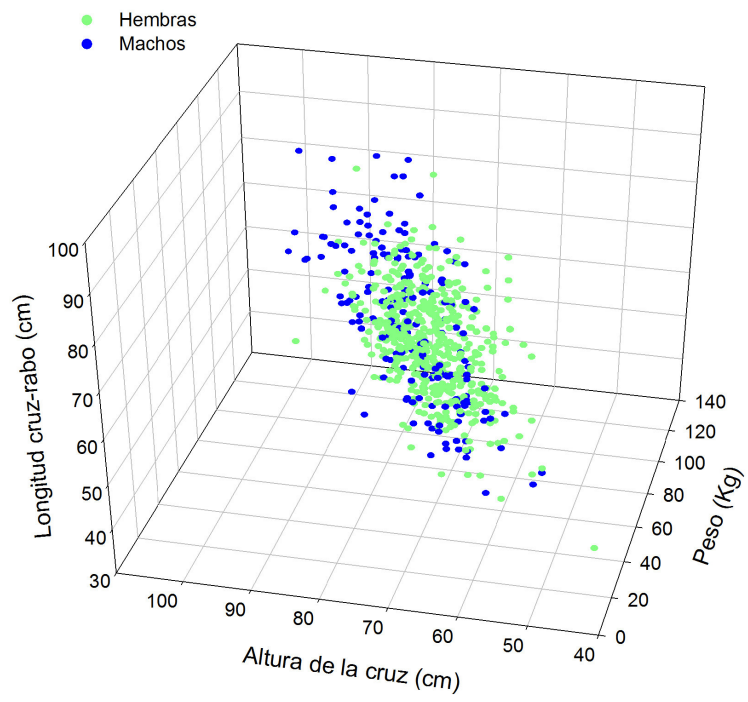


Figura 3.8. Función discriminante utilizando el peso (kg), la altura de la cruz (cm) y la longitud cruz-rabo (cm) para sexar hembras y machos en la clase de edad 3.

### 3.3.2. Crecimientos.

Se ha realizado el estudio de crecimientos utilizando la curva logarítmica  $y=a+b \log (x)$  para las distintas variables, excepto para la LO (longitud de la oreja), en donde no se detectaron diferencias significativas entre machos y hembras en la clase de edad 3. Ningún modelo de crecimiento puede ajustarse exactamente a los datos muestrales, ya que este es propio de cada especie, e incluso de cada población (Margalef 1989). Ricklefs (1967) recomienda ajustar a un modelo cada variable estudiada.

#### 3.3.2.1. Peso.

En la Figuras 3.9 y 3.10 se han ajustado a los datos de pesos y edad un modelo de regresión logarítmica. En la Tabla 3.11 se definen los valores de las constantes a, b, a' y b'.

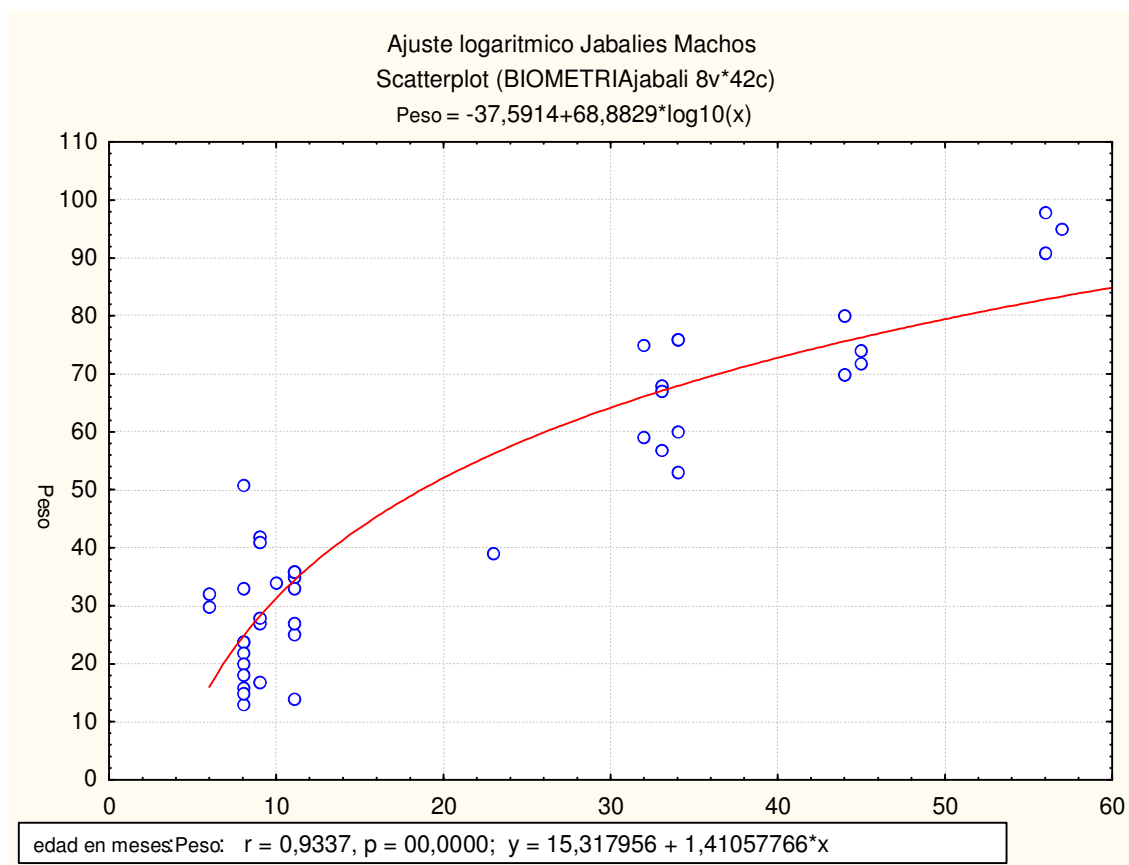


Figura 3.9. Representación gráfica del modelo logarítmico que mejor se ajusta al crecimiento de la variable peso respecto a la edad (meses) en machos.

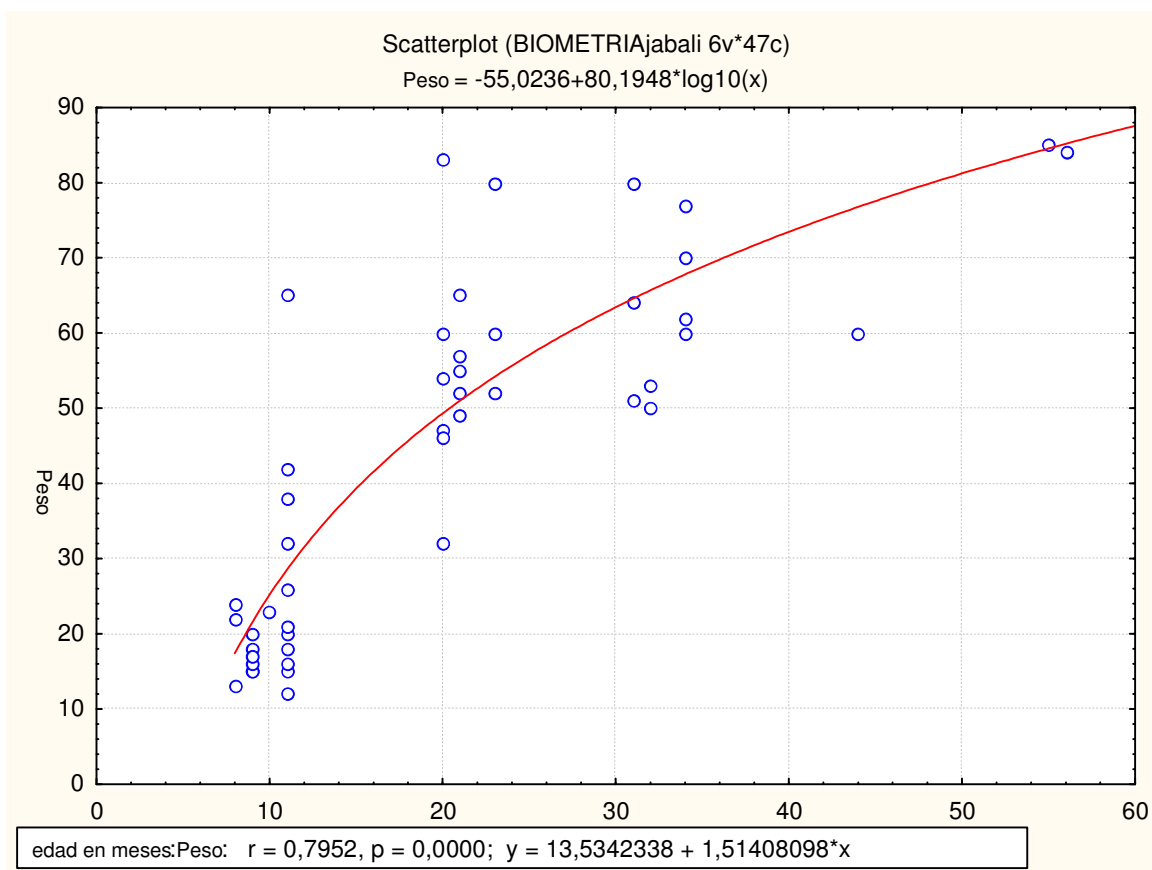


Figura 3.10. Representación gráfica del modelo logarítmico que mejor se ajusta al crecimiento de la variable peso respecto a la edad (meses) en hembras.

Peso	Curvas logarítmicas					
	Variables biométricas	a	b	máx	a'	b'
Machos		-37,59	68,88	98	-0,38	0,70
Hembras		-55,02	80,19	85	-0,65	0,94

Tabla 3.11. Curvas logarítmicas de crecimiento ( $y = a + b \log x$ ) que mejor se ajustan a la relación existente entre la edad (x) y el peso (y) (P: peso en kg). a= punto de corte con el eje de ordenadas - desarrollo con 1 mes. b= tasa de crecimiento. máx = valor máximo encontrado de las variables biométricas. a'= a/máx, expresa el grado de desarrollo al nacer respecto al valor definitivo. b'= b/máx, expresa la velocidad relativa de crecimiento.

En la Figura 3.11 se realiza el mejor ajuste del peso con el modelo de regresión lineal para un intervalo de confianza del 95%.

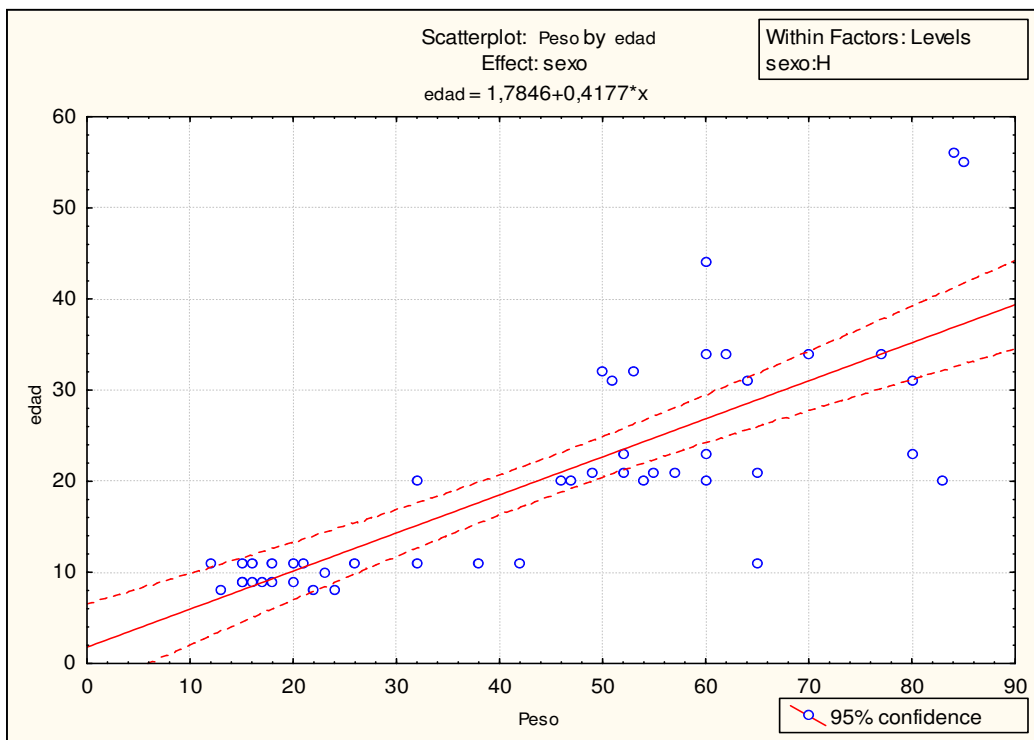
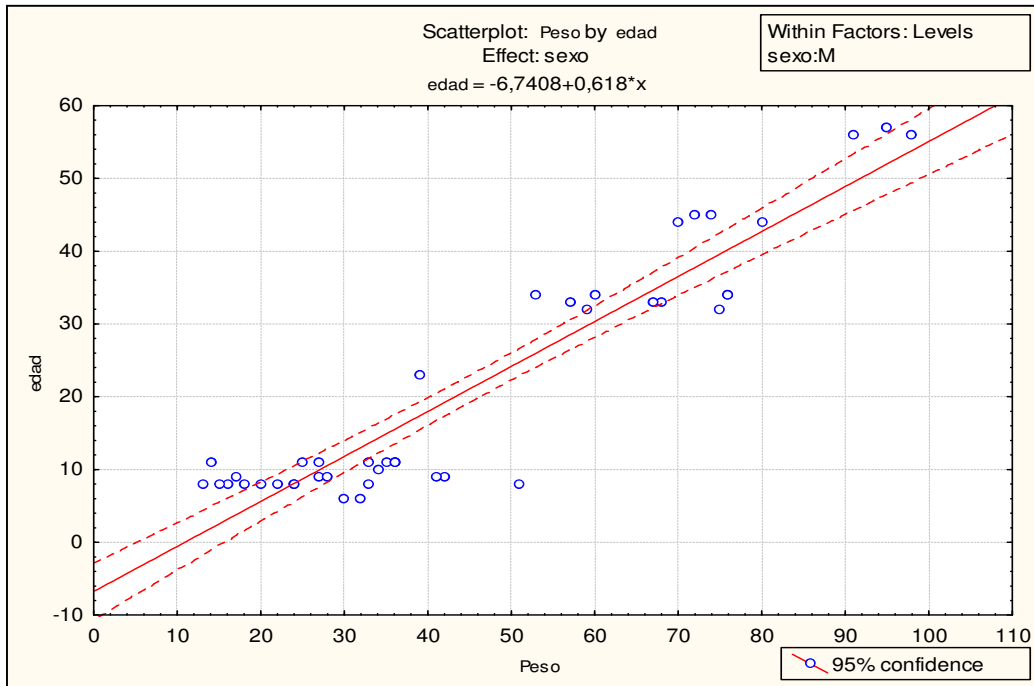


Figura 3.11. Representación gráfica del modelo de regresión lineal que describe el crecimiento de la variable peso respecto a la edad (meses) en machos y hembras.



### 3.3.2.2. Longitud total.

En la Figuras 3.12 y 3.13 se han ajustado los datos de longitud total al modelo de regresión logarítmica. En la Tabla 3.12 se definen los valores de las constantes a, b, a' y b'.

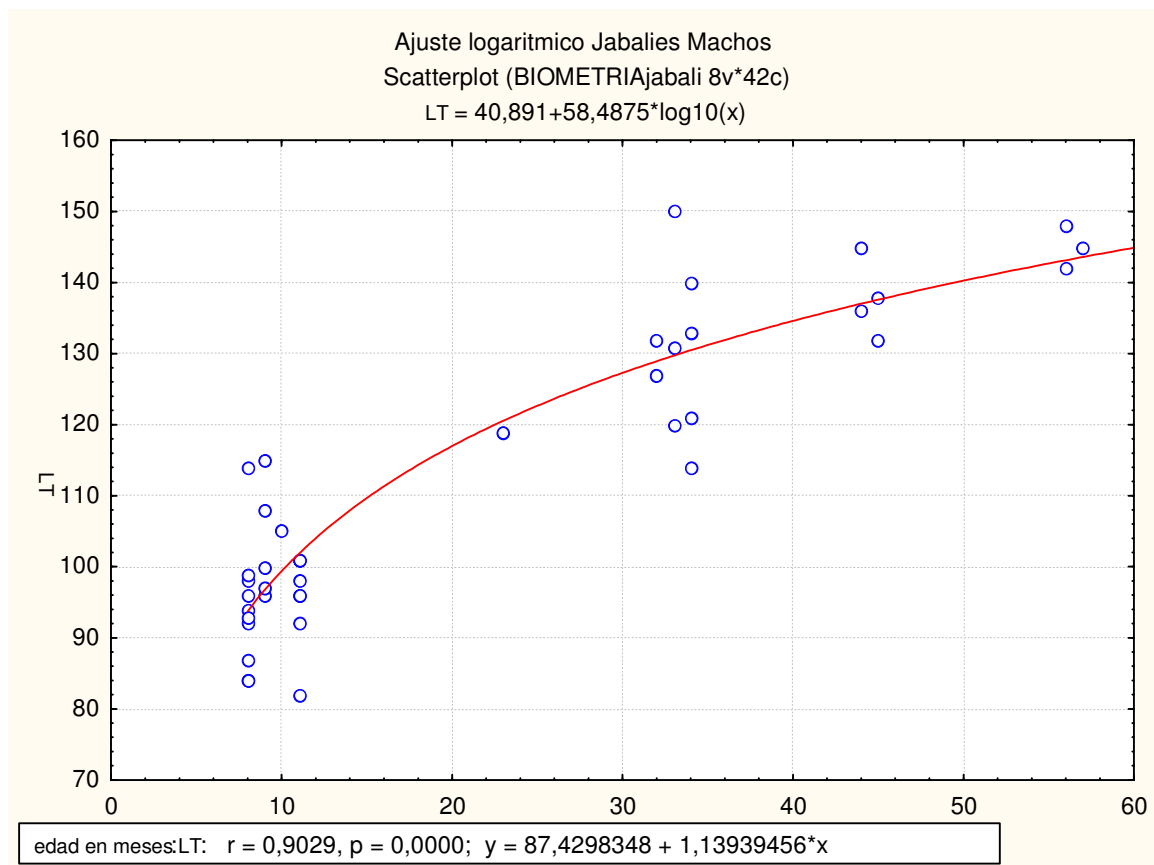


Figura 3.12. Representación gráfica del modelo logarítmico que mejor se ajusta al crecimiento de la variable longitud total respecto a la edad (meses) en machos.

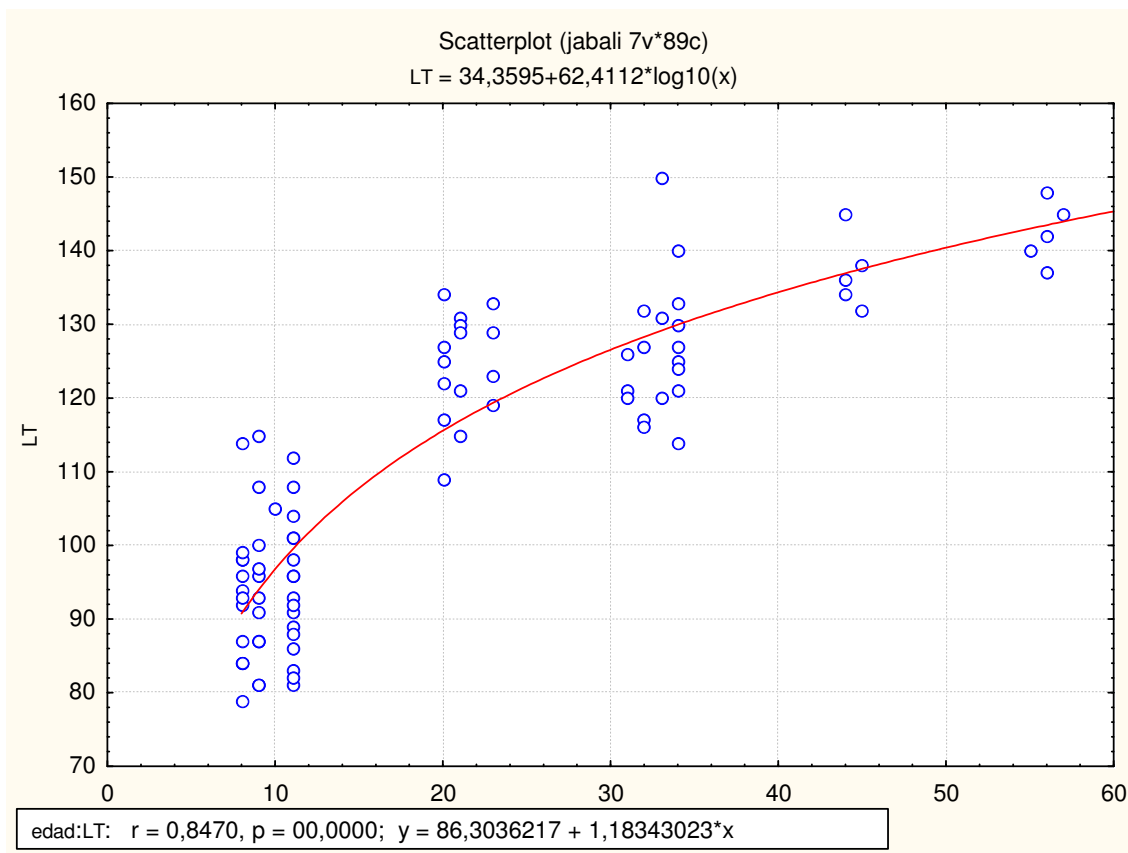


Figura 3.13. Representación gráfica del modelo logarítmico que mejor se ajusta al crecimiento de la variable longitud total respecto a la edad (meses) en hembras.

Longitud total	Curvas logarítmicas					
	Variables biométricas	a	b	máx	a'	b'
Machos		40,89	59,49	150	0,27	0,40
Hembras		34,36	62,41	140	0,25	0,45

Tabla 3.12. Curvas logarítmicas de crecimiento ( $y=a+b \log x$ ) que mejor se ajustan a la relación existente entre la edad (x) y la longitud total (y) (LT en cm). a= punto de corte con el eje de ordenadas - desarrollo con 1 mes. b= tasa de crecimiento. máx= valor máximo encontrado de las variables biométricas. a'= a/máx, expresa el grado de desarrollo al nacer respecto al valor definitivo. b'= b/máx, expresa la velocidad relativa de crecimiento.

En la Figura 3.14 se realiza el mejor ajuste de la longitud total con el modelo de regresión lineal para un intervalo de confianza del 95%.

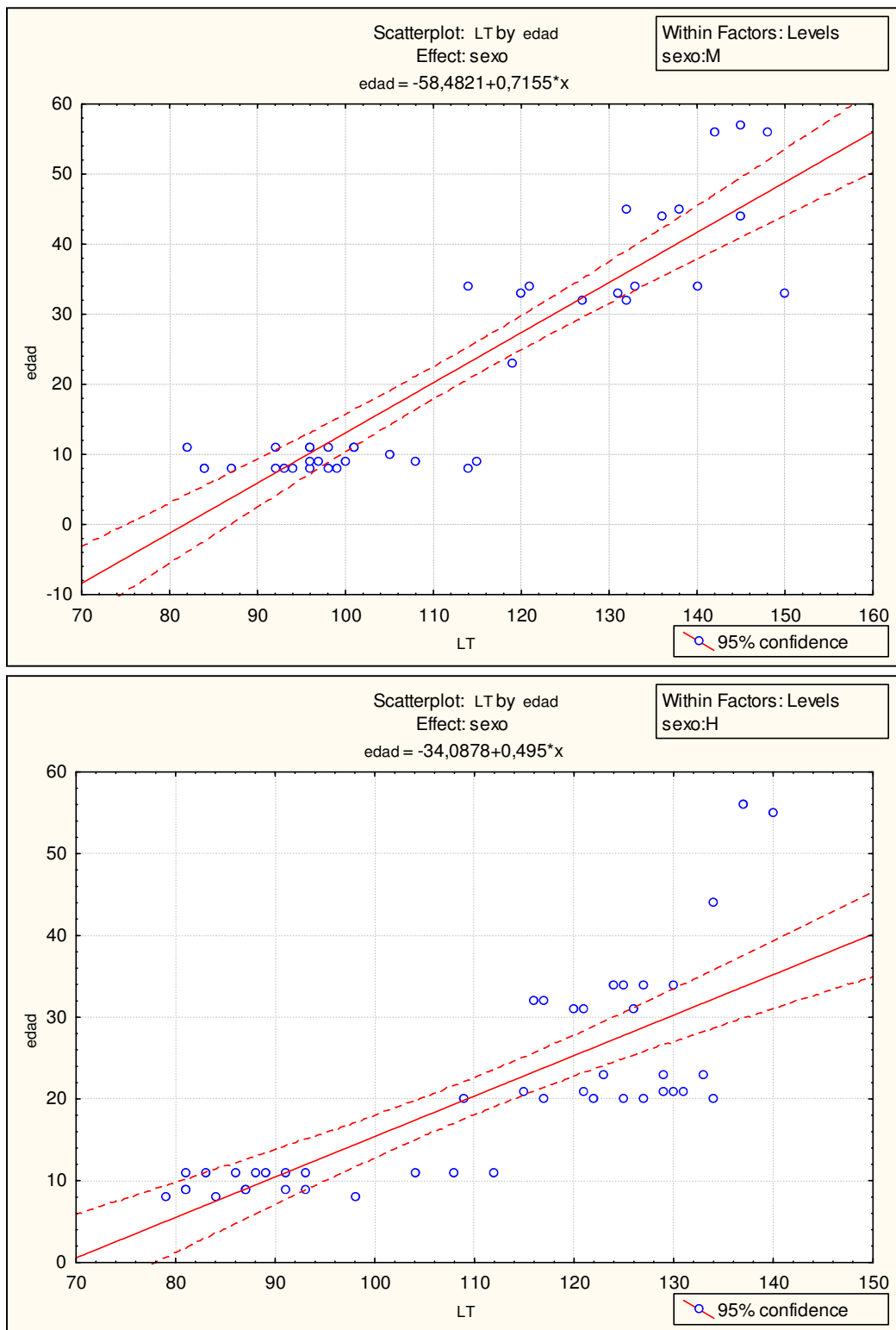


Figura 3.14. Representación gráfica del modelo de regresión lineal que describe el crecimiento de la variable longitud total respecto a la edad (meses) en machos (M) y hembras (H).

3.3.2.3. Perímetro torácico.

En la Figuras 3.15 y 3.16 se han ajustado los datos de perímetro torácico al modelo de regresión logarítmica. En la Tabla 3.13 se definen los valores de las constantes a, b, a' y b'.

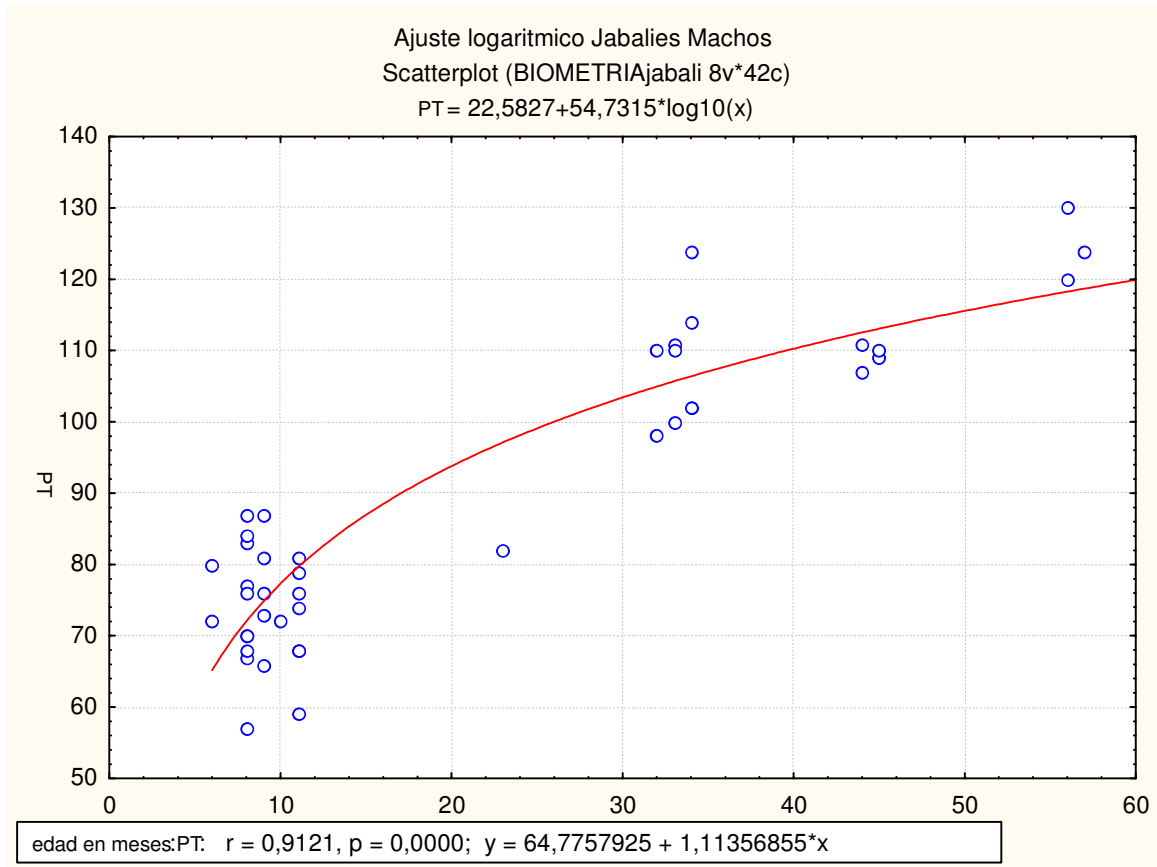


Figura 3.15. Representación gráfica del modelo logarítmico que mejor se ajusta al crecimiento de la variable perímetro torácico respecto a la edad (meses) en machos.

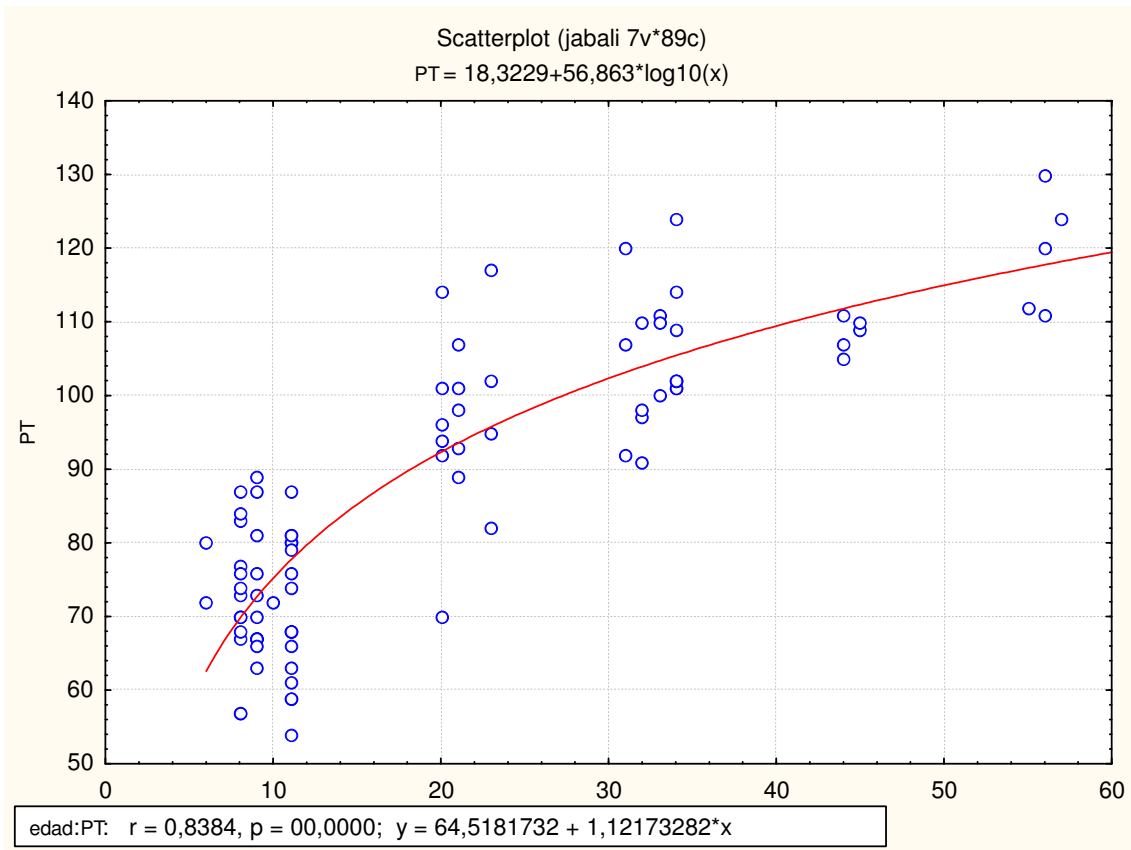


Figura 3.16. Representación gráfica del modelo logarítmico que mejor se ajusta al crecimiento de la variable perímetro torácico respecto a la edad (meses) en hembras.

Perímetro torácico	Curvas logarítmicas					
	Variables biométricas	a	b	máx	a'	b'
Machos		22,58	54,73	130	0,17	0,42
Hembras		18,32	56,86	120	0,15	0,47

Tabla 3.13. Curvas logarítmicas de crecimiento ( $y=a+b \log x$ ) que mejor se ajustan a la relación existente entre la edad (x) y el perímetro torácico (y) (PT en cm). a= punto de corte con el eje de ordenadas - desarrollo con 1 mes. b= tasa de crecimiento. máx= valor máximo encontrado de las variables biométricas. a'= a/máx, expresa el grado de desarrollo al nacer respecto al valor definitivo. b'= b/máx, expresa la velocidad relativa de crecimiento.

En la Figura 3.17 se realiza el mejor ajuste del perímetro torácico con el modelo de regresión lineal para un intervalo de confianza del 95%.

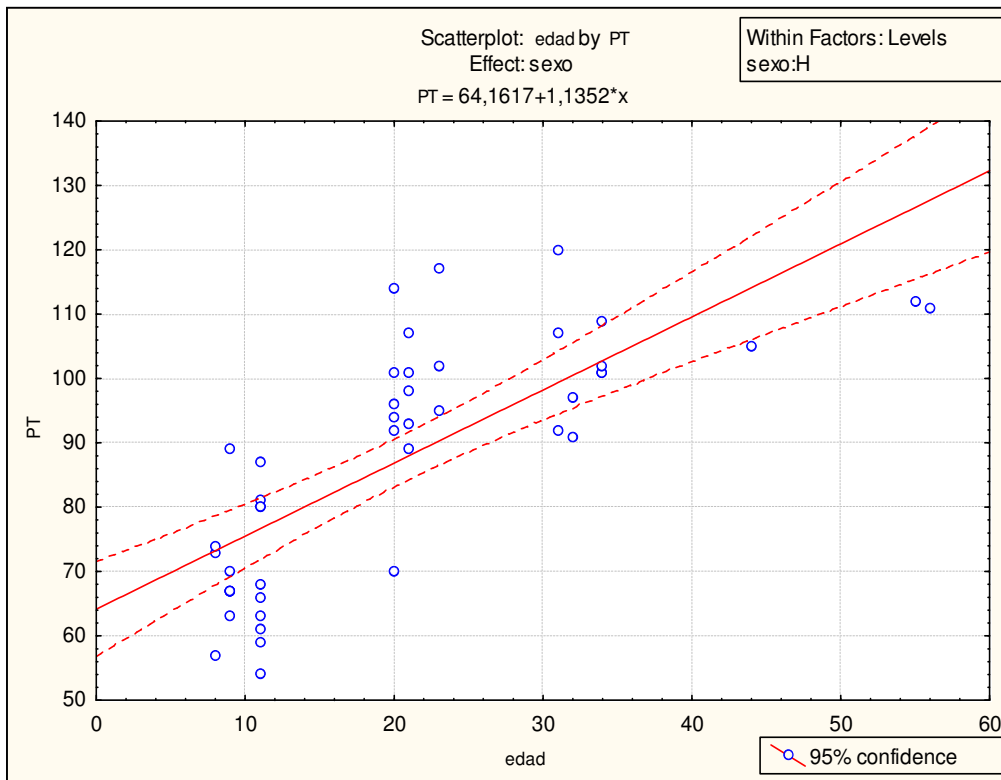
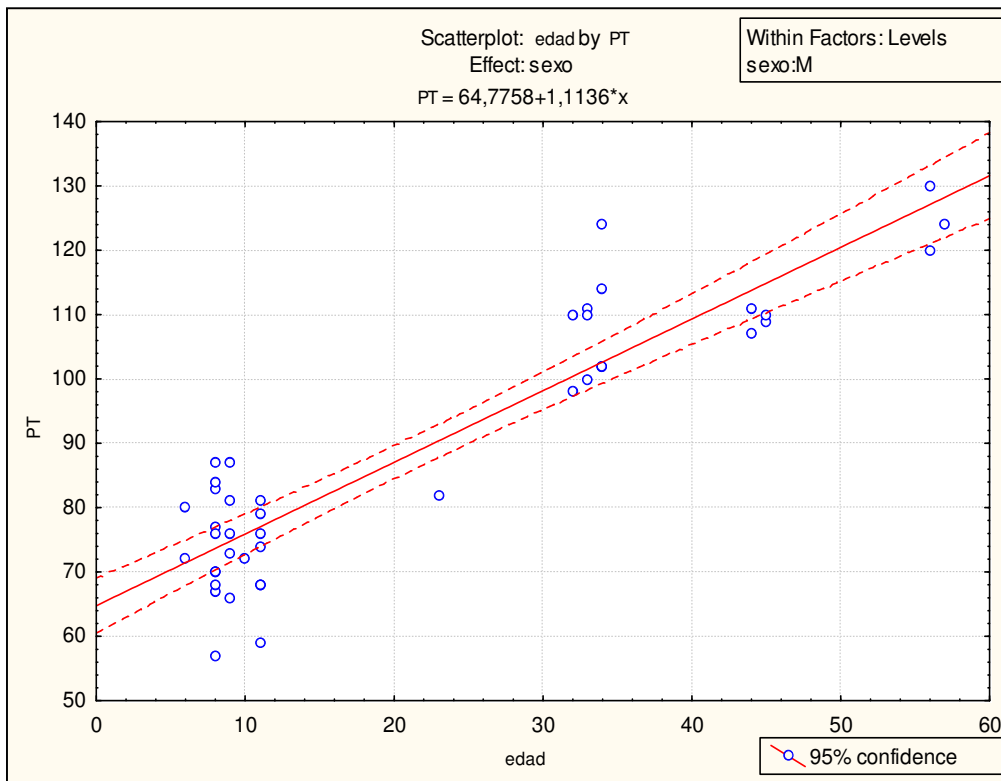


Figura 3.17. Representación gráfica del modelo de regresión lineal que describe el crecimiento de la variable perímetro torácico respecto a la edad (meses) en machos (M) y hembras (H).

### 3.3.2.4. Altura de la cruz.

En la Figuras 3.18 y 3.19 se han ajustado los datos de perímetro torácico al modelo de regresión logarítmica. En la Tabla 3.14 se definen los valores de las constantes a, b, a' y b'.

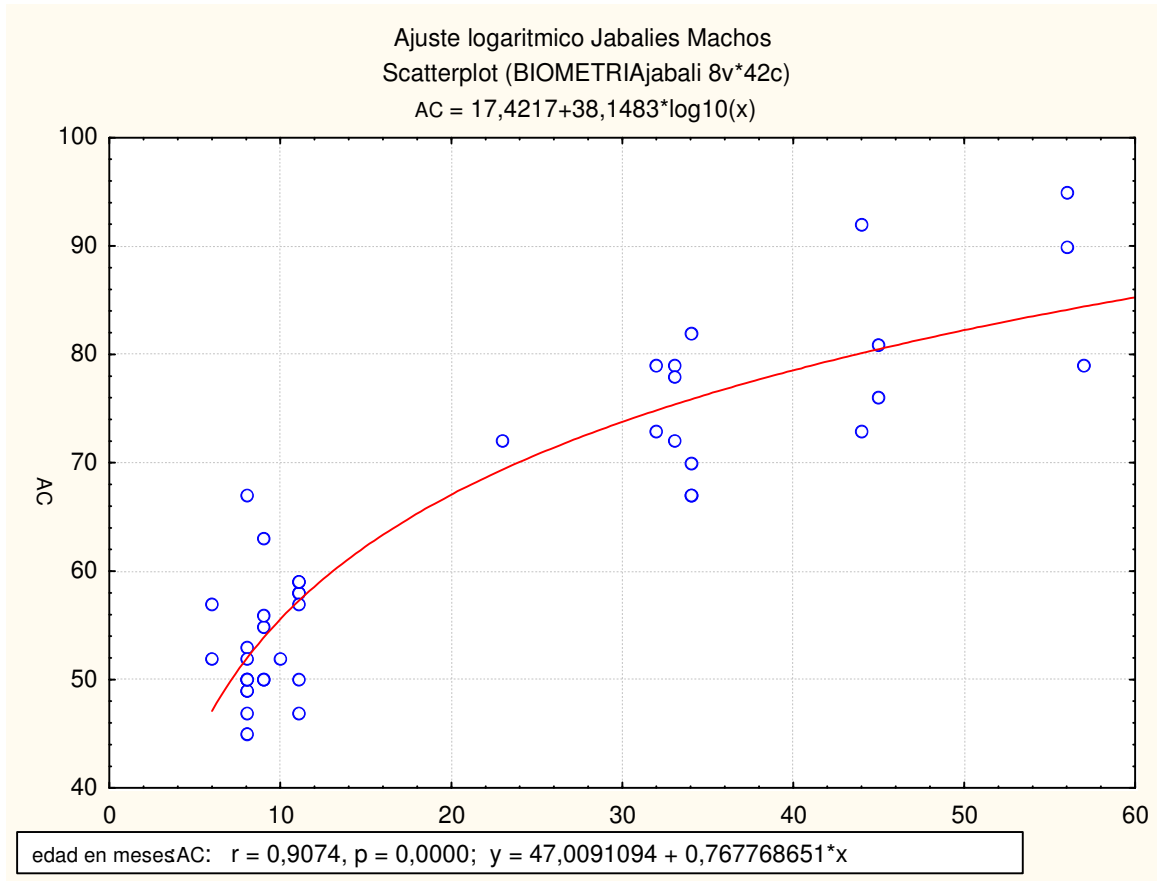


Figura 3.18. Representación gráfica del modelo logarítmico que mejor se ajusta al crecimiento de la variable altura de la cruz respecto a la edad (meses) en machos.

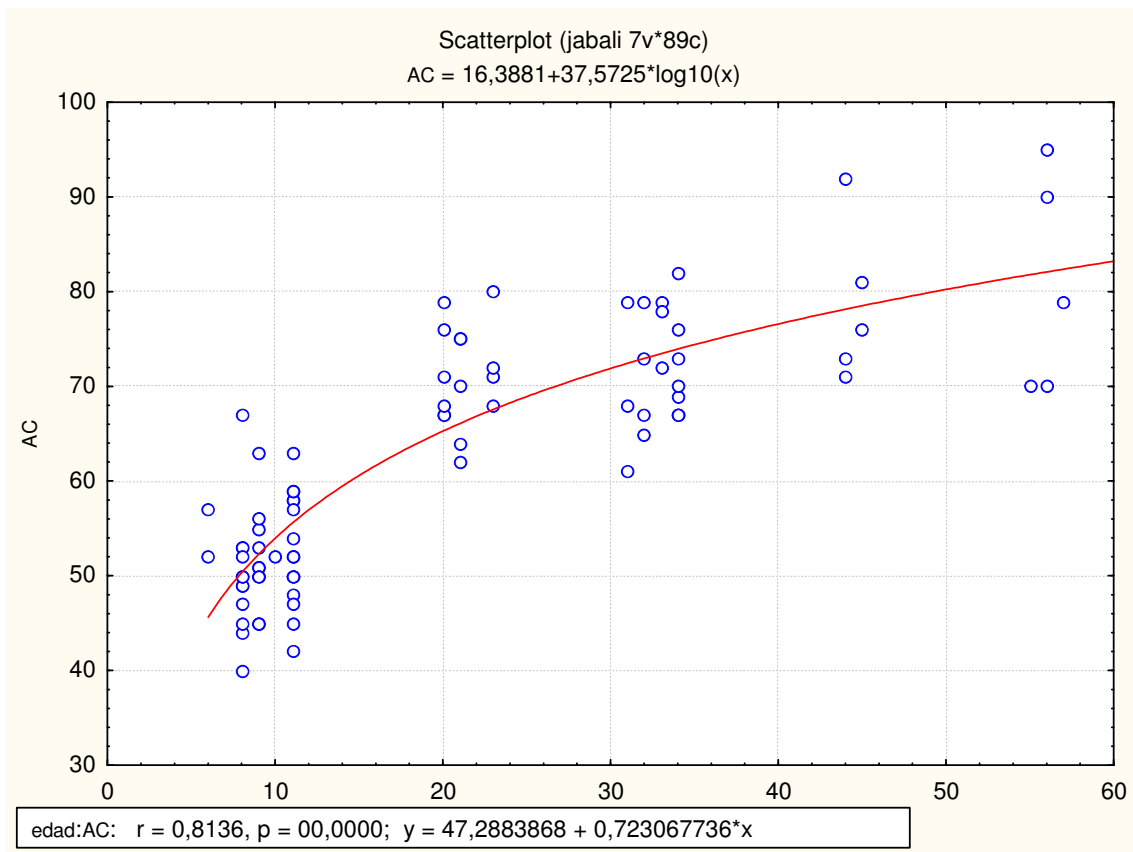


Figura 3.19. Representación gráfica del modelo logarítmico que mejor se ajusta al crecimiento de la variable altura de la cruz respecto a la edad (meses) en hembras.

Altura de la cruz	Curvas logarítmicas					
	Variables biométricas	a	b	máx	a'	b'
Machos		17,42	38,15	95	0,18	0,40
Hembras		16,39	37,57	80	0,20	0,47

Tabla 3.14. Curvas logarítmicas de crecimiento ( $y=a+b \log x$ ) que mejor se ajustan a la relación existente entre la edad (x) y la altura de la cruz (y) (AC en cm). a= punto de corte con el eje de ordenadas - desarrollo con 1 mes. b= tasa de crecimiento. máx= valor máximo encontrado de las variables biométricas. a'= a/máx, expresa el grado de desarrollo al nacer respecto al valor definitivo. b'= b/máx, expresa la velocidad relativa de crecimiento.



En la Figura 3.20 se realiza el mejor ajuste para la altura de la cruz con el modelo de regresión lineal para un intervalo de confianza del 95%.

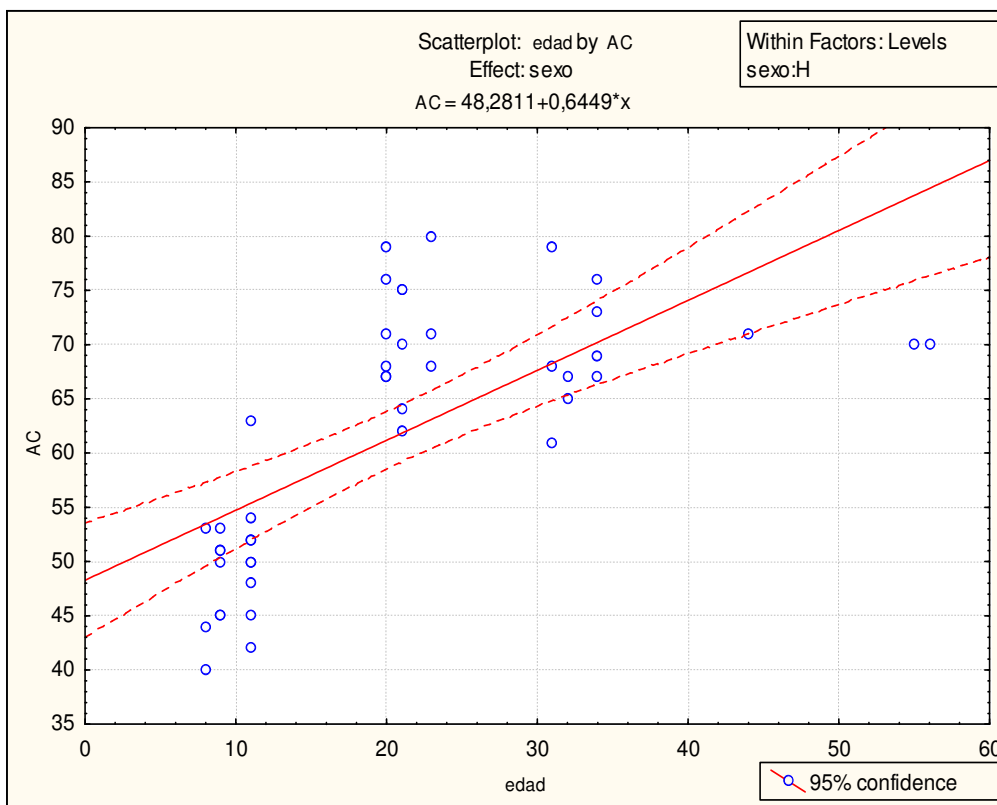
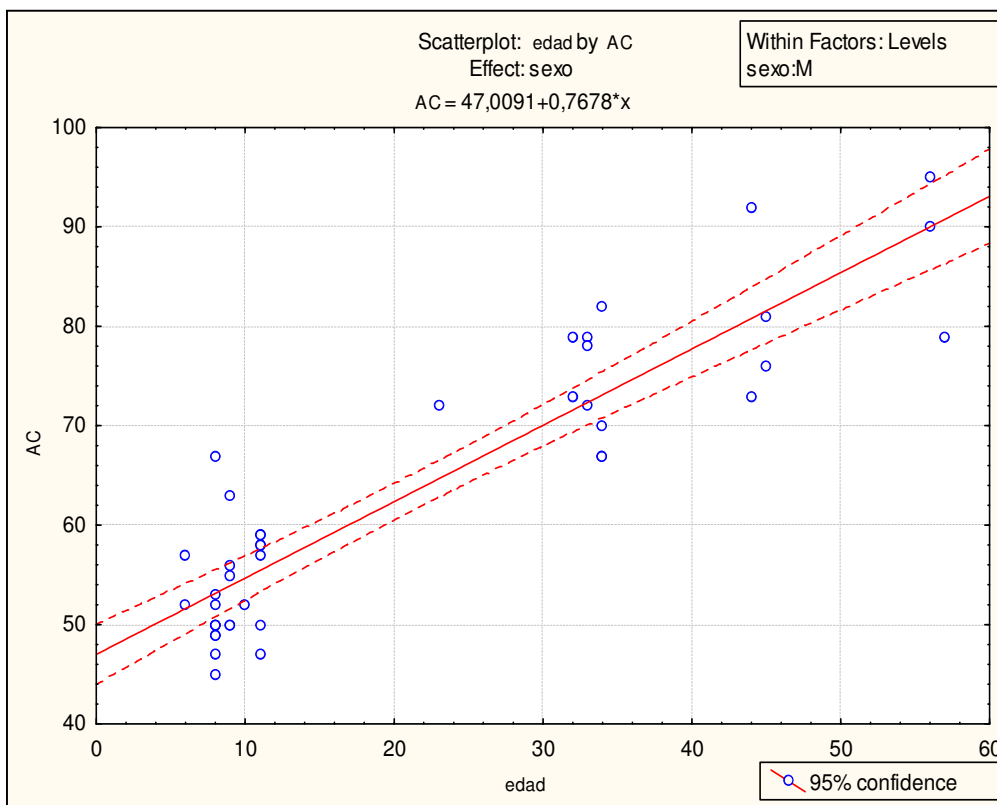


Figura 3.20. Representación gráfica del modelo de regresión lineal que describe el crecimiento de la variable altura de la cruz respecto a la edad (meses) en machos (M) y hembras (H).

**3.3.2.5. Longitud cruz-rabo.**

En la Figuras 3.21 y 3.22 se han ajustado los datos de longitud cruz-rabo al modelo de regresión logarítmica. En la Tabla 3.15 se definen los valores de las constantes a, b, a' y b'.

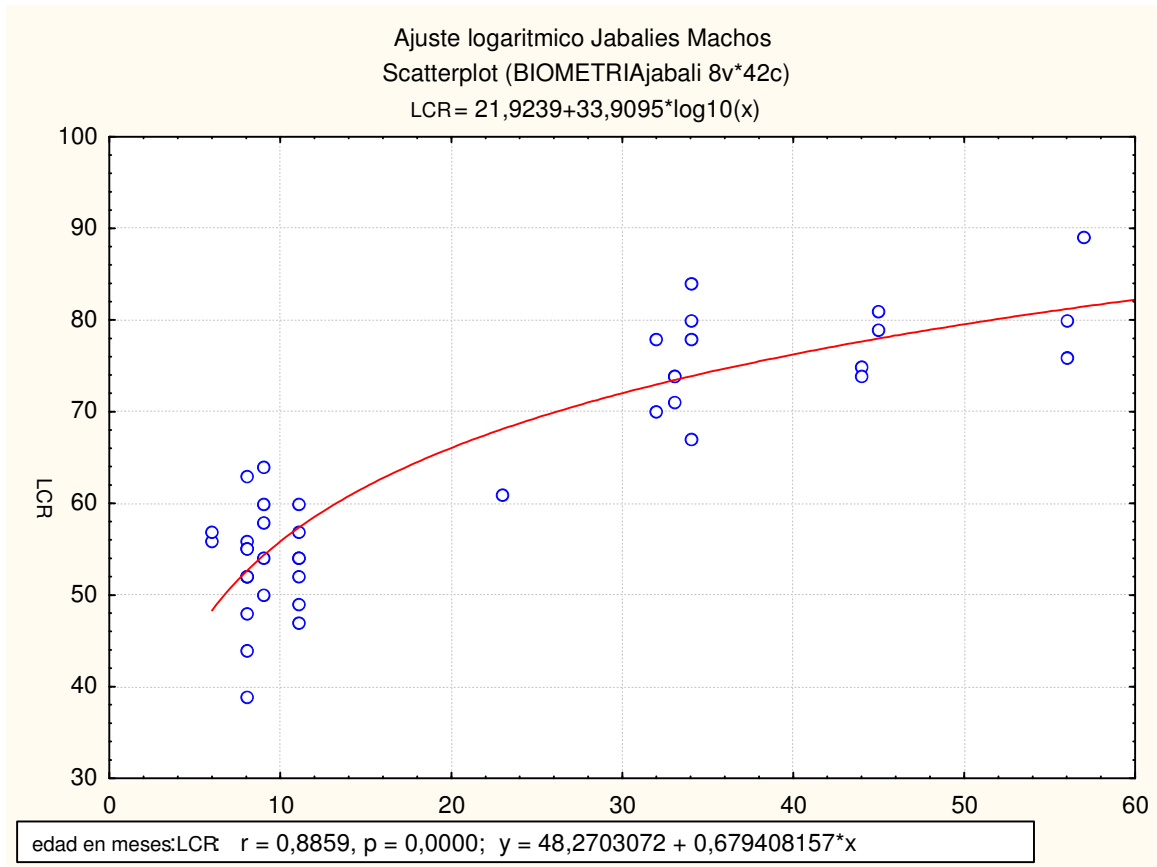


Figura 3.21. Representación gráfica del modelo logarítmico que mejor se ajusta crecimiento de la variable longitud cruz-rabo respecto a la edad (meses) en machos.

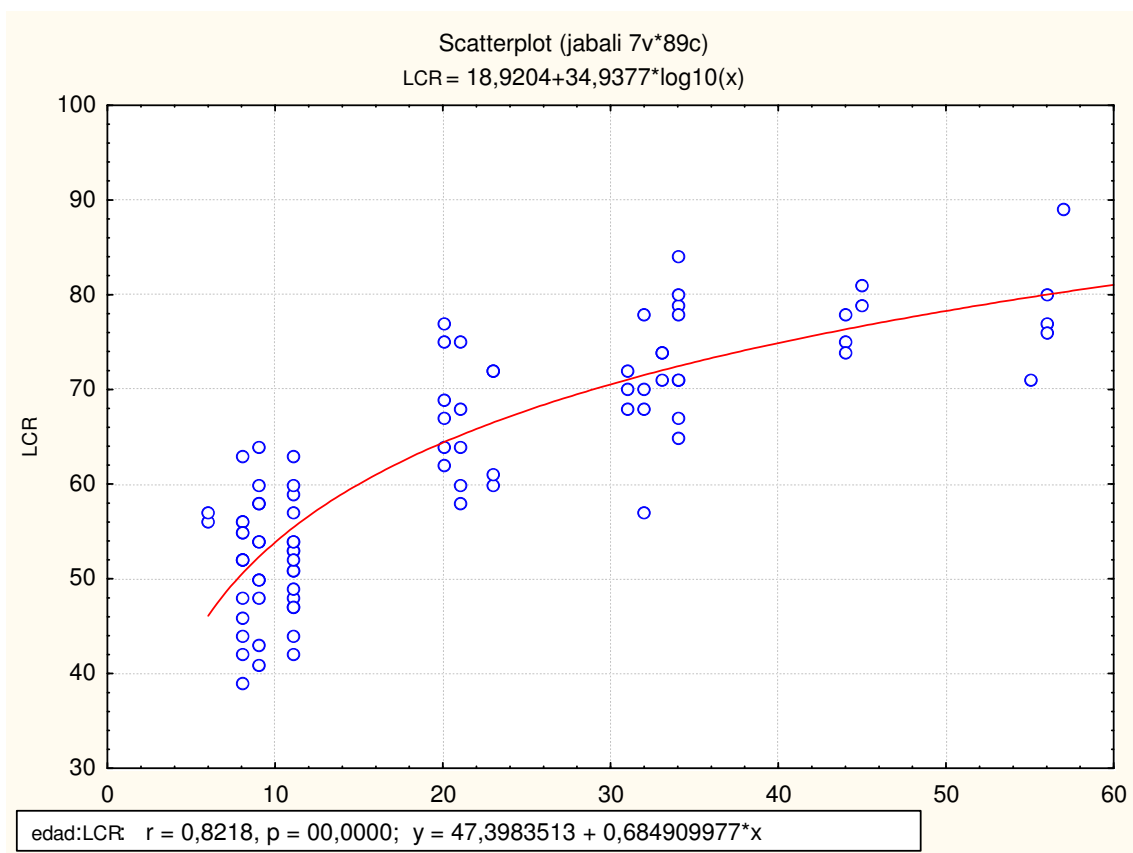


Figura 3.22. Representación gráfica del modelo logarítmico que mejor se ajusta al crecimiento de la variable longitud cruz-rabo respecto a la edad (meses) en hembras.

Longitud cruz-rabo	Curvas logarítmicas					
	Variables biométricas	a	b	máx	a'	b'
Machos		21,92	33,91	89	0,25	0,38
Hembras		18,92	34,94	83	0,23	0,42

Tabla 3.15. Curvas logarítmicas de crecimiento ( $y=a+b \log x$ ) que mejor se ajustan a la relación existente entre la edad (x) y la longitud cruz-rabo (y) (LCR en cm). a= punto de corte con el eje de ordenadas-desarrollo con 1 mes. b= tasa de crecimiento. máx = valor máximo encontrado de las variables biométricas. a' = a/máx, expresa el grado de desarrollo al nacer respecto al valor definitivo. b' = b/máx, expresa la velocidad relativa de crecimiento.

En la Figura 3.23 se realiza el mejor ajuste para la longitud cruz-rabo con el modelo de regresión lineal para un intervalo de confianza del 95%.

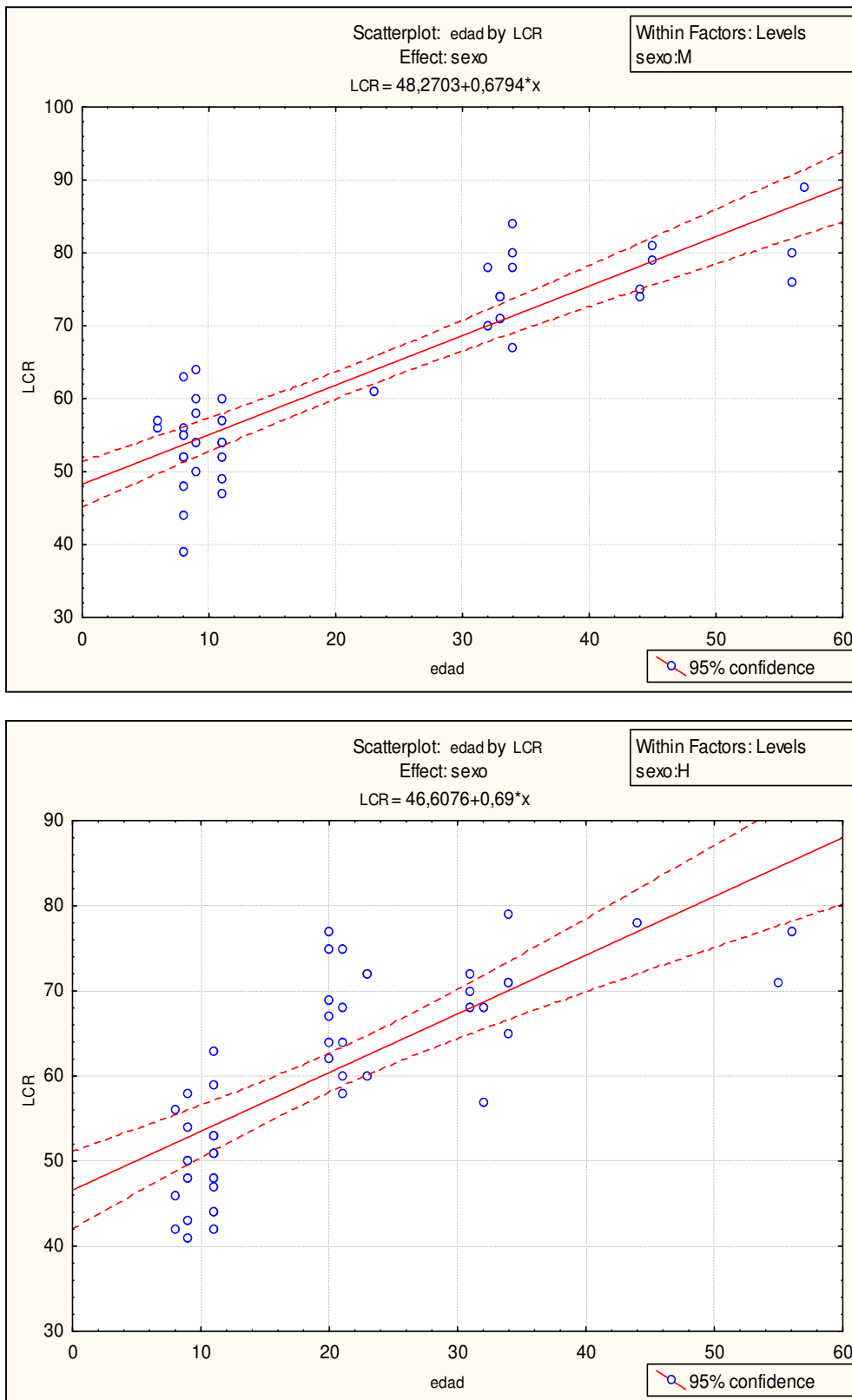


Figura 3.23. Representación gráfica del modelo de regresión lineal que describe el crecimiento de la variable longitud cruz-rabo respecto a la edad (meses) en machos (M) y hembras (H).

Para todas las variables se observa un fuerte crecimiento durante los primeros 12 meses de vida, que continúa de manera notable hasta los 24 meses y posteriormente se atenúa de manera muy evidente. De las variables analizadas, la longitud cruz-rabo es la que antes estabiliza su crecimiento. El peso es la variable que mayor tasa de crecimiento presenta, seguida del perímetro torácico (Tabla 3.16).

Orden			
Machos		Hembras	
a'	b'	a'	b'
LT	P	LT	P
LCR	PT	LCR	PT
AC	AC	AC	AC
PT	LT	PT	LT
P	LCR	P	LCR

Tabla 3.16. Ordenación de las variables biométricas de mayor a menor magnitud en relación con a'= grado de desarrollo al nacer respecto al valor definitivo y b'= velocidad relativa de crecimiento.

La diferenciación entre machos y hembras no se hace perceptible en ninguna de las variables analizadas hasta los 24 meses, obteniéndose a partir de esta edad, crecimientos mayores para machos que para hembras, si bien no aparecen diferencias significativas en ninguna de ellas.

Las mayores tasas de crecimiento se obtienen para P (peso) en ambos sexos, teniendo el resto de variables unas tasas notablemente inferiores y apenas diferenciadas entre sexos. Las hembras presentan velocidades de crecimiento ligeramente superiores a la de los machos, algo normal hasta alcanzar el peso mínimo para la reproducción.

### 3.4. Discusión.

#### *Medidas corporales*

Los valores biométricos medios obtenidos en este estudio coinciden en general con lo publicado por diversos autores en diferentes lugares de Europa (Baettig 1980, Stubbe *y col.* 1980, Mauget *y col.* 1984, Sáez-Royuela 1987, Abaigar 1990, Pedone *y col.* 1995, Markina 1998, Rosell 1998, Herrero 2002). Al realizar la comparación de las características morfológicas de la población de jabalíes de Sierra Nevada con otras poblaciones peninsulares y europeas es preciso tener en cuenta la heterogeneidad metodológica, las notables diferencias muestrales y los distintos métodos para determinación de edades y clases de edad entre autores, lo que limita la posibilidad de establecer conclusiones definitivas a partir de estas comparaciones. Longitud total (LT) y peso (P) son las variables más utilizadas para caracterizar poblaciones. En las Tablas 3.17 y 3.18 se recopilan algunos datos publicados referentes al peso (P) y Longitud total (LT) en jabalíes mayores de 24 meses.

Localidad	Peso (kg)		Referencia
	machos	hembras	
P. Ibérica. Monfragüe	52,3	57,3	Garzón 1991
P. Ibérica. Almería	80,6	61,1	Abaigar 1990
P. Ibérica. Burgos	78,3	59,1	Sáez-Royuela 1987
P. Ibérica. Montseny	82,8	54,4	Rosell 1998
P. Ibérica. Aragón-Ebro	84,5	65,9	Herrero 2002
P. Ibérica. Aragón-Pirineo	75,4	56,6	Herrero 2002
P. Ibérica. Portugal	59-67	69	Morais 1979
Italia	65,7	52,5	Pedone <i>y col.</i> 1995
Alemania	88,0	58,1	Stubbe <i>y col.</i> 1980
Suiza	132,2	89,5	Baettig 1980
Chequia y Eslovaquia	103,8	84,2	Hell y Paule 1983
Francia	126,0	60,6	Klein 1984
Polonia	64,6	57,8	Milkowski y Wójcik 1984
<b>P. Ibérica. Sierra Nevada</b>	<b>62,9</b>	<b>55,1</b>	<b>Este estudio</b>
Rango	52,3-132,2	52,5-89,5	

Tabla 3.17. Pesos medios de jabalíes mayores de 24 meses en Península Ibérica y otros lugares de Europa.

Localidad	Longitud total (cm)		Referencia
	machos	hembras	
P. Ibérica. Monfragüe	133,4	136,1	Garzón 1991
P. Ibérica. Almería	139,9	132,1	Abaigar 1990
P. Ibérica. Burgos	152,6	140,5	Sáez-Royuela 1987
P. Ibérica. Montseny	140,6	129,4	Rosell 1998
P. Ibérica. Aragón-Ebro	144,6	139,1	Herrero 2002
P. Ibérica. Aragón-Pirineo	133,7	124,3	Herrero 2002
P. Ibérica. Portugal	138,0	129,0	Morais 1979
Alemania	151,2	137,6	Stubbe y col. 1980
Suiza	140,0	145,0	Baeting 1980
Chequia y Eslovaquia	157,2	151,8	Hell y Paule 1983
<b>P. Ibérica. Sierra Nevada</b>	<b>127,2</b>	<b>122,5</b>	<b>Este estudio</b>
Rango	127,2-157,2	122,5-151,8	

Tabla 3.18. Longitudes totales medias de jabalíes mayores de 24 meses en Península Ibérica y otros lugares de Europa.

A la vista de las Tablas 3.17 y 3.18 se detecta un mayor peso y tamaño en los ejemplares del norte europeo que en los del sur, siendo muy patente en la población de Sierra Nevada este gradiente latitudinal. Estas diferencias, siguiendo las argumentaciones de diversos autores, pueden asociarse a la disponibilidad y estacionalidad de alimento (Klein 1984, Spitz y col. 1998).

Entre los datos extraídos de las poblaciones de la Península Ibérica, observamos que la población estudiada es la que presenta las menores dimensiones medias y unos pesos más bajos, llamando la atención la notable diferencia encontrada con los resultados aportados por Abaigar en 1990, en donde parte de la muestra proviene de la misma zona. La explicación de esto último puede deberse a que en la década de los años 80 la población estaba en fase clara de expansión y recolonización en Sierra Nevada. De igual manera, el incremento de la actividad cinegética habida desde 1990 ha rebajado la edad media de los individuos adultos y se ha producido un notable aumento de densidad poblacional que condiciona la competencia por el alimento.

Se considera que la población estudiada pertenece a la subespecie *Sus scrofa baeticus* de las actualmente reconocidas y presente en Andalucía (ver en capítulo 1). Sin embargo, es preciso señalar que diferentes estudios genéticos de *Sus scrofa* (extraído de Herrero 2002, según Randi y col. 1989 y 1992, Arroyo-Nombela y col. 1990, Bosma y col. 1991, Macchi y col. 1995, Durio y col. 1995c, Hecht y Dzapo 1995) han evidenciado la ausencia de diferencias convincentes, por lo que los criterios morfológicos no son válidos para determinar la taxonomía intraespecífica (Randi 1995 citado en Herrero 2002).

Para Abaigar (1990), el peso del cristalino resulta el método más discriminativo en la diferenciación exacta de las dos primeras clases de edad (0-1 año, 1-2 años), indicando que el único solapamiento se produce en ejemplares de más de dos años. En nuestro caso hemos confirmado este aspecto, aportándose los valores obtenidos para Sierra Nevada (adaptados a las clases de edad 0-1 año, 1-2 años y >2 años) junto con otros ya publicados (Tabla 3.19).

Localidad	Peso del cristalino (mg)			Referencia
	<1 año	1-2 años	> 2 años	
P. Ibérica. Portugal	-	-	541,7 - 751,1	Morais 1979
P. Ibérica. España	130,7 - 367,6	360 - 467,6	462,0 - 633,4	Abaigar 1990
N. África	< 395	395 - 495	> 495	El Mastour 1982
Francia	210 - 330	410 - 490	> 490	Dardaillon 1984
<b>P. Ibérica. Sierra Nevada</b>				
(X♂)	<b>206</b>	<b>192</b>	<b>237</b>	<b>Este estudio</b>
(X♀)	<b>210</b>	<b>193</b>	<b>237</b>	

Tabla 3.19. Pesos medios de cristalinos en jabalíes en distintas poblaciones estudiadas de África y Europa.

### *Crecimiento biométrico y dimorfismo sexual intrapoblacional*

En el crecimiento de los mamíferos, aparte de factores genéticos, intervienen una serie de factores ambientales que afectan al desarrollo del individuo (French y col. 1956, Chapman 1975). El conjunto de valores de crecimiento obtenidos en este estudio se sitúan dentro del amplio abanico de resultados que ofrecen diferentes autores, tanto en la Península Ibérica como en otros lugares de Europa (ver Baeting 1980, Mauget y col. 1984, Pepin y col. 1987, Abaigar 1990, Marsan y col. 1990, Gallo Orsi y col. 1995, Moretti 1995a, Markina 1998, Herrero 2002). El crecimiento de las distintas variables estudiadas es elevado hasta los 24 meses, en nuestro caso ligeramente mayor en hembras que en machos, ralentizándose a partir de esa edad. En ese momento (a partir del segundo año) el crecimiento de machos supera al de hembras y se manifiesta el dimorfismo sexual, aunque en nuestro caso, y para algunas variables, no es totalmente evidente. En el análisis de escala multidimensional, el peso y la altura de la cruz son las variables que mejor separan sexos en los jabalíes adultos de Sierra Nevada, si bien su poder discriminante no resultó elevado. Ello indica una variación, o diferencias morfométricas entre sexos, poco definitorias en los jabalíes adultos de Sierra Nevada.

En el jabalí el dimorfismo sexual se hace patente con la edad. La ausencia de dimorfismo durante el primer año de vida ha sido constatada en numerosos estudios (ver Sáez-Royuela 1987, Abaigar 1990, Moretti 1995a, Rosell 1998, Spitz y col. 1998, Herrero 2002). En la población estudiada no aparecen diferencias significativas entre sexos para ninguna de las variables estudiadas durante el primer y segundo año de vida, siendo a partir de los 24 meses de vida cuando se hacen patentes en las condiciones ya referidas. Esto coincide con la generalidad recogida en diferentes estudios biométricos existentes (Sáez-Royuela 1987, Abaigar 1990, Garzón 1991, Moretti 1995, Pedone y col. 1995, Rosell 1998, Spitz y col. 1998, Herrero 2002).

Para Spitz y col. (1998), la curva de crecimiento del peso diverge entre sexos al alcanzarse los 45 kg, algo que en la población de Sierra Nevada no es completamente evidente. Se comprueba, sin embargo, que ese peso se alcanza antes de los 24 meses de edad (entre 16 y 20 meses), tanto en machos como en hembras, y a partir de entonces, la ganancia de peso y tamaño es más rápido en machos que en hembras. Briedermann (1970) indica que este hecho se debe al coste de reproducción de las hembras, que se inicia aproximadamente con esa edad y peso. Clutton-Brock y



Harvey (1983) indican que la mayor envergadura de los machos constituye una ventaja evolutiva en la competición por las hembras.

Los resultados ponen de manifiesto el marcado dimorfismo respecto a otras poblaciones peninsulares y europeas de jabalí (ver Tablas 3.17 y 3.18), evidenciando la existencia en Sierra Nevada de unos jabalíes “pequeños” en comparación con otras poblaciones estudiadas. Son numerosos los factores que intervienen y motivan este resultado. En primer lugar es preciso considerar la ley ecológica de Bergmann de 1847, que serviría para explicar en parte el “pequeño tamaño” encontrado, al tratarse de una población más meridional que otras estudiadas. Herrero (2002) atribuye el dimorfismo que presentan dos poblaciones de jabalí en Aragón a la adaptación morfológica y funcional a dos medios naturales muy contrastados y no a las diferencias genéticas. Klein (1984) indica que la diferencia de tamaño de los jabalíes a nivel local o regional depende de la disponibilidad de alimento. La abundancia, calidad y disponibilidad de alimento tiene repercusiones biométricas, reproductivas y demográficas en las poblaciones de jabalíes, comprobándose que poblaciones con disposición de alimento durante todo el año presentan mayores crecimientos durante el primer año de vida (Herrero 2002). Spitz *y col.* (1998) atribuyen las diferencias de tamaño a la variación de diferentes factores ecológicos. En nuestro caso, no se ha estudiado la disponibilidad alimenticia de Sierra Nevada, sin embargo es conocida la marcada estacionalidad y vecería de fagáceas, principal fuente de alimentación otoño-invernal, y la escasa disponibilidad y calidad del alimento en invierno y verano. Además, desde 2005 a 2008 se produjo en Sierra Nevada una plaga generalizada de *Lymantria dispar* que redujo drásticamente la cosecha de bellota (Informe inédito. Parque Nacional de Sierra Nevada). Otro factor adaptativo, es la situación poblacional del jabalí durante el período de muestreo, provocada por el “efecto reserva” tras la declaración del parque nacional.

### 3.5. Conclusiones.

- El jabalí de Sierra Nevada es un jabalí de dimensiones pequeñas en comparación con otras poblaciones europeas.
- La diferenciación biométrica entre sexos es prácticamente inexistente hasta los dos años de vida, momento a partir del cual los machos adquieren más peso y envergadura. No se observa un dimorfismo tan marcado y patente en los jabalíes adultos de Sierra Nevada como el que existe en otras poblaciones europeas.
- El ritmo de crecimiento del jabalí de Sierra Nevada es similar al de otras poblaciones conocidas; muy rápido durante los dos primeros años de vida, ralentizándose a partir de ese momento, más en hembras que en machos. Este momento coincide sensiblemente con el inicio de la actividad reproductora en hembras.
- El peso y el perímetro torácico son las variables que menor grado de desarrollo presentan al nacer, y también las que presentan mayor velocidad de crecimiento.



## **BIOLOGÍA POBLACIONAL**

### **CAPÍTULO 4**

*Biología reproductiva y estrategia demográfica del jabalí en el Parque Nacional  
Sierra Nevada*

---



# ÍNDICE DEL CAPÍTULO

## CAPÍTULO 4. BIOLOGÍA POBLACIONAL.

### *Biología reproductiva y estrategia demográfica del jabalí en el Parque Nacional Sierra Nevada.*

4.1.	Introducción .....	97
4.2.	Material y métodos .....	98
4.2.1.	Procedencia de las muestras .....	98
4.2.2.	Biología reproductiva de las jabalinas .....	99
4.2.2.1.	Análisis de los tractos reproductores de las jabalinas .....	99
4.2.2.2.	Parámetros reproductivos .....	99
4.2.2.3.	Longitud, sexo y edad de los fetos .....	103
4.2.2.4.	Sex-ratio fetal .....	103
4.2.3.	Estructura de la población .....	104
4.2.4.	Tablas de vida .....	104
4.2.5.	Tratamiento de los datos .....	105
4.3.	Resultados .....	106
4.3.1.	Biología reproductiva de las jabalinas .....	106
4.3.1.1.	Índice ovárico, Potencial ovárico e Índice folicular .....	106
4.3.1.2.	Fecundidad .....	112
4.3.1.3.	Número de fetos por hembra .....	112
4.3.1.4.	Sex-ratio fetal .....	112
4.3.1.5.	Períodos de concepción y partos .....	113
4.3.1.6.	Productividad anual .....	114
4.3.1.7.	Número medio de crías/hembra .....	114
4.3.2.	Estructura de la población .....	115
4.3.3.	Sex-ratio poblacional .....	120
4.3.4.	Mortalidad y supervivencia .....	121
4.4.	Discusión .....	128
4.5.	Conclusiones .....	134



## 4. BIOLOGÍA POBLACIONAL.

### 4.1. Introducción.

La biología poblacional estudia los cambios en el número de individuos de una población y los factores que influyen en este cambio; también analiza las razones de estos cambios y los procesos reguladores que tienen lugar. En 1840, Liebig enunció la “Ley del Mínimo”, por la cual ninguna especie podía crecer de forma continua e indefinida ya que agotaría las reservas del medio. En virtud de esta ley va apareciendo un cuerpo de conocimientos sobre los factores que influyen en el crecimiento de las poblaciones, sentando la existencia de mecanismos reguladores (Soriguer 1981). Nicholson (1933) considera por primera vez que la competencia por el alimento y por el hábitat son los elementos controladores de la densidad de poblaciones. Otros autores consideran el polo opuesto, indicando que todos los factores ambientales son independientes de la densidad (Bodenheimer 1928, Uvarov 1931). En definitiva, los efectivos poblacionales van continuamente cambiando bajo el impacto de numerosos factores que afectan a las tasas de nacimiento y mortalidad.

La reproducción es un aspecto directamente vinculado a la evolución demográfica de una especie. La estrategia reproductiva del jabalí ha sido estudiada por numerosos autores (Matschke 1964, Henry 1968a, Briedermann 1971, Aumaitre *y col.* 1982 y 1984, Marty 1982, Vericad 1983, Pepin *y col.* 1987, Sáez-Royuela 1987, Abaigar 1990 y 1992a, Garzón 1991, Durio *y col.* 1992, Moretti 1995b, Rosell 1998, Fonseca *y col.* 2001, Herrero 2002, Markina *y col.* 2003). Los ciervos presentan una productividad muy elevada debido a varios factores entre los que destacan la temprana edad en la que las hembras alcanzan su capacidad de reproducción y la morfología de su tracto genital, con un útero bicorne (Ziswiler 1980) igual que el de las cerdas domésticas en cuanto a tamaño relativo y estructura (Sisson y Grossman 1973), lo que posibilita gestaciones múltiples. El período de gestación del jabalí oscila entre 115 y 120 días (Henry 1968b, Briedermann 1971, Mauget 1972, Baettig 1980, Aumaitre *y col.* 1982, Sáez-Royuela y Telleria 1987). La duración del ciclo ovárico de las jabalinas varía entre 20 y 30 días (Henry 1968b, Conley *y col.* 1972). Diversos autores han realizado estudios poblacionales de jabalí a partir de animales cazados: Fruzinski (1995) en Polonia; Dardillon (1984a), Spitz (1984) y Gaillard *y col.* (1987) en Francia; Boitani *y col.* (1995a) y Durio *y col.* (1995a) en Italia y Sáez-Royuela (1987), Abaigar (1990), Garzón (1991), Markina (1998), Rosell (1998) y Herrero (2002) en España. La estructura de una población es la composición en un momento dado de la misma, refiriendo en términos numéricos los animales de cada sexo y la frecuencia de grupos de edad expresada en intervalos de tiempo (Delany y Happold 1979). Este sistema aporta una visión estática que ha podido ser ampliada en este estudio gracias a las 7 temporadas en las que se ha prolongado la toma de datos. Este aspecto resultará muy útil para el análisis y discusión de resultados debido a dos factores clave: la alta mortalidad juvenil que caracteriza a esta especie en cualquier tipo de ambientes (Rosell 1998), y al efecto de la caza, que provoca elevadísimas mortalidades cada temporada (Spitz *y col.* 1984).

El objetivo de este capítulo es caracterizar la biología reproductiva y la estrategia demográfica del jabalí en el Parque Nacional de Sierra Nevada. Para ello se han evaluado diferentes índices y parámetros reproductivos, se han calculado las ganancias que se producen con la reproducción y las pérdidas que tienen lugar con la mortalidad. No se ha considerado el factor migratorio local, que también modela la dinámica de la población en espacios abiertos.

## 4.2. Material y métodos.

### 4.2.1. Procedencia de las muestras.

Para el análisis de la biología reproductiva se seleccionó una muestra de 107 tractos reproductivos completos (2 ovarios y útero) de hembras que fueron abatidas en las temporadas 2004-2005 y 2005-2006. Los tractos reproductivos fueron conservados en formol al 10%, hasta el momento de su estudio e interpretación.

El estudio incluyó igualmente la anotación de 65 hembras gestantes, así como el conteo y medición de los 270 fetos que portaban. Los fetos fueron extraídos y conservados en formol al 10% hasta su medición y determinación de sexo. La información procede de 4 temporadas cinegéticas (2003-2004, 2004-2005, 2005-2006 y 2006-2007) (Figura 4.1).

La observación de grupos de hembras con rayones se ha realizado entre los meses de febrero y septiembre de los años 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008.

Para el estudio de la estructura de población, se ha trabajado con una muestra de 1.784 ejemplares, de los cuales 666 eran machos y 1.118 hembras. La muestra procede de las batidas de control realizadas por la administración del espacio protegido durante 7 temporadas cinegéticas (octubre-febrero) consecutivas, desde la temporada 2003-2004 hasta la 2009-2010.

Para la construcción de las tablas de vida se seleccionaron dos momentos diferentes, los correspondientes a las temporadas cinegéticas 2003-2004 y 2009-2010. Esto permitirá efectuar un análisis comparativo entre las dos temporadas más distantes en el tiempo, y detectar los posibles cambios en las tasas de supervivencia o mortalidad al haberse producido un cambio de gestión.



Figura 4.1. Distintas imágenes obtenidas durante la toma de las muestras: extracción de tracto reproductor de las hembras; ovarios y fetos recién extraídos.



## 4.2.2. Biología reproductiva de las jabalinas.

### 4.2.2.1. Análisis de los tractos reproductores de las jabalinas.

El análisis de los 214 ovarios se ha enfocado desde una perspectiva macroscópica a través del *Índice ovárico* y desde una perspectiva microscópica (evaluación morfo histológica) a través del *Potencial ovárico* y del *Índice folicular*. La medición de los ovarios se realizó con regla milimétrica. La técnica de preparación de las muestras para el análisis microscópico ha sido la descrita por Gaillard (2012). Con excepción de los ovarios procedentes de las hembras más pequeñas (clase edad 0), los ovarios fueron diseccionados con objeto de producir tres trozos independientes con distribución aleatoria en la fisonomía del órgano. Los ovarios fueron liberados de los tejidos ajenos. Dado que se conoce la ubicación cortical de los folículos, se ha dado prioridad a la obtención de trozos con un máximo de corteza y un mínimo de médula ovárica. Cada trozo de ovario fue incluido en un casete histológico y lavado en agua destilada durante dos horas. Posteriormente fueron deshidratados y sometidos a baños sucesivos de soluciones de etanol incrementadas al 50, 70, 90 y 100% en agua destilada durante dos horas cada uno. La deshidratación terminó con un baño en 50% de etanol puro y 50% de xylol y a un baño al 100% de xylol de dos horas cada uno. A continuación las casetes fueron sometidas a un baño de dos horas en parafina a 58°C. Cada trozo de ovario fue introducido en parafina a temperatura ambiente hasta su total solidificación. Los moldes fueron conservados a -20°C hasta su corte en microtomo. Se realizaron varias secciones de 15 y 20 micras de cada uno de los tres trozos con objeto de disponer de cortes en varias profundidades. Los cordones de cortes fueron estirados en baño maría a 40°C. Tres cortes fueron aislados y colocados sobre los portaobjetos. Los portaobjetos se dejaron al aire libre hasta su total secado y almacenados en caja hermética hasta su ulterior rehidratación, tinción y deshidratación final. Por grupos, los portaobjetos fueron rehidratados mediante baños sucesivos de cinco minutos en xylol, xylol/etanol puro, etanol puro, etanol al 90, 70 y 50% y agua. Los tiempos de incubación en soluciones de eosina y hematoxilina fueron puestos a punto en ensayo piloto. Después de doble tinción, los grupos de portaobjetos fueron lavados bajo agua del grifo para eliminar el exceso de colorantes. Posteriormente fueron deshidratados de nuevo según la misma e inversa secuencia de baños en soluciones alcohólicas. Finalmente cada muestra fue precubierta con bálsamo de Canadá, recubierto con un cubre y mantenido a temperatura ambiente para la polimerización del medio de montaje.

### 4.2.2.2. Parámetros reproductivos.

#### *Índice ovárico: estudio de la ovulación.*

Índice de carácter macroscópico que estima el volumen de tejido ovárico ( $\text{cm}^3$ ) con el que es posible predecir la actividad ovárica, y en consecuencia, determinar el inicio de la ovulación. Refleja el estadio en que se encuentra el ovario, variando en función del ciclo ovárico y edad de la hembra. Se ha definido y ha sido calculado como el valor medio, para ambos ovarios, del producto de la longitud (cm) según los tres ejes de simetría encontrados en cada ovario (Figura 4.2).



Figura 4.2. Ovarios de jabalina preparados para su medición (Índice ovárico).

**Potencial ovárico: grado de madurez ovárica.**

Índice microscópico que evalúa el número de folículos en producción (folículos primarios y secundarios), con el que es posible determinar el grado de madurez del ovario. Ha sido calculado contabilizando el porcentaje de folículos primarios y secundarios en muestras preparadas y fijadas.

El inicio de la actividad reproductiva en las jabalinas está determinado por el proceso de maduración de ovocitos cuando alcanzan la pubertad. Estos ovocitos primordiales (folículos primordiales) van madurando y se van diferenciando estructuras diferentes que se conocen como folículos primarios en un primer momento (visibles en el área cortical del ovario) y folículos secundarios, visibles en el área subcortical del órgano tras una segunda etapa de maduración (Figura 4.3).

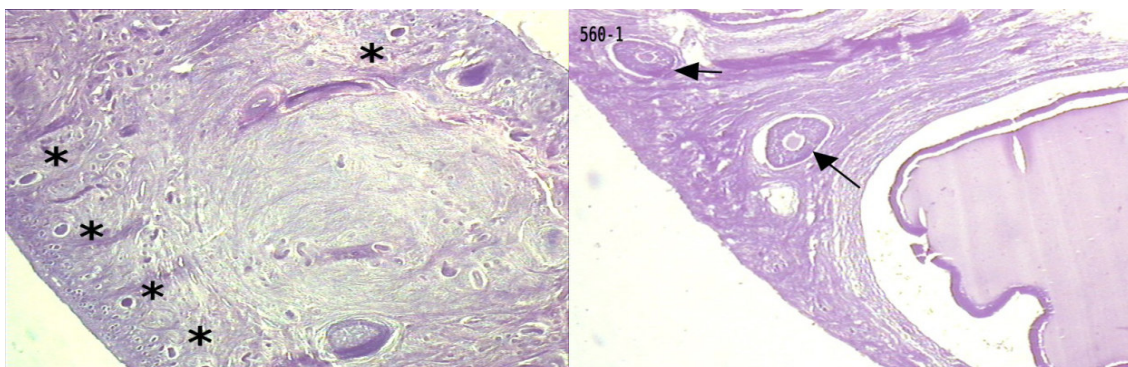


Figura 4.3. Folículos primarios (\*) y folículos secundarios ( → ) que determinan el Potencial ovárico.

**Índice folicular: nivel de actividad ovárica.**

Índice que relaciona la actividad ovárica presente y pasada de las jabalinas.

En una tercera etapa, el folículo llega a su madurez, denominándose folículo de De-Graaf, estando ya listo para la ovulación. En el momento de la ovulación el folículo de De-Graaf distorsiona la superficie ovárica (Figura 4.4 a). Tras la ovulación, los restos de folículo se transforman bajo una secreción continua de LH (luteinización) en una estructura endocrina conocida como cuerpo lúteo. Se ha comprobado que cada ovario de jabalí puede contener hasta 7 cuerpos lúteos (Herrero 2002), distorsionando completamente la superficie de este. Los cuerpos lúteos involucionan (disminuyen su tamaño) hacia una masa ovalada de tejido colagénico denominada cuerpo albicans, que se mantiene en el ovario del animal el resto de su vida (Figura 4.4 b y c).

Así pues, los folículos primarios y secundarios representan la actividad presente y futura del ovario, mientras que los folículos de De-Graaf, cuerpos lúteos y cuerpos albicans representan la actividad pasada del órgano. Con esta premisa se ha calculado el ratio entre actividad presente y actividad pasada de los ovarios. Este índice representa la actividad ovárica de cada hembra.

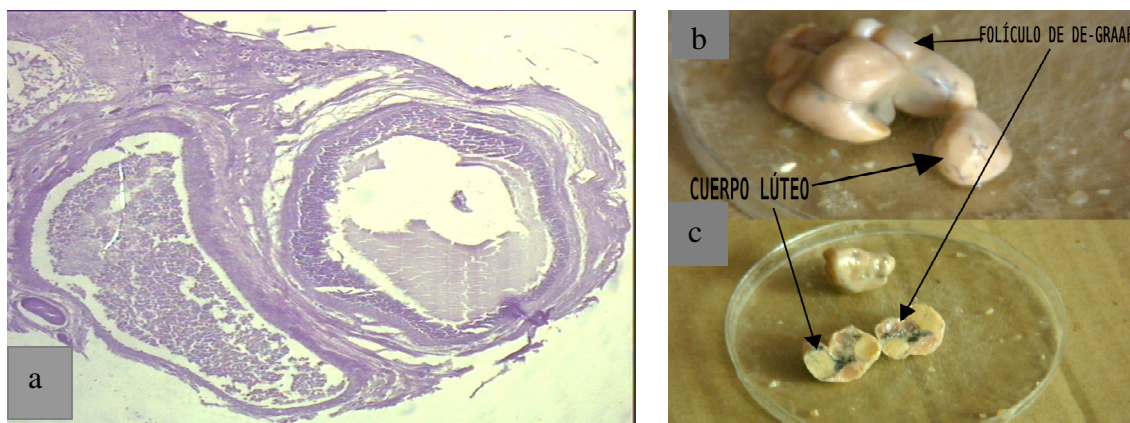


Figura 4.4. a) preparación microscópica de folículo de De-Graaf dispuesto para la ovulación. b) Vista externa del ovario: folículo de De-Graaf y cuerpo lúteo. c) Corte interno del ovario: folículo de De-Graaf y cuerpo lúteo.

Se han sumado los eventos contabilizados en ambos ovarios de la misma hembra, disponiendo así de la evaluación global de la actividad ovárica de cada jabalina ya que los ovarios de las jabalinas funcionan de manera sincronizada durante la ovulación. En hembras con plena actividad ovárica, se comprueba que hasta un 90% del volumen del ovario se encuentra ocupado por cuerpos lúteos, haciendo muy difícil el recuento fiable de cuerpos albicans (Gaillard 2012). Esta situación conduce a una compactación muy importante de las estructuras del tejido ovárico y hace muy difícil el recuento fiable de cuerpos albicans. Los folículos de De-Graaf no se encuentran sometidos a tal compactación y mantienen bien sus dimensiones.

### ***Fecundidad.***

La reproducción es responsable del reemplazamiento, y en su caso, del incremento poblacional.

La fecundidad se define como el número de óvulos fecundados en una hembra por unidad de tiempo. La natalidad se define como el número de individuos nacidos por hembra por unidad de tiempo. Ambos conceptos están interrelacionados y pueden llegar a ser equivalentes. Se encuadran en un proceso continuo que comienza con la producción de óvulos por la hembra en la unidad de tiempo y que es conocido como la tasa de fecundidad máxima (Krebs 1972, Giles 1978), completándose con el desarrollo de los fetos y natalidad (Fandos 1991).

Se han calculado tres tasas de fecundidad:

- Tasa general de fecundidad, definida como el número total de fetos por el total de hembras.
- Tasa neta de fecundidad, definida como el total de fetos hembras por el total de hembras adultas.
- Tasa refinada de fecundidad, definida como el total de fetos por el total de hembras adultas.

### ***Número de fetos por hembra.***

Se ha determinado el número medio de fetos por hembra gestante. Según (Henry 1968a) el período mínimo de tiempo con el que se puede determinar macroscópicamente la presencia de fetos es aproximadamente un mes de edad.

**Períodos de concepción y partos.**

Los períodos de concepción y partos han sido estimados a partir de la edad de los fetos. Para la concreción de los períodos de concepción y parto se consideró un período de gestación de 120 días al ser este uno de los más reflejados en la bibliografía (Briedermann 1971, Martys 1982, Vericad 1983) y que permitirá establecer comparaciones. Herrero (2002) considera que este procedimiento solo resulta útil para determinar el período de partos y no la curva de partos, al desconocer la mortalidad de los rayones.

**Productividad anual de la población.**

La productividad se ha calculado aplicando la ecuación propuesta por Mauget (1980):

$$P_{100} = \sum_{1, \dots, n} [(N_i \times PG_i) \times NF_i] \times 100/N_0$$

donde:

$P_{100}$ = Productividad por cada 100 individuos

$N_i$ = Número de hembras de clase de edad i

$PG_i$ = Proporción de hembras gestantes pertenecientes a la clase de edad i

$NF_i$ = Media de fetos por hembras de la clase de edad i

$N_0$ = Tamaño inicial de la población

**Número medio de crías/hembra.**

El número medio de crías por hembra se ha determinado a través de la observación de 46 hembras acompañadas de crías (rayones hasta aproximadamente 4 meses de edad) en donde se ha determinado el número de crías de cada una de ellas, bien por observarse aisladas (18 hembras) o por formar grupos con abundantes rayones.

#### **4.2.2.3. Longitud, sexo y edad de los fetos.**

La medición se realizó con metro de sastre sobre los fetos fijados en formol al considerar que apenas sufre distorsión con la medida en fresco (Vericad 1983). Para estimar la edad de los fetos se midió la longitud (LCG- Longitud Cacumen Grupa) con objeto de poder aplicar la fórmula propuesta por Henry (1968b):  $y=23,4349+0,3230x$ , donde y: edad en días y x: longitud en mm

#### **4.2.2.4. Sex-ratio fetal.**

Relación entre el número de machos y de hembras. Se ha considerado que el sexo de los fetos es posible definirlo a partir de aproximadamente 40 días de edad (Rosell 1998).

#### 4.2.3. Estructura de la población.

Las tareas de medición, determinación de sexo y edad de ejemplares han sido descritas en los apartados 3.2.2 y 3.2.3 del capítulo 3 *Biometría y crecimiento*.

Para el cálculo de las estructuras poblacionales se definieron cuatro clases de edad, las mismas con las que se ha abordado el análisis biométrico (ver capítulo 3), denominadas clases 0, 1, 2 y 3, que agrupan individuos entre 6 y 9 meses de edad, entre 10 y 12 meses, entre 13 y 24 meses y mayores de 24 meses respectivamente. Para asignar cada jabalí dentro de una clase de edad, hasta los 2 años, se emplearon técnicas de reemplazamiento dentario (Boitani y Mattei 1992, Sáenz de Buruaga y col. 2001, Di Borgo y Dotta 2003).

#### 4.2.4. Tablas de vida.

Se seleccionaron dos momentos, los correspondientes a las temporadas 2003-2004 y 2009-2010, para la elaborar las tablas de vida. Esto nos ha permitido un análisis comparativo entre las dos temporadas distantes en el tiempo en que se ha producido un cambio sustancial en la gestión de la población objeto de estudio.

Para la construcción de las tablas de vida ha sido preciso disponer de la frecuencia de edades (en años) de la muestra de jabalíes abatidos de las temporadas seleccionadas. Para ello se calculó la edad en meses de la muestra disponible en el intervalo de 24 hasta 60 meses. Esto nos permitió discriminar edades de 3, 4 y 5 años (hasta 60 meses) a la mayor parte de la muestra incluida en la clase de edad 3 (>24 meses). Para ello, y apoyándonos en las curvas de crecimiento de la variable del peso, y conocido el momento (mes) del nacimiento y del abatimiento, a cada jabalí se le asignó un valor entre 24 y 60 meses.

En las circunstancias de este estudio, y dado que los muestreos realizados cumplen las condiciones necesarias, se ha utilizado el método de construcción basado en la estructura de población, exclusivamente con edades conocidas, que nos ha permitido estimar la mortalidad y esperanza de vida en dos momentos distantes para una misma población (Caughley 1977, Caughley y Gum 1996). En la temporada 2003-2004 se iniciaba en el Parque Nacional de Sierra Nevada el control poblacional. En la temporada 2009-2010 la población se encontraba gestionada intensamente desde hacía 7 temporadas.

Las frecuencias de edades han sido sometidas a una serie de ajustes y modificaciones para poder elaborar las tablas de vida, siguiendo a Fandos (1991), se ha considerado:

1.- Que es preciso la multiplicación de las frecuencias observadas en cada clase de edad por un factor de corrección. En este caso se ha utilizado la tasa de crecimiento poblacional siguiendo a Caughley (1977). Para la corrección de N (frecuencias observadas) se ha utilizado una función exponencial del tipo:

$$y = e^{m \cdot x}$$

donde:

y= factor de corrección para cada edad.

m= pendiente de la recta de ajuste

x= edad

2.- Que la tabla de vida solo puede calcularse a partir de una distribución de edades cuando la frecuencia de cada clase de edad "x", es igual o mayor que la de la clase siguiente (x+1). De no cumplirse esto tendríamos valores de mortalidad negativos para alguna clase de edad, lo que sería una contradicción. En nuestro caso, y para evitar esto, se ha procedido a suavizar la distribución de edades. Caughley (1977) propone utilizar funciones polinómicas de logaritmos o de probabilidad de regresión. En nuestro caso se han utilizado las funciones polinómicas que proporcionaban un buen ajuste. En todos los casos ha sido funciones flexibles a la hora de generar curvas a partir de la distribución de edades y no presuponen relaciones entre la tasa de mortalidad y la edad (Fandos 1991).

#### 4.2.5. Tratamiento de datos.

Los parámetros reproductores se han caracterizado mediante la estadística descriptiva básica (media, mediana, desviación estándar y rango).

Se ha expresado la sex-ratio como número de machos/número de hembras ( $\frac{\text{♂}}{\text{♀}}$ ). Con el fin de comprobar si la proporción de sexos difería significativamente de la igualdad teórica realizamos una prueba de heterogeneidad y bondad de ajuste (test de  $X^2$ ) y para la distribución de edades se realizaron tablas de contingencia RxC (Sokal y Rohlf 1980). Para los distintos parámetros, se han considerado diferencias significativas entre valores cuando  $p < 0,05$ .

En los cálculos del índice ovárico y potencial ovárico ha sido preciso trabajar en porcentajes con objeto de unificar escalas. Para establecer la relación entre ambos índices se ha trabajado con la mediana del valor máximo (expresado en porcentajes). A efecto exclusivo de visualización gráfica, en aquellas muestras de clase de edad 3 (jabalinas > 24 meses) con gran desarrollo de los cuerpos lúteos, se ha segregado un grupo 4. Para la detección de distribuciones normales se ha empleado el test de Shapiro-Wilk por resultar más adecuado para grupos inferiores a 50 muestras (intervalo de confianza del 99%,  $p = 0,01$ ). Se ha empleado el test Kruskal-Wallis no paramétrico para la comparación de múltiples muestras con el test de comparaciones pareadas a posteriori de Conover-Iman (comparación bilateral). En este caso se ha aplicado un intervalo de confianza del 95% ( $p = 0,05$ ).

Los cálculos han sido realizados con el programa XLSTAT.

### 4.3. Resultados.

#### 4.3.1 Biología reproductiva de las jabalinas.

##### 4.3.1.1. Índice ovárico, Potencial ovárico e Índice folicular.

La distribución de clases de edad de las hembras de la que se obtuvo la muestra de ovarios estudiada se presenta en la Tabla 4.1.

Clase de edad (meses)	n	%
0 (6-9)	5	4,67
1 (10-12)	5	4,67
2 (13-24)	14	13,08
3 (>24)	83	77,58
Total	107	100

Tabla 4.1. Distribución por clases de edad de la muestra estudiada. n: número de ovarios (dos por muestra).

El *índice ovárico* es un reflejo del estadio en que se encuentra el ovario. Se observa que el índice ovárico aumenta con la clase de edad de las jabalinas. El desarrollo de cuerpos lúteos ha determinado un aumento sustancial del valor del índice ovárico partir del grupo de edad 3 (jabalinas > 24 meses), si bien puede estar influido por el momento del ciclo ovárico del animal. El mayor aumento del índice ovárico se puede observar en la clase de edad 3 -grupos 3 y 4- (Figura 4.5).

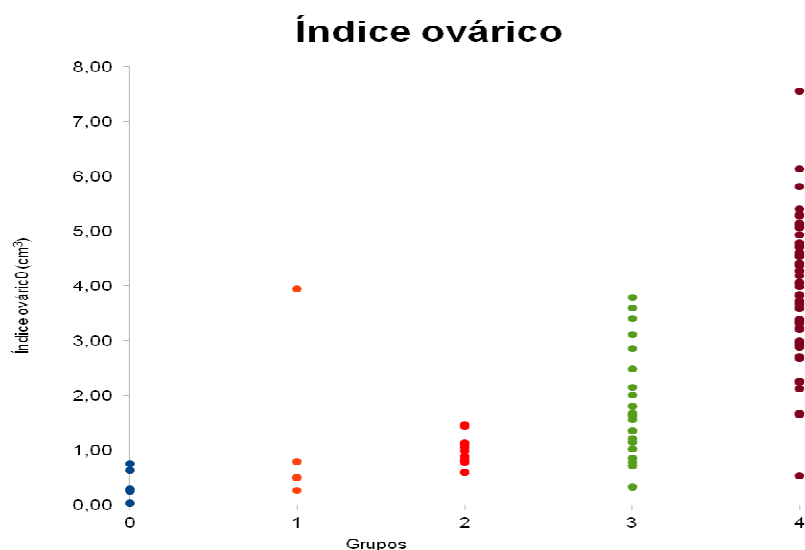


Figura 4.5. Distribución del índice ovárico en función de los grupos de edad. *Índice ovárico en cm<sup>3</sup>*.



El resultado de la prueba Shapiro-Wilk para el índice ovárico de las jabalinas de los grupos de edad 0, 2, 3 y 4 indica que siguen una distribución normal (grupo 0,  $p=0,264$ ; grupo 2,  $p=0,720$ ; grupo 3,  $p=0,011$ ; grupo 4,  $p=0,508$ ). En el grupo de edad 1, el test de Shapiro-Wilk manifiesta significación (índice ovárico grupo 1,  $p=0,009$ ) no aceptándose el supuesto de normalidad de dicha variable (intervalo de conf. 99%;  $p=0,01$ ). La prueba de Kruskal-Wallis indica que existen diferencias significativas para las medianas del índice ovárico en función del grupo de edad ( $gl=4$ ,  $p<0,001$ ). Las comparaciones múltiples por pares mediante el procedimiento de Conover-Iman (comparación bilateral, con intervalo de confianza del 95%,  $p=0,05$ ) se reflejan en la Tabla 4.2.

Grupo edad	Índice ovárico: comparaciones por pares (procedimiento Conover-Iman)				
	0	1	2	3	4
0	1	0,282	0,171	<b>0,005</b>	<b>&lt; 0,001</b>
1	0,282	1	0,915	0,102	<b>&lt; 0,001</b>
2	0,171	0,915	1	<b>0,026</b>	<b>&lt; 0,001</b>
3	<b>0,005</b>	0,102	<b>0,026</b>	1	<b>&lt; 0,001</b>
4	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>	1

Tabla 4.2. Índice ovárico: valores obtenidos de  $p$ -bilateral mediante el procedimiento Conover-Iman. En negrilla se resaltan los pares de grupos de edad entre cuyas medianas se han detectado diferencias significativas ( $p<0,05$ ).

Se considera que un índice ovárico inferior a 1,2 corresponde a individuos inmaduros y un índice superior a 3,9 correspondería a individuos mayores con poca actividad ovárica (Gaillard 2012). Al relacionar el incremento del índice ovárico con el peso de las jabalinas (Figura 4.6), se observa que el tamaño de los ovarios es muy pequeño (inmaduros) hasta que las hembras alcanzan los 35-40 kg de peso y que coincidiría con el peso mínimo requerido para el inicio de la ovulación. En este momento, evaluado en peso (kg) de las hembras, se dan las condiciones físicas necesarias para que de comienzo la producción de óvulos y la incorporación a la reproducción. La relación entre el peso de las hembras y la disminución de la actividad ovárica aparece menos acotada, si bien a partir de 70-80 kg comienza a disminuir la actividad ovárica.

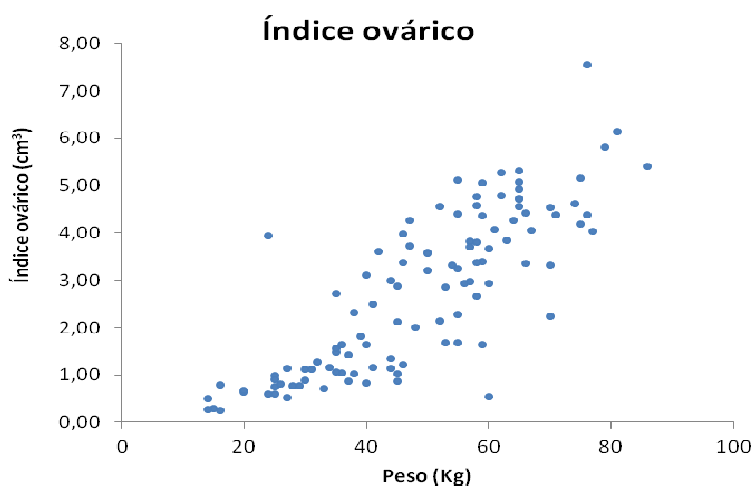


Figura 4.6. Distribución del índice ovárico en función de los pesos de las jabalinas. *Índice ovárico en cm<sup>3</sup>*.

El *potencial ovárico* (sumatorio de folículos primarios y secundarios) disminuye con la edad, detectándose un estancamiento de la madurez ovárica a partir la clase edad 2 (jabalinas >12 meses). En la Figura 4.7 se observa la pérdida de potencial ovárico con la edad, es decir, cómo el número de folículos en producción va disminuyendo en beneficio de un aumento de eventos producidos, es decir folículos de De-Graff, cuerpos lúteos y cuerpos albicans. Así, mientras que el potencial ovárico disminuye, aumenta la presencia de marcadores de actividad (Figura 4.8).

El resultado de la prueba Shapiro-Wilk para el potencial ovárico de las jabalinas de todos los grupos de edad indica que los valores siguen una distribución normal (grupo 0,  $p=0,656$ ; grupo 1,  $p=0,431$ ; grupo 2,  $p=0,091$ ; grupo 3,  $p=0,843$ ; grupo 4,  $p=0,257$ ). La prueba de Kruskal-Wallis indica que existen diferencias significativas para las medianas del potencial ovárico en función del grupo de edad ( $gl=4$ ,  $p=0,002$ ). Las comparaciones múltiples por pares mediante el procedimiento de Conover-Iman (comparación bilateral, con intervalo de confianza del 95%,  $\alpha=0,05$ ) se reflejan en la Tabla 4.3.

Grupo edad	Potencial ovárico: comparaciones por pares (procedimiento Conover-Iman)				
	0	1	2	3	4
0	1	0,574	<b>0,010</b>	<b>0,001</b>	<b>0,005</b>
1	0,574	1	<b>0,018</b>	<b>0,001</b>	<b>0,007</b>
2	0,010	<b>0,018</b>	1	0,268	0,943
3	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	0,268	1	0,150
4	<b>0,005</b>	<b>0,007</b>	0,943	0,150	1

Tabla 4.3. Potencial ovárico: valores obtenidos de *p-bilateral* mediante el procedimiento Conover-Iman. En negrilla se resaltan los pares de grupos de edad entre cuyas medianas se han detectado diferencias significativas ( $p<0,05$ ).

Al relacionar el potencial ovárico y los eventos producidos (marcadores de actividad ovárica) con el peso de las jabalinas, se observa la disminución del potencial ovárico al tiempo que el porcentaje de eventos producidos aumenta según lo hace el peso de las hembras, presentando curvas de ajuste inversas. A efectos de visualización se ha realizado un ajuste logarítmico para mostrar la tendencia de ambas curvas en relación con el peso de las jabalinas (Figura 4.9). En el intervalo entre 15 y 25 kg de peso se produce la máxima separación teórica de ambas curvas (entre el 40 y el 60%), reflejando el intervalo de pesos en donde tiene lugar la madurez del ovario.

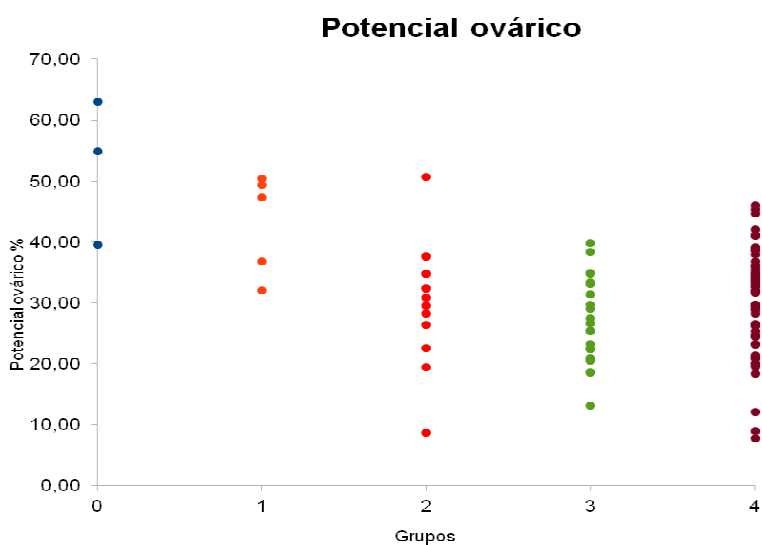


Figura 4.7. Distribución del Potencial ovárico en función de los grupos de edad. *Potencial ovárico en % respecto al total de eventos contabilizados.*

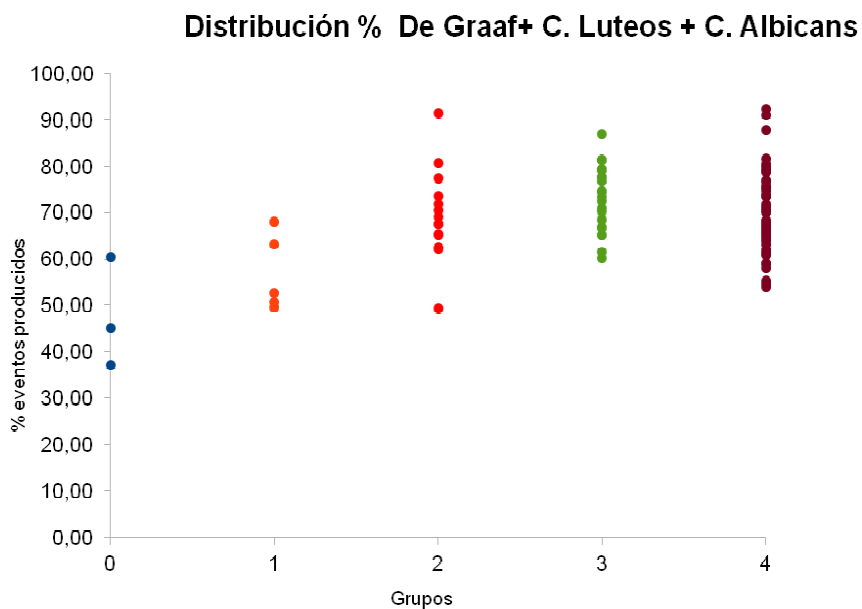


Figura 4.8. Distribución de marcadores de actividad ovárica en función de los grupos de edad. *% de Folículos de De-Graaf, c. luteos y c. albicans producidos.*

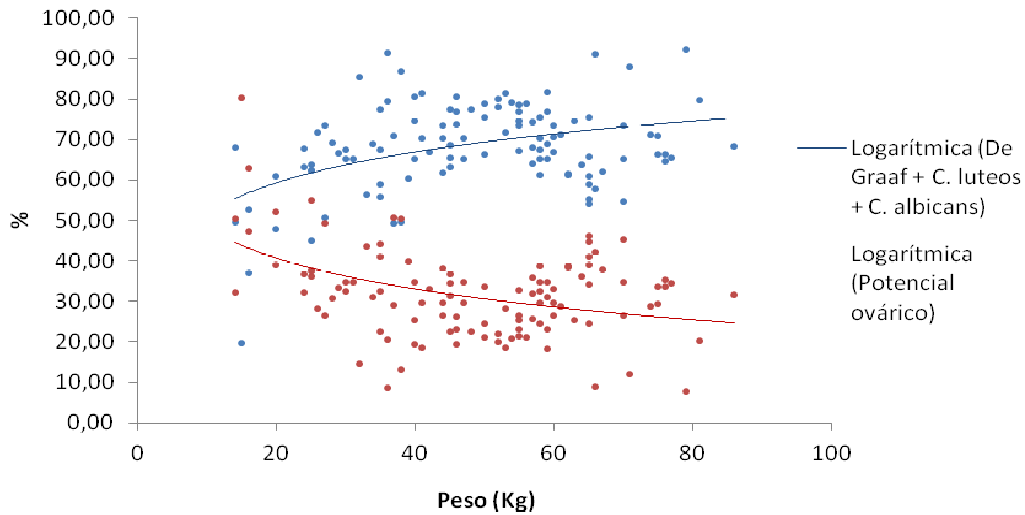


Figura 4.9. Distribución del Potencial ovárico (% de *Folículos primarios y secundarios*) y de marcadores de actividad ovárica (% de *Folículos de De-Graaf, cuerpos luteos y cuerpos albicans*) en función del peso de las jabalinas.

En la clase de edad 3 (>24 meses) se produce la intersección de las curvas que representan la evolución del índice ovárico y potencial ovárico, describiéndose esta clase de edad como el punto en que se hace tangible el principio de fertilidad (madurez sexual) de las jabalinas en Sierra Nevada. La actividad ovárica se pone de manifiesto al entrar las jabalinas en la clase de edad 3 (> 24meses, grupo 3), pero en la clase de edad 2 (13-24 meses) el potencial ovárico alcanza un valor definitivo, lo que indica que el ovario estaría preparado para comenzar su actividad (Figura 4.10).

### Medianas (% respecto al valor máximo)

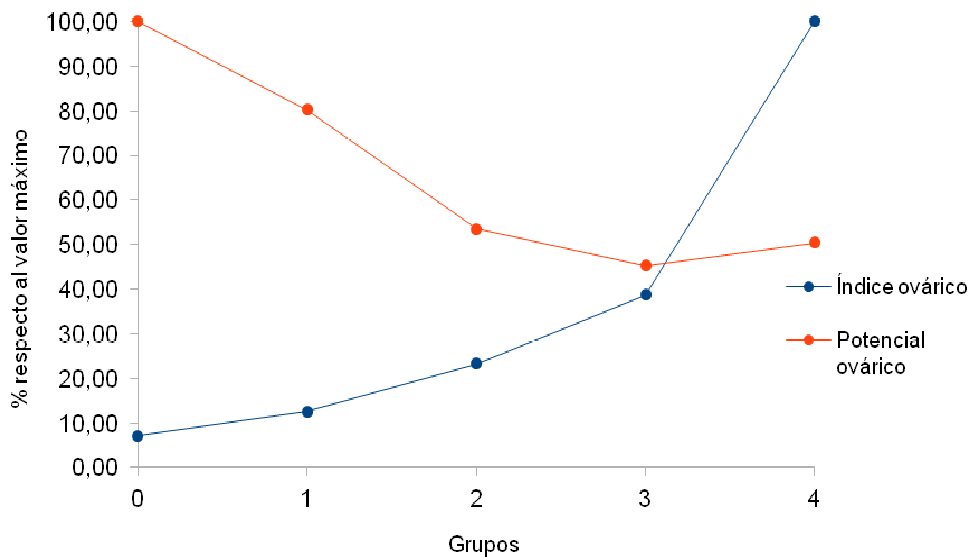


Figura 4.10. Medianas corregidas (% respecto al valor máximo) del Potencial ovárico e Índice ovárico. El punto de corte representa el grupo de edad en donde se hace tangible el principio de fertilidad de las jabalinas de Sierra Nevada.

El *índice folicular* también puede relacionarse con el peso de las jabalinas. En la Figura 4.11 se puede observar que para pesos superiores a 40 kg presenta valores que descienden progresivamente y de forma contenida según aumenta el peso (inferiores a 0,5). Se ha realizado un ajuste a una función logarítmica. Cuando las hembras tienen unos 40 kg de peso, los eventos producidos son, al menos, el doble que el potencial ovárico, lo que refuerza la hipótesis de situar alrededor de este peso el punto en que las jabalinas alcanzan la madurez sexual e inician su primera gestación.

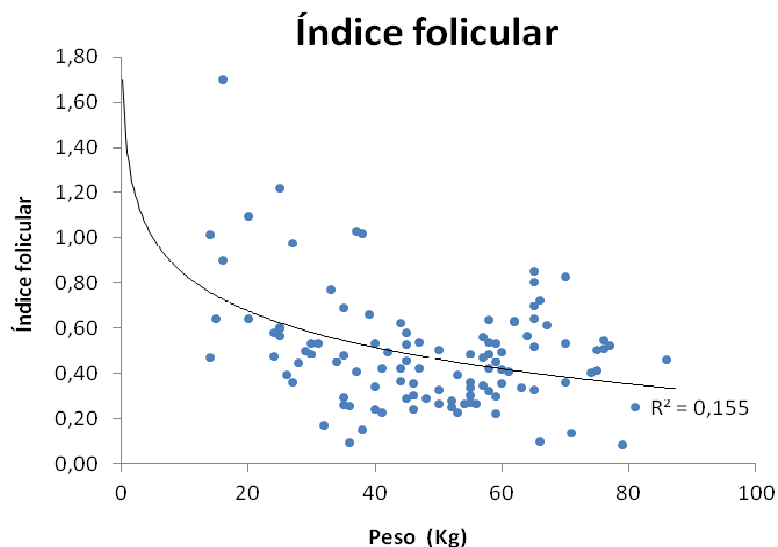


Figura 4.11. Distribución del Índice folicular (relación entre % de *Folículos primarios y secundarios* y % de *Folículos de De-Graaf, cuerpos luteos y cuerpos albicans*) en función del peso de las jabalinas.

#### 4.3.1.2. Fecundidad.

Para la *tasa general de fecundidad* se ha obtenido un valor promedio del 35,68%. Esta tasa no tiene un valor de análisis dado que no todas las hembras son fértiles y no todas las clases de edad intervienen en la reproducción de la población. En nuestro caso, son las jabalinas de clase de edad 3 las que intervienen en el proceso reproductor, por lo que es preciso calcular la *tasa refinada de fecundidad*. Para esta tasa refinada se ha obtenido un valor promedio de 58,62% (total fetos/total hembras adultas capturadas en el período octubre-febrero).

La diferencia en el sexo de los fetos producidos tiene un importante significado en cuanto que suponen distintos aportes al potencial reproductivo de la población. Para reflejar este aspecto se ha calculado la *tasa neta de fecundidad*, obteniéndose un valor medio del 32,36%.

#### 4.3.1.3. Número de fetos por hembra.

El número medio de fetos por hembra encontrados ha sido de  $4,18 \pm 1,38$  (mediana=4; rango=1-7; n=270). La distribución de frecuencia se refleja en la Figura 4.12.

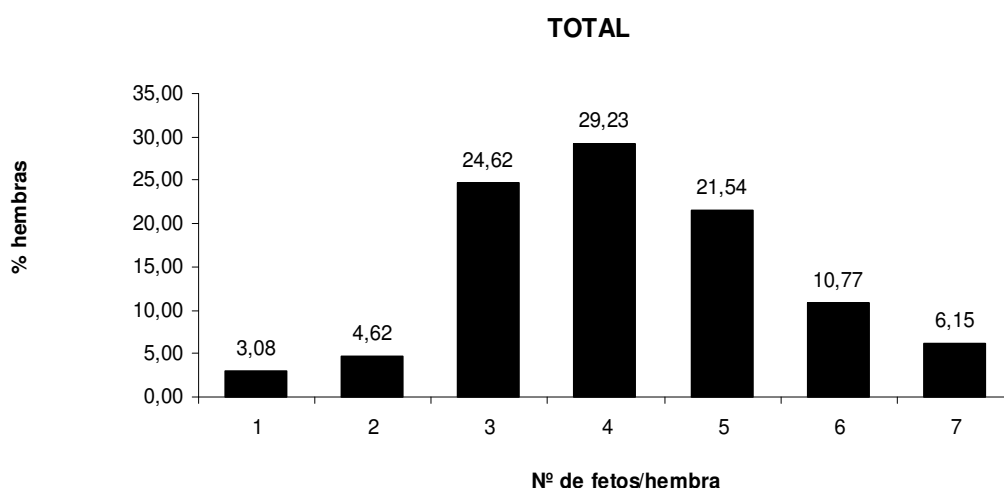


Figura 4.12. Frecuencia de hembras preñadas en relación con el número de fetos encontrados. Muestra de población de jabalías de Sierra Nevada (n=270).

#### 4.3.1.4. Sex-ratio fetal.

La proporción de sexos fetal obtenida se refleja en la Tabla 4.4, no observándose diferencias significativas respecto a la razón 1:1.

Clase de edad (meses)	Razón de sexos (♂/♀)	X <sup>2</sup>	n	df	p>0,05
fetal	0,87:1	0,60	270	1	ns

Tabla 4.4. Proporción de sexos fetal. Test Chi cuadrado. n: número de muestras. df: grados de libertad. Nivel de significación p>0,05; ns: no significativa.

### 4.3.1.5. Períodos de concepción y partos.

Se detecta una sincronización en los períodos de cubrición y de partos. En los meses de febrero y marzo tienen lugar la mayor parte de los partos, mientras que las cubriciones se concentran en los meses de octubre y noviembre (Figura 4.13). No se han detectado evidencias de un segundo período de partos otoñales ni a través de la datación de los ejemplares de clase 0 (6-9 meses) manejados, ni a través de la observaciones realizadas en campaña cinegética (no se han observado rayones, ni hembras en fase de amamantar).

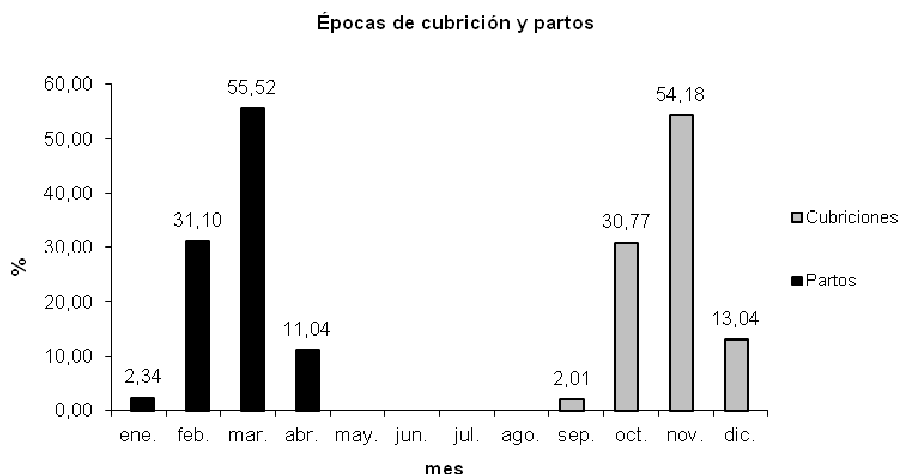


Figura 4.13. Época de cubrición y partos en las jabalinas de Sierra Nevada estimada a partir de longitud fetal (n=270).

La distribución de hembras gestantes presenta una sincronización a lo largo de las distintas campañas estudiadas. En el mes de diciembre comienzan a detectarse de manera generalizada las primeras hembras preñadas (Figura 4.14), con la excepción de una hembra con 6 fetos detectada el 30 de noviembre de 2003. El 100% de las hembras gestantes muestreadas corresponden a la clase de edad 3 (>24 meses), es decir, como pronto quedan preñadas cuando han cumplido 22 meses, dentro de su segundo año de vida. No se ha detectado ninguna hembra preñada de clase de edad 0, 1 y 2. El peso mínimo encontrado entre las hembras gestantes ha sido de 40 kg y el máximo de 85 kg (n=65). La relación entre el peso de las hembras y el número de fetos se refleja en la Figura 4.15.

El 13,57% de las hembras adultas (>24 meses) capturadas estaban preñadas en el período de octubre a febrero (n=416). En el período de diciembre a febrero, aparecen preñadas el 29,16% de las hembras adultas capturadas (n=216). El porcentaje de hembras adultas que quedan preñadas a partir de 1 de diciembre osciló entre el 19,35% encontrado en la temporada 2005-2006 y el 37,83% de la temporada 2004-2005.

**Distribución de capturas de hembras gestantes**

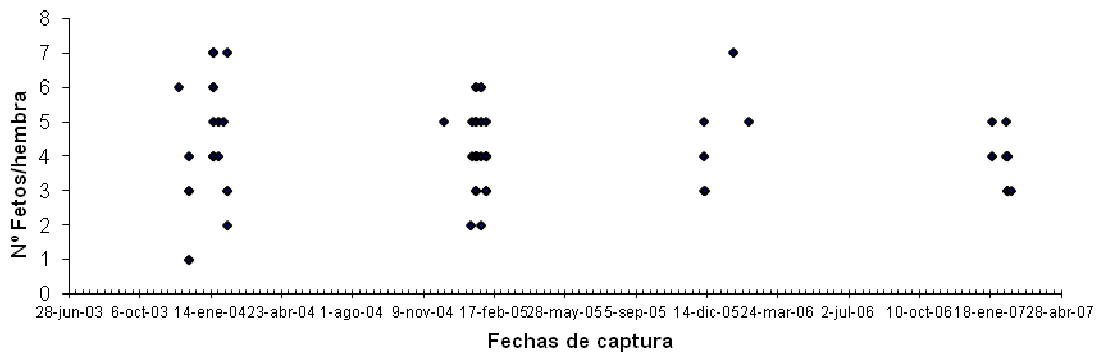


Figura 4.14. Distribución de capturas de hembras preñadas. Temporadas cinegéticas de 2003-2004 a 2006-2007. n=65

**Relación entre peso de la hembra y nº de fetos/hembra**

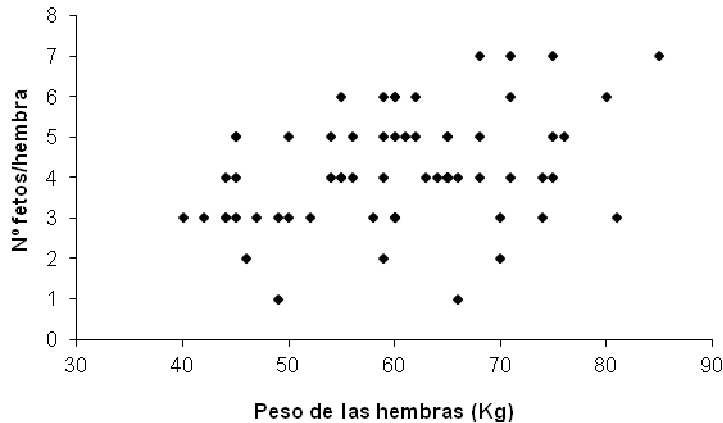


Figura 4.15. Relación entre el peso de las hembras preñadas y el número de fetos por hembra. n=65

**4.3.1.6. Productividad anual.**

La productividad anual de una población está influida por múltiples factores, resultando fundamentales la disponibilidad de alimento y la estructura de esa población (Rosell 1998), especialmente la sex-ratio.

Aplicando la fórmula propuesta por Mauguet (1980), teniendo en cuenta que las clases de edad 0, 1 y 2 no participan en la reproducción y la sex-ratio de la clase de edad 3, se obtiene una productividad anual o tasa de crecimiento variable entre 0,34 y 0,74 según se consideren las hembras gestantes del período octubre-febrero o diciembre-febrero.

**4.3.1.7. Número medio de crías/hembra.**

Se han observado un total de 46 hembras acompañadas de 162 rayones, por lo que el tamaño medio de la camada se ha cifrado en 3,52 crías/hembra.



### 4.3.2. Estructura de población.

La distribución de edades obtenida en la muestra estudiada se presenta en la Tabla 4.5.

Clase de edad (meses)	Machos	Machos %	Hembras	Hembras %	Total	Total %
0 (6-9)	194	29,13	165	14,76	359	20,12
1 (10-12)	106	15,92	87	7,78	193	10,82
2 (13-24)	103	15,47	181	16,19	284	15,92
3 (>24)	263	39,49	685	61,27	948	53,14
Total	666	100,00	1.118	100,00	1.784	100,00

Tabla 4.5. Distribución de edades y sexos en la muestra estudiada.

En la Figura 4.16 se representa la estructura global obtenida. En las Figuras 4.17, 4.18 y 4.19 se representa la estructura de la población de jabalíes de Sierra Nevada para cada temporada cinegética, segregada por sexos.

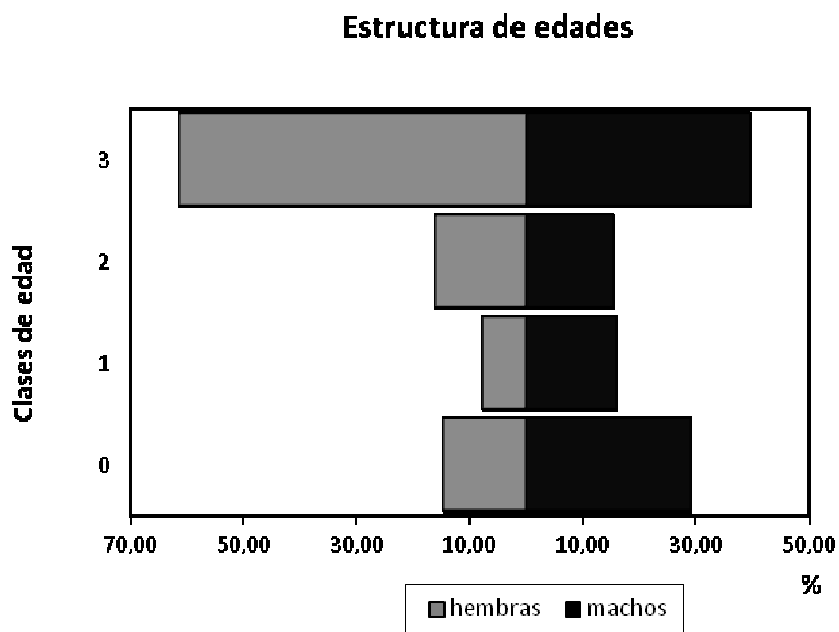


Figura 4.16. Estructura poblacional del jabalí en Sierra Nevada obtenida del estudio de las temporadas cinegéticas 2003-2004 a 2009-2010.

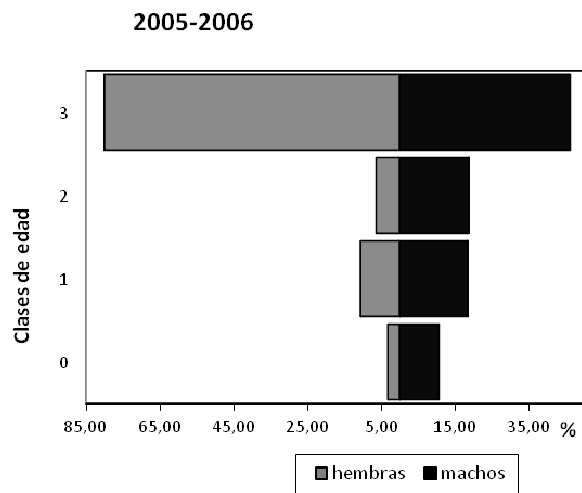
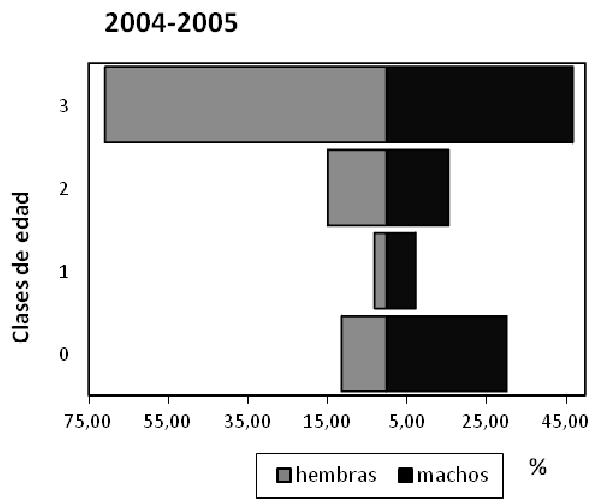
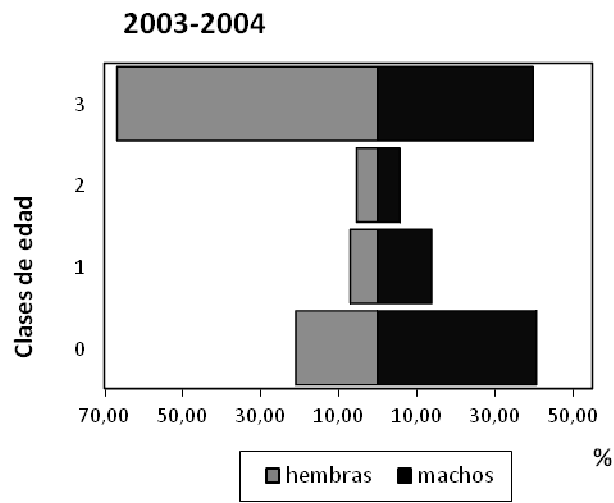


Figura 4.17. Estructura poblacional obtenida de la muestra estudiada para las temporadas cinegéticas 2003-2004, 2004-2005 y 2005-2006.

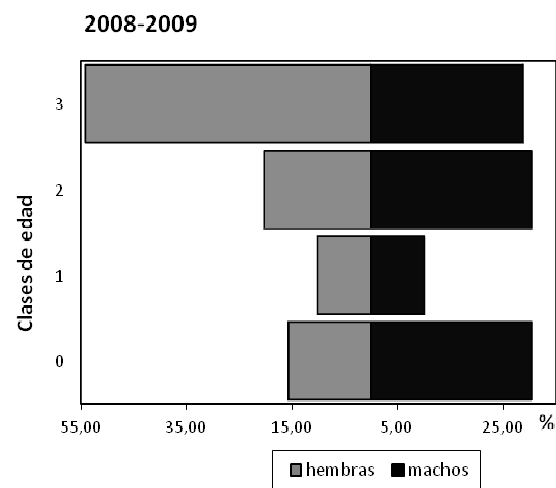
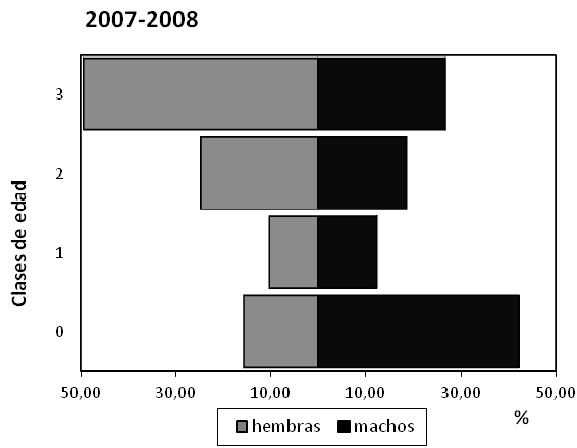
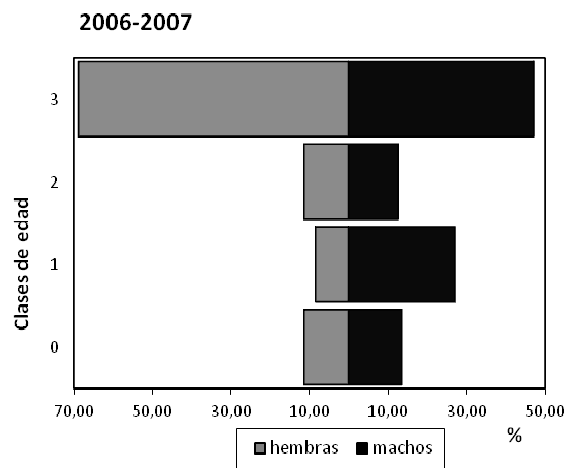


Figura 4.18. Estructura poblacional obtenida de la muestra estudiada para las temporadas cinegéticas 2006-2007, 2007-2008 y 2008-2009.

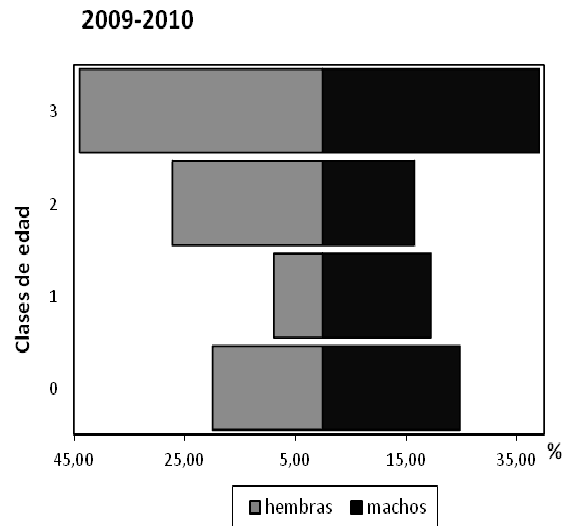


Figura 4.19. Estructura poblacional obtenida de la muestra estudiada para la temporada cinegética 2009-2010.

Para la muestra global (Figura 4.16) la estructura poblacional presenta una base (clases 0 y 1) constituida por el 30,94% de los individuos. La proporción de animales adultos (clase 3) es del 53,14%. En esta clase de edad adulta, la proporción de hembras es considerablemente mayor que la de machos (el 72,25%). Un 61,27 % del total de hembras muestreadas de la población son hembras adultas.

Este patrón se mantiene en cada una de las 7 temporadas analizadas.  $X^2: 279,38 > X^2(6) = 12,592$ , ( $p < 0,05$ ) apareciendo diferencias significativas entre el número de individuos de cada clase de edad.

La estructura obtenida para cada temporada es similar, con un descenso notable de la proporción de individuos de más de 24 meses en las tres últimas temporadas analizadas (Figura 4.20) y si bien la proporción de hembras adultas continúa siendo superior a la de machos de la misma edad, su porcentaje respecto a individuos de su mismo sexo también ha sido descendente. (Figura 4.21)

## Evolución de la estructura población

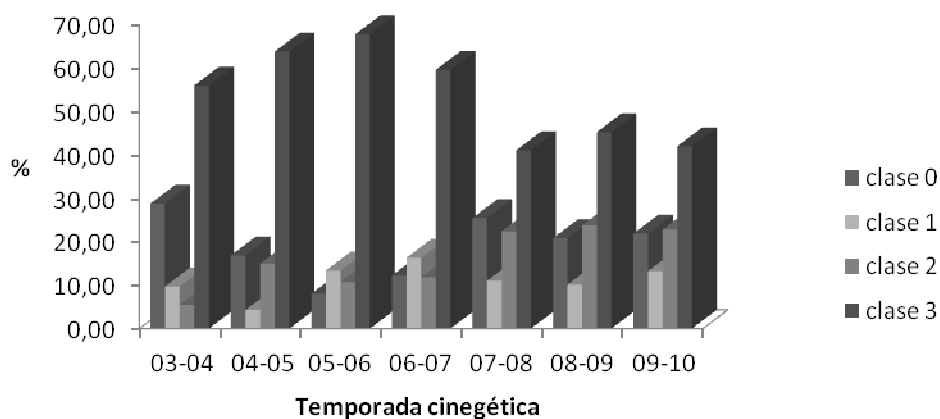


Figura 4.20. Evolución observada en las temporadas de muestreo de la estructura poblacional del jabalí en Sierra Nevada.

## Evolución clase edad 3

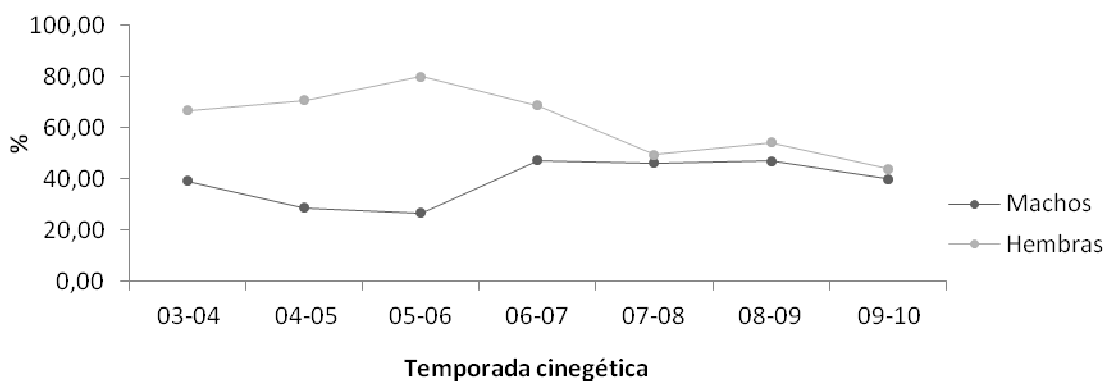


Figura 4.21. Evolución en la proporción de individuos de clase de edad 3 (>24 meses) respecto al total de individuos de su mismo sexo para las temporadas cinegéticas estudiadas.

### 4.3.3. Sex-ratio poblacional.

La distribución de la sex-ratio o proporción de sexos ( $n^{\circ}$  machos/ $n^{\circ}$  de hembras) se presenta en la Tabla 4.6. La distribución de machos y hembras aparece sesgada hacia las hembras en todas las temporadas. En los individuos de menos de un año (clases 0 y 1) no se aprecian diferencias significativas respecto a la razón 1:1. Se pone de manifiesto la desproporción, significativa estadísticamente, entre hembras (muy abundantes) respecto a machos, con más de un año de vida.

Clase de edad (meses)	Razón de sexos (♂/♀)	$\chi^2$	n	df	$p > 0,05$
0 (6-9)	1,18:1	2,34	359	1	ns
1 (10-12)	1,22:1	1,87	193	1	ns
2 (13-24)	0,57:1	21,42	284	1	<b>s</b>
3 (>24)	0,38:1	187,85	948	1	<b>s</b>
<b>Total</b>	<b>0,60:1</b>	<b>114,52</b>	<b>1.784</b>	<b>1</b>	<b>s</b>
Temporada					
2003-2004	0,66:1	12,84	309	1	<b>s</b>
2004-2005	0,42:1	55,08	326	1	<b>s</b>
2005-2006	0,57:1	11,28	149	1	<b>s</b>
2006-2007	0,74:1	5,60	245	1	<b>s</b>
2007-2008	0,58:1	18,10	263	1	<b>s</b>
2008-2009	0,54:1	14,88	168	1	<b>s</b>
2009-2010	0,70:1	10,38	324	1	<b>s</b>

Tabla 4.6. Proporción de sexos para las distintas clases de edad y para cada temporada estudiada. Test Chi cuadrado. Nivel de significación en negrilla. ). df: grados de libertad. n: número de muestras. Nivel de significación  $p > 0,05$  ; s: significativa; ns: no significativa.

La evolución de la sex-ratio para cada clase de edad ha seguido un patrón similar en cada temporada cinegética (Figura 4.22).

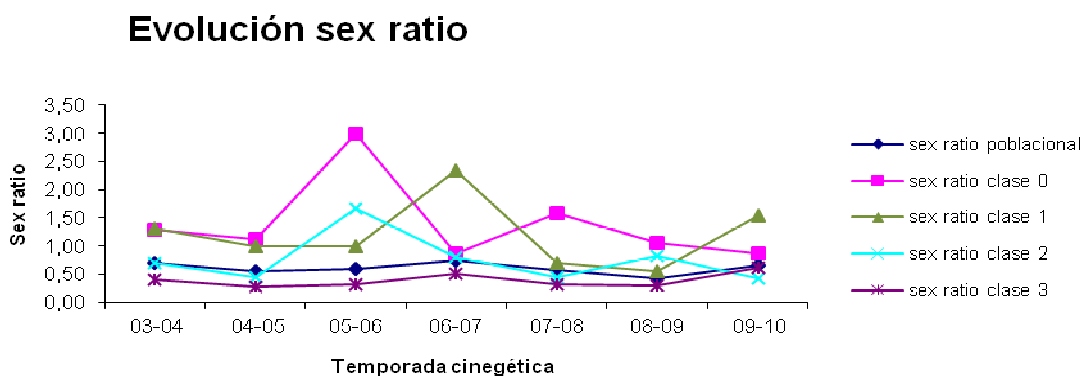


Figura 4.22. Evolución a lo largo de las temporadas cinegéticas estudiadas de la sex ratio en cada clase de edad.

#### 4.3.4. Mortalidad y supervivencia.

Las tablas de vida constituyen un instrumento de cálculo muy útil para conocer los patrones de la supervivencia, la mortalidad y la esperanza de vida de los individuos de una población. Sin embargo, presentan dificultades de cálculo. Entre otros elementos hay que decidir si se opera sobre una cohorte o sobre una sección en el momento que engloba individuos nacidos y desarrollados en momentos diferentes (Margalef 1989). En nuestro caso se trabajará sobre la cohorte ajustada a valores discretos.

Ajustes de frecuencias de edades:

1.- Multiplicación de las frecuencias observadas en cada clase de edad por un factor de corrección.

Para la corrección de N (frecuencias observadas) se ha utilizado una función exponencial del tipo  $y = e^{m \cdot x}$ .

En nuestro caso, las pendientes obtenidas han sido:

$$\begin{aligned} m_{(2003-2004)} &= 0,156 \\ m_{(2009-2010)} &= -0,033 \end{aligned}$$

2.- En la distribución de edades de machos corregidas con la tasa de crecimiento se han elegido los siguientes polinomios de ajuste de segundo grado:

$$\begin{aligned} \text{Temporada 2003-2004: } \text{Log } f(x) &= -0,0035 x^2 - 0,2625 x + 1,9949 \quad (R^2 = 0,9499). \\ \text{Temporada 2009-2010: } \text{Log } f(x) &= -0,1125 x^2 + 0,3778 x + 1,4543 \quad (R^2 = 0,9916). \end{aligned}$$

En la distribución de edades de hembras corregidas los polinomios elegidos han sido de tercer y cuarto grado respectivamente:

$$\begin{aligned} \text{Temporada 2003-2004 :} \\ \text{Log } f(x) &= 0,0542 x^3 - 0,491 x^2 + 1,0159 x + 1,0848 \quad (R^2 = 0,9999). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Temporada 2009-2010 :} \\ \text{Log } f(x) &= 0,0305 x^4 - 0,3745 x^3 + 1,4841 x^2 - 2,3283 x + 2,9305 \quad (R^2 = 1) \end{aligned}$$

En todos los casos, se han dado como válidos aquellos polinomios de menor sumatorio de mínimos cuadrados y que cumplan la condición de disminución de frecuencia. Las curvas se representan en las Figuras 4.23 (a y b) y 4.24 (a y b). En la Tabla 4.7 se recogen los valores de cálculo y resultados de frecuencia obtenidos (frecuencias corregidas) y se presentan las tablas de vida (Tabla 4.8) para machos y hembras en las dos temporadas analizadas.

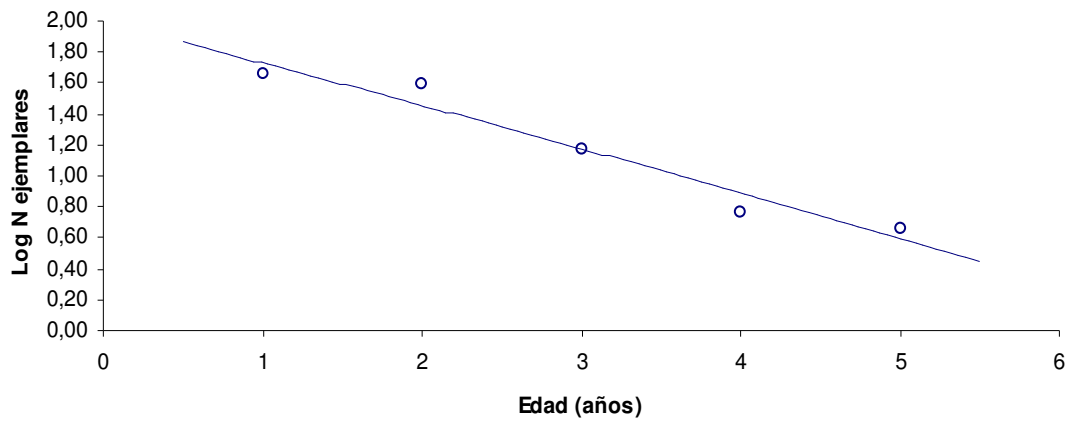
La tasa de mortalidad ( $q_x$ ) expresa, en nuestro caso en tanto por uno, los individuos de cualquier clase edad que mueren durante el intervalo de edad correspondiente. En la Figura 4.25 (a y b) se presentan las curvas de mortalidad agrupando la mortalidad en años.

Para ambos sexos, y en ambas temporadas, las tasas de mortalidad durante los primeros 4 años de vida son muy elevadas. En los machos ha existido un cambio sustancial en la evolución de la mortalidad; así en la temporada 2003-2004 la tasa estaba estabilizada en valores que oscilaban entre el 46,3% y el 50% anual, mientras que en la temporada 2009-2010, resultó muy baja durante el primer año de vida (2,2%) y creció rápidamente hasta alcanzar el 69,2% el cuarto año de vida.

En las hembras también ha habido un cambio sustancial en la evolución de las tasas de mortalidad, ya que en la temporada 2003-2004 presentaba valores bajos el primer y cuarto año de vida (del 15,2% y 16,7% respectivamente) y altos el segundo y tercer año de vida. En la temporada 2009-2010 las tasas de natalidad tienen una evolución similar a la que presentan los machos esa misma temporada, si bien son superiores durante el tercer y cuarto año de vida (del 67,4 % y 78,6% respectivamente), precisamente cuando inician su aptitud reproductiva.



### Ajuste polinómico Machos 2003-2004



### Ajuste polinómico Machos 2009-2010

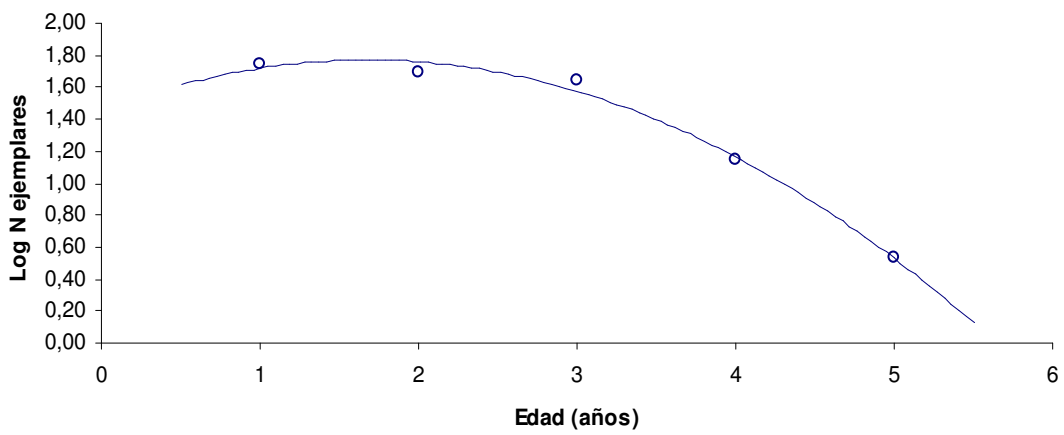


Figura 4.23 (a y b). Ajuste polinómico de las frecuencia corregidas de los machos muestreados para cada edad (temporadas cinegéticas 2003-2004 y 2009-2010).

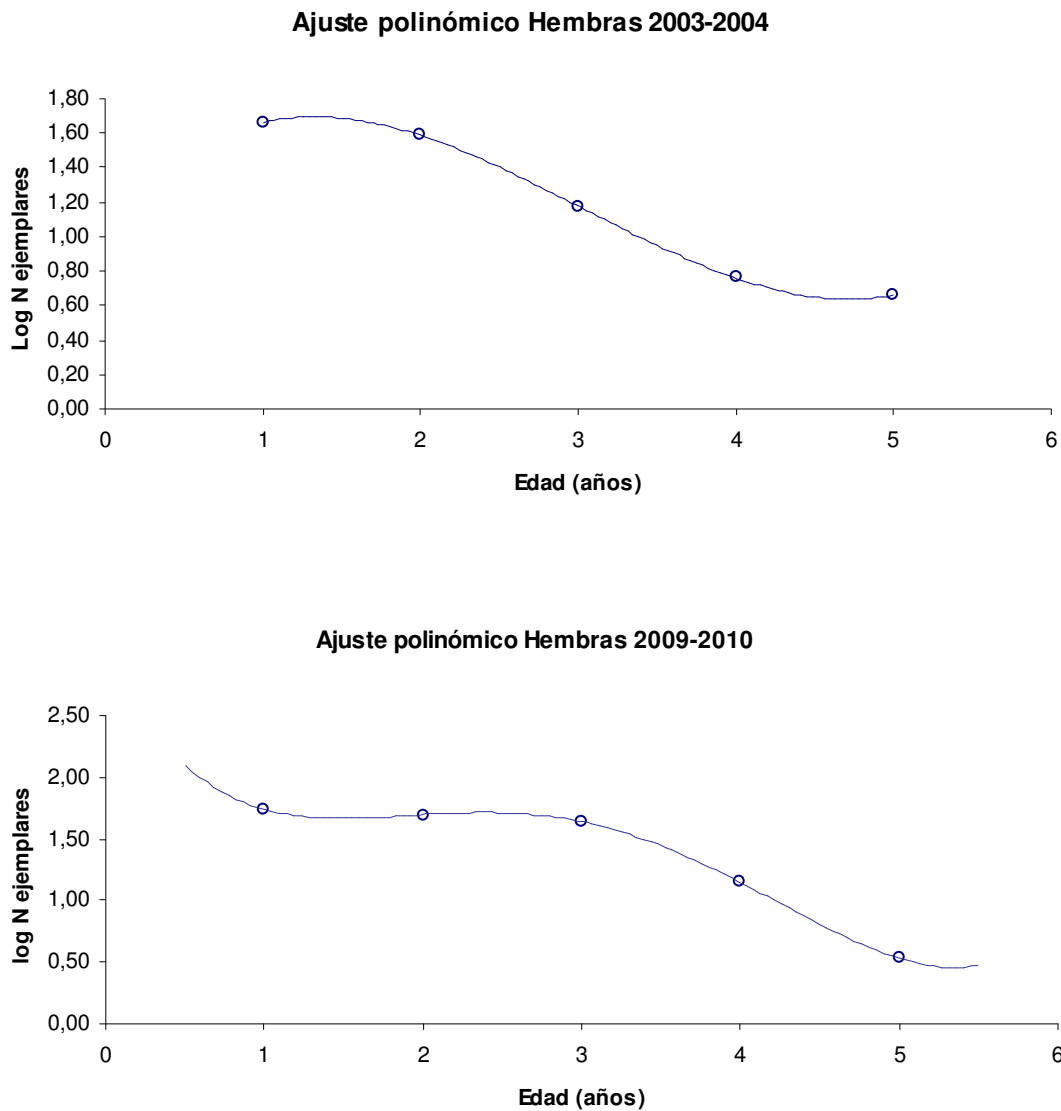


Figura 4.24 (a y b). Ajuste polinómico de las frecuencia corregidas de los hembras muestreadas para cada edad (temporadas cinegéticas 2003-2004 y 2009-2010).

La supervivencia ( $p_x$ ) es complementaria a la mortalidad, expresando los individuos de cualquier clase edad que sobreviven durante el intervalo de edad correspondiente. Pearl (1927), clasifica en tres tipos las curvas de supervivencia dependiendo en que edades se concentre la mortalidad. En nuestro caso, las curvas obtenidas son incompletas al analizar solo los 4 primeros años de vida, pero concentran elevadas mortalidades en todos los casos (ver Figura 4.25 a y b), por lo que se encuadran en las de tipo III (altas mortalidades en las primeras clases de edad). Este es un resultado sustancial cuando se trabaja con especies en las que resulta difícil calcular edades (Fandos 1991).

Sexo/Temporada	x	N	erx	N *erx	Log N	ajuste	Fx
Machos / 2003 - 2004	1	39	1,17939312	45,9963316	1,66	1,73	54
	2	28	1,39096813	38,9471076	1,59	1,46	29
	3	9	1,64049824	14,7644842	1,17	1,18	15
	4	3	1,93479233	5,8043771	0,76	0,89	8
	5	2	2,28188077	4,56376153	0,66	0,59	4
Hembras / 2003 - 2004	1	58	1,17939312	68,4048009	1,84	1,66	46
	2	51	1,39096813	70,9393746	1,85	1,59	39
	3	43	1,64049824	70,5414243	1,85	1,18	15
	4	7	1,93479233	13,5435463	1,13	0,76	6
	5	3	2,28188077	6,8456423	0,84	0,66	5
Machos / 2009 - 2010	1	63	0,96724834	60,9366455	1,78	1,65	45
	2	28	0,93556935	26,1959419	1,42	1,65	44
	3	25	0,90492791	22,6231977	1,35	1,47	29
	4	35	0,87529002	30,6351506	1,49	1,11	13
	5	3	0,84662282	2,53986845	0,40	0,57	4
Hembras / 2009 - 2010	1	57	0,96724834	55,1331555	1,74	1,74	55
	2	53	0,93556935	49,5851758	1,70	1,70	50
	3	48	0,90492791	43,4365395	1,64	1,64	43
	4	16	0,87529002	14,0046403	1,15	1,15	14
	5	4	0,84662282	3,38649127	0,53	0,53	3

Tabla 4.7. Resultados de la corrección de frecuencias de cada clase edad. X: edad; N: frecuencias observadas; erx: función exponencial de corrección ( $y = e^{mx}$ ); ajuste: ajuste polinómico de frecuencias; Fx: Frecuencias suavizadas.

La esperanza de vida (ex) expresa el período medio de vida que resta a los individuos que alcanzan la edad “x”. En nuestro caso, los valores de esperanza de vida obtenidos en el primer y segundo año son bajos en ambos sexos y en las dos temporadas estudiadas. En cualquier caso, resulta algo inferior para los machos en ambas temporadas y ha aumentado notablemente en el transcurso de 5 temporadas (desde 2003-2004 a 2009-2010). Sin embargo, la esperanza de vida en el tercer y cuarto año desciende al comparar ambas temporadas, lo que puede indicar un control más eficaz sobre individuos adultos y con capacidad reproductora (Tabla 4.8).

Sexo Temporada	x	Fx	lx	dx	qx	px	Lx	Tx	ex
Machos 2003 - 2004	1	54	1,000	0,463	0,463	0,537	41,50	81,00	1,50
	2	29	0,537	0,259	0,483	0,517	22,00	39,50	1,36
	3	15	0,278	0,130	0,467	0,533	11,50	17,50	1,17
	4	8	0,148	0,074	0,500	0,500	6,00	6,00	0,75
	5	4	0,074	0,074	1,000				
Hembras 2003 - 2004	1	46	1,000	0,152	0,152	0,848	42,50	85,50	1,86
	2	39	0,848	0,522	0,615	0,385	27,00	43,00	1,10
	3	15	0,326	0,196	0,600	0,400	10,50	16,00	1,07
	4	6	0,130	0,022	0,167	0,833	5,50	5,50	0,92
	5	5	0,109	0,109	1,000				
Machos 2009 - 2010	1	45	1,000	0,022	0,022	0,978	44,50	110,50	2,46
	2	44	0,978	0,333	0,341	0,659	36,50	66,00	1,50
	3	29	0,644	0,356	0,552	0,448	21,00	29,50	1,02
	4	13	0,289	0,200	0,692	0,308	8,50	8,50	0,65
	5	4	0,089	0,089	1,000				
Hembras 2009 - 2010	1	55	1,000	0,091	0,091	0,909	52,50	136,00	2,47
	2	50	0,909	0,127	0,140	0,860	46,50	83,50	1,67
	3	43	0,782	0,527	0,674	0,326	28,50	37,00	0,86
	4	14	0,255	0,200	0,786	0,214	8,50	8,50	0,61
	5	3	0,055	0,055	1,000				

Tabla 4.8. Tabla de vida de los jabalíes de Sierra Nevada. X: edad (años), Fx: frecuencia suavizada, número de individuos de cada edad; lx: tanto por uno de los superviviente de cada edad; dx: probabilidad de morir en cada intervalo (edad); qx: tasa de mortalidad; px: tasa de supervivencia; Lx: número medio de individuos entre dos edades consecutivas; Tx: suma de todos los Lx de edades superiores; ex: esperanza de vida.

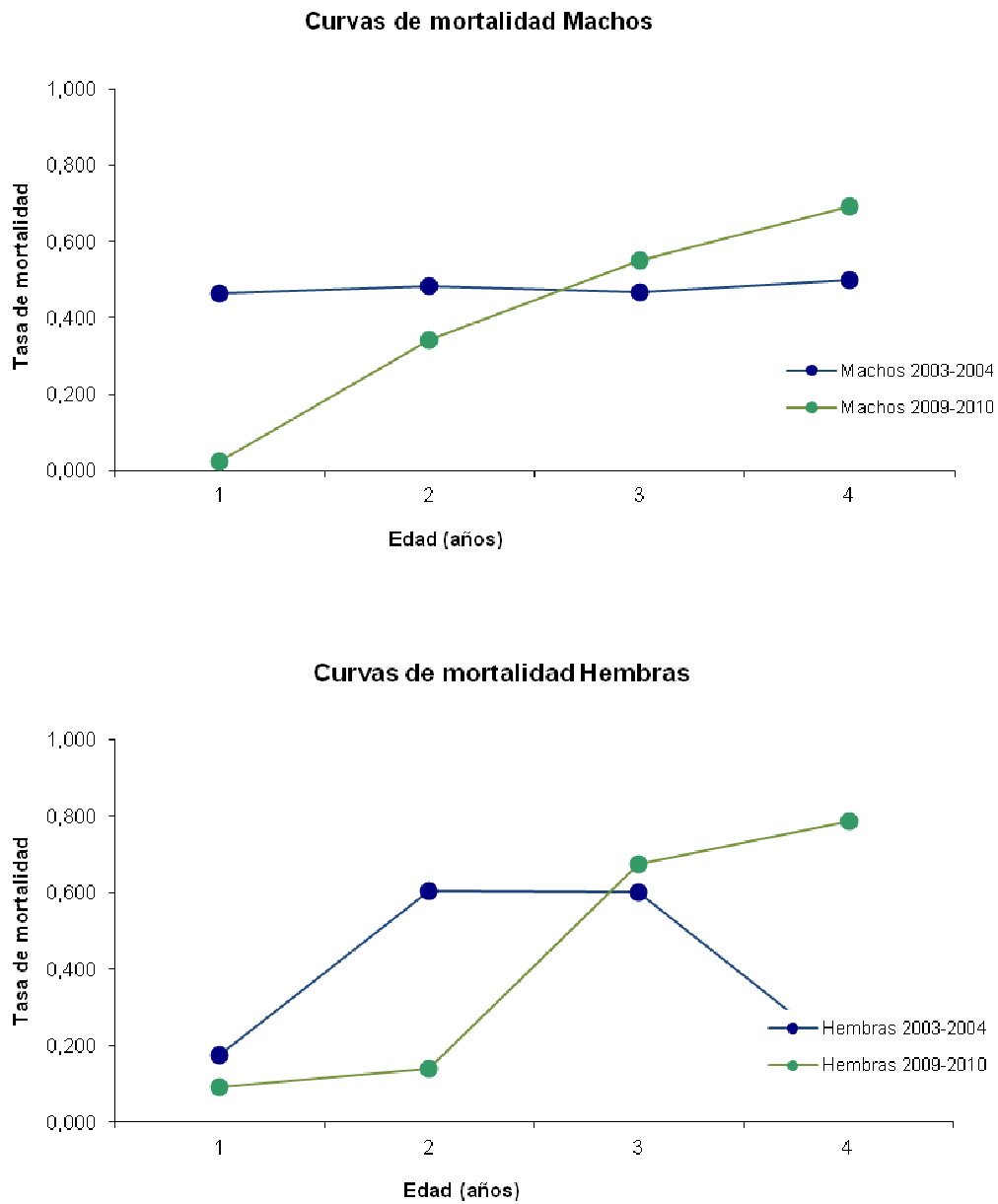


Figura 4.25 (a y b). Curvas de mortalidad del jabalí en el Parque Nacional de Sierra Nevada. Machos y hembras. Calculadas para las temporadas cinegéticas 2003-2004 y 2009-2010.

#### 4.4. Discusión.

La biología reproductiva de las jabalinas de Sierra Nevada presenta unas características similares a las de otras poblaciones de la Península Ibérica (Vericad 1983, Sáez-Royuela 1987, Abaigar 1990, 1992a, Garzón 1991, Fernández-Llario 1996, Rosell 1998, Fernández-Llario *y col.* 1999, Herrero 2002, Herrero *y col.* 2008) y de Europa (Briedermann 1971, Aumaitre *y col.* 1982, Mauget 1982 y 1991, Dardaillon 1984b, Pepin *y col.* 1987, Boitani *y col.* 1995a, Moretti 1995a), si bien presenta matices diferenciales en cuanto a su capacidad reproductiva, que la sitúan en los límites inferiores del intervalo conocido para otras poblaciones.

El número de fetos por hembra se sitúa en valores similares a los reseñados en diferentes poblaciones europeas e ibéricas (Tabla 4.9) Briedermann (1971) indica la presencia de una clina en el número de fetos por hembra entre poblaciones centroeuropeas e ibéricas; Rosell (1998) considera que esto puede deberse a las mayores dimensiones y mayores pesos de las jabalinas centroeuropeas. También puede deberse a diferencias genéticas. Bywater *y col.* (2010) indican, que en promedio, el tamaño de la camada aumenta en 0,15 fetos por grado de latitud. El número de crías que acompañan a cada hembra observado en Sierra Nevada es también similar a los citados en poblaciones europeas.

País-población	Número medio de fetos	Número medio de crías/hembra	Referencia
Austria	5,8		Martys 1982
Alemania	5,3		Stubbe y Stubbe 1977
Alemania	5,0		Briedermann 1971
Suiza	4,8		Moretti 1995a
Italia	4,9		Boitani <i>y col.</i> 1995a
Francia	4,6	4,0	Mauget 1972
Francia	4,5		Aumaitre <i>y col.</i> 1982
Francia	4,4		Dardaillon 1984b
España. Pirineo	3,3		Herrero 2002
Pirineo	3,3		Vericad 1983
Aragón	4,0		Herrero 2002
Burgos	4,2		Sáez-Royuela 1987
Monfragüe	3,9	3,5	Garzón 1991
Cáceres	3,7		Fernández-Llario <i>y col.</i> 1999
Almería	4,1		Abaigar 1990
Cataluña	3,8	3,5	Rosell 1998
<b>Sierra Nevada</b>	<b>4,2</b>	<b>3,5</b>	<b>Este estudio</b>

Tabla 4.9. Número de fetos y crías por hembra de jabalí citados por diferentes autores.

El análisis de la evolución ovárica a través del índice ovárico nos ha permitido determinar que las jabalinas de Sierra Nevada alcanzan la madurez sexual a partir de su segundo año de vida (20-24 meses), siguiendo el patrón descrito para esta especie en la mayor parte de Europa (Andrejewski y Jezierski 1978, Mauget 1991). La edad de madurez sexual depende de la condición corporal del animal; la mayoría de los grandes mamíferos deben alcanzar una masa corporal mínima (Gaillard *y col.* 2000). Mauget (1991) considera que las jabalinas alcanzan la madurez sexual entre 8 y 20 meses, dependiendo de la disponibilidad de alimento y también de la necesidad de alcanzar unos pesos mínimos que oscilan entre los 30 y 35 kg (Mauget 1972, Mauget 1980, Mauget *y col.* 1984, Mauget y Boissin 1987, Fernández-Llario *y col.* 1999). En Sierra Nevada hemos comprobado un peso mínimo de 40 kg entre las hembras preñadas. En algunas poblaciones de jabalí de la Península Ibérica y Europa aparecen hembras preñadas en su primer celo durante su primer año de vida: en Extremadura (Garzón 1991), en Aragón (Herrero 2002, Herrero *y col.* 2008), en Polonia (Frunzinski 1995). Todos los autores reflejan la disponibilidad continua de alimento a lo largo del año, lo que posibilita alcanzar el peso mínimo necesario. Herrero (2002) indica también como factor determinante la baja densidad poblacional para justificar la preñez en un primer celo.

La madurez ovárica de las jabalinas de Sierra Nevada tiene lugar cuando alcanzan su su primer año de vida. En esta edad el potencial ovárico adquiere un valor definitivo, lo que indica que el ovario estaría preparado para comenzar su actividad. Sin embargo no es hasta los 20-24 meses de edad cuando la actividad ovárica se pone de manifiesto haciéndose tangible el principio de fertilidad de las jabalinas en Sierra Nevada (madurez sexual). Se ha detectado así la existencia de un desfase entre madurez ovárica (clase de edad 2) y aparición del fenómeno de ovulación (clase de edad 3) debido posiblemente a la puesta en marcha diferida de los estímulos hormonales que retrasan la ovulación y que consideramos debidos a la falta de una condición física adecuada. Aumaitre *y col.* (1982) consideran que las jabalinas no quedan preñadas en su primer celo por estar en una situación límite de bajo peso. En definitiva, se trata de un comportamiento reproductivo típico de la especie y es el que presentan mayoritariamente las poblaciones europeas. En estas poblaciones, sólo quedan preñadas en el primer año de vida un porcentaje de las hembras y en años favorables de alimento (Briedermann 1971, Stubbe y Stubbe 1977, Andrezejewski y Jezierski 1978). La preñez en el primer año de vida es un comportamiento reproductivo más habitual en cerdos asilvestrados o en híbridos entre jabalí y cerdo asilvestrado (Barrett 1978, Dzieciolowski *y col.* 1992, Herrero 2002).

La fertilidad de las jabalinas ha variado según la temporada estudiada, encontrándose en cualquier caso unos porcentajes bajos de hembras gestantes en comparación con los reflejados recientemente por otros autores para poblaciones Ibéricas (Fonseca *y col.* 2004, 2011, Herrero *y col.* 2008, Rosell *y col.* 2012). Sin embargo, en el parque natural de Montseny, Navàs y Rosell (2005) encuentran un porcentaje de hembras gestantes muy bajo (27,8%) con un número de fetos por hembra relativamente bajo (3,6). Rosell (1998) comprueba en 2 poblaciones de jabalíes de Cataluña menores productividades (menor proporción de hembras gestantes y menor producción de fetos) los años con menos recursos alimenticios. Las condiciones de alimento, junto con la densidad poblacional influyen en la capacidad reproductiva de las hembras (Aumaitre *y col.* 1982, Sáez-Royuela 1987, Herrero *y col.* 2008). Ditchkoff *y col.* (2012), estudiando cerdos asilvestrados en EEUU (Georgia y Alabama), indican que los parámetros reproductivos no dependen de la densidad poblacional. Herrero 2002, en el estudio de dos poblaciones aragonesas de jabalí encontró grandes variabilidades en el número de hembras preñadas por temporada (0%, 30,3% y 69% respectivamente). Abaigar (1990) registró una elevada mortalidad intrauterina en el

sudeste de la Península Ibérica (31%), indicando que puede ser consecuencia de alguna enfermedad. Navàs y Rosell (2005) relacionan una elevada mortalidad intrauterina (del 61,3%) con efectos de la parvovirus en la población de jabalí del parque natural de Montseny. En distintas poblaciones Ibéricas se han constatado variaciones medias de la mortalidad intrauterina entre el 12% y el 31% según el lugar y los años estudiados (Abaigar 1990, Garzón 1991, Rosell 1998, Herrero 2002), siendo un elemento clave en la productividad anual de una población. En Sierra Nevada hemos comprobado la existencia de fetos muertos en varias hembras abatidas y alta prevalencia de parvovirus (capítulos 7 y 8). La baja tasa de fecundidad de las hembras está relacionada con la escasez de alimento en la época de partos (finales del invierno es la época que menos recursos aporta la montaña), con los períodos de sequía que provocan la reducción de hembras gestantes en poblaciones del SE ibérico (Fernández-Llario y Carranza 2000), y probablemente con patologías de consecuencias reproductivas como la parvovirus. Los crecimientos anuales de la población de Sierra Nevada (productividad anual) son bajos en relación con otras poblaciones de jabalí estudiadas. Herrero (2002), Herrero y *col.* (2008) constatan circunstancias asimilables a las de Sierra Nevada en una población de jabalíes del Pirineo occidental aragonés, y aunque la proporción de hembras gestantes fue superiora la aparecida en Sierra Nevada, el número de fetos por hembra fue inferior.

La mortalidad postnatal en la población de Sierra Nevada se ha cifrado en el 16%, encontrándose entre los valores confirmados en otras poblaciones europeas (Aumaitre y *col.* 1982, Mauget 1982, Abaigar 1990, Garzón 1991, Rosell 1998).

La época de partos es similar a la observada en otras poblaciones ibéricas o del resto de Europa (Baetting 1980, Sáez-Royuela 1987, Garzón 1991, Abaigar 1992a, Moretti 1995a, Fonseca y *col.* 2001, Herrero 2002, Santos y *col.* 2006), y coincide con el período de mínima disponibilidad de alimento en la sierra. La sincronización, tanto de cubriciones como de partos, es muy elevada y similar a lo hallado en otra población de la montaña pirenaica (Herrero 2002) y mayor que la que aparece en otras poblaciones estudiadas en la Península Ibérica: Burgos (Sáez-Royuela 1987), valle medio del Ebro en Aragón (Herrero 2002), Almería (Abaigar 1990). Delcroix y *col.* (1990) consideran que el período reproductivo del jabalí está influido por el fotoperíodo y por el alimento. Las jabalinas de Sierra Nevada presentan un único período de partos anual bien sincronizado, no habiéndose detectado un segundo período de partos y que en el caso de que llegara a existir algún año, se consideraría excepcional. Abaigar (1990), describe un segundo período de partos en agosto en el SE peninsular que afecta al 7,7% de las jabalinas, si bien en aquellas poblaciones en donde aparece, lo es de manera excepcional o afecta a una pequeña parte de la población (Ver Baeting 1982, Martys 1982, Herrero 2002, Rosell 1998)

La población de jabalíes de Sierra Nevada presenta a lo largo del período de estudio unas estructuras de edades de base amplia, donde las dos clases de edad inferiores (clases 0 y 1) recogen un número significativo de animales (30,94 % como promedio para el período estudiado). Los animales menores de 2 años suponen el 46,86 %, y los adultos mayores de dos años constituyen el 53,14 % de la población de jabalí del parque nacional. Esta estructura piramidal de amplia base es un patrón habitual en las poblaciones estudiadas de esta especie (Jeziński 1977, Dardaillon 1984b, Gaillard y *col.* 1987, Sáez-Royuela 1987, Abaigar 1990, Garzón 1991, Boitani y *col.* 1995a, Durio y *col.* 1995a, Moretti 1995a, Rosell 1998, Herrero 2002, Fernández-Llario y *col.* 2003), si bien refieren estructuras con base más amplia que la encontrada en este estudio. Así, la proporción de individuos de menos de 24 meses de edad (46,86 %) se encuentra por debajo del intervalo que proporcionan diferentes autores, tanto en la península Ibérica: 59 % en el Pirineo Occidental (Herrero 2002), 79% en Montseny (Rosell 1998), 62% en Monfragüe (Garzón 1991), 69% en Burgos (Sáez-Royuela



1987), 77% en Almería (Abaigar 1990) como en otros lugares de Europa: de 60 a 75% (Gaillard *y col.* 1987), 70% (Boitani *y col.* 1995a), 76% (Durio *y col.* 1995a), 78% (Jeziarski 1977), 79% (Dardaillon 1984a), 82% (Moretti 1995a). Esto puede indicar una estrategia conservativa; es decir, la población manifiesta una tendencia expansiva moderada y una mortalidad también moderada debida al control poblacional. Es preciso tener en cuenta que en muestras obtenidas mediante técnicas cinegéticas se tiende a subestimar las clases de edad inferiores (Spitz *y col.* 1984, Gaillard *y col.* 1987).

De los resultados obtenidos, destaca la singular y notable predominancia de hembras adultas en la población estudiada; más de un 38% de los animales muestreados han sido hembras adultas mayores de dos años con capacidad reproductora según se ha confirmado en este estudio; un 48,5 % de la muestra son hembras de más de un año de vida. Sin embargo, ha existido una tendencia evidente a la disminución de hembras adultas en la población a partir de la temporada 2005-2006, con la única explicación del alto porcentaje con el que son abatidas en los controles poblacionales. Esto ha sido la causa del cambio evidente de las estructuras poblacionales a partir de esta temporada. Este aspecto también es habitual en las poblaciones de jabalí que han sido estudiadas. Abaigar (1990), en un trabajo realizado sobre jabalíes de la parte oriental de Sierra Nevada, recoge una proporción mayor de hembras que de machos (sex-ratio 0,68:1), si bien el porcentaje de hembras adultas no fue tan elevado como el encontrado en este estudio. Herrero (2002) refiere en el Pirineo occidental aragonés una proporción muy elevada de hembras mayores de 1 año (54,7 %).

Los machos predominan en el primer año de vida exclusivamente. En el resto de edades predominan las hembras. Durante los períodos de predominio de machos no aparecen diferencias significativas respecto a la proporción 1:1. En el resto de edades predominan las hembras, habiendo aparecido diferencias significativas respecto a la proporción de equilibrio. En los estudios relacionados con las proporciones de sexos, existen resultados muy variados. Garzón (1991) en Monfragüe refleja un predominio de hembras en edades adultas, encontrando diferencias significativas respecto a la proporción 1:1. Milkowski y Wojcik (1984) y Boitani *y col.* (1995a) también observan diferencias significativas en los adultos, en estos casos con predominio de los machos. Existen estudios con predominio de hembras o de machos, en los que no aparecen diferencias significativas (Briedermann 1971, Stubbe y Stubbe 1977, Andrezejewski y Jeziarski 1978, Barrett 1978, Baetting 1982, Dardaillon 1984a, Sáez-Royuela 1987, Boitani *y col.* 1995b, Massei *y col.* 1997a). Recientemente continúan apareciendo resultados variados, Keuling *y col.* (2013) encuentran razones de sexos en jabalíes adultos (<24 meses) de 0,71:1 en Bélgica (Valonia), 1,05:1 en Italia (Apeninos) o 0,55:1 en Suiza (Basin of Geneva). Es preciso considerar que los machos jóvenes presentan mayor movilidad y por tanto mayor vulnerabilidad respecto a la caza (Herrero 2002). También existe una mayor dificultad de abatir machos viejos (Spitz *y col.* 1984).

En cuanto a la sex-ratio fetal también existen resultados variados. Abaigar (1990), en el estudio de una población de jabalíes del SE de la Península Ibérica encuentra un predominio significativo de hembras en la sex-ratio fetal; en nuestro caso predominan también las hembras, pero no existen diferencias significativas con lo considerado normal en mamíferos superiores (razón 1:1) (Caughley 1977). En la Tabla 4.10 se recogen las proporciones de sexos fetales en distintas poblaciones de jabalí.

<b>País-población</b>	<b>n</b>	<b>Razón de sexos (♂/♀)</b>	<b>p</b>	<b>Referencia</b>
DDR	121	1,10:1	ns	Briedermann 1971
Francia	1.432	1,10:1	ns	Aumaitre y col. 1982
Suiza	350	0,79:1	ns	Baettig 1980
Italia (Toscana)	1.244	0,83:1	ns	Boitani y col. 1995a
España (Burgos)	17	1,12:1	ns	Sáez-Royuela 1987
España (Monfragüe)	223	0,93:1	ns	Garzón 1991
España (Almería)	100	0,64:1	s	Abaigar 1990
España (Aragón-Pirineo)	58	0,75:1	ns	Herrero 2002
España (Aragón – Valle Ebro)	28	2,00:1	ns	Herrero 2002
<b>España (Sierra Nevada)</b>	<b>270</b>	<b>0,87:1</b>	<b>ns</b>	<b>Este estudio</b>

Tabla 4.10. Razón de sexos en la etapa fetal en diversos estudios de poblaciones europeas de jabalí. n: número de fetos de la muestra. Nivel de significación  $p > 0,05$ . ns: no significativo. s: significativo (Extraída de Herrero 2002).

La estructura de sexos y edades obtenida es propia de poblaciones en expansión (Dasman 1981), de un estrategia r (alta mortalidad juvenil y elevada tasa de reproducción). McArthur y Wilson (1967) y Hone (1994) indican que estas estructuras manifiestan la ausencia de depredadores naturales que supondrían una reducción de la base de la pirámide de población. La actividad cinegética produce una renovación constante (Newsome 1990).

La longevidad ecológica es la que alcanzan los individuos de una población por término medio en unas condiciones determinadas. Desde un punto de vista demográfico, lo más interesante es conocer el tiempo medio que vive un individuo bajo unas condiciones concretas. La longevidad fisiológica puede definirse como la edad que alcanzan los individuos de una población viviendo en condiciones óptimas (Krebs 1978) o a la edad en que mueren por senectud (Medewar 1957). Las máximas longevidades descritas para el jabalí son 13 años (Brandt 1961), 12 años (Cabon 1959, Spitz y col. 1988) y 11 años (Jeziarski 1977, Massei y col. 1997a, Herrero 2002). Abaigar (1990), en el SE de la Península Ibérica observa una edad máxima de 6 años. En nuestro caso, el individuo de mayor edad confirmada mediante corte dentario ha sido de 5 años.

Herrero (2002) en el estudio de una población de jabalíes en el Pirineo occidental aragonés, encuentra elevadas mortalidades en la fase juvenil que decrecen poco a poco con la edad, algo similar a lo encontrado en este estudio para la temporada 2003-2004, cuando el control poblacional acababa de iniciarse. La mortalidad encontrada en la temporada 2009-2010 presentaba un patrón diferente, más acusada en hembras que en machos, coincidiendo con un incremento prácticamente lineal de la mortalidad en los cuatro primeros años de vida, lo que indica una mortalidad proporcionalmente mayor en individuos adultos (de tres y cuatro años) que en jóvenes (dos primeros años de vida). Visto de forma complementaria puede afirmarse que la tasa de supervivencia, para ambos sexos, es alta el primer y segundo año de vida y baja durante el tercer y cuarto año de vida.

Massei y col. (1997a) apuntan en una población no cazada, una mortalidad mayor para machos jóvenes que para hembras y similar en individuos adultos. Gaillard y col. (1987) indican una renovación anual de la población estudiada entre el 50 y el 75% y

Spitz y col. (1984), en estudios desarrollados en Francia, cifran la mortalidad total anual de la población en el 40%. Sáez-Royuela (1987) indica que la mortalidad anual puede superar el 80%. En todos los casos se trata de poblaciones sometidas a una intensa actividad cinegética. En nuestro estudio no se observa una mortalidad diferencial según sexos. Las cifras de renovación anual se sitúan entre los márgenes citados.

La mortalidad depende de una serie de factores, además de la muerte natural o por vejez. En el caso de Sierra Nevada, pueden considerarse dos tipos de causas de mortalidad en el jabalí: las causadas por enfermedades y las causadas por la caza (control poblacional) y furtivismo. Si bien la primera no ha podido comprobarse mediante necropsia de animales encontrados muertos al no constituir objeto de este trabajo, sí se han encontrado ejemplares muy afectados por tuberculosis e indicios de presencia de otras infecciones importantes de carácter reproductivo (ver capítulos 7 y 8). En el segundo caso, la importancia de la caza (o del control poblacional) como factor de mortalidad es evidente, y responsable básico de los cambios en la mortalidad entre temporadas detectados en edades adultas. En la dinámica de la población existe un factor regulador clave que es la abundancia de alimento, principalmente otoñal (Matshcke 1964, Massei y col. 1996, Herrero 2002). Esta especie presenta una respuesta inmediata a la disponibilidad de alimento, constituyendo un factor determinante en las tasas anuales de crecimiento poblacional (Bieber y Ruf 2005).

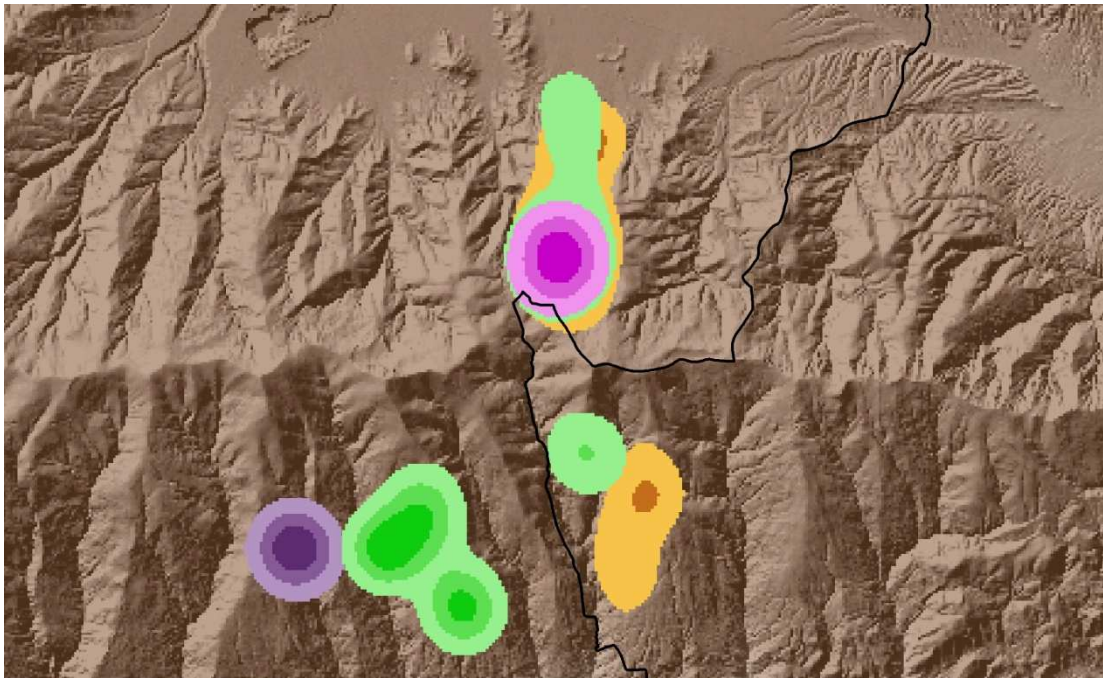
La esperanza de vida de los jabalíes de Sierra Nevada es baja en todos los casos, lo que indica que está afectada notablemente por la caza (actividad de control) y manifiesta que la población se renueva rápidamente. Jezierski (1977), atribuye la baja esperanza de vida de esta especie a la alta mortalidad de los dos primeros años de vida, que cifra en 84%. Lebedeva (1956) observa que el 40 % de los individuos mueren el primer año de vida, disminuyendo un 10% si existen recursos tróficos abundantes.

En nuestro caso, este aspecto puede confirmarse en la temporada 2003-2004, donde la mortalidad durante los dos primeros años de vida ha variado entre el 67% en hembras y el 72% en machos, y la esperanza de vida al nacer ha oscilado entre 1,50 años en machos y 1,62 años en hembras.

Sin embargo, en la temporada 2009-2010 la mortalidad en los dos primeros años de vida desciende acusadamente hasta el 22% en hembras y al 35% en machos, y por consiguiente la esperanza de vida al nacer prácticamente se duplica (2,46 años en machos y 2,47 años en hembras). Las mayores mortalidades aparecen en el tercer y cuarto año de vida, en donde la esperanza de vida es ya muy baja. A nuestro juicio esto refleja los efectos de la gestión poblacional (batidas de control), que incide (abatimientos) sobre ejemplares adultos, principalmente hembras al ser más abundantes y no realizarse selección en el disparo en función del sexo. Demográfica y biológicamente aparecen cambios sustanciales, detectándose cierta estabilidad o continencia en la base de la pirámide demográfica (clases 0 y 1, individuos de menos de 1 año de edad) a partir de la temporada 2007-2008, con un promedio del 34% de los efectivos poblacionales incluidos en estas clases. La natalidad ha mejorado en la temporada 2009-2010 respecto a las anteriores temporadas, pero al existir menos hembras adultas en la población, el número absoluto de nacimientos desciende y el reemplazamiento poblacional se contiene. La supervivencia de rayones y juveniles ha mejorado notablemente, posiblemente por la disminución de competencia de alimento con los adultos, ahora menos abundantes en la población (a partir de la temporada 2007-2008, los individuos de la clase 3 suponen un promedio del 42,8% de los efectivos poblacionales frente al 61,8 % que suponían en las temporadas anteriores, desde 2003-2004 a 2006-2007).

#### 4.5. Conclusiones.

- Se ha constatado un desfase entre la edad de madurez ovárica y la edad de madurez sexual que varía entre 8 y 12 meses. La condición de bajo peso impide que se desencadene la ovulación hasta que las hembras alcanzan un mínimo de 35-40 kilogramos de peso (20-24 meses).
- La población de jabalí de Sierra Nevada manifiesta una productividad anual baja, determinada principalmente por los bajos porcentajes de hembras que quedan preñadas cada año y las bajas tasas de fecundidad encontradas. Las bases de las pirámides poblacionales no son excesivamente amplias, si bien la proporción de sexos está notablemente sesgada a favor de las hembras. Esto indica una regulación o continencia poblacional que condiciona una evolución demográfica muy conservadora.
- La limitación de alimento como causa principal, pero también la densidad, y probablemente el efecto de enfermedades con consecuencias reproductivas, impiden un crecimiento demográfico exponencial típico de la especie. Esto puede indicar que la capacidad de carga del territorio ha alcanzado el máximo poblacional admitido.
- El comportamiento reproductivo de las jabalinas de Sierra Nevada, con excepción de la baja fertilidad, es similar al de otras poblaciones europeas, y se caracteriza por la elevada sincronización de partos y cubriciones, por la existencia de un único período de partos anual, por alcanzar la madurez sexual e incorporarse a la reproducción a partir de los 20 meses de edad y por unos tamaños medios de camada de 4 fetos/hembra.
- Se considera que la gestión ha modificado al alza la esperanza de vida al nacer, pero también la ha reducido en individuos adultos. Igualmente está provocando cambios en la sex ratio, por lo que es un factor significativo en la evolución demográfica de la población de jabalíes.



## MOVIMIENTOS Y ÁREA DE CAMPEO

**CAPÍTULO 5**  
*Movimientos, uso del hábitat y área de campeo del jabalí en el Parque Nacional Sierra Nevada.*



## ÍNDICE DEL CAPÍTULO

### CAPÍTULO 5. MOVIMIENTOS Y ÁREA DE CAMPEO.

#### *Movimientos, uso del hábitat y área de campeo del jabalí en el Parque Nacional Sierra Nevada.*

5.1.	Introducción .....	139
5.2.	Material y métodos .....	141
5.2.1.	Muestra .....	141
5.2.2.	Captura e inmovilización de jabalíes .....	141
5.2.3.	Collares y método de seguimiento .....	142
5.2.4.	Tratamiento de los datos .....	143
5.3.	Resultados .....	145
5.3.1.	Desplazamientos .....	145
5.3.2.	Uso del hábitat .....	146
5.3.3.	Área de campeo .....	148
5.4.	Discusión .....	151
5.5.	Conclusiones .....	156





## 5. MOVIMIENTOS Y ÁREA DE CAMPEO.

### 5.1. Introducción.

El comportamiento espacial de un animal tiene un significado muy amplio, abarcando aspectos como el movimiento, la selección de hábitat, área de distribución, territorialidad, migración, etc. (Thurfjell 2011). Los movimientos y la selección de hábitat de los animales están a menudo relacionados con la demanda energética (Ford 1983, Tufto y col. 1996), requiriéndose menos movimiento en las zonas más productivas y durante las temporadas con más alimento (Ford 1983, Kie y col. 2002, Borger y col. 2006). La elección del hábitat no es algo estático sino que depende del estado energético del animal y de las condiciones existentes en el medio (Grubb y Greenwald 1982).

La localización de animales silvestres es un factor clave en los estudios relacionados con el uso del espacio. La observación directa, la captura y recaptura (con o sin marcaje), la interpretación de señales o el seguimiento a través de la localización de huellas o excrementos continúan siendo técnicas muy útiles para conocer el comportamiento espacial de las especies silvestres (revisión en Engeman y col. 2013, para *Sus scrofa* ver Mauget 1980, Dardaillon 1984a, Abaigar 1992a, Janeau 1994). Sin embargo, la localización de animales ha evolucionado mucho en los últimos años. Las modernas aplicaciones de tecnologías desarrolladas en distintos campos de las telecomunicaciones y de la localización terrestre están permitiendo un avance espectacular en variados aspectos de la biología, y en especial en el estudio de los movimientos de la fauna silvestre. Las nuevas posibilidades abiertas suponen una revolución sin precedentes, con múltiples aplicaciones directas en el seguimiento de la fauna silvestre y del manejo de ecosistemas.

Hace poco más de una década que empiezan a aparecer trabajos que aplican sistemas de localización GPS en fauna silvestre. Paralelamente aparecen otros que utilizan telemetría satélite ARGOS para especies marinas, como el atún azul atlántico (Block y col. 1998) y el elefante marino (Bornemann y col. 2000), o terrestres, como el elefante africano (Tchamba y col. 1995). Se produce aquí el punto de inflexión en relación con la radiotelemetría VHF clásica y un avance sustancial en cantidad, calidad y fiabilidad de información obtenida, además de una reducción sustancial en el coste de estos trabajos. La localización terrestre se combina inicialmente con sistemas de transmisión de datos vía UHF, destacando los trabajos con jabalí realizados en Francia por Baubet y col. (2004). Sistemas similares continúan empleándose para el análisis de las interacciones entre hienas y humanos en el norte de Botswana y para estudios de lobo en Alaska (Environmental Studies 2005, Wildlife tracking projects with GSM collars). En lugares con disponibilidad de coberturas para telefonía móvil y transmisión de datos (vía GSM) se desarrollan dispositivos (collares GPS+GSM) que aprovechan estas redes para la transmisión de coordenadas terrestres. Aparecen así los primeros trabajos de seguimiento de osos en Escandinavia y Croacia, lobos en Finlandia, ciervo rojo y lince en Alemania, alce en Suecia y reno en Finlandia (Environmental Studies 2005, Wildlife Tracking projects with GSM collars). De esta forma la obtención de datos se multiplica, pudiéndose disponer de ellos en tiempo real. Paralelamente han ido evolucionando los sistemas de fijación de estos dispositivos a los animales. Los voluminosos y pesados collares de hace unos años se han ido sustituyendo por elementos ligeros, con altos rendimientos y baterías de larga duración. En Sierra Nevada fueron instalados collares emisores GPS+GSM en cabra montés y jabalí en el marco de los respectivos planes de gestión (Cano-Manuel y col. 2006, Granados y col. 2006) ya que estos sistemas de radiolocalización evitan los problemas clásicos de la radiotelemetría en montaña (dificultad de realizar

triangulaciones, ecos provocados por paredes de valle, errores angulares provocados por rocas o árboles, etc.). En Sierra Nevada han sido utilizados con éxito por primera vez para la caracterización de la supervivencia de la cabra montés (*Capra pyrenaica*) afectada por la sarna sarcóptica (Alasaad y col. 2013).

El seguimiento de jabalíes radiomarcados ha sido primordial para avanzar en el conocimiento del uso del espacio y del tiempo de esta especie. Diferentes autores han abordado el estudio del hábitat y área de campeo del jabalí con estas tecnologías, si bien no se conocen este tipo de estudios en ambientes ibéricos de alta montaña. Los trabajos existentes ponen de manifiesto como el tamaño del área de campeo, tanto de jabalíes como de cerdos asilvestrados varía enormemente a lo largo de su área de distribución, oscilando entre 80 y 2.570 Ha para machos y entre 140 y 5.410 Ha para hembras (Mauget 1980, Singer y col. 1981b, Jullien y col. 1990, Spitz y Jenau 1990, Gerard y col. 1991, Cargnelutti y col. 1992, Cousse y col. 1992, Boitani y col. 1994, Jenau y col. 1995, Maillard y Fournier 1995, Russo y col. 1997, Hahn y Eiske, 1998). Algunos individuos pueden tener un área de 15.400 Ha (Maillard y Fournier, 1995). Las variaciones del área de campeo dependen de la disponibilidad y búsqueda de alimento (Kurz y Marchinton 1972, Graves 1984, McIlroy 1989, Massei y col. 1997b, Keuling y col. 2009), del sexo y edad (McIlroy 1989, Massei y col. 1997b), de la actividad cinegética (Sodeikat y Pohlmeyer 2003), de la reproducción (Singer y col. 1981b, Janeau y Spitz 1984, Russo y col. 1997), del tamaño corporal (Kiefer y Weckerly 2005) o de las molestias humanas, no siendo posible realizar comparaciones generales sin tener en cuenta estos aspectos (Keuling y col. 2008b).

Esta enorme variabilidad en el área de campeo está relacionada con la alta flexibilidad individual que presenta esta especie para reaccionar ante distintos escenarios y cambios ambientales (Baubet y col. 1998, Fonseca y col. 2004, Keuling y col. 2008a).

Los factores climáticos tienen un fuerte efecto en los movimientos de jabalíes, a través de su efecto sobre la disponibilidad de alimento y la sincronización de la reproducción (Fernández-Llario 1996). Grandes nevadas o sequías influyen también en su distribución (Dardaillon 1986, D'Andrea y col. 1995, Acevedo y col. 2006). Las altas temperaturas o la falta de humedad ambiental constituyen elementos también determinantes en los movimientos del jabalí por cuanto que esta especie necesita agua para una termorregulación eficiente (Dexter 1998, 2003) y desinfección mediante baños de barro (Dardaillon 1986, Fernández-Llario 1996).

El objetivo fundamental de este capítulo es testar las posibilidades que ofrece el sistema de seguimiento GPS+GSM para el jabalí y realizar una primera aproximación al área de campeo, uso del espacio y a las preferencias que manifiesta dicha especie en este espacio montañoso. Igualmente se analizarán los tipos de desplazamientos que realiza, comprobando si manifiesta hábitos sedentarios o nómadas (Vassant y col. 1992), si realiza movimientos altitudinales y como explora los diferentes hábitats. Se analizarán los recorridos realizados con objeto de valorar la capacidad de esta especie para instalarse en nuevos lugares así como su capacidad de transmisión de enfermedades a largas distancias (Machackova 2003).

La pequeña muestra, y la existencia de un único macho, no hace posible comparaciones ni la obtención de resultados que permitan una amplia discusión, por lo que este capítulo tiene un tratamiento básicamente descriptivo de las técnicas empleadas y de la aplicación de los radiocollares GPS-GSM para estudiar aspectos poco conocidos de la ecología del jabalí en un área de climatología extrema y de difícil acceso.

## 5.2. Material y métodos.

### 5.2.1. Muestra.

La muestra de estudio ha estado compuesta por 7 jabalíes (6 hembras y 1 macho) a los que se han instalado collares transmisores del tipo descrito en el apartado 5.2.3. En total se han contabilizado 5.743 localizaciones válidas (Tabla 5.1).

Jabalí Cóg.	Clase edad	Sexo	Duración seguimiento	Nº localizaciones válidas
1	2	♀	12/06/2006 - 13/01/2007	874
2	3	♀	04/06/2005 - 17/06/2005	346
3	2	♀	10/06/2006 - 17/09/2006	875
4	3	♂	21/07/2004 - 21/07/2005	1.296
5	3	♀	27/09/2005 - 18/12/2005	1.550
6	2	♀	19/09/2006 - 18/11/2006	584
7	3	♀	15/09/2004 - 25/09/2004	218

Tabla 5.1. Jabalíes radiomarcados. Clase de edad 2 (13-24 meses), clase de edad 3 (>24 meses). ♂: macho, ♀: hembra. n: Localizaciones válidas con un mínimo de posiciones 3D (4 satélites conectados).

### 5.2.2. Captura e inmovilización de jabalíes.

Los ejemplares objeto de marcaje fueron capturados utilizando jaulas-trampa automáticas que eran cebadas de manera continuada con maíz y cereales (Barasona y col. 2013). Las jaulas-trampa están constituidas por 6 módulos metálicos unidos entre sí y fuertemente anclados al suelo. Uno de los módulos constituye la entrada contando con una puerta de tipo guillotina. La puerta se acciona automáticamente a través de un sistema de poleas cuando el jabalí acciona un pequeño dispositivo situado en su interior. Los animales, una vez capturados, eran traspasados e inmovilizados en una caja de manejo dotada de collar de compresión (Figura 5.1) donde se procedía a su inmovilización química mediante la administración de un anestésico (Figura 5.2).



Figura 5.1. Captura e inmovilización de jabalí utilizando jaulas - trampas y cajas de manejo.



Figura 5.2. Administración del anestésico en caja de manejo y manipulación una vez sedado (toma de muestras).

La manipulación de esta especie utilizando sustancias anestésicas es muy empleada dada la agresividad que manifiesta al encontrarse estresada (ver en Pepin y col. 1987, Klein y col. 1990, Carranza y col. 1994, Massei y col. 1997b, Sweitzer y col. 1997, Baubet 1998, Thurfjell 2011). A los jabalíes se les administró una dosis intramuscular de *Zoletil 20®*. *Zoletil®* es un anestésico compuesto por moléculas de Tiletamina y Zolazepam concebidas para uso asociado. El producto comercial *Zooletil 20® Virbac* se presenta en una solución final que contiene 20 mg/ml (Tiletamina base 50 mg, Zolazepan base 50 mg, agua estéril 5 ml). Se empleó una dosis de 8 mg por kg de peso de jabalí (Fournier y col. 1995, Gabor y col. 1997). El tiempo de inducción fue variable en los ejemplares manejados, oscilando entre 3 y 7 minutos, con un tiempo de inmovilización que permaneció entre 30 y 45 minutos. Una vez terminada la toma de muestras y la instalación del collar, los animales fueron colocados en lugares sombreados y frescos estando monitorizados hasta que reanudaron su actividad. La reanimación fue natural sin administración de ningún tipo de antídoto en todos los casos. El período de tiempo transcurrido tras recobrar actividad y abandonar el lugar osciló entre los 30 y 75 minutos.

### 5.2.3. Collares y método de seguimiento.

Los collares-emisores instalados fueron del tipo GPS+GSM (Vectronic Aerospace GmbH, Plus). El sistema de captura de posición satélite (GPS) permite fijarla en una memoria no volátil y transmitirla mediante SMS a la central receptora (GSM Ground Station). Así, los posicionamientos obtenidos fuera de cobertura GSM quedaban almacenados hasta que la red de telefonía permitía enviar el SMS. La central receptora remitía automáticamente las posiciones recibidas mediante un correo electrónico a nuestro PC.

El módulo instalado fue diseñado para permitir un número elevado de localizaciones (entre 12.000 y 19.000), que pueden distribuirse en un margen de 1 a 3 años (según la cadencia temporal programada entre cada captura de posición), y que es modificable una vez instalado (reprogramación del módulo mediante SMS con origen en GSM Ground Station). En nuestro caso se realizaron programaciones variables de 30 minutos, 1 hora, 3 horas y 6 horas. Estos dispositivos contaban también con una

línea backup de seguridad vía VHF y radio módem, que nos permitió la recuperación de los mismos cuando se producían averías o el jabalí se desprendía de ellos.

El sistema GPS utilizado es de elevada precisión (de 2 a 15 metros sin corrección diferencial) en comparación con otros procedimientos de localización con errores de cientos de metros. El collar-radiotransmisor tenía un peso total de 750 gramos y estaba dotado con sensores de actividad, alarma de mortalidad y temperatura externa.

El collar-transmisor ubicaba el sistema GPS-GSM en la parte superior y la parte más pesada (batería), en la parte inferior del mismo. Este tipo de collar es adaptable a cualquier tamaño de cuello de jabalí. Sin embargo, la disposición tronco-cónica del cuello-cabeza, unido al propio comportamiento y efectos de hábitat utilizado (matorrales leñosos y bosques espesos), hacen que la fijación del mismo y funcionalidad de los dispositivos recepto-transmisores no quedara garantizada. Por ello, se diseñó un sistema propio de sujeción adicional (arnés), que era cerrado mediante remaches a la altura del tórax y que impedía cualquier tipo de movimiento del collar (Figura 5.3). Así, el sistema GPS+GSM garantizaba la conexión con los satélites de posicionamiento geográfico (sobre la cruz del animal) y el envío del SMS. Esto permitía proporcionar cierta holgura al collar instalado en individuos en crecimiento.



Figura 5.3. Collar GPS-GSM y sistema de arnés utilizado para evitar rotación y pérdida de collar.

#### 5.2.4. Tratamiento de los datos.

Los datos de posición fueron transmitidos en forma de archivo de texto, conteniendo los valores de latitud y longitud en formato de grados decimales (DD.MM.SS). Estas coordenadas esféricas fueron transformadas en UTM a través de una calculadora de conversión de coordenadas y convertidas a fichero DBF directamente utilizando en el software de información geográfica utilizado (ArcGis 9.3 ESRI). Los desplazamientos se digitalizaron para posteriores análisis. Para el análisis espacio-temporal de movimientos se ha empleado la extensión SPATIAL-ANALYST (Hawth's Tools).

El criterio para asignar momento (noche-día) a cada localización, se ha ajustado en función de la hora conocida del orto y el ocaso del día en que tuvo lugar la localización. Para presentar resultados de las distancias medias recorridas entre dos localizaciones de manera uniforme, se ha considerado un período único de tiempo de 4 horas, de tal manera que aquellas localizaciones consecutivas entre las que ha transcurrido menos o más de 4 horas, se han transformado de manera lineal. En el análisis solo se han empleado las localizaciones que fueron validadas por el sistema,

con un mínimo de posiciones 3D (4 satélites conectados) siendo este el procedimiento común para el análisis de este tipo de datos (Moen *y col.* 1996).

Se han utilizado los métodos Kernel y MPC (Mínimo Polígono Convexo) para el análisis de “área de campeo” y para la descripción del área ocupada por cada individuo. Estos métodos tienen la ventaja de que sus resultados son comparables con independencia del software con el que hayan sido realizados (Gallerani Lawson y Rodgers 1997). El método del Polígono Mínimo Convexo conecta los puntos extremos obtenidos dibujando un polígono convexo (Kenward 1987). El principal inconveniente de este método es una sobreestimación de las dimensiones del área de distribución (Baubet 1998). El método Kernel proporciona mejor ajuste y es preferible a MPC (Börger *y col.* 2006a). Se han considerado ámbitos del 95% de probabilidad de distribución, el 90% de probabilidad media y el 50% de probabilidad de distribución como zona núcleo (Gabor *y col.* 1999).

Las coberturas digitales que han servido de soporte de análisis han sido el mapa digital de Andalucía (MDT 1:10.000), cobertura de vegetación de Sierra Nevada y las Ortofotos Digitales en color de Andalucía 2008 y 2010.

### Análisis estadísticos

La relación entre la disponibilidad de hábitats y el uso que los jabalíes hacen de los mismos ha sido analizada mediante ANOVA. Para el análisis de los cambios altitudinales se ha seleccionado la prueba t-Student. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa Statistica 6.0. Solo se emplearon los datos de las 6 hembras para los análisis.

### 5.3. Resultados.

#### 5.3.1. Desplazamientos lineales.

Los desplazamientos medios entre dos localizaciones realizados por los jabalíes marcados de Sierra Nevada, bien de día o de noche, no han superado los 800 metros. Las hembras presentan desplazamientos medios ligeramente superiores a los realizados por el macho marcado. Los desplazamientos detectados en las jabalinas han sido similares durante la noche y el día. El macho adulto, manifiesta un comportamiento más sedentario que el obtenido para el conjunto de hembras marcadas. Se observan dos picos de desplazamiento en las hembras coincidentes con el mes de julio y durante el otoño. En las Figura 5.4 (a y b) se recogen las gráficas de describen el modelo de desplazamientos realizado por los jabalíes marcados en función del sexo, momento (diurno-nocturno) y época del año (mes).

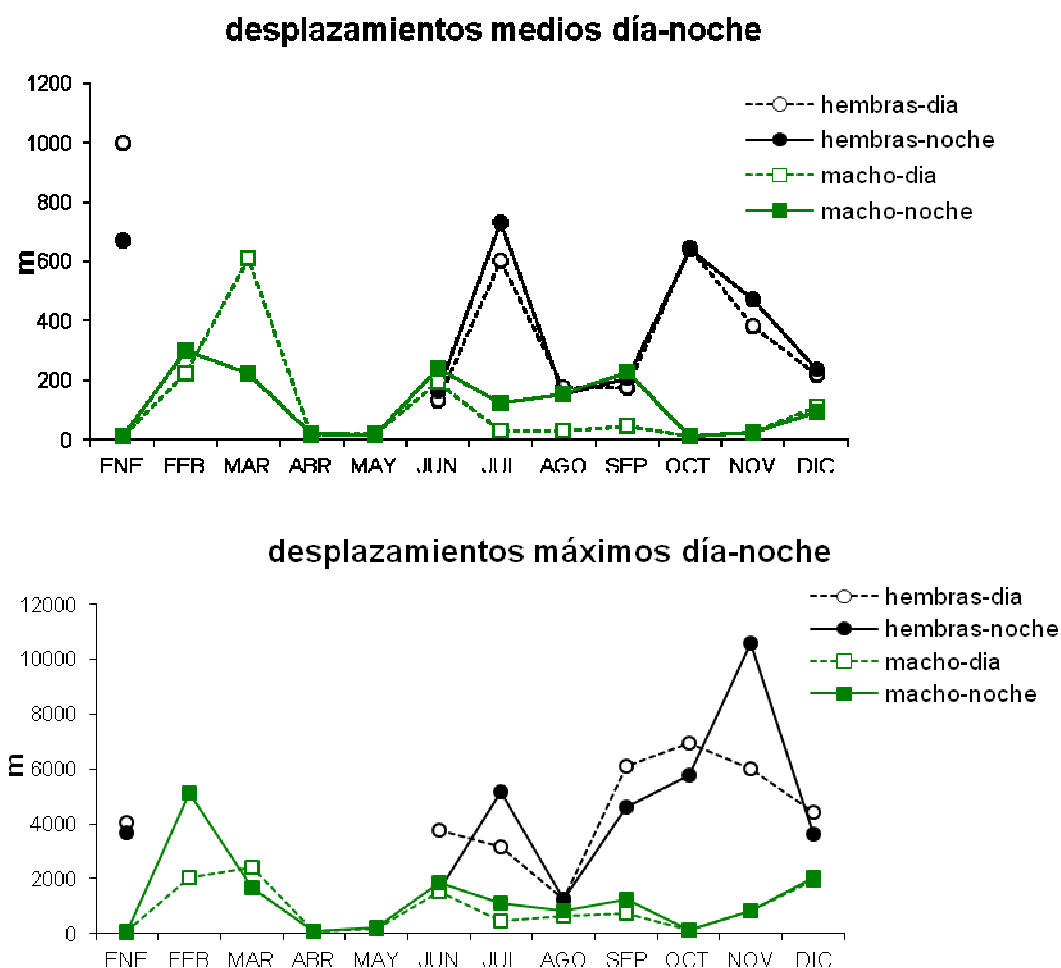


Figura 5.4 (a y b). Patrón de desplazamientos medios y máximos realizados por los jabalíes en función del sexo, día/noche y época del año (mes).

### 5.3.2. Uso del hábitat.

En la Tabla 5.2 se presentan las localizaciones obtenidas según el tipo de cubierta vegetal para el conjunto de los jabalíes monitorizados. Destacan las localizaciones realizadas en pinares, principal hábitat de refugio para esta especie en Sierra Nevada. Enebrales, piornales y bolinares-cantuesales (matorral ligero de la media montaña nevadense) constituyen las formaciones que recogen la práctica totalidad del resto de localizaciones.

Cubierta vegetal	Localizaciones	
	n	%
Pinares de repoblación	2.218	42,39
Bolinar-cantuesales	675	12,90
Humerales y bojares propios de cultivos abandonados	76	1,45
Romeral-tomillares	17	0,32
Piornal-retamares	919	17,56
Encinar acidófilo ( <i>Adenocarpus-Quercetum rotundifoliae</i> )	119	2,27
Enebral-piornales ( <i>Genisto-Juniperetum nanae</i> )	1.051	20,09
Espinares, gayubares, (Lonicero-Berberidion, Pruno-Rubion ulmifoliae, Asparago-Rhamnion)	2	0,04
Pastizales higrófilos	60	1,15
Pinares de repoblación con quercíneas.	17	0,32
Saucedas, adelfares y tarajales.	2	0,04
No definida	139	2,66
TOTAL	5.232	100,00

Tabla 5.2. Número y porcentaje de localizaciones en función del tipo de cubierta vegetal.

En la Figura 5.5 se presentan los resultados obtenidos en cuanto a la localización en diferentes cubiertas vegetales según el momento. En horas nocturnas, el porcentaje de localizaciones en pinares es inferior al obtenido durante horas diurnas (un 10% menos). En áreas con poca cobertura vegetal (pastizales, bolinares, cantuesales y piornales) son mayores las localizaciones nocturnas. Entre los meses de abril y octubre (primavera-verano) los jabalíes marcados sitúan su cota media de localización en  $1.835 \pm 55$  m, de octubre a febrero (otoño-invierno) su cota media de localización es de  $1.583 \pm 72$  m apareciendo diferencias significativas entre la altitud de los hábitats seleccionados entre las distintas épocas del año, tanto en rangos como en medias (t-Student = -4.35; 124 df;  $p < 0.001$ ).

Los hábitats más usados por las jabalinas han sido los *pinares de repoblación*, predominantes en el área de estudio. Han aparecido diferencias significativas entre los tipos de hábitat disponibles y el uso que hacen de los mismos,  $F(8,3)=832,52$ ;  $p=10^{-4}$  (Figura 5.6), si bien presentan una distribución homogénea por los distintos tipos de hábitats durante el invierno. El macho ha preferido el hábitat *enebral-piornal*.



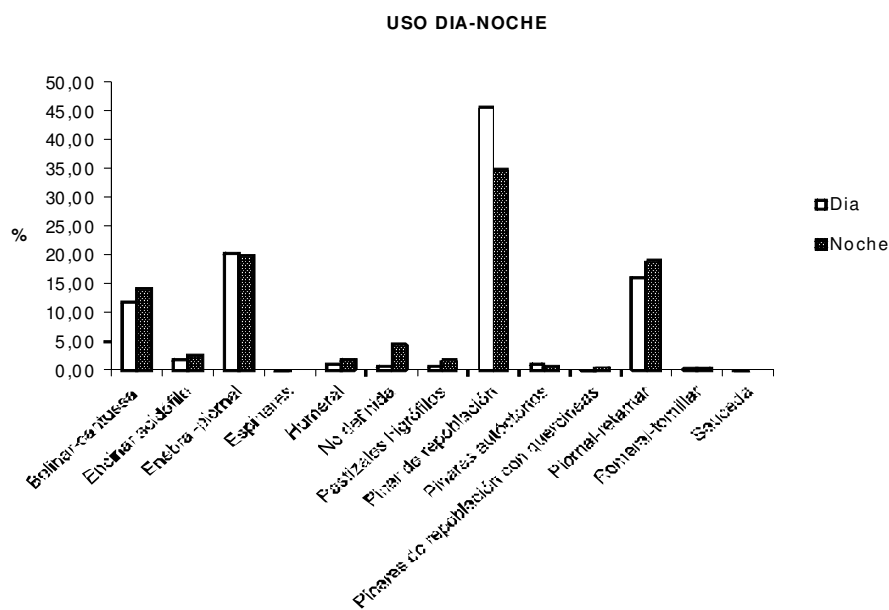


Figura 5.5. Porcentajes de localización en diferentes tipos de cubierta vegetal en función del momento (día-noche).

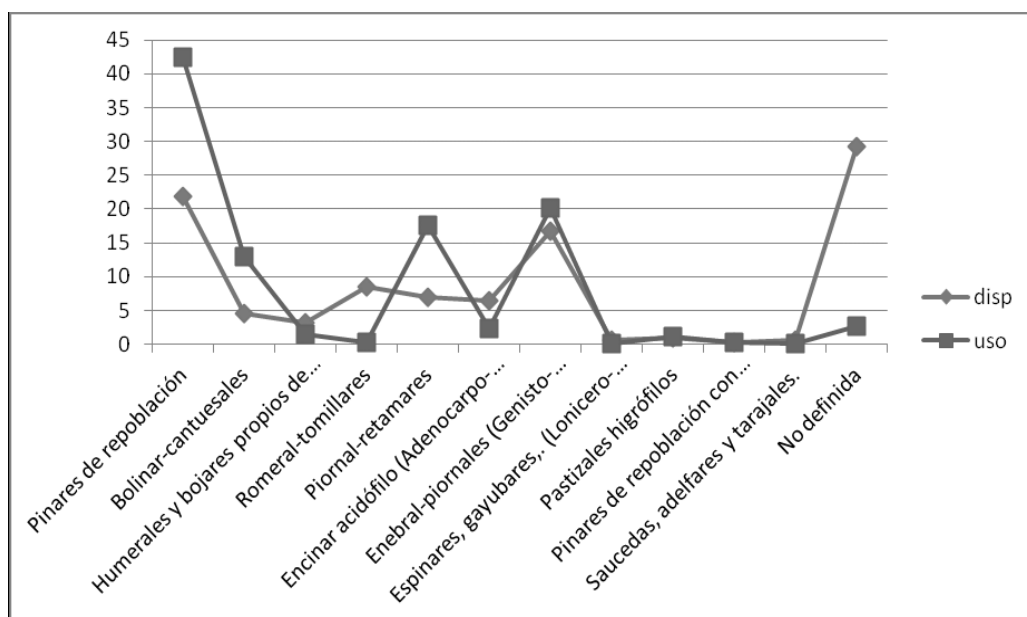


Figura 5.6. Disponibilidad y uso del hábitat realizado por las jabalinas del Parque Nacional de Sierra Nevada.

### 5.3.3. Área de campeo.

Según Burt (1943), el área de campeo se define como aquellos lugares frecuentados por un individuo en un tiempo determinado. Evidentemente el área considerada dependerá del tiempo computado para el análisis. En nuestro caso existe un macho adulto (cod. nº 4) para el que ha sido posible analizar un año completo de vida. Para el resto de la muestra (todas hembras) han sido períodos más o menos largos del ciclo anual. En la Tabla 5.3 se recogen los resultados obtenidos.

Jabalí Cóg.	Clase de edad	Sexo	PMC (ha)	Kernel (ha)		
				95%	90%	50%
1	2	♀	3.916,70	3.830,04	2.848,35	571,38
2	3	♀	1.510,10	1.271,76	983,89	299,93
3	2	♀	2.050,00	1.914,00	1.343,49	313,99
4	3	♂	1.142,81	1.088,56	819,37	240,86
5	3	♀	2.805,01	2.414,50	1.914,80	633,02
6	2	♀	5.600,00	5.457,00	4.078,00	976,00
7	3	♀	1.210,00	1.071,18	819,02	244,71

Tabla 5.3. Áreas de campeo estimadas según los Métodos Mínimo Polígono Convexo (MCP) y Kernel de los jabalíes radiomarcados en el PNSN. Clase de edad 2 (13-24 meses), clase de edad 3 (>24 meses). ♂: machos, ♀: hembra.

En la Figura 5.7 se identifica el área de campeo (kernel) del macho adulto (cod. 4), indicando un dominio vital reducido en comparación con el obtenido para las hembras monitorizadas.

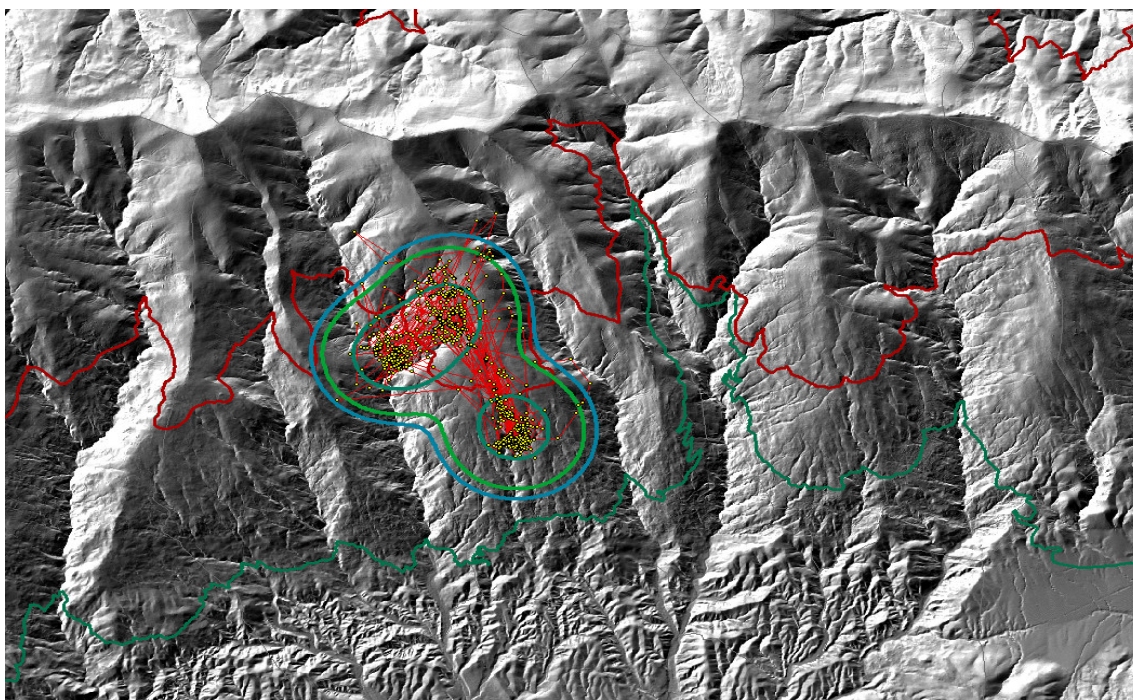


Figura 5.7. Área de campeo del jabalí adulto (cod. 4) durante un año completo vida. En amarillo aparecen las localizaciones, en rojo los desplazamientos realizados. Las líneas cerradas representan áreas de campeo (kernel al 95, 90 y 50%).

En las hembras (cod. 1 y cod. 6) se han detectado áreas de campeo considerablemente mayores que las obtenidas para el resto de ejemplares marcados. En ambos casos son hembras jóvenes. Se ha comprobado que ambas han cambiado de vertiente (N-S) durante el tiempo de seguimiento utilizando, para ello, el único puerto de montaña (Puerto de la Ragua) con vegetación forestal (pinar). En las Figuras 5.8 (a y b) y 5.9 (a y b) se muestra el área de campeo calculada por los diferentes procedimientos para las hembras marcadas (cod. 1 y cod. 6) en el período de seguimiento.

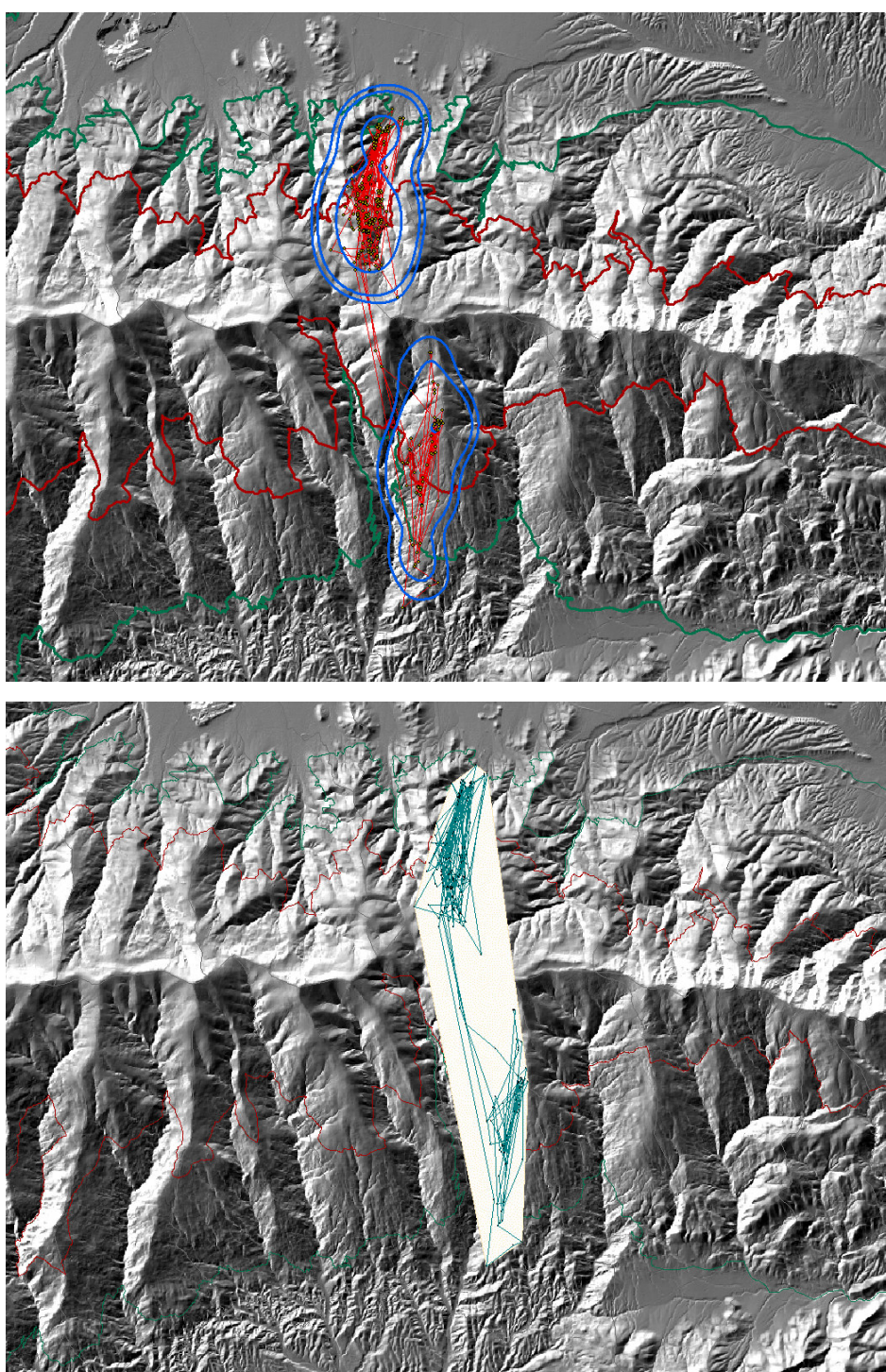


Figura 5.8 (a y b). Área de campeo de de hembra subadulta (cod. 6) durante el período del 19/09/2006 al 18/11/2006 a: Kernel al 95, 90 y 50%. b: Polígono Mínimo Convexo.

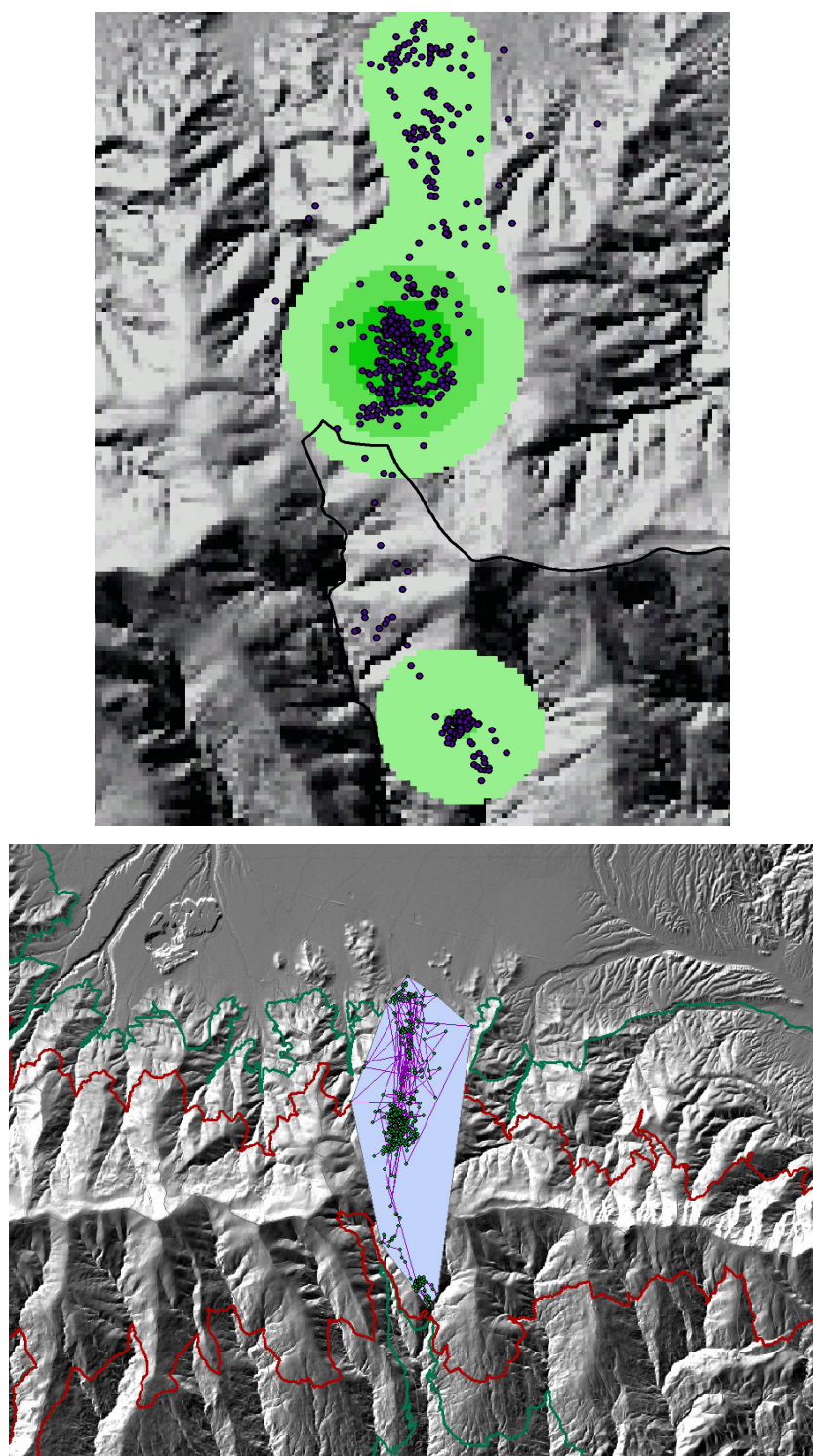


Figura 5.9. (a y b). Área de campeo de de hembra subadulta (cod. 1) durante el período del 12/06/2006 - 13/01/2007 a: Kernel al 95, 90 y 50%. b: Polígono Mínimo Convexo.

#### 5.4. Discusión.

El uso de los collares dotados con sistemas de transmisión GPS+GSM ha resultado eficaz para realizar un seguimiento de alta calidad y precisión del jabalí en Sierra Nevada. Esta afirmación se hace más concluyente cuando se valoran los resultados obtenidos tras el tratamiento de la información con el sistema de información geográfico.

La eficiencia en la obtención de datos validados se considera buena, teniendo en cuenta la orografía del sistema montañoso y la gran cantidad de masas boscosas densas existentes. Esto se debe a varios motivos, entre los que destacan, la buena cobertura GSM del territorio (sobre todo en zonas altas y laderas abiertas) y los patrones de comportamiento de este ungulado que utiliza claros del bosque donde se validan posicionamientos gracias a la memoria no volátil de los collares. Los sistemas de sujeción al animal no resultan concluyentes ya que, incluso con el refuerzo que supone el arnés, los collares acababan desprendiéndose. Una buena calidad de los materiales electrónicos (ninguno de los dispositivos GPS/GSM/VHF ha resultado dañado) confirma el correcto diseño de sus componentes electrónicos, ubicación y dureza de los materiales empleados.

Otros dos aspectos comprobados y que completan las posibilidades de aplicación de estos dispositivos son el bajo peso y compacidad de los collares. Esto permite usarlos en individuos jóvenes, subadultos y hembras (a partir de 15 Kg de peso), aspecto que hasta ahora resultaba limitante.

Los jabalíes monitorizados han manifestado hábitos bastante sedentarios. Van y vuelven sobre sus pasos, básicamente buscando alimento (Thurfjell 2011). En el caso de las hembras subadultas, el control poblacional (caza de control) puede constituir posible factor causante de estos cambios de territorio al coincidir en fecha y en lugar con batidas programadas de control (Sodeikat y Pohlmeier 2003).

Las localizaciones nocturnas coinciden con áreas de menor cobertura vegetal (menor protección y seguridad), así como hábitats con mayores recursos alimenticios (pastizales, piornales, etc.). Esto es algo conocido, ya que el jabalí presenta hábitos crepusculares y nocturnos para alimentarse (McIlroy 1989). Existen estudios que han mostrado mayores patrones diurnos de actividad cuando el riesgo que perciben los jabalíes es menor (Keuling y col. 2008). Los movimientos y la selección de hábitat varían en función del mes del año y de la hora del día, estando relacionados con cambios estacionales de alimentación y patrones de longitud (Keuling y col. 2008). Thurfjell (2011) detecta que los jabalíes adaptan la necesidad de obtener alimento en función de riesgo que perciben. Esto aparece relacionado con el hábitat y con el momento (día/noche). Brown y col. (1999) y Lind y Cresswell (2005), indican que el jabalí percibe áreas de alto y bajo riesgo, siendo capaz de adaptar su comportamiento para la obtención de alimento. Distintos estudios han demostrado que los jabalíes tienden a ser generalistas y no siempre usan el hábitat en relación a su abundancia (Ilse y Hellgern 1995, Gabor y col. 2001, Adkins y Harveson 2007). En el Parque Nacional de Sierra Nevada la protección que proporciona el hábitat *pinares de repoblación* ha primado sobre el resto, lo que sugiere que la búsqueda de refugio es el principal factor condicionante en la selección de hábitat.

Las áreas de campeo detectadas en Sierra Nevada se sitúan en un rango elevado, en cuanto a su extensión, entre las descritas por diferentes autores (Tabla 5.4).

Las variaciones altitudinales detectadas, condicionadas por el frío y la falta de alimento invernal permiten relacionar áreas de campeo amplias con la necesidad de búsqueda de alimento (Graves 1984, Keuling y col. 2009). De acuerdo con lo afirmado por McIlroy (1989), los animales inmaduros han presentado mayores áreas de campeo que los adultos en Sierra Nevada. El efecto de la densidad poblacional y peso corporal sobre el tamaño del área de campeo de los jabalíes de Sierra Nevada resulta difícil de valorar en cuanto que la muestra no ha resultado suficientemente representativa.

Se ha realizado una *revisión bibliográfica* relativa a los factores y circunstancias que condicionan los tamaños de áreas de campeo de jabalí y cerdo asilvestrado en distintos lugares del planeta, presentándose como complementaria y explicativa de los datos recogidos en la Tabla 5.4.

Kurz y Marchinton (1972) relacionan el tamaño del área de campeo con la abundancia de bellota, siendo de menor tamaño cuando abunda esta. Graves (1984) afirma que los machos tienen un área de campeo mayor que las hembras, aunque el tamaño está relacionado con la disponibilidad de alimento y no con el sexo, excepto cuando se acerca el momento en el que las hembras van a parir. Para este autor el tamaño puede oscilar entre menos de 100 hectáreas a más de 2.500 hectáreas. Baber y Coblenz (1986) concluyen que áreas de campeo pequeñas están relacionadas con altas densidades poblacionales.

McIlroy (1989) analiza los aspectos ecológicos de una población de jabalí en Nueva Zelanda, a partir de la información obtenida con 7 animales radiomarcados entre 18 y 186 días. Este autor observa que el tamaño del área de campeo oscila entre 28 y 209 hectáreas, siendo mayor en animales inmaduros, los cuales son mucho más activos que los animales adultos. Este trabajo refleja que los machos mantienen un tamaño de área de campeo mayor que las hembras, teniendo una actividad fundamentalmente nocturna. Un área de campeo pequeña puede deberse a la abundancia de alimento, agua y refugio, así como a la alta densidad y la ausencia de molestias humanas.

Massei y col. (1997b) analizan la variación de tamaño del área de campeo existente durante once meses utilizando el polígono mínimo convexo (PMC) y la media armónica, así como la actividad de 18 jabalíes radiomarcados en un parque natural del centro de Italia. La variación del tamaño del área de campeo está relacionado con el sexo, disponibilidad de alimento invernal y densidad poblacional. El tamaño del área de campeo está directamente relacionado con la densidad poblacional e inversamente relacionado con la disponibilidad de alimento. No hay diferencias en el tamaño del área, núcleo de la misma y actividad entre sexos. El menor tamaño del área de campeo puede ser una estrategia adoptada por el jabalí ante la falta de alimento en invierno. Las diferencias anuales encontradas están probablemente influidas por la densidad poblacional, aunque esta variable no puede separarse de la disponibilidad de alimento. El tamaño del área también puede verse influido por la conducta social (los machos tienen mayor tamaño debido a la búsqueda de hembras).

Gabor y col. (1999) examinan el uso del espacio del jabalí en un ambiente semiárido del sur de Texas, en donde marcan 18 hembras de tres grupos matriarcales diferentes, entre junio de 1993 y diciembre de 1995. El área de campeo varía con la estación pero no con la precipitación, oscilando entre 230 y 525 hectáreas.

Con los trabajos existentes sobre el tamaño del área de campeo existentes hasta ese momento, Saunders y McLeod (1999) demostraron que el peso corporal y la densidad poblacional son los mejores predictores del tamaño del área de campeo, no apareciendo diferencias respecto al sexo, aunque de todos los estudios seleccionados para realizar este trabajo, el área de campeo de las hembras es menor que la de los

machos. Posteriormente, Kiefer y Weckerly (2005) relacionan mediante regresiones múltiples el tamaño del área de campeo con el tamaño corporal del animal y la densidad poblacional, en siete poblaciones diferentes. Los resultados indican que tanto la densidad poblacional como el tamaño del animal son buenos predictores del tamaño del área de campeo.

Con el fin de establecer posibles diferencias en el tamaño del área de campeo entre sexos, Mersinger y Silvy (2007) estudian el tamaño del área de campeo en una población de Texas marcando 6 machos y 10 hembras de jabalí. Los machos tienen un mayor tamaño de área ( $15,8 \text{ km}^2$ ) que las hembras ( $6,5 \text{ km}^2$ ). De forma parecida, Adkins y Harveston (2007), indican en otra población de Texas asentada en el desierto de Chihuahua, la cual se caracteriza por presentar una densidad muy baja  $0,65 \text{ ind/km}^2$ , el tamaño del área de campeo oscila entre  $48,3 \pm 4,4 \text{ km}^2$  y  $34,0 \pm 4,4 \text{ km}^2$  en machos y hembras respectivamente. El periodo de estudio no completa un ciclo anual y el número de animales marcados fue de 18 (10 machos y 8 hembras), aunque solo usaron aquellos que tenían más de 25 localizaciones útiles (7 machos y 6 hembras).

Sparklin (2009) y Sparklin y col. (2009), con el fin de diseñar una estrategia de control de una población de jabalí en Georgia (USA), estiman el área de campeo de 24 hembras de jabalí radiomarcadas con GPS. Han descrito el área de campeo usando el kernel del 95% y del 50%, considerándose este último como el núcleo de la misma. El tamaño de las áreas de campeo, oscila entre 195 y 366 hectáreas, no estando relacionado este tamaño con la densidad poblacional. Estos autores ponen de manifiesto la territorialidad de los grupos pero no de los individuos. La reducción del tamaño de grupo puede aparecer como medida compensatoria frente a las respuestas denso-dependientes de inmigración y reproducción.

Friebel y Jodice (2009) estudian el área de campeo de una población de jabalí, considerada exótica en el Parque Nacional Congaree (Carolina del Sur, USA), marcando con radio collares 23 animales, 11 machos y 12 hembras. Usando la extensión "Animal Movement" en ArcView calcularon el 100% del área de campeo mediante el polígono mínimo convexo y el 95% mediante un kernel. El kernel del 50% se ha considerado como el núcleo del área de campeo. El tamaño medio del área de campeo es mayor en machos que en hembras oscilando entre  $191 \pm 31$  y  $218 \pm 43$  hectáreas respectivamente. El solapamiento de las áreas de campeo observado por estos autores fue puesto de manifiesto anteriormente por Boitani y col. (1994) quienes explican este fenómeno por el interés de los machos por ocupar las zonas ocupadas por las hembras. Las hembras forman grupos matriarcales, con varias generaciones de hembras y sus vástagos. Algunos autores sugieren que debido a que las áreas de campeo se superponen, no existe territorialidad en las hembras de esta especie (Singer y col. 1981b, Baber y Coblentz 1986). Los animales territoriales tienen menor solapamiento del área de campeo y mantienen en exclusividad el núcleo de la misma. El grado de territorialidad varía en función del hábitat que ocupa la población. La territorialidad está relacionada con la disponibilidad de alimento (Powell y col. 1997).

En otras poblaciones se han descrito un tamaño mayor del tamaño en las áreas de los machos frente al de las hembras (Baber y Cobkentz 1986, Saunders y Kay 1991, Caley 1997, Adkins y Harveson 2007) estando relacionado con la densidad poblacional. Respecto al uso del hábitat estudios previos han demostrado que los jabalíes tienden a ser generalistas y no siempre usan el hábitat en proporción a su abundancia (Ilse y Hellgern 1995, Gabor y col. 2001, Adkins y Harveson 2007).

Górecki y col. (2009) ponen de manifiesto que el área de campeo de los machos que marcan (2 animales) no se solapan entre sí, mientras que si aparece solapamiento en las áreas de campeo de las hembras. Estos resultados coinciden con los observados

por Boitani *y col.* (1994) en la Toscana o por Baubet *y col.* (1998) en Francia. El tamaño del área de campeo es una característica individual.

La caza puede provocar cambios en el área de campeo (Sodeikat y Pohlmeier 2003). Keuling *y col.* (2008b) estudian el papel de la edad el estatus reproductivo y la estación en el uso del espacio por parte de 24 hembras de jabalí de 23 grupos familiares durante varios años para establecer las posibles diferencias respecto a la edad, año y estación, en un área al noreste de Alemania. El tamaño del área de campeo no revela diferencias significativas entre los diferentes años estudiados. Asimismo el tamaño del área de campeo de jóvenes y grupos familiares no difiere significativamente, siendo mayor el área ocupada por los jóvenes que la usada por los grupos familiares. Tampoco aparecen diferencias estacionales en el tamaño del área de campeo entre los dos grupos considerados.

Keuling *y col.* (2009) asumen que las áreas de campeo son menores cuando la disponibilidad de alimento es alta o cuando la alimentación es deficiente. Esto puede suponer que evitan una pérdida energética, especialmente en invierno cuando el alimento es escaso pero la condición corporal, sigue siendo buena. Una alta flexibilidad individual en el comportamiento espacial permite a la población una utilización óptima de los recursos estacionales, tales como alimento y refugio.

Russo *y col.* (1997) estudian el tamaño del área de campeo diario y la actividad de 17 jabalíes en el PN Maremma (Italia), entre marzo y septiembre. El tamaño medio diario es de 33,2 hectáreas calculado por el método del MCP, no apareciendo diferencias en el mismo entre sexos. Este oscila mensualmente entre 2,9 ha y 108,1 ha. Esta similitud en el tamaño del área de campeo entre machos y hembras no reproductoras puede deberse a que la reproducción influye en dicho tamaño, tal como han puesto de manifiesto autores como Singer *y col.* 1981b, Janeau y Spitz 1984, Saunders y Kay 1991.

En Italia se ha comprobado que el área de campeo disminuye cuando la comida es abundante. Las hembras suelen ser más fieles a sus áreas de descanso y en general muestran una preferencia por zonas más densas que los machos, los cuales suelen preferir zonas más abiertas (Greenwood 1980).



Capítulo 5

Localidad	Sexo	PMC (ha)	Kernel (ha)			Referencia
			90%	95%	50%	
Texas, desierto Chihuahua, USA	M,H	3.404,00-4.834,00		4.335,00-5.869,00	1.018,00 –1.029,00	Adkins y Harveston 2007
California, USA	M,H	70,00-140,00				Baber y Coblenz 1986
Carolina del Sur, USA	M,H	440,00-530,00				
Alpes, Francia	M	415,00-1.540,00				Baubet 1998
Toscana, Italia		370,00-2.400,00				Boitani <i>y col.</i> 1994
NE Francia		530,00-1.350,00				Calenge <i>y col.</i> 2002
S Francia		380,00-1.380,00				
N Australia	M,H	2.410,00-3.350,00				Caley 1997
Islas Galápagos, Ecuador	M,H	90,00-160,00				Coblenz y Baber 1987
Hawaii, USA	M,H	110,00-200,00				Diong 1982
Núcleo urbano Berlín, Alemania	H	175,00				Dinter 1991
Ginebra, Suiza	M,H	190,00				Fischer <i>y col.</i> 2004
Carolina del Sur, USA	M,H	191,00-218,00			31,00-39,00	Friebel y Jodice 2009
S Texas, USA	H			595,00	109,00	Gabor <i>y col.</i> 1999
Francia	H	400,00-1.600,00				Gerard y Campan 1988
S Francia	H	400,00				Gerard <i>y col.</i> 1992
Polonia	M,H	4,72-315,19				Górecki <i>y col.</i> 2009
SW Alemania	H	760				Hahn y Eisfeld 1998
SW Francia	M	12.000,00-15.000,00				Janeau y Spitz 1984
	H	4.000,00-6.000,00				
N Alemania	H	470,00				Keuling <i>y col.</i> 2001
NE Alemania	H	370,00-1.185,00		215,00-600,00		Keuling <i>y col.</i> 2008
Carolina del Sur, USA	M,H	395,52				Kurz y Marchinton 1972
S Francia	M,H	4,51-5.140,00				Maillard y Fournier 1995
PN Maremma, C Italia	M,H	245,00-1.642,30		364,20-1029,70		Massei <i>y col.</i> 1997b
W Francia	H	240,00-425,00				Mauget 1980
Nueva Zelanda	M,H	62,38-105,33				Mclroy 1989
Texas, USA	M,H	650,00-1.580,00				Mersinger y Silvy 2007
Toscana, C Italia	M,H	377,00-1.148,00				Morini <i>y col.</i> 1995
S Bélgica	H	529,00				Prevot y Licoppe 2013
PN Maremma, C Italia	M,H	32,10-34,40				Russo <i>y col.</i> 1997
Nueva Gales del Sur, Australia	M,H	490,00-1.070,00				Saunders y Kay 1991
Nueva Gales del Sur, Australia	M,H	3.500,00-1.110,00				Saunders y Kay 1996
Tennessee, USA	M,H	265,00-1.395,00				Singer <i>y col.</i> 1981b
N Alemania	M,H	316,00-780,00				Sodeikat y Pohlmeier 2002
Baja Sajonia, Alemania	M,H	166,00-2.244,00				Sodeikat y Pohlmeier 2003
Georgia, USA	M,H			195,00-366,00		Sparklin <i>y col.</i> 2009
PN Jirisan, Corea	M,H			443,50-583,00	118,00	Tae-Young <i>y col.</i> 2006
Carolina del Sur, USA	M,H	180,00-230,00				Wood y Brenneman 1980
Apeninos, Italia	M,H		519,11-3,23			Bertolotto 2010
Alentejo, Portugal	M,H	750,00-3.500,00				Santos <i>y col.</i> 2004
N Eslovenia	M,H			620,00-1.900,00		Jerina <i>y col.</i> 2014

Tabla 5.4. Áreas de campeo de jabalí y cerdo asilvestrado en diversos países de Europa, Asia, Australia y América del Norte y del Sur, incluidas algunas Islas.

## 5.5. Conclusiones.

- Los radiocollares GPS-GSM empleados (Vectronic Aerospace) presentan una elevada potencialidad de uso en un sistema montañoso como Sierra Nevada con buena cobertura GSM al aportar abundantes datos y ser resistentes; sin embargo, el sistema de fijación al jabalí no es definitivo y se desprenden con facilidad.
- Los mayores movimientos, y por tanto la máxima actividad del jabalí en Sierra Nevada es nocturna, coincidiendo con áreas de menor cobertura vegetal (menor protección y seguridad), así como hábitats con mayores recursos alimenticios (pastizales y piornales).
- Las áreas de campeo de las hembras detectadas en Sierra Nevada se sitúan en un rango elevado, en cuanto a su extensión, entre las descritas por diferentes autores. Las variaciones altitudinales, condicionadas por el frío y la falta de alimento invernal, permiten relacionar áreas de campeo amplias con la necesidad de búsqueda de alimento.
- En Sierra Nevada la protección que proporciona el hábitat  *pinares de repoblación*  ha primado sobre el resto, lo que sugiere que la búsqueda de refugio es el principal factor condicionante en la selección de hábitat.



## GESTIÓN

### CAPÍTULO 6

*Gestión de la población de jabalí del Parque Nacional Sierra Nevada.*

---



## ÍNDICE DEL CAPÍTULO

### CAPÍTULO 6. GESTIÓN.

#### *Gestión de la población de jabalí del Parque Nacional Sierra Nevada.*

6.1.	Introducción .....	161
6.2.	Material y métodos .....	163
6.2.1.	Técnica de muestreo: batidas de control .....	163
6.2.2.	Método de seguimiento .....	163
6.2.3.	Tratamiento de datos .....	165
6.3.	Resultados .....	166
6.3.1.	Caracterización de la gestión .....	166
6.3.2.	Evolución de la densidad y tamaño de la población .....	173
6.4.	Discusión .....	176
6.5.	Conclusiones .....	179



## 6. GESTIÓN.

### 6.1. Introducción.

La expansión y aumento poblacional del jabalí es un hecho constatado en muchos lugares de la Península Ibérica (Vericad y Abaigar 1984, Tellería y Sáez-Royuela 1985, Abaigar 1992b, Grabulosa 1992, Rosell 1995, Lerános y Castián 1996) y en otras localidades europeas (Boulloire 1984, Vassant y *col.* 1987, Tatin y Boisauvert 1992, Debernardi y *col.* 1995, Fruzinski 1995, Neet 1995) durante las últimas décadas. Este hecho, unido a la peculiar manera de obtener el alimento mediante remociones, ha creado muchos conflictos con la agricultura, la conservación de especies de flora, especialmente en prados de montaña (Power 1974, Howe y Power 1976, Howe y *col.* 1981, Onipchenko y Golikov 1996) y de fauna, principalmente anfibios, micromamíferos y artrópodos (Singer y *col.* 1984, Vtorov 1993).

Los métodos de estima de abundancia nos ayudan a cuantificar el tamaño de las poblaciones, permitiendo incorporar la potencia analítica y modelizadora de la estadística al estudio de las mismas. En especies difíciles de observar como el jabalí, los métodos basados en la observación directa resultan poco eficaces, debiéndose emplear otras técnicas. Para realizar estimas de abundancia de jabalí se han utilizado métodos variados como los de conteo de excrementos (Bailey y Putman 1986, Fernández-Llario y *col.* 1996a), de detección de rastros (Dzieciolowsky 1976), de captura y recaptura (Jeziński 1977, Spitz 1984, Spitz y *col.* 1984, Baber y Coblenz 1986, Gaillard y *col.* 1987, Caley 1993, Baubet 1998, Sweitzer y *col.* 2000), de recaptura en trampas con cámaras infrarrojas (Hebeisen y *col.* 2008), de transectos (Garín y Herrero 1997), transectos lineales y recorridos nocturnos (Gràcia y *col.* 2000) en donde también se han empleado cámaras de infrarrojos (Franzetti y Focardi 2006, Franzetti y *col.* 2012); incluso se han propuesto técnicas basadas en el genotipado de individuos a través de pelo (Fickel y Hohmann 2006, Ebert y *col.* 2010). Todos ellos presentan muchas dificultades de aplicabilidad por diversos motivos: diferencia en las tasas de defecación según tipo de alimentación y época, dificultad en reconocimiento de huellas, gran esfuerzo y dificultad en la captura, escasa tasa de contacto y visibilidad, etc.

Los trabajos de estimas de población a partir de información procedente de la estadística de caza presentan menos problemas de aplicabilidad para esta especie y han sido utilizados con profusión (Boulloire 1984, Tellería y Saéz-Royuela 1985, Sáez-Royuela 1987, Vassant y *col.* 1987, Abaigar 1990 y 1992, Badia y *col.* 1991, Garzón 1991, Markina 1998, Rosell 1998, Herrero 2002, Sarasa y Sarasa 2013). Estos métodos proporcionan buenos resultados siempre que se realice un adecuado diseño en el espacio y en el tiempo que garantice su representatividad (Pucet y *col.* 1975).

En todos caso, el método que se emplee para evaluación de la abundancia debe ser lo suficientemente sensible para detectar variaciones en el tiempo, tener una fácil aplicación práctica, permitir comparaciones y ser estadísticamente válido (Engeman y *col.* 2013).

La gestión de esta especie en Sierra Nevada, como en otros tantos lugares, se efectúa a través del control poblacional, es decir, a base de la extracción de individuos mediante su abatimiento. Por ello una gestión adecuada debe basarse en un conocimiento de sus poblaciones, su abundancia y dinámica poblacional. Esto permite aproximar y adaptar el esfuerzo de control (extracción de jabalíes) a los objetivos deseados (Caughley 1977). Varios aspectos sustanciales de la estrategia demográfica y reproductiva del jabalí en Sierra Nevada han sido tratados en el capítulo 4,

resultando preciso analizarlos en paralelo con el conocimiento de la evolución que han tenido los efectivos poblacionales. Los objetivos de este capítulo son evaluar la efectividad y los efectos del control poblacional realizado sobre la población de jabalíes del Parque Nacional de Sierra Nevada. Esto servirá para establecer las distintas tasas de extracción y concretar un modelo de gestión en función de los objetivos de conservación y de los niveles poblacionales deseados.



## **6.2. Material y métodos.**

### **6.2.1. Técnica de muestreo: batidas de control.**

La estadística de caza es muy útil para la estima del tamaño de poblaciones de vertebrados (Pucek *y col.* 1975). El método de seguimiento de las batidas (ver referencia general a batidas de gestión) aporta unas estimas de densidad para el jabalí cercanas a las densidades absolutas, pero siempre produciendo cierta subestima. Además, el sistema es válido para estimar la densidad, en medio boscoso, si el área es continua y de cierta entidad (Herrero 2002, Sarasa y Sarasa 2013).

Al conocer el área batida y los animales observados puede obtenerse la densidad mínima del área prospectada, siendo un sistema adecuado y fiable siempre que el área sea extensa (Mauget *y col.* 1984) y continua en cuanto a su estructura o formaciones forestales.

En nuestro caso, y tal como se ha indicado en capítulos anteriores, las batidas son organizadas por la administración del parque nacional, de modo continuado, lo que permite conseguir el objetivo de control (Hone 1995).

### **6.2.2. Método de seguimiento.**

Los períodos de obtención de datos se circunscribieron a las temporadas cinegéticas de caza mayor, que en Andalucía dan comienzo a mediados de octubre y finalizan a mediados de febrero del año siguiente. Para la realización de este capítulo se ha contado con la información procedente de 148 batidas de control realizadas por la Administración del Parque Nacional de Sierra Nevada durante siete temporadas cinegéticas, 2002-2003, 2003-2004, 2004-2005, 2005-2006, 2006-2007, 2008-2009 y 2009-2010 (Tabla 6.1). La selección de las manchas a batir, la colocación de las armadas y de los puestos de tiro dentro de estas, fueron diseñados por el equipo gestor. Esto permitió adecuar en buena parte el diseño y organización de las batidas a los requerimientos de obtención de información que buscábamos. El esfuerzo empleado en cada batida fue variable (número de perros y número de cazadores). El equipo gestor anotaba el número de jabalíes observados, abatidos, disparos efectuados, así como cualquier tipo de incidencia que se produjera en las batidas. Aún así, durante el período de muestreo ha sido preciso despreciar los datos procedentes de todas las batidas realizadas durante la temporada 2007/2008 y de 8 batidas más por no reunir garantías de calidad suficientes, al considerar que los datos de jabalíes observados no estaban bien tomados. Para mantener rigor en la contabilidad de los ejemplares observados no abatidos, únicamente se han utilizado las anotaciones que procedían del equipo gestor (si bien cada equipo de observación la cotejaba con los datos de “jabalíes observados” que aportaba cada participante al final de la batida).

Temporada	Nº Batidas	Superficie total batida (km <sup>2</sup> )	Nº participantes	Nº perros	Jabalíes observados	Jabalíes abatidos
2002/2003	13	41,69	375	518	905	132
2003/2004	28	90,59	1.070	1.627	1.839	263
2004/2005	33	147,51	1.663	2.656	1.452	356
2005/2006	6	25,81	375	575	139	36
2006/2007	22	92,93	1.244	2.319	1.085	218
2008/2009	18	78,03	1.165	1.810	561	169
2009/2010	28	121,78	1.710	2.465	1.063	228

Tabla 6.1. Información general de cada temporada cinegética.

Con el objetivo de mantener el máximo rigor y un criterio único, solo se computaron como jabalíes abatidos aquellos que llegaban a junta de carnes. En muchas de las batidas había animales que no podían recogerse, normalmente por la inaccesibilidad del punto en que moría o porque no eran localizados. Esto implica asumir dos limitaciones: que los cálculos de eficacia de la caza se subestiman y por tanto también la eficiencia del control poblacional.

Se define la eficiencia de la caza (o esfuerzo de caza) como el cociente entre los jabalíes abatidos y los observados. La densidad se ha expresado como el número de jabalíes observados por kilómetro cuadrado (ind/km<sup>2</sup>). Todos los análisis se han referido a la denominada "área refugio", caracterizada y calculada en el capítulo 2, y compuesta por la gran orla forestal del parque nacional (265,88 km<sup>2</sup>) donde se han caracterizado tres "tipos de medio": pinar, robledal y encinar.

Para la obtención del tamaño poblacional se ha optado por aplicar la fórmula  $N = n/p$  (obtenida de Sáez-Royuela 1987) y basada en el método Petersen (ver en Seber, 1982) y empleada también por otros autores como Leránoz y Castián (1996) y Rosell (1998) en medios boscosos.

$$N = n/p \quad \text{en donde:}$$

n: número de animales abatidos que son extraídos.

p: proporción de individuos observados que son abatidos y extraídos.

N: número de individuos que componían la población antes de la caza.

Los intervalos de confianza vienen dados por p, y se han calculado a través de unas tablas de límites de confianza para porcentajes (Sokal y Rohlf 1980).

### 6.2.3. Tratamiento de datos.

En este capítulo se ha optado por utilizar un modelo lineal generalizado (GLM) con distribución de Poisson para establecer las relaciones entre la variable *jabalíes observados/batida* (considerada como variable dependiente) y la *superficie de la batida* y *tipo de vegetación* (*pinar, robledal, encinar*) consideradas como variables independientes, así como la interacción entre ambas. La distribución de errores utilizada fue “normal” y la función de enlace usada “identity” (Littel y col. 2006).

Para establecer las relaciones entre la variable *jabalíes abatidos/batida* (variable respuesta) con los *jabalíes observados/batida* y con el *número de participantes/batida* (variables independientes) se compararon dos modelos GLM con y sin interacción, seleccionado un modelo sin interacción y función de enlace lineal, al no resultar significativas la diferencia entre ambos.

Previamente se evaluó si los datos se distribuían normalmente mediante la aplicación del test de normalidad de Shapiro-Wilk. En el caso de que los datos no se distribuyeran normalmente, se aplicó una transformación logarítmica para cumplir con el criterio de normalidad. Se empleó un ANOVA para evaluar la bondad del modelo.

Los análisis estadísticos se realizaron en SAS 9.2 con PROC GLIMMIX (SAS-Institute, Cary, NC, USA). Para evaluar la significación estadística se empleó R Package V.2.15.1.

Para establecer la relación entre las variables: *superficie de la batida, número de participantes/batida, número de perros/batida, jabalíes abatidos/batida, jabalíes observados/batida, densidad de abatidos, eficiencia* y *tamaño poblacional* con el *tipo de medio*, se ha empleado el test no paramétrico de Kruskal-Wallis. La representación gráfica (figuras) de los estadísticos se ha realizado mediante diagramas de caja, representado los cierres externos los valores máximos y mínimos excluyendo valores atípicos. La caja representa la amplitud del intercuartil que recoge el 50% de los valores centrales. La línea horizontal indica el valor de la mediana.

De igual manera, y para establecer la significación de las variables: *tipo de medio, superficie de la batida, número de participantes, número de perros, jabalíes abatidos, jabalíes observados, densidad, eficiencia* y *tamaño poblacional* en relación con la temporada cinegética analizada, también se ha empleado el test no paramétrico de Kruskal-Wallis.

Se han considerado diferencias significativas si  $p < 0,05$ .

### 6.3. Resultados.

#### 6.3.1. Caracterización de la gestión.

En la Tabla 6.2 se recoge la descripción general del estudio realizado. Destaca el amplio rango que presentan algunas variables, motivado por la amplitud de condiciones que han afectado a cada batida.

Variable	Media	de	Rango
observados/batida (jabalíes)	45,00	38,05	0,00 - 200,00
abatidos/batida (jabalíes)	8,74	7,98	0,00 - 53,00
participantes/batida (número)	62,00	17,61	8,00 - 97,00
Nº perros/batida (número)	62,00	23,00	13,00 - 125,00
Superficie/batida (ha)	378,24	183,00	110,00 - 916,51
Superficie batida/participante (ha)	8,48	5,90	2,16 - 54,72
batidas/ km <sup>2</sup> (número)	0,25	0,04	0,23 - 0,34
JIC/km <sup>2</sup> (jornadas individuales de caza)	12,71	1,97	9,00 - 14,92
abatidos/km <sup>2</sup> (número)	2,29	0,56	1,39 - 3,17
Eficiencia (%)	21,36	15,28	0,00 - 50,00
Densidad (jabalíes observados/km <sup>2</sup> ) (ind/ km <sup>2</sup> )	16,35	22,36	0,20 - 81,50

Tabla 6.2. Resultados medios (por temporada) obtenidos de las diferentes variables calculadas. En todo los casos n = 148 (nº de batidas), que corresponden a 7 temporadas cinegéticas 2002/2003, 2003-2004, 2004-2005, 2005-2006, 2006-2007, 2008-2009 y 2009/2010).

#### Efecto del tipo de medio y superficie de las batidas sobre el número de jabalíes observados, abatidos, eficiencia y densidad.

El número de jabalíes *observados/batida* ha dependido significativamente del tipo de medio (vegetación forestal) donde ha tenido lugar la batida ( $X^2=50,059$  df=2  $p<0,001$ ). En las batidas realizadas en robleal o pinar, el modelo detecta una relación significativa, e inversa (a mayor número de jabalíes observados menor incidencia del tipo de medio), entre el número de jabalíes observados y los distintos tipos de medio forestal (en pinar  $F_{-2,787} = -11,781$ ;  $p=0,005$ ; en robleal  $F_{-2,870} = -27,727$ ;  $p=0,004$ ). En encinar no resulta significativa la relación de este medio con el número de jabalíes *observados/batida*. La interacción con la superficie ha resultado significativa en las batidas realizadas en robleal ( $F_{4,030} = 0,113$ ;  $p<0,001$ ).

La variable *observados/batida* no ha resultado significativa en relación con la superficie de la batida ( $X^2=3,798$  df=1  $p=0,051$ ). Para el total de batidas analizadas, la interacción de medio y superficie sí resulta significativa en relación con los jabalíes observados en cada batida ( $X^2=15,621$  df=2  $p<0,001$ ). En la Figura 6.1 queda reflejado el efecto de las variables independientes (tipo de medio y superficie) sobre la dependiente (*observados/batida*), observándose el efecto positivo que tiene la superficie sobre el número de jabalíes observados en aquellas batidas realizadas en robleales. El mejor ajuste del modelo se produce con superficies de batida inferiores a 250 hectáreas.

### Medio\*Superficie effect plot

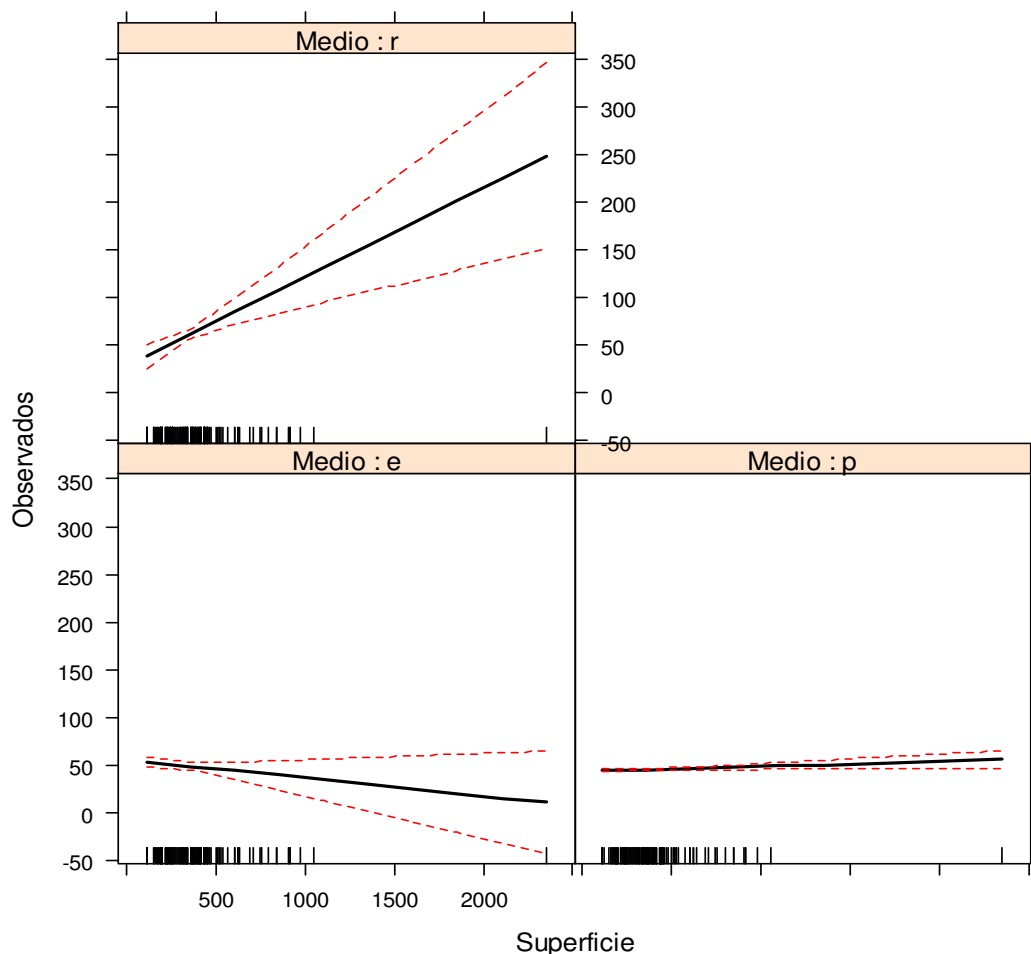


Figura 6.1. Efecto del medio (tipo de vegetación forestal) y de la superficie de cada batida (ha) sobre el número de jabalíes observados. Intervalos de confianza del 95%. r: roble, e: encinar, p: pinar.

No se han detectado diferencias significativas del *número de jabalíes abatidos* en relación con el tipo de medio (Kruskal-Wallis  $X^2 = 3,702$ ;  $df=2$ ;  $p=0,157$ ); de la *eficiencia* en relación con el tipo de medio (Kruskal-Wallis  $X^2 = 1,467$ ;  $df=2$ ;  $p=0,480$ ), ni la *densidad* en relación con el tipo de medio (Kruskal-Wallis  $X^2 = 3,488$ ;  $df=2$ ;  $p=0,175$ ).

#### Efecto del número de participantes sobre el número de jabalíes abatidos y observados.

Se observa una relación significativa entre el número de jabalíes *abatidos/batida* (variable dependiente) y el número de jabalíes *observados/batida* ( $F_{10,645}=0,006$ ;  $p<0,001$ ) y también entre el número de jabalíes *abatidos/batida* y el número de *participantes/batida* ( $F_{3,685}=0,004$ ;  $p<0,001$ ). Entre estas dos últimas variables independientes no se ha detectado interacción (Figura 6.2)

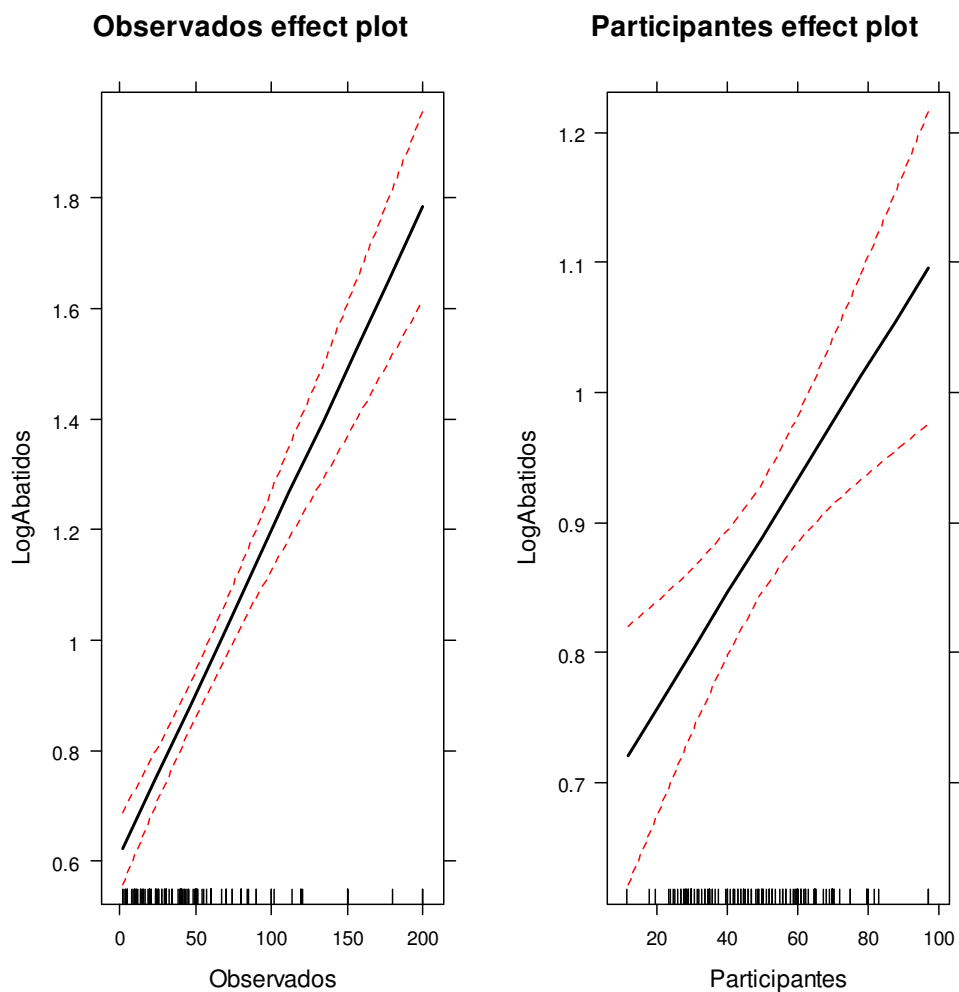


Figura 6.2. Efecto del número de jabalíes *observados/batida* y del número de *participantes/batidas* sobre el número de jabalíes *abatidos/batida*. Intervalos de confianza del 95%.

### Resultados por temporadas cinegéticas.

En las Figura 6.3 (a, b y c) se recoge la descripción general del estudio y la evolución de las variables *batidas/km<sup>2</sup>*, *JIC/km<sup>2</sup>* y *abatidos/km<sup>2</sup>* para cada temporada cinegética.

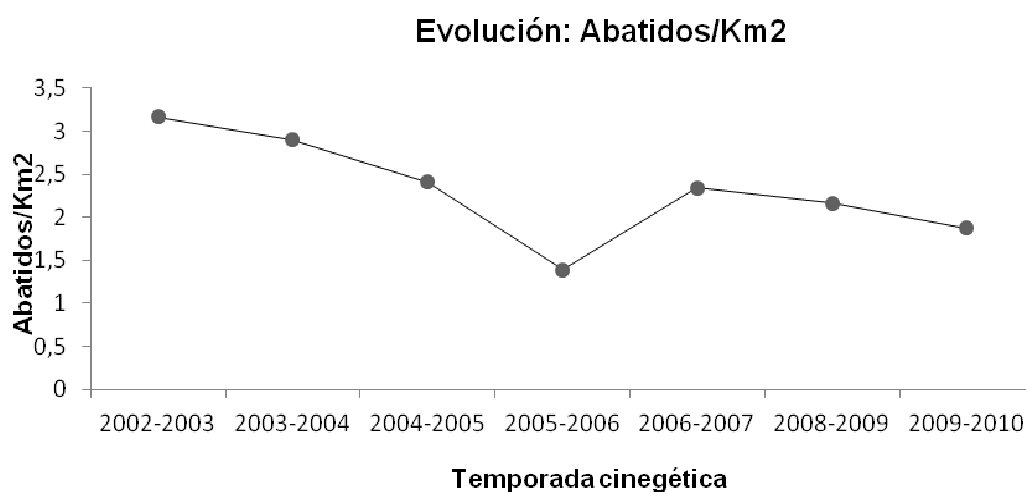
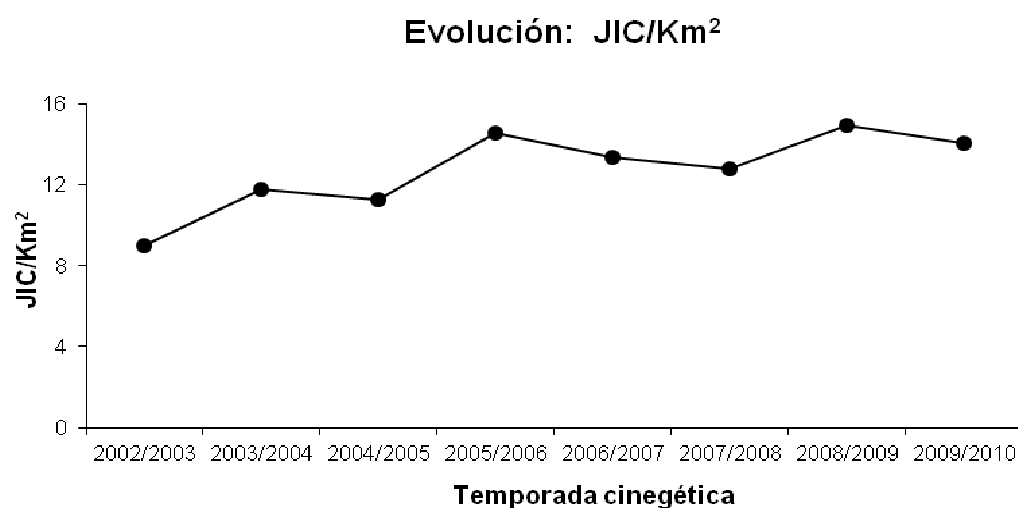
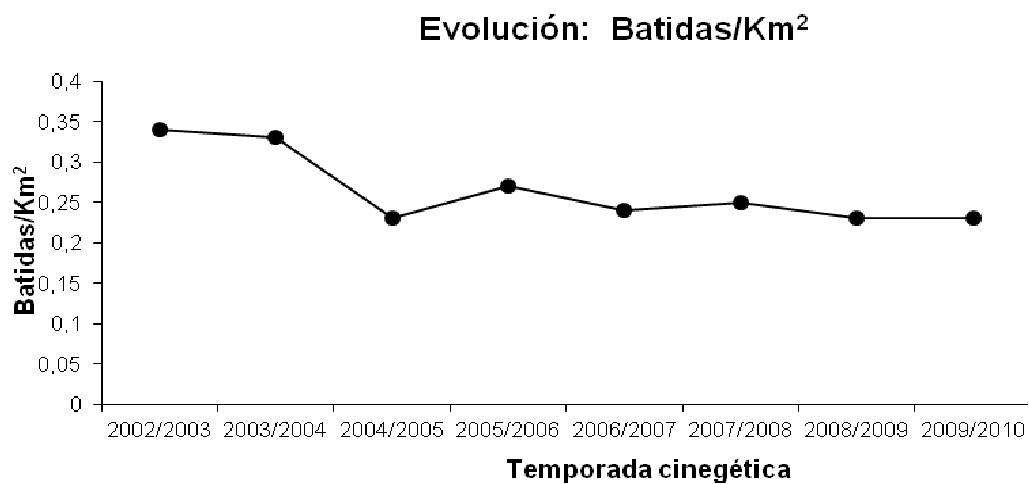


Figura 6.3 (a, b y c). Evolución de las variables nº Batidas/km<sup>2</sup>; Jornadas individuales de caza/km<sup>2</sup> (JIC/km<sup>2</sup>) y número de jabalíes abatidos/km<sup>2</sup>.

Han aparecido diferencias significativas de las variables estudiadas entre las diferentes temporadas cinegéticas estudiadas, excepto para los jabalíes *abatidos/batida* (Tabla 6.3). Durante las primeras temporadas de seguimiento, el número de participantes por batida fue muy bajo, condicionando una eficiencia también muy baja incrementándose a partir de la temporada 2004-2005 (Figuras 6.4 y 6.5). Por el contrario, los jabalíes observados por batida fueron numerosos en las dos primeras temporadas disminuyendo a partir de la temporada 2004-2005. Figuras 6.6 y 6.7.

Variable	$\chi^2$	df	<i>p</i>
observados/batida (jabalíes)	18,16	6	<b>0,006</b>
abatidos/batida (número)	5,31	6	0,504
participantes/batida (número)	68,57	6	<b>&lt;0,001</b>
perros/batida (número)	83,17	6	<b>&lt;0,001</b>
superficie/batida (ha)	12,73	6	<b>0,048</b>
eficiencia (%)	23,39	6	<b>0,001</b>
densidad (jabalíes observados/km <sup>2</sup> ) (ind/ km <sup>2</sup> )	34,53	6	<b>&lt;0,001</b>

Tabla 6.3. Niveles de significación de las distintas variables en relación con la temporada cinegética. Test de Kruskal-Wallis.  $\chi^2$ : Chi-cuadrado; df: grados libertad; *p*: nivel significación. Nivel de significación  $p < 0,05$  resaltado en negro.

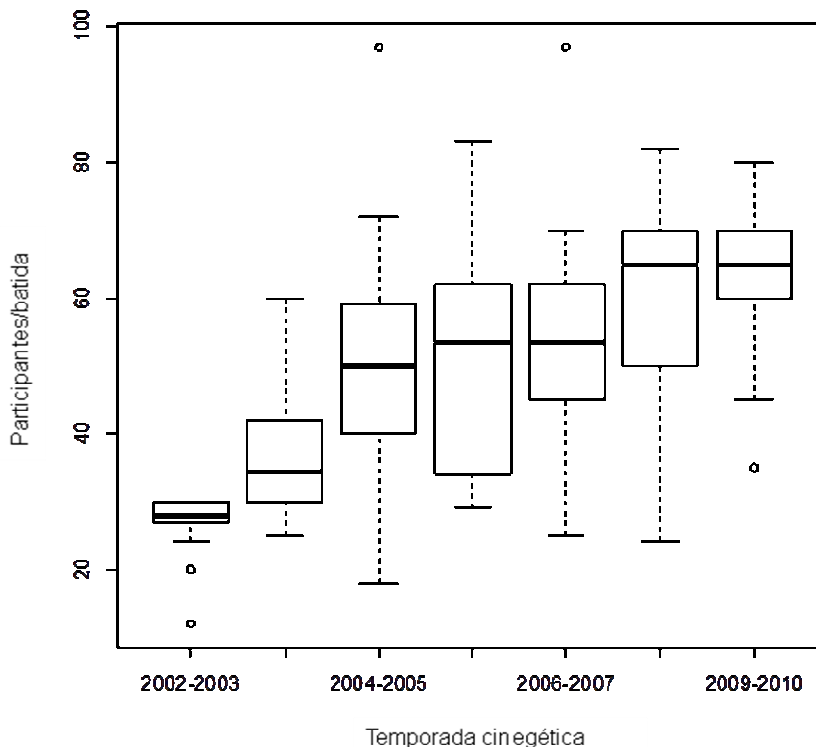


Figura 6.4. Evolución de la variable *participantes/batida* durante las temporadas cinegéticas estudiadas.



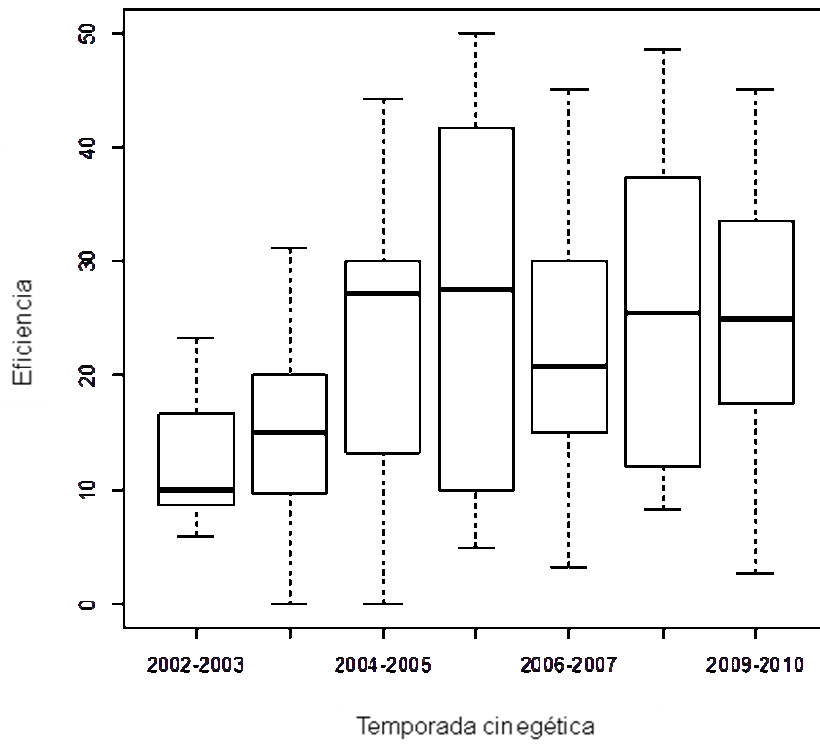


Figura 6.5. Evolución de la variable *eficiencia* durante las temporadas cinegéticas estudiadas

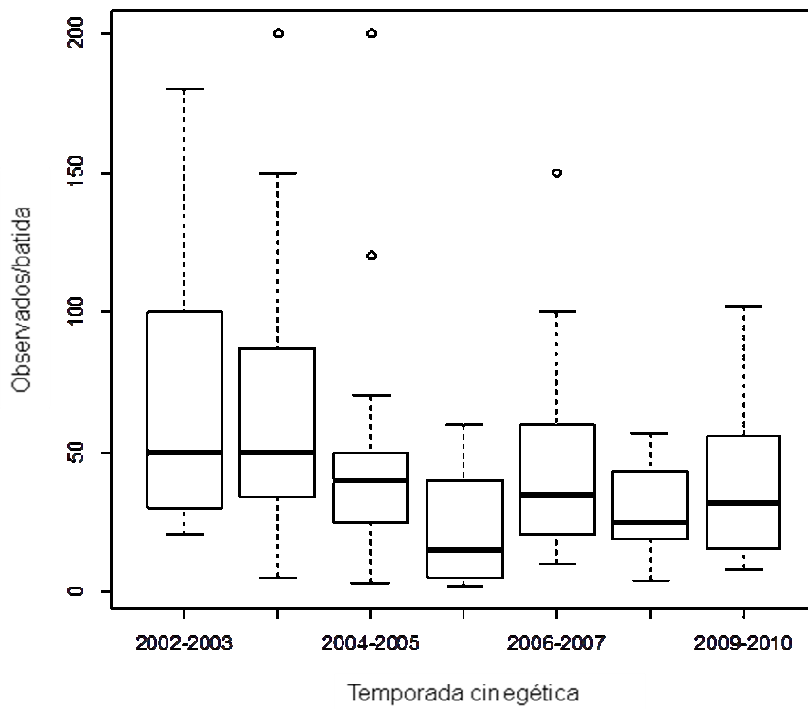


Figura 6.6. Evolución de la variable *observados/batida* durante las temporadas cinegéticas estudiadas.

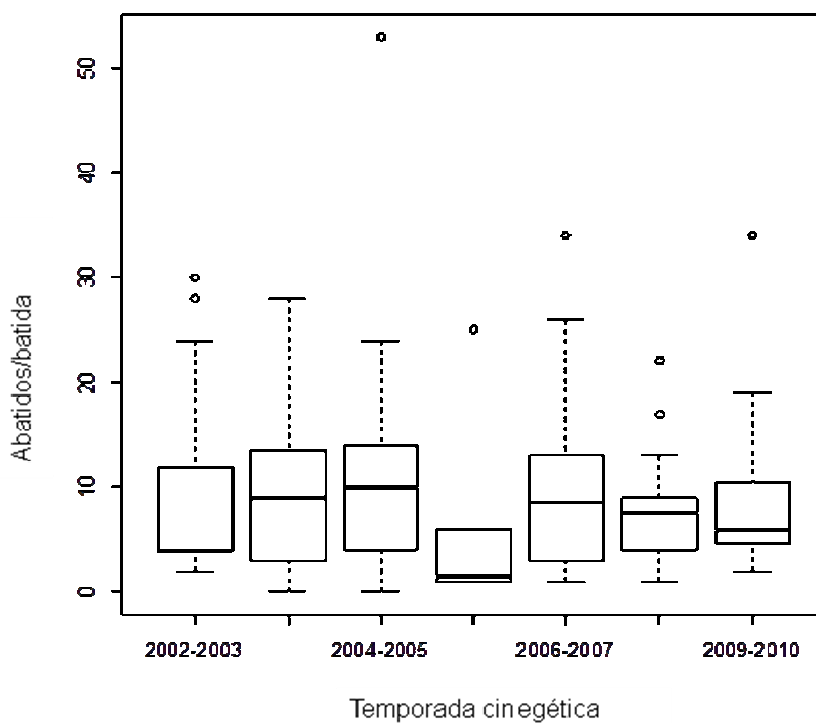


Figura 6.7. Evolución de la variable *abatidos/batida* durante las temporadas cinegéticas estudiadas.

El número de batidas de gestión celebradas en cada temporada ha variado dependiendo principalmente de las condiciones meteorológicas. En todas las campañas se habían programado inicialmente entre 30 y 35 batidas sobre una superficie total de 150 km<sup>2</sup> (56% del área forestal refugio). En la temporada 2005/2006 las insistentes nevadas de ese invierno solo permitieron la realización de 7 batidas (obteniéndose información fiable de 6). Como media se han realizado 21 batidas de gestión cada temporada cinegética, actuando sobre 85,48 km<sup>2</sup>. Cada temporada cinegética se ha batido una media del 32% del área refugio del parque nacional.

### 6.3.2. Evolución de la densidad y tamaño de la población.

La densidad es una variable directamente relacionada con el resto de variables enumeradas. La densidad media ( $16,35 \pm 22,36$  ind/km<sup>2</sup>) ha resultado significativamente influida por las encontradas en las dos primeras temporadas (2002/2003 y 2003/2004), por lo que eliminando del análisis los valores correspondientes a estas temporadas resulta una densidad media de las batidas estudiadas de  $11,39 \pm 10,39$  ind/km<sup>2</sup> (rango 0,20-65,16; n=107). Sin embargo, se considera más representativo el análisis de la evolución de la densidad y tamaño poblacional por temporada cinegética, ya que ambas variables sufren fluctuaciones anuales en función de los recursos alimenticios principalmente. De esta manera, por temporadas, se ha obtenido una media de  $12,12$  ind/km<sup>2</sup>. Eliminando de nuevo del análisis las dos primeras temporadas, se obtiene una densidad (desde 2004-2005 hasta 2009-2010) de  $8,56$  ind/km<sup>2</sup>.

En la Figura 6.8 se recoge la evolución de la densidad media (individuos observados/km<sup>2</sup>) para cada una de las temporadas de estudio. No se han detectado diferencias significativas de la densidad de jabalíes en función de los distintos tipos de medio (roble, encina, pino) (Kruskal-Wallis  $\chi^2 = 3,488$ ; df=2;  $p = 0,175$ ) para el global de batidas. Sí aparecen diferencias significativas de la densidad en función de las temporadas cinegéticas estudiadas (Kruskal-Wallis  $\chi^2 = 34,529$ ; df=6;  $p < 0,001$ ), debido a las altísimas densidades encontradas durante las dos primeras temporadas de estudio.

El tamaño poblacional está relacionado con el área refugio existente en el Parque Nacional de Sierra Nevada. Los resultados obtenidos para cada temporada se recogen en la Tabla 6.4. Se utiliza la fórmula  $N = n/p$ , basada en los resultados de eficiencia (p), del número de jabalíes abatidos (n) y del número de jabalíes observados (N), que corresponde con los individuos que componían la población antes de la caza.

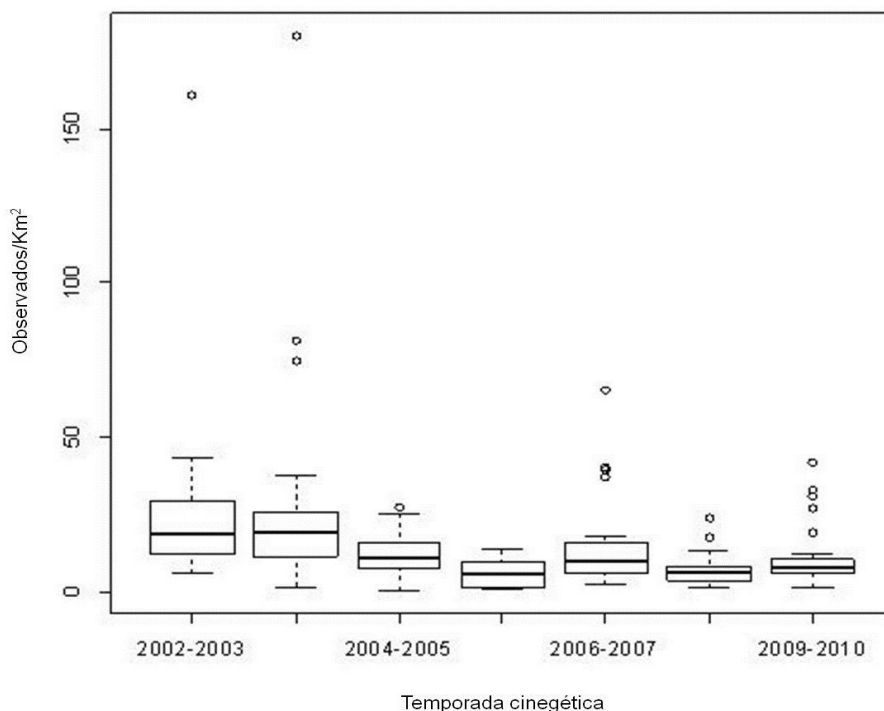


Figura 6.8. Evolución de la densidad (jabalíes observados/km<sup>2</sup> o ind/ km<sup>2</sup>) durante el período de estudio.

Temporada cinegética	Superficie (km <sup>2</sup> )	Jabalíes abatidos (n)	Eficiencia (p)%	Jabalíes observados (N)	N (95%)		Densidad (ind/km <sup>2</sup> ), 95%		
							ABS.	MÍN.	MÁX.
2002/2003	41,69	132	14,59	905	716	1102	21,71	17,17	26,43
2003/2004	90,59	263	14,30	1.839	1.517	2.372	20,30	16,74	26,18
2004/2005	147,51	356	24,52	1.452	1.226	1.675	9,84	8,31	11,35
2005/2006	25,81	36	25,90	139	120	162	5,38	4,64	6,28
2006/2007	92,93	218	20,09	1.085	917	1.315	11,68	9,86	14,15
2008/2009	78,03	169	30,12	561	494	650	7,19	6,33	8,33
2009/2010	121,78	228	21,45	1.063	918	1.301	8,73	7,54	10,69

Tabla 6.4. Tamaño y densidad de la población de jabalíes de Sierra Nevada calculada para las áreas batidas en cada temporada cinegética. Intervalos de confianza del 95% (Sokal y Rohlf 1980).

Las batidas analizadas se han clasificado en cuatro categorías en función de las densidades de jabalíes obtenidas. Los niveles de densidad para cada categoría (ind/km<sup>2</sup>) se han fijado (elaboración propia) con un criterio de asignación de valores en función de las densidades aportadas por distintos autores para la Península Ibérica y otras áreas europeas. Así, al 46% de las manchas se les asignaron valores de densidad muy alta (>10 ind/km<sup>2</sup>), al 33% se les asignaron valores de densidad alta (entre 5 y 10 ind/km<sup>2</sup>), al 14% de densidad media (entre 2 y 4 ind/km<sup>2</sup>) y al 7% de densidad baja (<2 ind/km<sup>2</sup>). En la Figura 6.9 se refleja a nivel territorial la distribución de niveles de densidad encontrados.

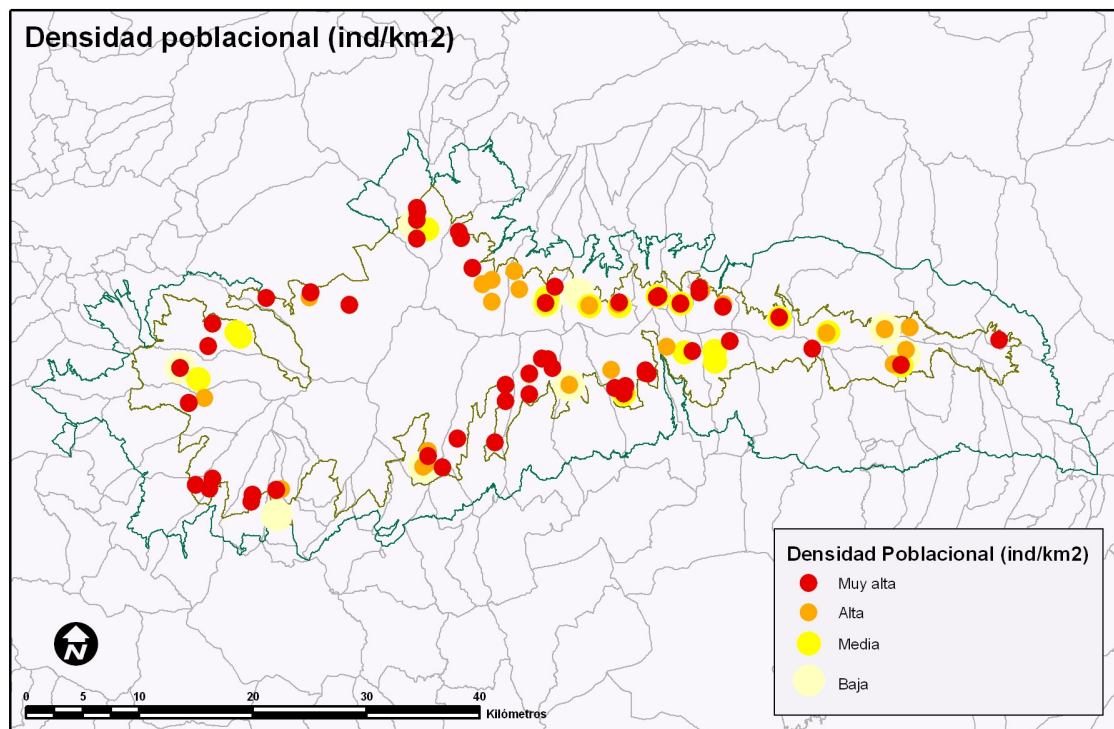


Figura 6.9. Distribución de niveles de densidad poblacional de jabalí encontrado en las diferentes manchas que fueron batidas en las temporadas cinegéticas 2002/2003, 2003/2004, 2004/2005, 2005/2006, 2006/2007, 2008/2009 y 2009/2010. (n=148).

En función de los resultados obtenidos se realiza una aproximación al tamaño poblacional existente en el *área refugio*, en al *área de hábitats favorables* y para *todo el Parque Nacional de Sierra Nevada* en función de las superficies disponibles del análisis realizado en el capítulo 2 (Tabla 6.5). Se ha considerando el valor de densidad obtenido para las últimas 5 temporadas de análisis.

Parque Nacional Sierra Nevada		Eficiencia (p)%	Tamaño (individuos), 95%			Densidad (ind/km <sup>2</sup> ), 95%		
Área	Sup. (km <sup>2</sup> )		ABS.	MÍN.	MÁX.	ABS.	MÍN.	MÁX.
Refugio	265,88	21,36	2.276	1.957	2.774	8,56	7,36	10,43
Favorable	705,26					3,23	2,77	3,93
Total	862,00					2,64	2,27	3,21

Tabla 6.5. Estimación del tamaño y densidad de la población de jabalíes de Sierra Nevada. Utilizando los datos de densidad media por temporada cinegética (desde 2004-2005 hasta 2009-2010). Intervalos de confianza del 95% (Sokal y Rohlf 1980).

#### 6.4. Discusión.

El control poblacional del jabalí mediante el método de batidas de gestión puede presentar amplios márgenes de variación (Rosell 1998, Herrero 2002). En nuestro estudio, el tamaño medio de las batidas es considerablemente superior al empleado por otros autores en estudios similares en la Península Ibérica, donde la superficie media no supera las 150 hectáreas (Sáez-Royuela 1987, Lerános y Castián 1996, Markina 1998, Rosell 1998 y Herrero 2002). También, la técnica empleada en Sierra Nevada difiere de los denominados “resaques” del norte de España, en donde el esfuerzo de caza es generalmente superior, se utilizan más perros por unidad de superficie y las “cuadrillas o collas de cazadores” realizan, en ocasiones, rastreos previos. Por todo ello deben tenerse en cuenta estos factores para la comparación de resultados.

En lo que respecta a la eficiencia de los controles de población, los resultados indican un porcentaje ligeramente inferior al hallado por algunos autores como Herrero (2002), que en un estudio en el Pirineo Aragonés realizado entre 1990 y 1993 (3 temporadas cinegéticas), obtiene una eficiencia media del 25 %. Rosell (1998), en un estudio realizado en Garrotxa (Cataluña) entre 1991 y 1997 (6 temporadas cinegéticas) obtiene una eficiencia del 34,50 %.

La eficiencia de la actividad de control ha variado a lo largo de las temporadas estudiadas, condicionada básicamente por la muy baja eficiencia obtenida las primeras temporadas en que la actividad de control se puso en marcha (temporadas 2002-2003 y 2003-2004). Posteriormente la eficiencia aumentó y se mantuvo mucho más constante (24,41%) en el tiempo, no variando significativamente según el tipo de cubierta forestal (tipo de medio) en que se desarrolló la batida. Aún así, la eficiencia media obtenida puede considerarse baja, teniendo mucho que ver con las condiciones específicas de los participantes (población residente de edad avanzada), del arma utilizada (muchos participantes usan escopetas en vez de rifle), de las difíciles condiciones orográficas que impiden, en ocasiones, una batida completa por parte de los perros. La presión realizada a nivel superficial (se batió anualmente un 32,00% de la superficie refugio), el número de participantes por hectárea o cualquier otra de las variables utilizadas indican que la presión realizada por el control poblacional es baja en relación con la obtenida por otros autores (Sáez de Buruaga y *col.* 1987, Sáez-Royuela 1987, Lerános y Castián 1996, Markina 1998, Rosell 1998 y Herrero 2002).

El esfuerzo de control a nivel de un territorio tan amplio (número de perros, participantes) es, sin embargo, uno de los mayores conocidos de la Península Ibérica, junto a otros realizados en Álava (Markina 1998), Burgos (Sáez-Royuela 1987), o en el Pirineo occidental de Aragón (Herrero 2002). En términos absolutos, con la presión realizada en los controles y con la eficiencia obtenida no sería suficiente para una disminución de la población de jabalíes del Parque Nacional de Sierra Nevada, si bien hay que tener en cuenta otros resultados obtenidos previamente para discutir si las medidas de control, en la dimensión aplicada, han resultado realmente eficaces. La baja productividad y el escaso crecimiento anual de la población (baja tasa de fertilidad, ver capítulo 4), indican una estrategia reproductiva muy conservativa y moderada en cuanto a su crecimiento poblacional. Factores como la escasez de alimento o enfermedades de carácter reproductivo pueden ser las causas más probables de esta contención poblacional. Para Bieber y Ruf (2005), en especies que muestran grandes fluctuaciones poblacionales en función de los recursos alimenticios disponibles, las medidas de gestión basadas en cálculos o estimaciones medias son menos eficaces, debiéndose preverse estrategias para los picos máximos y mínimos de abundancia de alimento. Los jabalíes se agrupan espacialmente debido a una serie de factores entre los que destacan la búsqueda de refugio, la disponibilidad de

alimento y su comportamiento social basado en organizaciones matriarcales. Paralelamente se ha comprobado gran variabilidad local de poblaciones y los movimientos migratorios de esta especie (Sarasa y Sarasa 2013). Para Acevedo y *col.* (2006), la abundancia está afectada por la estructura y diversidad del territorio. Fernández-Llario y Mateos-Quesada (2005) comprobaron, en un ambiente mediterráneo del SO de la Península Ibérica, que las precipitaciones están relacionadas con el número de hembras preñadas (más hembras preñadas en años lluviosos) al ser una de las variables más relevantes en la producción de hierba y bellota. Por otro lado, los resultados han demostrado que tras las campañas de gestión 2002/2003 y 2003/2004 la densidad poblacional descendió prácticamente a la mitad. Igualmente, y tras una campaña de control con muy pocas batidas (2005/2006), la densidad poblacional volvió a subir. El control poblacional se ha localizado en manchas donde se conoce la existencia de agregados poblacionales y se ha centrado sobre hembras con pesos superiores a 40 kg (hembras de clase de edad 3 más abundantes, ver en capítulo 4), resultando realmente una gestión selectiva en función del territorio (Acevedo y *col.* 2006), del sexo y del peso del jabalí (Gamelon y *col.* 2012). El esfuerzo continuado y constante de control aplicado el resto de temporadas ha permitido controlar los picos anuales de incremento poblacional y mantener una densidad media en el área refugio de 8,56 ind/km<sup>2</sup>.

Con estas consideraciones, y en las circunstancias de la población estudiada, se considera que la poca presión ejercida en los controles poblacionales y la baja eficiencia de la caza aparecen amortiguadas por las bajas tasas de crecimiento poblacional y una gestión selectiva. Por ello, un esfuerzo de control como el realizado ha sido suficiente para mantener unas densidades poblacionales admisibles desde un punto de vista socioeconómico (Engeman y *col.* 2013) al no existir reclamaciones por daños en pastos y huertas, y ambiental, al no constatarse daños sobre flora catalogada o borreguiles de montaña (datos propios). Desde 2005 no se registran ni tramitan reclamaciones patrimoniales por daños en el Parque Nacional de Sierra Nevada, los daños en pastizales montanos no son relevantes y no se han detectado daños sobre poblaciones de flora catalogada. La flexibilidad de gestión ha permitido programar controles poblacionales en zonas donde se detectaban concentración de daños y contrarrestar el efecto de área refugio.

La condición de aplicabilidad del sistema de batidas para el cálculo de densidad precisa estructuras forestales continuas (Herrero 2002), en nuestro caso la denominada área refugio (dentro del hábitat favorable bajo cota 2.000 m.s.n.m.). Las densidades aparecidas en las dos primeras temporadas de análisis (2002/2003 y 2003/2004) son las mayores citadas en la Península Ibérica, y se encuentran entre las mayores citadas en Europa para jabalí y en EEUU para cerdos asilvestrados (Tabla 6.6 y Tabla 6.7). Para el resto de temporadas analizadas, la densidad media obtenida en el área refugio (8,56 ind/km<sup>2</sup>) es elevada pero se encuentra dentro del abanico de las citadas en la Península Ibérica. Teniendo en cuenta que el área refugio del parque nacional supone el 31 % de su superficie total y que los hábitats favorables para la especie (incorporan los hábitats de alimentación y los de uso específico estival) el 82,00%, la densidad media para los hábitats favorables se sitúa en 3,23 ind/km<sup>2</sup> y para el parque nacional en 2,64 ind/km<sup>2</sup>.

Las batidas de gestión de jabalíes suponen para la administración del parque nacional un elemento siempre controvertido, pero inamovible actualmente dada la prohibición absoluta de realizar caza deportiva en el parque nacional y la necesidad de contar con información suficiente que permita su gestión. El equipo gestor del parque nacional realiza la preparación de manchas a batir, la vigilancia, las rehalas, la toma de muestras y los análisis a través de personal propio (administración y empresa pública). El sistema organizativo de gestión tiene su justificación en el conjunto de

resultados obtenidos: disposición de datos suficientes para el seguimiento poblacional y sanitario, la consecución de los efectos sociales y ambientales deseados y el control poblacional.

País	Autores	Densidad (ind/ km <sup>2</sup> )
<b>Polonia</b>	Pucek <i>y col.</i> 1975	2,00
	Andrezejewski y Jezierski 1978	2,00 - 10,00
<b>Italia</b>	Marsan <i>y col.</i> 1995	1,40 - 1,70
<b>Francia</b>	Spitz <i>y col.</i> 1984	2,00 - 2,80
	Dardaillon 1984a	1,00 - 2,90
<b>España</b>		
Navarra	Lerános y Castién 1996	2,60 -3,00
Burgos	Sáez-Royuela 1987	1,90 - 4,20
León	Purroy <i>y col.</i> 1988	1,70 - 11,40
Monfragüe (Extremadura)	Garzón 1991	3,00
Montseny (Cataluña)	Rosell 1998	1,50
Garrotxa (Cataluña)	Rosell 1998	3,60 - 8,50
Álava	Markina 1998	0,37 - 4,25
Pirineo occidental (Aragón)	Herrero 2002	3,30
Valle medio Ebro (Áragón)	Herrero 2002	<1,00
Doñana (Andalucía)	Fernández-Llario 1996	1,40 – 9,40
<b>Parque Nacional Sierra Nevada</b>	<b>Este estudio</b>	<b>2,64 - 8,56</b>

Tabla 6.6. Densidades de jabalíes en distintas poblaciones europeas.

País	Autores	Densidad (ind/ km <sup>2</sup> )
<b>EEUU</b> (Hawai)	Giffin 1978	11,80 – 48,00
<b>EEUU</b> (M. Apalaches)	Singer y Ackerman 1981	<2,00 - 4,60
<b>EEUU</b> (California)	Barrett 1978	5,00 - 8,00
	Baber y Coblent, 1986	21,00 - 34,00
	Sweitzer <i>y col.</i> 2000	0,70 - 3,80
<b>Australia</b>	Caley 1993	2,23 - 3,52
	Saunders 1993	1,60

Tabla 6.7. Densidades de cerdos asilvestrados e híbridos en distintas poblaciones.



## 6.5. Conclusiones.

- Las batidas de gestión constituyen un sistema útil para la gestión (seguimiento y control) de la población de jabalíes del Parque Nacional de Sierra Nevada.
- Las batidas de gestión presentan baja eficiencia y suponen poca presión absoluta sobre la población de jabalíes del parque nacional, sin embargo, la realización de una media de 21 batidas por temporada (con unas condiciones de eficiencia media del 21,56% y actuando sobre el 32% de las áreas refugio del Parque Nacional de Sierra Nevada) ha permitido estabilizar la densidad en un valor medio de 8,56 ind/km<sup>2</sup> en el área refugio, considerándose un valor admisible.
- La consideración de un nivel poblacional admisible de jabalíes está basado en el equilibrio socioeconómico y ambiental. En el primer caso, se valora en función de la ausencia de reclamaciones patrimoniales. La posibilidad de programar batidas en aquellos lugares donde se detectaron daños ha facilitado la gestión. La predominante presencia de pinares de repoblación en el área refugio (73%) y la concentración de endemismos y poblaciones de flora amenazada en los pisos oro y crioromediterráneo, poco o nada utilizados por el jabalí, implica que la afección ambiental provocada por los jabalíes sobre los ecosistemas más valiosos del parque nacional sea mínima.
- La densidad poblacional es elevada en la zona refugio del parque nacional. A nivel territorial de todo el espacio protegido, la densidad es similar a la aparecida en otros lugares peninsulares. En todos los casos, con la permanencia en el tiempo del esfuerzo de control referido y la posibilidad de modificarlo en intensidad, es posible mantener densidades poblacionales admisibles desde un punto de vista socioeconómico y ambiental en una población caracterizada por un escaso crecimiento anual.





## SECCIÓN II

ESTUDIO SANITARIO

---



# SECCIÓN II

## ESTUDIO SANITARIO

### Resumen

Los estudios sanitarios en especies silvestres constituyen elementos importantes para entender la dinámica poblacional y para realizar una gestión coherente. Se ha estudiado la presencia de un grupo de agentes patógenos de naturaleza infecciosa en la población de jabalíes del Parque Nacional de Sierra Nevada, analizando diversos tipos de relaciones con objeto de llegar a la caracterización epidemiológica del territorio para cada uno de ellos. Este estudio se ha materializado en un Plan de Vigilancia Epidemiológica. Los agentes patógenos han sido seleccionados en función del riesgo potencial que pueden suponer, tanto para la propia especie, como para otras especies de carácter silvestre o doméstico, o incluso para el hombre (zoonosis). Se ha investigado la presencia de herpesvirus porcino, arterivirus porcino, virus influenza porcina, circovirus porcino, parvovirus porcino, *Brucella suis*, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, *Leptospira pomona*, *Mycobacterium bovis*, *Mycobacterium avium*, *Chlamydia/Chlamydiaceae* sp y *Salmonella* sp.. El jabalí puede actuar como reservorio para muchos de ellos, pudiendo constituir un vector de transmisión de primer orden.

Se han empleado diversas técnicas serológicas para la detección y titulación de anticuerpos en sueros sanguíneos. Las muestras de sangre y material de asentamiento de las micobacterias, proceden de 1.103 jabalíes abatidos en 141 batidas de gestión realizadas en 7 temporadas cinegéticas (desde 2003-2004 hasta 2009-2010), siendo la primera vez que se realiza un estudio de este tipo y gran envergadura en Sierra Nevada. En el caso de *Mycobacterium* sp. se realizaron diagnósticos lesionales, microbiológicos y genómicos con muestras de paquete laringofaríngeo, nódulos linfáticos submandibulares y linfocentro retrofaríngeo-subparotídeo. Los métodos de análisis se han basado en la obtención, combinación e interpretación de diversos índices de frecuencia colectivos (de seropositivos o portadores para las micobacterias). Estos métodos nos han permitido conocer la evolución de cada uno de ellos a través de una ventana de 7 temporadas, pudiendo definirse la situación epidemiológica global del Parque Nacional de Sierra Nevada.

Los resultados obtenidos han descartado la presencia de *Brucella suis*. Los niveles de prevalencia encontrados para los distintos agentes patógenos estudiados se encuentran dentro del rango medio con el que han aparecido en otros lugares de la Península Ibérica, si bien herpesvirus porcino y *Mycobacterium bovis* se encuentran entre los menores descritos. Ha existido relación significativa entre la presencia de *Erysipelothrix rhusiopathiae* y herpesvirus porcino y las altas densidades poblacionales. Esta relación ha

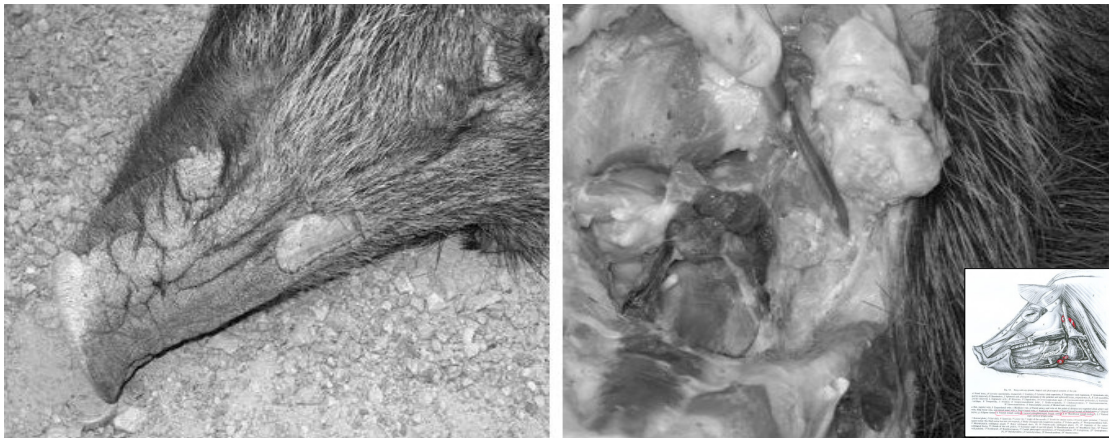
resultado inversa para *Mycobacterium avium*. El estudio no ha mostrado a nivel global diferencias significativas de prevalencia de ninguno de los agentes estudiados en función del sexo y edad del hospedador, si bien en los lugares o focos e infección ha sido significativamente mayor la proporción de hembras seropositivas que de machos para herpesvirus porcino, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, leptospirosis, clamidias y *Salmonella* serovar C.

Para todos los agentes estudiados, excepto para *Mycobacterium avium* y arterivirus porcino, se ha caracterizado su presencia endémica en el parque nacional. Herpesvirus porcino ha sido el agente que ha presentado mayor número de focos con fases epidémicas activas, con presencia localizada en los mismos lugares año tras año. Se han caracterizado como agentes patógenos activos en el parque nacional el virus influenza porcino, parvovirus porcino, circovirus porcino, *Mycobacterium bovis* y clamidias. Todos ellos aparecieron bien difundidos por todo el territorio estudiado. El resto de agentes infecciosos estudiados han tenido una presencia poco activa en el parque nacional, si bien *Erysipelothrix rhusiopathiae*, *Mycobacterium avium* y *Salmonella* serovar C aparecieron de forma difusa por todo el territorio, mientras que arterivirus porcino y *Leptospira pomona* han estado localizados en lugares concretos.

Se considera que herpesvirus porcino y parvovirus porcino son los agentes patógenos estudiados que suponen un mayor riesgo potencial para la población de jabalí en el Parque Nacional de Sierra Nevada. La presencia de *Mycobacterium bovis* puede estar relacionada con la presencia de ganado vacuno sin sanear y con la existencia de explotaciones sin calificación sanitaria libre de tuberculosis. Las áreas de pinar del Marquesado del Zenete y la Alpujarra central son las zonas donde existe un mayor riesgo de aparición de brotes epidémicos para la mayor parte de agentes estudiados, constituyendo, por tanto, los lugares en donde debe centrarse la vigilancia sanitaria y aplicarse en mayor grado el control poblacional.

Se recomienda que la vigilancia epidemiológica se programe anualmente con el muestreo de 25 lugares o batidas diferentes (obteniendo un total de 250 muestras, 10 por batida), debiéndose incorporar al seguimiento serológico las pestes porcinas (pestivirus y asfivirus) y el enterovirus responsable de la enfermedad vesicular porcina. También se propone incorporar a la vigilancia epidemiológica macroparásitos como *Triquinella spiralis*, *Echinococcus granulosus*, *Taenia solium* y *Toxoplasma gondii*.





## ESTUDIO SANITARIO I

CAPÍTULO 7  
*Agentes patógenos en la población de jabalí del Parque Nacional Sierra Nevada.*

---





## ÍNDICE DEL CAPÍTULO

### CAPÍTULO 7. ESTUDIO SANITARIO I.

#### *Agentes patógenos en la población de jabalí del Parque Nacional Sierra Nevada.*

7.1.	Introducción .....	189
7.1.1.	Justificación y objetivos .....	189
7.1.2.	Revisión y antecedentes de los agentes infecciosos estudiados .....	191
7.1.3.	Conceptos .....	199
7.2.	Material y métodos .....	201
7.2.1.	Procedencia, número y envío de muestras .....	201
7.2.2.	Métodos de estudio en laboratorio .....	209
7.2.3.	Análisis y método estadístico .....	211
7.3.	Resultados .....	214
7.3.1.	Evolución temporal de las prevalencias .....	214
7.3.2.	Variación espacial de las prevalencias .....	216
7.3.3.	Distribución de agentes infecciosos a nivel individual .....	217
7.3.4.	Distribución de prevalencias en función de los atributos individuales: sexo y edad .....	218
7.3.5.	Asociación de agentes infecciosos .....	220
7.3.6.	Prevalencias y densidad poblacional .....	221



## 7. ESTUDIO SANITARIO I.

### 7.1. Introducción.

#### 7.1.1. Justificación y objetivos.

Los estudios sanitarios en especies silvestres se configuran cada vez más como elementos indispensables para entender su dinámica poblacional. La correcta gestión y el conocimiento integral de una población silvestre debe incorporar su estudio sanitario. Este tipo de estudios se justifican por tres motivos; en primer lugar, por la necesidad de conocimiento relativo a la determinación, presencia, frecuencia y trascendencia de los agentes patógenos que pueden afectar a la población; en segundo lugar, por la necesaria gestión preventiva frente a aquellos agentes patógenos o enfermedades que, incluso sin estar en ese momento presentes, supongan un riesgo potencial para la propia población, para otras poblaciones de fauna silvestre o doméstica y para el hombre (zoonosis). En tercer lugar, como base para la implementación de programas sanitarios, de vigilancia o de control.

La relación de agentes patógenos que pueden afectar a una especie animal suele ser extensa. Pueden destacarse tres grupos de agentes patógenos para la fauna silvestre:

- Aquellos que por su gravedad y contagiosidad pueden provocar un descenso tal de la población, que se vea afectada seriamente la propia dinámica poblacional.
- Otros, que sin causar catástrofes poblacionales, son causa frecuente de muerte o bien debilitan al individuo condicionando negativamente su capacidad de sobrevivir en el medio natural.
- Agentes responsables de enfermedades de carácter zoonótico.

La relación de agentes patógenos que pueden afectar a las poblaciones de jabalíes es muy amplia (ver capítulo 1), siendo los mismos que afectan al cerdo doméstico (Lipowski 2003). Uno de los mayores riesgos actuales es que el jabalí actúe como reservorio de patógenos (Gortázar y *col.* 2005, Closa-Sebastià 2009, Meng y *col.* 2009). Existen procesos patogénicos de importancia que conducen a estados de debilidad orgánica y en ocasiones muestran una evolución mortal (tuberculosis bovina por *Mycobacterium bovis* o el síndrome de Desmedro por circovirus porcino); en otros casos se trata de enfermedades en las que dominan la sintomatología entérica (salmonelosis), afecciones de marcado tropismo respiratorio (gripe porcina, síndrome reproductivo y respiratorio porcino, clamidiosis) o de consecuencias reproductivas (brucelosis, clamidiosis, leptospirosis, parvovirus, enfermedad de Aujeszky, síndrome reproductivo y respiratorio porcino).

La investigación de la presencia de agentes patógenos en poblaciones animales puede realizarse de diferentes maneras siendo recomendable adoptar una serie de pasos comunes que garanticen la representatividad de la muestra y resultados, la detección de cambios y la idoneidad de los métodos de diagnóstico entre otros (Boadella y *col.* 2011a). En poblaciones de ungulados silvestres con alta movilidad y ubicuidad como el jabalí, se hace preciso recurrir a ejemplares procedentes de capturas selectivas (jaulas, trampas, cebos) o de manera más común, a inspecciones y análisis sobre ejemplares cazados. Es habitual que este tipo de estudios que evalúan la presencia de agentes patógenos se realicen mediante la valoración de anticuerpos presentes en el suero sanguíneo. Los anticuerpos representan la

evidencia de una exposición actual o anterior a un determinado agente infeccioso; su titulación es utilizada habitualmente en veterinaria como un método de diagnóstico indirecto relativamente eficaz y barato para detectar dicha exposición. La presencia de anticuerpos detectables indica que el animal o su madre (inmunidad transferida a crías) han estado expuestos al antígeno que estimula la producción de estos. En ausencia de contacto posterior el nivel de anticuerpos disminuye. (Thrusfield 1990).

En el presente capítulo se pretende, como objetivo principal, obtener información sobre la presencia de patógenos que pueden causar epizootias, centrándose en un conjunto de agentes de naturaleza infecciosa. Los agentes infecciosos se han seleccionado en función de tres criterios: en las *repercusiones poblacionales* que pueden ocasionar (importantes mortalidades, pérdidas reproductivas y neonatales); el *efecto reservorio* que las poblaciones silvestres de jabalí pueden ejercer y su contagiosidad y peligrosidad para otras especies (silvestres y domésticas) y para el hombre (*zoonosis*) (Tabla 7.1). Son objetivos concretos de este capítulo conocer en la población estudiada, la presencia y prevalencia de los agentes infecto-contagiosos seleccionados, su evolución en período de estudio, el peso de los atributos individuales (sexo y edad) en la prevalencia de los distintos agentes, la asociación o relación de infecciones, así como el efecto de la densidad poblacional sobre la frecuencia de aparición de las mismas.

AGENTE	ENFERMEDAD	NATURALEZA	DESIGNACIÓN	A	B	C
herpesvirus porcino	enfermedad de Aujeszky	Vírica	HvP	Sí	Sí	No
arterivirus porcino	síndrome reproductivo y respiratorio porcino	Vírica	SRRP	Sí	No	No
virus influenza H1N1	gripe porcina	Vírica	IvP	No	Sí	*Sí
circovirus porcino	síndrome de Desmedro	Vírica	Cv	Sí	No	No
parvovirus porcino	parvovirosis	Vírica	Pv	Sí	Sí	No
<i>Brucella suis</i>	brucelosis	Bacteriana	B	Sí	Sí	Sí
<i>Erysipelotrix rhusiopathiae</i>	mal rojo	Bacteriana	Er	No	Sí	Sí
<i>Leptospira pomona</i>	leptospirosis	Bacteriana	Lp	Sí	Sí	Sí
<i>Mycobacterium bovis/avium</i>	tuberculosis	Bacteriana	Mb/Ma	Sí	Sí	Sí
<i>Chlamydia/Chlamydiaceae</i> sp.	Clamidiosis/Clamidofilosis	Bacteriana	Cl	Sí	Sí	*Sí
<i>Salmonella</i> sp.	salmonelosis-paratifus	Bacteriana	S	Sí	Sí	Sí

Tabla 7.1. Agentes infecciosos estudiados en la población de jabalí de Sierra Nevada. A: causante de enfermedades con posibles efectos poblacionales de importancia. B: contagiosa a otras especies silvestres y domésticas. C: causante de enfermedades transmisibles al hombre (zoonosis). \*poco común y difícil de determinar.

### 7.1.2. Revisión y antecedentes de los agentes infecciosos estudiados.

#### ***Herpesvirus porcino, HvP (enfermedad de Aujeszky).***

Enfermedad vírica causada por *Alphaherpesvirus* porcino tipo I (Mettenleiter 1999), conocida también como pseudorrabia. El jabalí es hospedador silvestre de esta enfermedad que puede afectar gravemente a otras especies, aunque el hombre no es susceptible a la infección. En el cerdo doméstico causa problemas respiratorios, reproductivos y síntomas neurológicos a nivel central (Pejsak y Truszczynski 2006), siendo capaz de sobrevivir a la infección y transformándose en reservorio del virus (Babic y col, 1994, Cheung 1995, Granzow y col. 1997). En jabalí los efectos reproductivos no son comunes, excepto en poblaciones inmunológicamente deprimidas o desprotegidas (Ruiz-Fons y col. 2006). En las poblaciones europeas de jabalí, el virus está ampliamente difundido (carácter endémico) pudiendo actuar como reservorio para el cerdo doméstico. Este agente puede acarrear consecuencias en la dinámica de la población de jabalíes, sobre todo en poblaciones con alta densidad (Ruiz-Fons y col. 2008). Gortázar y col. (2002) han detectado en jabalí brotes mortales causados por este agente infeccioso. Mortalidad causada por herpesvirus porcino ha sido documentada también en especies silvestres amenazadas como el lince ibérico (*Lynx pardinus*) en Sierra Morena (Vicente y col. 2002).

La presencia de herpesvirus porcino en jabalíes ha sido ampliamente citada en Europa y otros continentes. En La Tabla 7.2 se compendian las principales citas para Europa, haciendo referencia al país, el año, la prevalencia de infección y los autores.

País	Autores	Prevalencia (%)
Alemania	Lutz y col. 1996 y 2003	0,6-9,4
	Müller y col. 1998	8,9-10,4
Croacia	Zupancic y col. 2002	54,5
Francia	Albina y col. 2000	4
Eslovenia	Vengust y col. 2005	26
República Checa	Sedlak y col. 2008	30
Holanda	Cromwijk 1995	2,6
Italia	Mignone. y col. 1995	9,3
	Oggiano y col. 1991	28
	Lari y col. 2006	51
Túnez	Jridi y col. 1996	54
USA (Florida)	Van der Leek y col. 1993	34,8
España		
Sierra Morena	León-Vizcaíno y col. 1981	3
Castilla- La Mancha	Vicente y col. 2002	25,8
Centro	Vicente y col. 2005	44
Centro-sur	Ruiz-Fons y col. 2008	30,6
Cataluña	Closa-Sebastià y col. 2011	0,8

Tabla 7.2. Citas de autores y prevalencia de jabalíes positivos al virus de la enfermedad de Aujeszky.

En España, en el año 1975 ocurrió una epidemia que asoló la población de jabalíes de Sierra Morena. Años más tarde, León-Vizcaíno *y col.* (1981) encontraron una proporción muy baja (3%) de seropositivos en la vertiente sevillana y cordobesa de Sierra Morena, nada comparable con la hallada en Castilla-La Mancha, en zonas de Sierra Morena y de los Montes de Toledo (25,8 %), por Vicente *y col.* (2002). En ese mismo año, Gortázar *y col.* (2002) estudiaron un brote de Aujeszky en jabalí en el centro de la Península Ibérica, con sintomatología nerviosa. Cabe señalar que los jabalíes estudiados por Vicente *y col.* (2002) procedían de poblaciones cerradas (fincas valladas), mientras que las de Sierra Nevada son poblaciones abiertas, y por tanto con menos interacción de contagio. Ruiz-Fons *y col.* (2007) con muestras de sueros, ganglios nerviosos del trigémino y amígdalas de jabalí obtenidos en el centro-sur de España, comprueban que la detección de herpesvirus porcino basada en serología no detecta niveles bajos de infección (infección reciente) o en forma latente, que sí puede detectarse con PCR.

### **Arterivirus porcino, SRRP (síndrome reproductivo y respiratorio porcino).**

Infección vírica producida por un virus de la familia *Arteriviridae* género *Arterivirus* relacionado con el virus LDV (lactate dehydrogenase-elevating) del ratón (Cavanagh 1997). En 1991 la Comisión Europea propuso el nombre de “Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino” (SRRP) como denominación internacional para intentar suprimir la confusión sinonímica hasta entonces imperante. No se conoce otra especie animal susceptible a la infección ni se ha podido demostrar que ratas o ratones actúen como reservorio. Existen datos que indican que ciertas aves migratorias pueden ser infectadas actuando como vectores de la infección al eliminar el virus por las heces (Hooper *y col.* 1994). Esta enfermedad es una plaga de la producción porcina industrial en todo el mundo, caracterizada por problemas reproductivos epidémicos de curso agudo, la mayoría caracterizados por abortos, así como debilidad y muerte predominante por padecimientos respiratorios en lechones destetados (Mengeling *y col.* 2000). El arterivirus que la produce muestra frecuentes cambios genotípicos y fenotípicos, que favorecen su persistencia en las explotaciones, y dificulta su control e hipotética erradicación (Benfield *y col.* 1999). Los animales infectados eliminan el virus por la saliva, secreciones nasales, orina, semen y heces (Christianson *y col.* 1993, Benfield *y col.* 1994, Swenson *y col.* 1994, Wills *y col.* 1997). En la Tabla 7.3 se recogen citas de prevalencia de SRRP en jabalíes.

País	Autores	Prevalencia (%)
USA		
Oklahoma	Saliki <i>y col.</i> 1998	1,7
Kansas	Gipson <i>y col.</i> 1999	0
Francia		
	Albina <i>y col.</i> 2000	1,3
Alemania		
	Lutz y Wurm 1996	0
Croacia		
	Zupancic <i>y col.</i> 2002	0
España		
Castilla- La Mancha	Vicente <i>y col.</i> 2002	0
Centro-sur España	Ruiz-Fons <i>y col.</i> 2006	0
Cataluña	Closa-Sebastià <i>y col.</i> 2011	3

Tabla 7.3. Autores y prevalencia de jabalíes positivos al arterivirus porcino.

El primer caso clínico de SRRP sobre cerdos se diagnosticó en Carolina del Norte en 1987, produciéndose a partir de ese momento una rápida expansión en América del Norte (Mengeling y col. 2000). Sin embargo, no se han descrito casos clínicos de SRRP de jabalíes en el medio natural, por lo que los síntomas clínicos siguen siendo desconocidos.

### ***Virus Influenza porcina, IvP (gripe porcina).***

La gripe porcina es una enfermedad respiratoria vírica altamente contagiosa, de curso agudo y rápida recuperación. Solo las complicaciones bacterianas determinan la gravedad y la muerte. Está causada por un virus perteneciente a la familia *Orthomyxoviridae*, tipo A (Olsen y col. 2006). En el cerdo doméstico las infecciones gripales clínicas y subclínicas están bien documentadas, pero no se conoce si la situación en el jabalí es similar.

Los virus gripales que afectan al cerdo suelen pertenecer principalmente a dos serotipos, H1N1 y H3N2. El cerdo doméstico está considerado el mayor reservorio de estos (Brown 2000). Ambos serotipos están bien difundidos en Europa, si bien, el serotipo H1N1, denominado “clásico” es responsable en nuestro continente de la mayor parte de los brotes de gripe porcina (Bachmann 1979). Existen autores que han buscado en jabalíes la existencia de anticuerpos de ambos serotipos (Markowska-Daniel y Pejsak (1999), si bien la mayoría centran su atención en el serotipo “clásico” (Saliki y col. 1998, Gipson y col. 1999).

Existen pocos precedentes de análisis serológicos en masa, y siempre ofrecen resultados variables; en la Tabla 7.4 se recogen citas de prevalencia de gripe porcina en jabalíes para Norteamérica y Europa haciendo referencia al país, el año y los autores.

País	Autores	Prevalencia (%)
USA		
Oklahoma	Saliki y col. 1998	11
Kansas	Gipson y col. 1999	11
Polonia	Markowska-Daniel y Pejsak 1999	47,3
España		
Castilla- La Mancha	Vicente y col. 2002	3,8
Cataluña	Closa-Sebastiá y col. 2011	6,4

Tabla 7.4. Citas de autores y prevalencia de jabalíes positivos al virus Influenza porcina (gripe porcina).

### ***Circovirus porcino, Cv (circovirosis).***

Virus de la familia *Circoviridae* del que se han descrito dos genotipos diferentes (McNulty y col. 2000). El tipo 1 no se considera patógeno para los suidos, mientras que el tipo 2 sí lo es, provocando el Síndrome del Desmedro o del Adelgazamiento Multisistémico Postdestete. Su principal vía de transmisión es la exposición oronasal. Se considera que tanto los cerdos domésticos como los salvajes son hospedadores naturales de este virus (Segalés y Domingo 2002, Vicente y col. 2004).

La circovirosis está muy extendida en el cerdo doméstico y puede ser un factor limitante para las poblaciones de jabalíes. Las infecciones múltiples son comunes en jabalíes en libertad y bajo condiciones de inmunodepresión el riesgo de desarrollo de esta enfermedad podría ser mayor (Ruiz-Fons y col. 2006). En España, Vicente y col. (2004) en un estudio realizado en 45 localidades del centro-sur de la Península Ibérica encuentran una seroprevalencia media de 47,89%, indicando que el manejo intensivo está estrechamente relacionado con una mayor presencia del virus, pudiendo estar relacionado también con la agregación en bebederos o sitios de alimentación. Ruiz-Fons y col. (2006) encuentran seroprevalencias medias en hembras del 51,8%, mayores en aquellas poblaciones que provienen de lugares con manejo intensivo -fincas cerradas- (58,1%) que las que provienen de lugares abiertos (28,1%). Closa-Sebastià y col. (2011) cifran una seroprevalencia del 64,6 % en Cataluña indicando que podría deberse a la existencia de contacto jabalí-cerdo doméstico. En Hungría se cifra la incidencia de circovirus en un 20% usando técnicas PCR, indicando que el virus circula a gran velocidad entre los jabalíes europeos (Cságola y col. 2006). Cadar y col. (2008), usando también técnicas moleculares, estiman en un 43,75% la prevalencia de circovirus en jabalíes en la región rumana de Transilvania a partir de 200 muestras tomadas en 2006 y 2007. Estos autores establecen la existencia de una relación epidemiológica entre cerdos de granja y jabalíes aunque sin señalar el sentido principal de circulación del virus. Ruiz Fons y col. (2008) indican que el jabalí es un reservorio de circovirus porcino tipo 2 para el cerdo doméstico, si bien no llegan a precisar el papel que juega ni la dirección en que circula de una a otra especie.

### ***Parvovirus porcino, Pv (parvovirosis).***

Infección causada por un virus de la familia *Parvoviridae* (Bachmann y col. 1979). La parvovirosis está muy bien documentada en el cerdo doméstico (Mengeling 1989), en el que causa alteraciones reproductivas caracterizadas por muerte embrionaria y fetal, normalmente en ausencia de otras manifestaciones clínicas en la hembra gestante. No se tiene conocimiento de los efectos de esta enfermedad en el jabalí. Bien es cierto que de existir, las repeticiones de celo, las camadas pequeñas y los abortos difícilmente pueden observarse en los jabalíes en libertad. En caso de que el jabalí fuese sensible, la extensión de la infección podría causar un descenso en la natalidad en el grupo infectado. Este agente infeccioso se ha asociado con efectos negativos en la tasa de ovulación de las hembras de jabalí (Ruiz-Fons y col. 2006). Se supone que el problema reproductivo puede ocurrir al infectarse hembras primíparas sin contacto previo con el virus, pero únicamente afectaría a la dinámica de la población durante el período estacional que coincida con la fase progresiva del brote epidémico. Después, en la fase regresiva del brote, las hembras infectadas anteriormente, y por lo tanto inmunes que quedasen gestantes, llevarían la concepción a término con normalidad (Ruiz-Fons y col. 2008).

En la Tabla 7.5 se recogen citas de prevalencia de parvovirus porcino en jabalíes para Norteamérica y Europa haciendo referencia al país, el año y los autores.



País	Autores	Prevalencia (%)
USA		
Tennessee	New y col. 1994	14
Kansas	Gipson y col. 1999	70
Oklahoma	Saliki y col. 1998	17
Italia		
	Mignone y col. 1995	99
Alemania		
	Lieberman y col. 1986	66
	Lutz y col. 1996	77
España		
Castilla- La Mancha	Vicente y col. 2002	10,2
Cataluña	Closa-Sebastià y col. 2011	56,3

Tabla 7.5. Citas de autores y prevalencia de jabalíes positivos al parvovirus porcino.

### ***Brucella suis*, B (brucelosis).**

La brucelosis es una infección bacteriana producida por bacterias del género *Brucella* (*B. melitensis*, *B. abortus* y *B. suis*), constituyendo al mismo tiempo una zoonosis relevante. *Brucella suis* produce una enfermedad crónica que se manifiesta con infertilidad y abortos en las hembras y orquitis en machos (Cvetnic y col. 2004).

La brucelosis que afecta al cerdo de forma específica está causada por las biovariantes 1, 2, 3 de *Brucella suis* (la biovariante 4 se presenta principalmente en renos y caribú y la 5 en roedores). Especial interés rodea a la biovariante 2, pues al contrario que las restantes, mantiene una vida natural en especies en libertad; afecta a liebre europea (*Lepus europaeus*) habiéndose detectado en el noreste Ibérico (Lavín y col. 2006) y se transmite al jabalí, y desde ambos, crea focos de infección para el cerdo doméstico (Hars y Garin-Bastuji 2001).

En Europa, la brucelosis porcina está causada fundamentalmente por *Brucella suis* biovariante 2. Esta zoonosis se muestra relativamente extendida en los jabalíes de Europa, y causa enfermedad crónica de evolución frecuentemente mortal caracterizada por la formación de focos necróticos en el hígado, riñones y bazo. Gennero y col. (2006) detectan la presencia de brucelosis en la región italiana de Piamonte sobre muestras recogidas entre los años 2002 y 2005; Bergagna y col. (2009) confirman la presencia de *Brucella suis* biovariante 2 en jabalíes del parque regional de Piamonte en Italia, desde 2001. Vengust y col. (2005) no la detectaron en Eslovenia. Mark y col. (2012) encuentran la bacteria por primera vez en Carolina del Norte (USA) en cerdos asilvestrados (feral pig), con prevalencia inferior a 1% (1/415). En España la brucelosis porcina ha sido históricamente infrecuente en jabalí, existiendo algunas referencias de brotes por las biovariantes 1 y 2 (León-Vizcaíno y

col. 1976, 1978b). Posteriormente, diferentes estudios serológicos (León-Vizcaíno y col. 1981, Vicente y col. 2002), no detectan jabalíes seropositivos. Estudios más recientes (Ruiz-Fons y col. 2006) detectan una seroprevalencia del 29,7% en hembras procedentes de distintas áreas geográficas españolas. Closa-Sebastià y col. (2011) encuentran una prevalencia media del 10,9% en una muestra de 256 jabalíes procedentes de tres áreas de Cataluña. Muñoz y col. (2010), obtuvieron una prevalencia media del 33% tras el análisis de sueros de 4.454 jabalíes procedentes de 5 biorregiones españolas, no encontrándose diferencias significativas entre sexos, aunque sí mayor prevalencia en adultos.

### ***Erysipelothrix rhusiopathiae*, Er (mal rojo).**

El mal rojo o erisipela porcina es una enfermedad bacteriana producida por *Erysipelothrix rhusiopathiae*. El agente etiológico es un bacilo Gram positivo que tiene en el cerdo doméstico su reservorio más importante (Closa-Sebastià 2009). Puede afectar a un amplio grupo de vertebrados, incluyendo el hombre. Sus síntomas y tratamiento son bien conocidos en el ámbito de la producción porcina, pudiendo desencadenar cuadros septicémicos, cutáneos y crónicos en animales de cría y engorde. Se conocen diversas cepas asociadas a dos serotipos diferentes. Es una zoonosis ocupacional, aunque en el hombre rara vez traspasa el ámbito cutáneo, puede llegar a provocar endocarditis y septicemia (Brooke y Riley 1999). Puede tener una amplia difusión en el medio natural al estar la bacteria presente en heces, purines, tierra, agua y alimentos contaminados. Se sabe que *E. rhusiopathiae* resiste durante mucho tiempo en ambientes acuáticos (Wang y col. 2010), por lo que las bañas pueden constituir importantes fuentes de transmisión de la infección.

Los suidos son considerados reservorio principal de *E. rhusiopathiae* (Reboli y Farrar 1989). La enfermedad del mal rojo se ha descrito en jabalíes criados en granjas (Risco y col. 2011), si bien cabe especular que igualmente pueden verse afectados los jabalíes en libertad. En estos casos, los cadáveres desaparecen por acción de los carroñeros, causa por la que no son fáciles de localizar y diagnosticar (Yamamoto y col. 1999).

No proliferan los estudios epidemiológicos sobre el mal rojo en jabalí. Un estudio realizado sobre una muestra de 100 jabalíes en Sierra Morena por León-Vizcaíno y col. (1981) mostró baja frecuencia de anticuerpos frente a *E. rhusiopathiae*. Más próximo en el tiempo, el estudio realizado por Closa-Sebastià y col. (2011) en Cataluña, encuentran una prevalencia del 5,3% similar a otro estudio realizado por Vicente y col. (2002) en Castilla-La Mancha, que encontró un 5,12 % de jabalíes seropositivos. Boadella (2011) encuentra una prevalencia del 15% en un estudio de jabalíes de la Península Ibérica, refiriendo un contacto habitual de esta especie con la bacteria.

### ***Leptospira pomona*, Lp (leptospirosis).**

La leptospirosis es una infección bacteriana habitual en el jabalí, en el que se han identificado individuos seropositivos a varios serovariantes de *Leptospira interrogans*, *L. pomona*, *L. tarassovi* y *L. ballum*, en Córdoba (León-Vizcaíno 1975), *L. pomona* en Sevilla (León-Vizcaíno y col. 1978a), y además a *L. icterohaemorrhagiae* en Sierra Morena de Jaén, Córdoba y Sevilla (León-Vizcaíno y col. 1978a), y *L. pomona* en Sierra Morena y Montes de Toledo en Castilla-La Mancha (Vicente y col. 2002). También está presente en otros países de Europa: Italia (Tagliabue y col. 1995), Eslovaquia (Kovacik y col. 2001), Francia (Blancou y col. 1983, Barrat y col. 1985),

República Checa (Reml y col. 2003); y en otros continentes, como en Norteamérica (New y col. 1994, Saliki y col. 1998).

Algunas leptospiras como *L. bratislava*, han demostrado su patogenicidad para el ganado porcino (Ellis 1999). Los jabalíes se infectan en proporciones muy variables; y las frecuencias estadísticas varían, aparte de por razones puramente epidemiológicas, también por el número de serovariantes que se incluyan en el estudio; pero la receptividad del jabalí es tal, que en opinión de Reml y col. (2003), deben de incluirse en el seguimiento de los focos naturales de leptospirosis. El jabalí se infecta, como demostró Krawczyk (2000), tanto por serovariantes típicamente porcinas, como las serovariantes poi (*L. tarassovi*) o rodénticas (*L. grippotyphosa*, *L. sejroe*). En Australia, Mason y col. (1998) indican que la infección por *L. pomona* es frecuente (13,9%), en comparación con el resto de serovariantes detectadas: 1,5% *L. canicola*, *L. grippotyphosa*, 1% *L. australis*, *L. copenhageni*, *L. hardjo* y *L. zanoi*, 0,5% *L. tarassovi* y *L. szwajizak*. En Suecia, Boqvist y col. (2012) encuentran una prevalencia del 2,3 % de *L. bratislava* y 0,8 % de *L. icterohaemorrhagiae*.

Las discrepancias sobre la frecuencia de aparición de *L. pomona* son significativas. En la Tabla 7.6 se recogen otras citas de seroprevalencia de *Leptospira* sp. en jabalíes para Norteamérica y Europa haciendo referencia al país, el año y los autores.

País	Autores	Prevalencia (%)
USA		
Carolina del norte	New y col. 1994	3,7
Oklahoma	Saliki y col. 1998	23
Eslovaquia		
	Kovacic y col. 2001	0,5
República Checa		
	Reml y col. 2003	0
España		
Córdoba	León-Vizcaíno 1975	3,1
Sevilla	León-Vizcaíno y col. 1978a	2,4
Sierra Morena	León-Vizcaíno y col. 1978a	3,4
Castilla-La Mancha	Vicente y col. 2002	11,5

Tabla 7.6. Citas de autores y prevalencia de jabalíes seropositivos a leptospirosis.

El contagio de *Leptospira* sp. está muy relacionado con el comportamiento de hociqueo en zonas húmedas y barrizales. Los reservorios naturales de *Leptospira* sp. suelen ser pequeños roedores y conejos que pueden transmitir la infección directamente al jabalí. En cerdos ibéricos se ha comprobado que la mayor parte de la infección transcurre en forma subclínica. Cuando llega a manifestarse clínicamente, se caracteriza por la presencia de abortos, fetos momificados y nacimiento de lechones débiles que mueren a los pocos días (<http://www.anvepi.com> 2012).

***Mycobacterium bovis* y *Mycobacterium avium*, Mb/Ma (tuberculosis bovina y aviar).**

La tuberculosis y las enfermedades causadas por micobacterias atípicas pueden causar procesos patógenos de indudable gravedad para el hombre, y en el caso de la tuberculosis bovina (tuberculosis por *Mycobacterium bovis*) también en los animales. En ganado doméstico han sido, y continúan siendo muy importantes las repercusiones económicas que acarrear. En algunos ecosistemas naturales europeos está demostrado que el ciervo y el jabalí actúan como reservorios principales de *M. Bovis* (Vicente y col. 2006, Gortázar y col. 2008, 2012, Boadella y col. 2011a), el tejón actúa como hospedador principal en Irlanda e Inglaterra (en Gortázar y col. 2012, citando revisiones sobre estatus de tuberculosis en Reino Unido e Irlanda) y como hospedador suplementario o secundario (Cheeseman y col. 1989, Martín-Atance y col. 2005) en el resto. En el medio natural llegan a constituirse focos naturales de tuberculosis bovina (*M. bovis*), con el consiguiente riesgo clínico para las especies sensibles, que son la mayoría; y en algunos casos, como en casi todos los carnívoros, y en especial el lince (Pérez y col. 2001), supone un riesgo adicional para su conservación. Los focos naturales constituyen un inconveniente adicional difícilmente salvable en los programas de erradicación (Hancox 1996).

La tuberculosis en jabalíes está bien documentada en todos los continentes, y por supuesto en Europa (León-Vizcaíno y col. 1990, Mignone y col. 1991, 1995, Serraió y col. 1999, Tato 1999, Hars y col. 2001, Gortázar y col. 2003, 2008, 2011, 2012, Trcka y col. 2006, Vicente y col. 2006, Naranjo y col. 2008, Santos y col. 2009 y 2010, Boadella y col. 2011b, Mentaberre y col. 2014). Serraió y col. (1999) aportan datos de prevalencia del 23% en Liguria (Italia), comprobando la existencia de contagio entre bovino y jabalí. Tato (1999), en la provincia de Cáceres, encontró que el 8,3 % de los jabalíes estaban infectados por *M. bovis*; y en 36 cepas encontró 12 espoligotipos diferentes. Parra (2003) y Parra y col. (2006) indican que el jabalí puede funcionar como reservorio de tuberculosis bovina, detectando prevalencias del 2,32% en Extremadura. Vicente y col. (2006), a partir de 77 cepas de *M. bovis* y *M. caprae* aisladas de animales domésticos (vacuno y cabra), ciervos y jabalíes en 14 localidades de Castilla-La Mancha y Andalucía, identificaron 11 espoligotipos; ciervos y jabalíes solían compartir el mismo espoligotipo de áreas próximas. Gortázar y col. (2005) consideran que el complejo *Mycobacterium tuberculosis* es capaz de sobrevivir en poblaciones de jabalí de alta densidad en ausencia de ganado mayor. Vieira-Pinto y col. (2011) apuntan la existencia de transmisión cruzada entre ciervos, jabalíes y ganado.

Pavlovsky (1966) definió como hospedadores secundarios a especies abundantes en un ecosistema, pero, que bien se infectan con baja frecuencia, o bien eliminan dosis bajas de agentes patógenos. El jabalí es una especie habitual en el medio natural; y aunque se infecta con frecuencia por *Mycobacterium bovis*, las lesiones suelen ser de tamaño moderado y de estructura granulosa cerrada, por lo que apenas eliminan micobacterias al medio ambiente (Gortázar y col. 2003); solo ocasionalmente padece tuberculosis crónica de órganos o tuberculosis generalizada altamente contagiosa (León-Vizcaíno y col. 1990). El órgano diana imprescindible para buscar lesiones tuberculosas en el jabalí indiscutiblemente es el linfocentro mandibular (Gortázar y col. 2003).

Las referencias sobre *Mycobacterium avium* en jabalí son escasas, destacando el trabajo de Álvarez y col. (2005) que aporta datos de prevalencias del 1,5 % en la Península Ibérica. Trcka y col. (2006) citan prevalencias del 0,4% en la republica Checa.

### ***Chlamydia* sp. y *Chlamydiaceae* sp., Cl (clamidiosis y clamidofilosis).**

La clamidiosis del cerdo, doméstico o salvaje, es una enfermedad poco frecuente, y son escasos los autores que la abordan. En Alemania, Hotzel y col. (2004) pusieron de manifiesto que *Chlamydia psittaci*, más que *Chlamydia suis* y *Chlamydia abortus*, es muy frecuente en el jabalí (57%), y que se asocia a enfermedad respiratoria y a infecciones uterinas que bien podría derivar en abortos (en el cerdo ibérico las expresiones patológicas más frecuentes son abortos en el último tercio de la gestación acompañados con partos prematuros, y un incremento de nacidos muertos y con poca viabilidad). El tracto gastrointestinal parece ser el lugar habitual de infección por clamidias (Martín-Palomino y col. 2010). En los animales enfermos origina retraso del crecimiento y mal estado general, así como inmunodepresión que los hace sensibles a otros agentes. *Chlamydia psittaci* es un agente albergado naturalmente por las aves. La ingestión de cadáveres de aves fallecidas de ornitosis podría explicar la transmisión al jabalí. *Chlamydia trachomatis* y *Chlamydia pneumoniae* son patógenas para el hombre, y *Chlamydia psittaci* también lo es para otras especies animales. Es poco probable que *Chlamydia suis* sea patógena para el hombre (Vanrompay y col. 1993, Buendía y col. 1996). En el cerdo, las clamidias se han asociado a la infección secundaria de animales previamente infectados con *Mycoplasma hyopneumoniae*, demostrándose sin embargo, que son capaces de provocar lesiones pulmonares actuando como patógenos primarios en una infección experimental (Harris 1976).

### ***Salmonella* sp., S (salmonelosis-paratífus).**

El género *Salmonella* incluye un elevado número de bacterias Gram negativas resistentes en el medio. En el cerdo se han aislado cuatro serogrupos con más de 2.400 serotipos. Dos serovariantes del serogrupo C de *Salmonella enterica* subsp. *enterica* son responsables de salmonelosis específicas: *S. cholerae-suis* que causa enterocolitis y *S. typhisuis* que causa el cada vez más raro paratífus porcino. Ambas enfermedades son de curso agudo y con frecuencia mortales (Schwartz 1999). Otras serovariantes, sobre todo *S. typhimurium* (serogrupo B), originan salmonelosis inespecíficas, de cuadro clínico muy similar a las específicas, pero más frecuentes. León-Vizcaíno (2011), recoge una referencia encontrada de salmonelosis clínica en jabalíes de Perea y col. (2003), que estudiaron un brote de alta mortalidad en jabalíes mantenidos en régimen semiextensivo, causado por *Salmonella cholerae-suis*.

Al margen de la cita anterior, en España no existen referencias de aislamientos de salmonelas en jabalíes. Tampoco los estudios serológicos en masa incluyen a las salmonelas entre los agentes a investigar. En España, León-Vizcaíno y col. (1981), con muestras de jabalíes de Sierra Morena estimaron que el 4 % y el 1 % portaban anticuerpos de los serogrupos C y A respectivamente; y Vicente y col. (2002) en Castilla-La Mancha proporciones del 3,2% y 2,6% para los serogrupos B y C.

#### **7.1.3. Conceptos.**

Un estudio de prevalencia es aquel en el que se examinan las relaciones entre patógenos o enfermedades y otras variables de interés, en un momento o período de tiempo determinado. La presencia o ausencia de la enfermedad y de las otras variables (o, si son de tipo cuantitativo, su nivel) se determinan en cada miembro de la población estudiada o en una muestra representativa de la misma.

La *prevalencia* es una medida de frecuencia que cuantifica la proporción de individuos de una población de tamaño conocido que padecen una enfermedad en un momento concreto (Thursfield 1990) o en un período de tiempo determinado (prevalencia lápsica o de período), que incorpora la proporción los casos incidentes (nuevos casos producidos en el período estudiado) (Pita y col. 2004). Conceptualmente resulta correcto emplear este concepto a una muestra conocida de la población estudiada. Como todas las proporciones, la prevalencia no tiene dimensión y nunca toma valores menores de 0 ó mayores de 1, siendo frecuente expresarla en términos de porcentaje.

*Focos de infección* son aquellos lugares en donde se encuentran concentradas las fuentes de agentes etiológicos específicos (Pardo 2006). En nuestro caso solo aplicaremos este término en aquellos lugares en que podamos determinar que existe infección activa y puedan tener carácter epizootico (con tendencia a que los agentes infecciosos puedan propagarse fuera del foco).

Emplearemos el término *Endémica/o* (también *Endemia o Enzootia*) para caracterizar la presencia de los agentes patógenos a niveles moderados a través de los años en la población. El término endémico no se refiere a la cantidad de afectados, sino a la constancia en la proporción de afectados (Pfeiffer 2002, Pardo 2006).

## 7.2. Material y métodos.

### 7.2.1. Procedencia, número y envío de muestras.

Para la realización del presente estudio han sido analizados sueros sanguíneos de 1.103 jabalíes abatidos en siete temporadas cinegéticas consecutivas, desde la temporada 2003-2004 hasta la temporada 2009-2010. Se han muestreado un total de 141 manchas (lugares) tanto en la provincia de Granada como en la de Almería, dentro del Parque Nacional de Sierra Nevada.

Para el diagnóstico confirmativo de las infecciones subclínicas se han remitido muestras de suero sanguíneo. Para análisis específicos de tuberculosis, de cada jabalí muestreado se recogió el paquete laringofaríngeo (que incluye las amígdalas). Además se tomaron los nódulos linfáticos submandibulares y el linfocentro retrofaríngeo-subparotídeo (Figura 7.1), así como piezas de parénquima pulmonar si se observaron alteraciones necróticas.

La sangre fue recogida mediante punción cardiaca en el momento en que se tuvo acceso a cada animal, centrifugada a 1.200 g durante 15 minutos. Los sueros se congelaron a -18 °C. Las vísceras fueron congeladas directamente. Para evitar los contagios humanos y la difusión a distancia de agentes patógenos, las muestras (vísceras, sangre) se remitieron depositadas en recipientes herméticos (bolsas selladas para las vísceras), conservadas a temperatura refrigerada en cajas también herméticas y desechables. El global de muestra utilizada se recoge en la Tabla 7.7.



Figura 7.1. Lifenódulos submandibulares para determinación de *Mycobacterium* sp..

Muestras y materiales estudiados	Temporada cinegética							Total
	2003 2004	2004 2005	2005 2006	2006 2007	2007 2008	2008 2009	2009 2010	
Sueros analizados	47	246	84	118	188	133	287	1.103
Amígdalas, linfonódulo submaxilar, linfocentro faríngeo-parotídeo	47	246	84	118	188	133	287	1.103
Pulmón		16	4	4	2	4	15	45
Lugares muestreados	5	30	14	18	24	16	34	141

Tabla 7.7. Muestras totales empleadas para el estudio sanitario.

La procedencia completa de la muestra estudiada según la temporada cinegética se recoge en las Tablas 7.8, 7.9, 7.10, 7.11, 7.12, 7.13, 7.14 y Figuras 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.6, 7.7 y 7.8.

Temporada cinegética 2003-2004			
Cód.	Municipio	Lugar muestreado	Muestras
15	Jérez del Marquesado	Meseta Hiniestas	15
18	Huéneja	Peñón Joraique	11
22	Lugros	Bco. Astiles	7
28	Dúrcal	El Chaparral	11
29	Nevada (Laroles)	El Pozuelo	3

Tabla 7.8. Referencia completa de lugares muestreados y número de muestras analizadas durante la temporada cinegética 2003-2004.

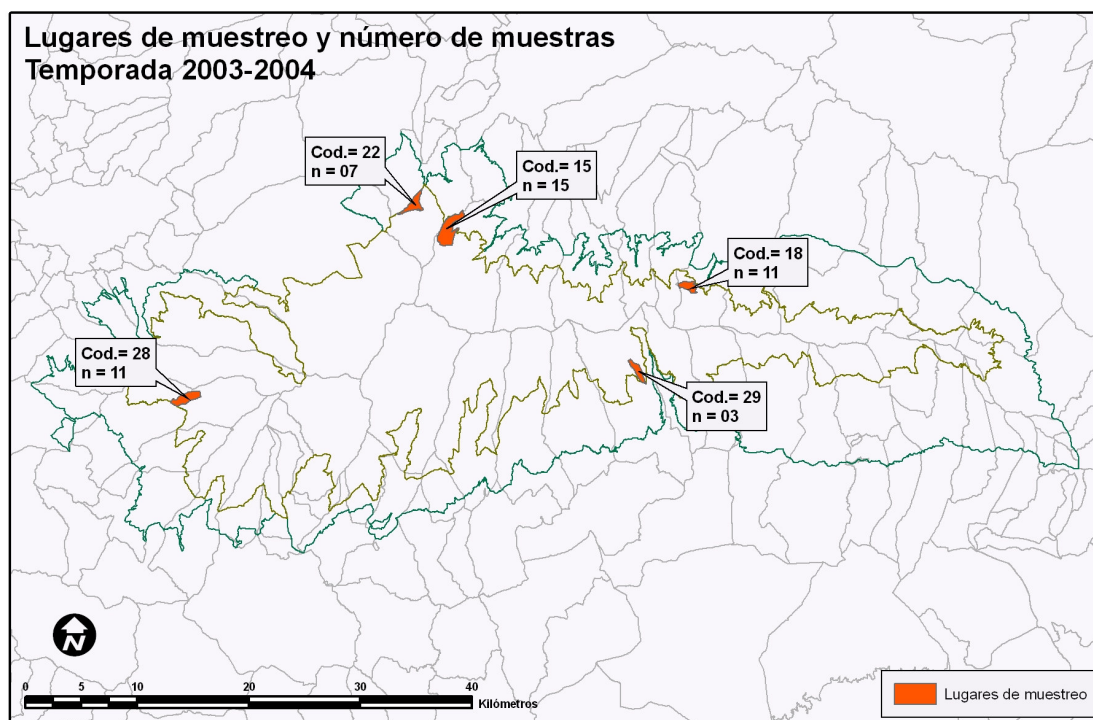


Figura 7.2. Localización de manchas muestreadas (temporada cinegética 2003-2004).



Temporada cinegética 2004-2005			
Cód.	Municipio	Lugar muestreado	Muestras
31	Monachil	Cortijuela	6
32	Bérchules	Hoya Zapata	6
33	Dólar	El Joraique	3
34	Dílar	Rosales	11
35	Laujar	Collao los Valientes	4
36	Aldeire	Los Pasillos	6
37	Lugros	El Camarate	4
38	Alpujarra de la Sierra (Yegen)	Piedras Pelegrina	1
39	Monachil	La Dehesilla	1
40	Dúrcal	El Chaparral	11
41	Lugros	Espinar	3
42	Lanteira	Prado Llano	3
43	Huéneja	Haza Morón	4
44	Jérez del Marquesado	Las Alegas	10
45	Nevada (Laroles)	El Pozuelo	11
46	Cañar	El Robledal	20
47	Alpujarra de la Sierra (Mecina)	Las Chorreras	15
48	Huéneja	Llanadas Joraique	13
49	Trevélez	Peñabón	6
50	Güéjar Sierra	Calvario	10
51	Nevada (Mairena)	Los Cortijuelos	7
52	Güéjar Sierra	Dehesa San Juan	10
53	Lanjarón	Peña Caballera	3
54	Abla	Venta del Serbal	2
55	Fiñana	Loma del Rosal	9
56	Jérez del Marquesado	Meseta las Hiniestas	10
57	Bérchules	Prados del Espino	20
58	Válor	Los Toriles	2
59	Soportújar-Bubión	Prado del Cebollar	15
60	Lecrín	Cerro Pirolo	12
61	Aldeire	Solana la Pimienta	8

Tabla 7.9. Referencia completa de lugares muestreados y número de muestras analizadas durante la temporada cinegética 2004-2005.

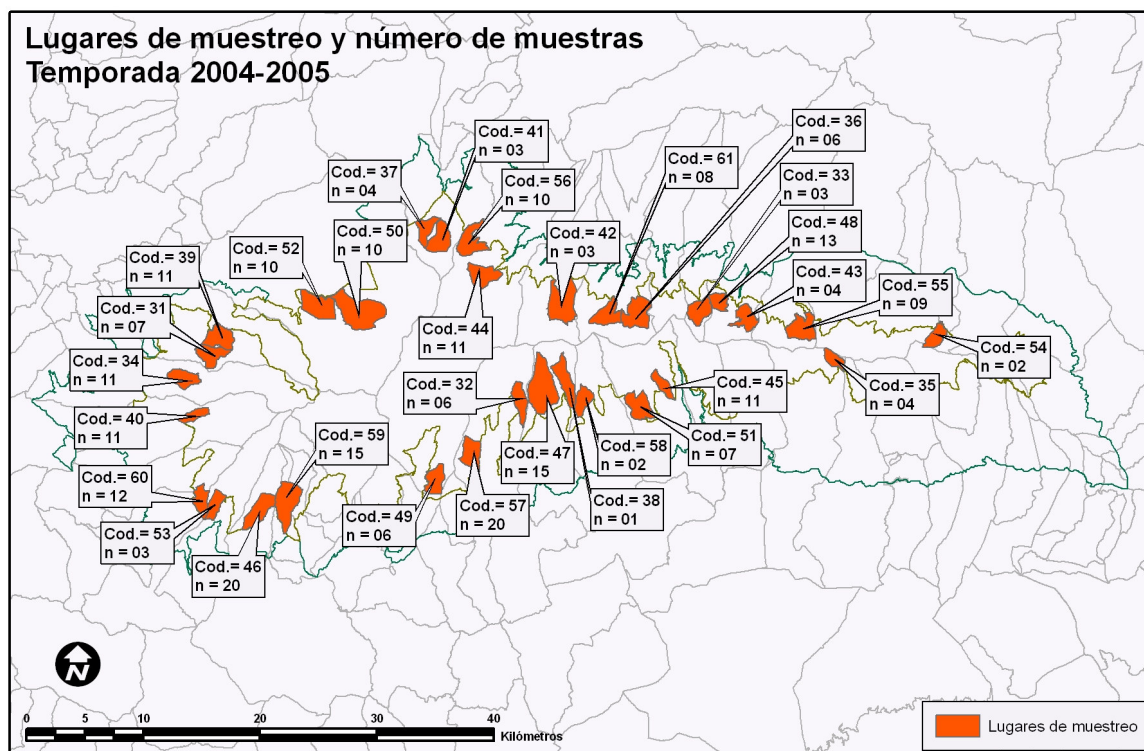


Figura 7.3. Localización de manchas muestreadas (temporada cinegética 2004-2005).

Temporada cinegética 2005-2006			
Cód.	Municipio	Lugar muestreado	Muestras
62	Bérchules	Cerro Gordo	15
63	Alpujarra de la Sierra (Mecina)	Las Chorreras	2
66	Huéneja	Llanadas Joraique	1
67	Aldeire	Solana Benabre	2
69	Trevélez	Peñabón	8
70	Nevada (Laroles)	El Pozuelo	7
72	Cáñar	El Robledal	17
73	Alpujarra de la Sierra (Yegen)	Piedras Pelegrina	1
74	Soportújar	El Cestero	7
75	Lugros	El Camarate	5
76	Nevada (Mairena)	La Sacristía	13
78	Güéjar-Sierra	Llanos de Otero	4
79	Jérez del Marquesado	El Loqueal	1
82	Lanteira	Los Chortales	1

Tabla 7.10. Referencia completa de lugares muestreados y número de muestras analizadas durante la temporada cinegética 2005-2006.

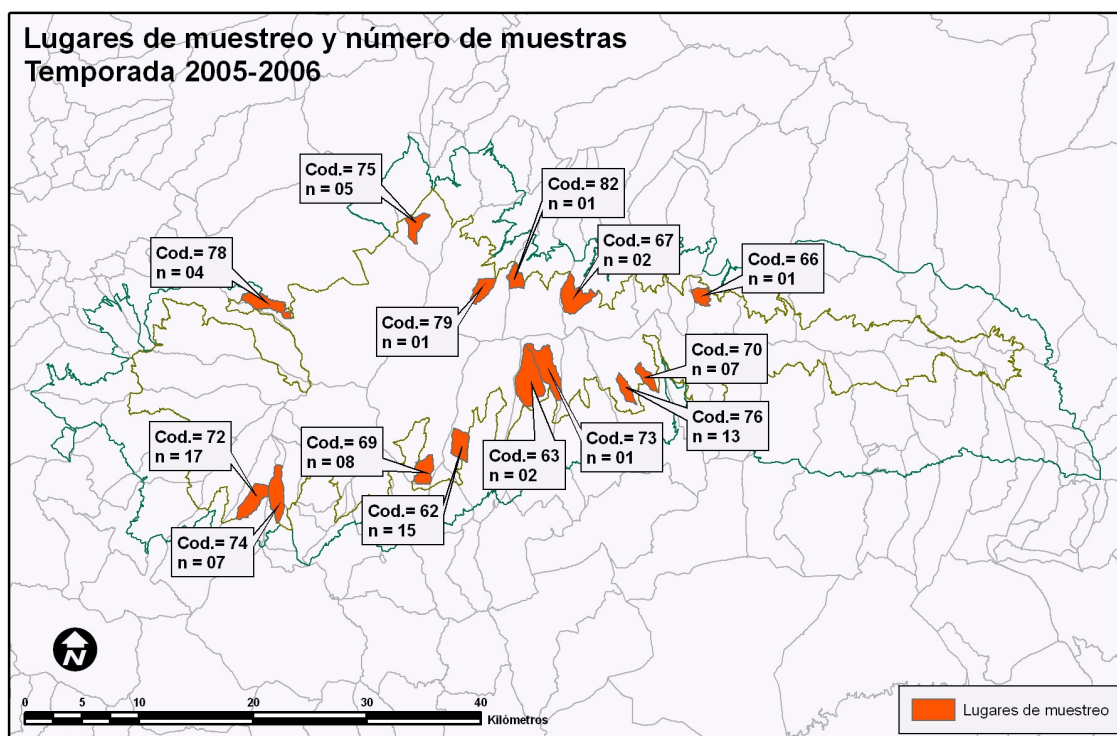


Figura 7.4. Localización de manchas muestreadas (temporada cinegética 2005-2006).

Temporada cinegética 2006-2007			
Cód.	Municipio	Lugar muestreado	Muestras
84	Ferreira	Prados Altos	1
85	Monachil	La Dehesilla	3
86	Dílar	Rosales	7
87	Aldeire	La Rinconada	8
90	Huéneja	Llanadas Joraique	17
91	Güéjar-Sierra	Dehesa San Juan	10
96	Nevada (Mairena)	Los Cortijuelos	4
97	Cáñar	El Robledal	9
98	Alpujarra de la Sierra (Mecina)	Las Chorreras	9
99	Dólar	Las Chorreras	7
100	Nevada (Mairena)	La Sacristía	8
101	Huéneja	Bco. Sostras	7
103	Güéjar-Sierra	Llanos de Otero	1
104	Paterna	Prados del Águila	8
105	Dúrcal	El Chaparral	3
107	Aldeire	Solana Pimienta	3
108	Lugros	Bco. Astiles	10
109	Fiñana	Loma del Rosal	3

Tabla 7.11. Referencia completa de lugares muestreados y número de muestras analizadas durante la temporada cinegética 2006-2007.

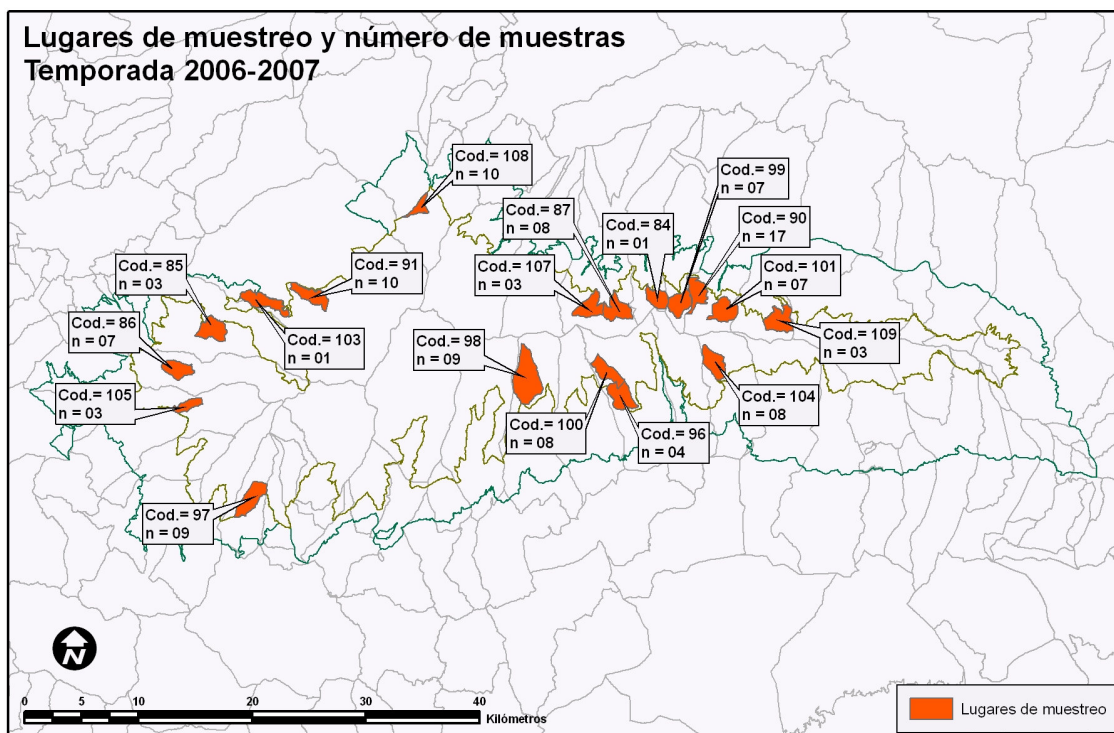


Figura 7.5. Localización de manchas muestreadas (temporada cinegética 2006-2007).

Temporada cinegética 2007-2008			
Cód.	Municipio	Lugar muestreado	Muestras
110	Lanteira	La Rinconada	5
111	Bérbules	Hoya Zapata	6
112	Aldeire	La Rinconada	20
114	Juviles	Pescaero	13
115	Ferreira	Bco. Prados Altos	2
116	Jérez del Marquesado	Solana Cerro Barbero	3
117	Huéneja	Llanadas Joraique	16
119	Dólar	El Joraique	2
120	Bayárcal	Posterillo	6
121	Nevada (Laroles)	El Pozuelo	8
122	Alpujarra de la Sierra (Mecina)	Las Chorreras	14
125	Trevélez	Peñabón	1
127	Ohanes	Los Cercillos	12
128	Válor	Los Toriles	2
129	Paterna	Prados del Águila	4
131	Abla	Venta del Serbal	1
132	Jérez del Marquesado	Solana Cerro Barbero	2
133	Soportújar	El Cestero	4
134	Ohanes	Piedras Torres Garate	4
136	Monachil	Cerro Huenes	9
137	Lugros	Bco. Astiles	4
138	Alpujarra de la Sierra (Yegen)	Piedras Pelegrina	10
139	Nevada (Mairena)	La Franciscana	30
141	Bérbules	Pradillos Granada	10

Tabla 7.12. Referencia completa de lugares muestreados y número de muestras analizadas durante la campaña cinegética 2007-2008.

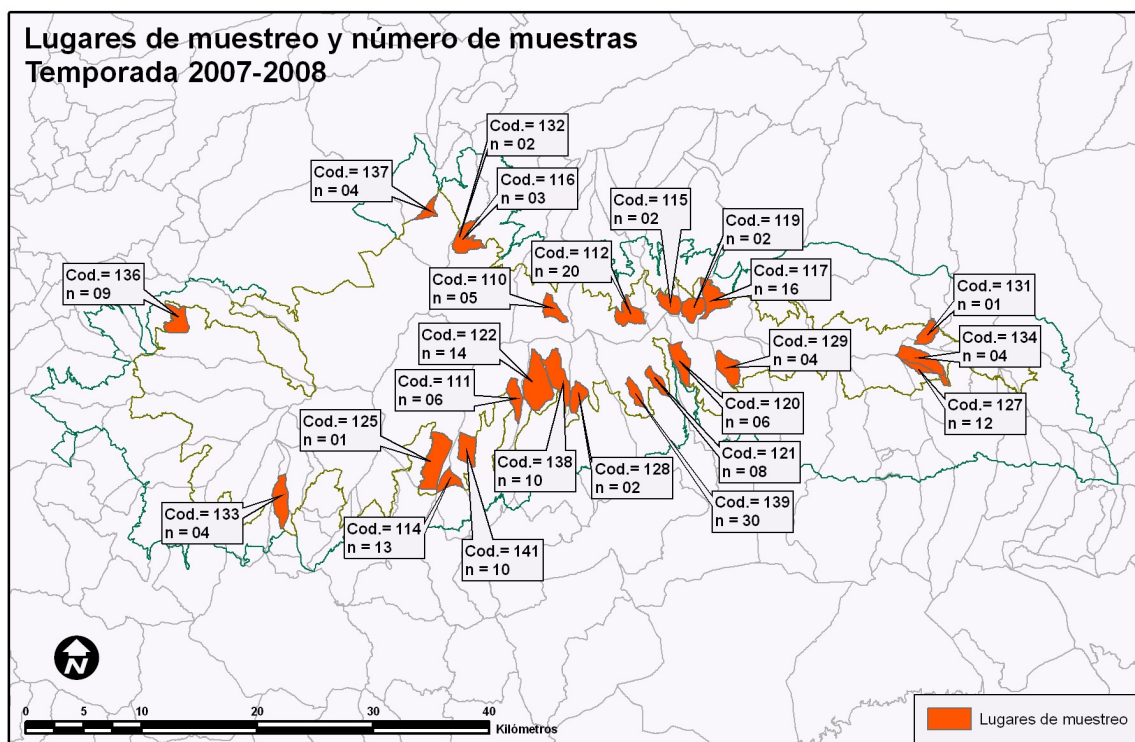


Figura 7.6. Localización de manchas muestreadas (temporada cinegética 2007-2008).

Temporada cinegética 2008-2009			
Cód.	Municipio	Lugar muestreado	Muestras
142	Fiñana	Loma del Rosal	8
144	Bérchules	Hoya Zapata	6
145	Dólar	Las Chorreras	2
146	Aldeire	La Rinconada	1
147	Ohanes	Paraje Gárate	13
148	Jérez del Marquesado	Casa Dimas	7
149	Abrucena	Las Rozas	8
150	Monachil	Cañada del Espinar	7
152	Ferreira	Prados Altos	8
154	Nevada (Laroles)	El Pozuelo	19
155	Huéneja	Llanadas del Joraique	5
156	Válor (Mairena)	La Franciscana	29
157	Paterna	Prados del Águila	7
158	Válor (Mairena)	Bco. Cortjuelos	3
159	Jérez del Marquesado	Solana Cerro Barrero	6
160	Abrucena	Canalón	4

Tabla 7.13. Referencia completa de lugares muestreados y número de muestras analizadas durante la temporada cinegética 2008-2009.

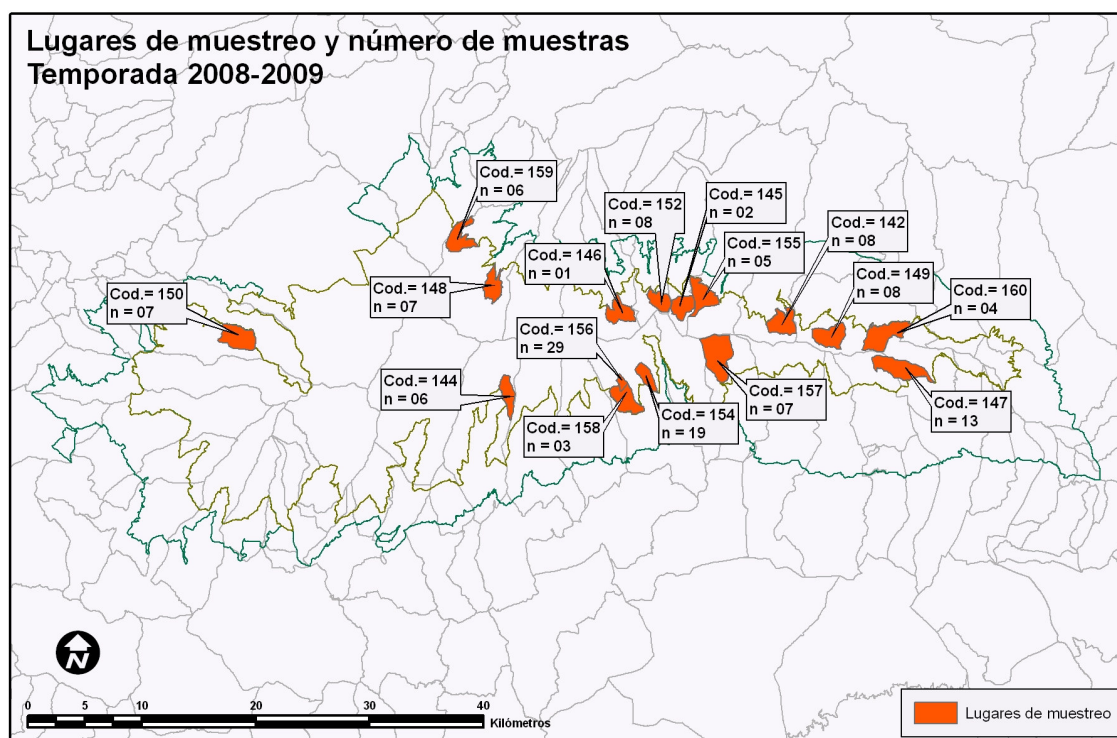


Figura 7.7. Localización de manchas muestreadas (temporada cinegética 2008-2009).

Temporada cinegética 2009-2010			
Cód.	Municipio	Lugar muestreado	Muestras
161	Abrucena	Fte A.-Las Chorreras	3
162	Fiñana	Loma del Rosal	4
163	Dílar	Dehesa de Dílar	2
164	Ohanes	Paraje Garate	10
165	Lugros	El Camarate	2
166	Trevélez	Peñabón	9
167	Juviles	Pinar de la Torrecilla	5
168	Dólar	Las Chorreras	7
169	Ohanes	Los Frailecillos	6
170	Bayárcal	Mosquera	30
171	Soportújar	El Cestero	11
172	Ferreira	Prados Altos	9
173	Jérez del Marquesado	Las Alegas	7
174	Cáñar	El Robledal	28
175	Nevada (Laroles)	El Pozuelo	10
176	Abrucena	Las Rozas	6
177	Válor (Mairena)	La Franciscana	3
178	Huéneja	Umbría Los Tejos	7
179	Alpujarra de la Sierra (Mecina)	Las Chorreras	4
180	Ohanes	El Garbanzal	5
181	Abla	Venta del Serbal	6
182	Aldeire	Solana Pimienta	9
183	Bayárcal	Balsa Altera	13
184	Huéneja	Llanadas del Joraique	6
185	Jérez del Marquesado	Solana Cerro Barrero	8
186	Abrucena	Canalón	6
187	Nacimiento	Joraique	7
188	Aldeire	Solana Benabre	6
189	Ohanes	Paraje Gárate	2
190	Monachil	Cañada del Espinar	4
191	Lanteira	Los Chortales	17
192	Lugros	Bco. Astiles	18
193	Dúrcal	El Chaparral	5
194	Paterna	Prados del Águila	12

Tabla 7.14. Referencia completa de lugares muestreados y número de muestras analizadas durante la temporada cinegética 2009-2010.

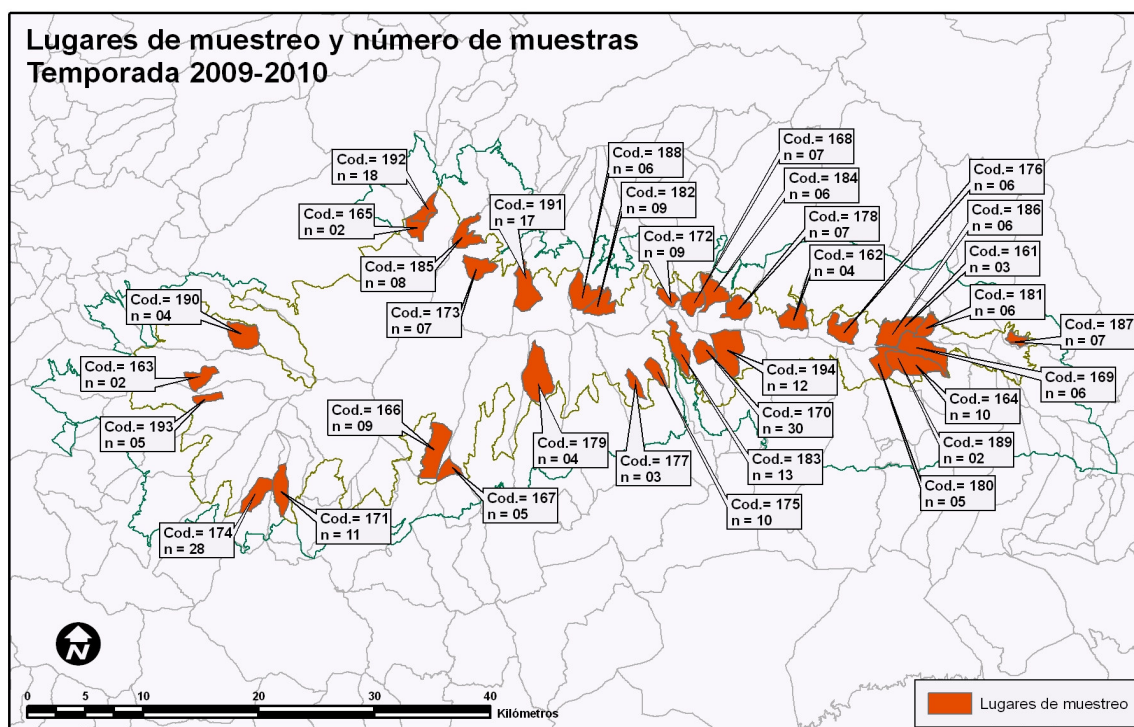


Figura 7.8. Localización de manchas muestreadas (temporada cinegética 2009-2010).

## 7.2.2. Métodos de estudio en laboratorio.

### **Immunodiagnóstico.**

El estudio inmunoserológico se ha orientado a la detección de jabalíes portadores de anticuerpos específicos de agentes infecciosos responsables de las afecciones graves seleccionadas. En la Tabla 7.15 quedan resumidos los aspectos específicos (agente infeccioso y enfermedad producida, técnica inmunológica, elaboración del antígeno) de la metodología inmunitaria.

Agente	Enfermedad	Designación	Serovariantes	Técnica	Procedencia antígeno
herpesvirus porcino 1	enfermedad de Aujeszky	HvP	HvP1	ELISA	Ingenasa©
arterivirus porcino	Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino	SRRP		ELISA	Ingenasa©
virus influenza	Gripe	IvP	H1N1	Inhibición de la hemaglutinación	*Personal
circovirus porcino	Síndrome de Desmedro	Cv		ELISA	Ingenasa©
parvovirus porcino	Parvovirus	PvP		Inhibición de la hemaglutinación	*Personal
<i>Brucella suis</i>	Brucelosis	B	2	Rosa bengala Fijación del complemento ELISA	Laboratorio de Sanidad del Estado (Santa Fe, Gr)
<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	Mal Rojo	Er		ELISA	Ingenasa©
<i>Leptospira pomona</i>	Leptospirosis	Lp		Microaglutinación lisis	*Personal
<i>Chlamydiaceae</i> sp.	Clamidofilosis	Cl	Familia	ELISA	Plaque <i>Chlamydia</i> Vetoquinol©
<i>Salmonella</i> sp.	Paratífus	S	Serogrupos A, B, C, D	Aglutinación de Plate	Comercial, microkit©

Tabla 7.15. Procedencia de antígeno y técnicas inmunológicas aplicadas para detectar anticuerpos en el suero de jabalí. \*elaboración propia Dpto. Enfermedades Infecciosas. Facultad de Veterinaria de la Universidad de Murcia.

### **Detección de portadores de *Mycobacterium bovis* y *M. avium*.**

El diagnóstico de la infección por micobacterias se ha basado en los hallazgos anatomopatológicos, la bacterioscopia, el aislamiento e identificación microbiana, y la detección molecular (reacción en cadena de la polimerasa, PCR)

*Diagnóstico lesional:* La búsqueda de lesiones macroscópicas (granulomas) compatibles con la tuberculosis se realizó mediante inspección de los órganos diana.

*Diagnóstico microbiológico:* se realizó sistemáticamente a todas las muestras, tuvieran o no lesiones macroscópicas presuntivas de tuberculosis.

- Bacterioscopia.- Extensiones de los órganos (parénquima pulmonar, nódulos linfáticos, amígdalas) fueron teñidas por los métodos Ziehl-Neelsen, rodamina-auramina e inmunoperoxidasa.
- Descontaminación.- Macerados de las piezas orgánicas fueron sometidos a tres procedimientos consecutivos de descontaminación (Casal 1990): Krasnow (cloruro de benzalconio y cisteína), Petrof (sosa) y Chiodini (cloruro de hexadecil piridinio).
- Cultivo e identificación microbiológica.- A partir de cada muestra, y por

cada uno de los tres métodos de descontaminación, sembramos dos tubos de medio Lowestein-Jensen, con y sin piruvato, y uno de medio Coletsos. La incubación se mantuvo hasta ocho semanas antes de considerar negativo el cultivo. Las resiembras se llevaron a cabo en el mismo medio donde apareció el crecimiento. La identificación microbiológica se llevó a cabo en base a las características de rutina seleccionadas por Wayne y Kubica (1986) con los procedimientos referidos por León-Vizcaíno y *col.* (1990) y expuestos por Casal (1990).

*Detección genómica de micobacterias:* los aislamientos que por los métodos microbiológicos descritos fueron identificados como pertenecientes a *M. bovis* y *M. avium* u otras micobacterias, fueron confirmados y espoligotipificados por métodos de biología molecular. A partir de las colonias, la extracción del ADN se realizó mediante un tratamiento con bromuro de N-cetil-N,N,N, trimetilamonio) (Bunschoten y *col.* 1996). La determinación de la pertenencia al complejo *M. tuberculosis* se realizó con los cebadores TB1-F y TB1-R, y al complejo *M. avium-intracellularis* con los cebadores MYCGEN-F y MYCAV-R. En la espoligotipificación, la detección y amplificación del DNA se usaron los cebadores (DRa y DRb). Tras la hibridación con los productos del PCR, los patrones fueron comparados en el programa Informático GelWorks Id, Advanced.



### 7.2.3. Análisis y método estadístico.

#### **Tipo de muestreo y tamaño muestral.**

Para obtener resultados representativos ha sido necesario diseñar un muestreo probabilístico que permita contar con un tamaño muestral significativo. Al ser preciso obtener las muestras en las batidas de control, el muestreo se ha diseñado de forma aleatoria por lugar o batida (todos los jabalíes de la mancha tienen igual probabilidad de ser abatidos y por tanto de ser usados como muestra). Cada batida ha constituido un estrato con unas características específicas de densidad y cobertura vegetal, que son elementos que participan en los diferentes análisis realizados. El cálculo del tamaño de la muestra se ajusta mejor si se conoce el tamaño de la población y el valor esperado de cada una de las prevalencias que van a analizarse. El tamaño de la población también se desconocía al inicio del estudio, por lo que se aproximó a partir de la superficie refugio (265,88 Km<sup>2</sup>) y de los muestreos de densidad realizados en la temporada 2002/2003, que arrojaron cifras próximas a 20 ind/Km<sup>2</sup>; considerando así un tamaño de la población (N) de 5.000 jabalíes. En Sierra Nevada no existen antecedentes de estudios sanitarios sobre jabalí que aporten información ni datos. Los antecedentes que pueden extraerse de la bibliografía tampoco permiten una aproximación eficaz a unos valores esperados de prevalencia ya que son muy variables para cada patógeno.

El tamaño muestral se fijó inicialmente de forma conjunta para todas los agentes patógenos con una precisión del 5% y una prevalencia esperada inferior al 20 %. Esto implicaba la toma de 235 muestras anuales, es decir, 1.645 muestras para el período de siete temporadas. Estas muestras fueron tomadas, si bien, y por distintos motivos, hubo que desechar un 33 % de las mismas, obteniéndose 1.103 muestras válidas. Así, los niveles de precisión iniciales bajaron, y los que finalmente se obtuvieron para la temporada 2003-2004, con n= 47, fueron relativamente bajos. Para el resto de las temporadas, los tamaños de muestra utilizados garantizaban una precisión buena (entre el 3 y 5%) para prevalencias esperadas inferiores al 10% y moderada (entre el 5 y 10 %) para prevalencias esperadas superiores al 10 %. (Tabla 7.16)

fórmula obtenida:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

N = Total de la población  
 $Z_{\alpha}^2 = 1,96^2$  (si la seguridad es del 95%)  
 p = proporción esperada  
 q = 1 - p  
 d = precisión

Prevalencia esperada %	Tamaño muestra (n)		
	d= 3%	d= 5%	d=10%
0-5	195	72	19
5-10	357	135	35
10-15	491	189	49
15-20	601	235	61
20-25	690	273	72
25-30	761	304	80
30-50*	880	357	95

Tabla 7.16. Tamaños de muestras requeridos según niveles de precisión (d) del 3, 5 y 10% para la estimación de una proporción (prevalencia esperada), Nivel confianza del 95%. Elaborado con paquete estadístico Epidat 3.1.

### ***Evolución temporal de las prevalencias.***

La evolución temporal de la prevalencia de los diferentes agentes infecciosos fue analizada mediante un GLM con distribución de errores binomial y función de enlace *logit*. El predictor utilizado fue el tiempo (año), equivalente a temporadas cinegéticas. Para cada uno de los agentes se generó una variable dicotómica específica. Para producir la tabla descriptiva se procedió a categorizar (1=presencia / 0=ausencia) la existencia de anticuerpos frente a cada uno de los agentes patógenos estudiados en cada jabalí analizado (o detección de micobacterias para la tuberculosis). Por lo tanto, para un determinado agente infeccioso, la prevalencia será igual al número de ejemplares positivos respecto al número total de ejemplares testados (positivos + negativos).

### ***Variación espacial de las prevalencias.***

A continuación, se evaluó la existencia de variación espacial en la prevalencia a nivel de “mancha” o “lugar de nuestro”. Como en el caso de la evolución temporal, se utilizaron como variables dependientes la presencia de anticuerpos/detección de micobacterias de agente infeccioso por separado. El predictor en este caso fue la mancha. Estos análisis se realizaron utilizando GLMs con distribución de errores binomial y función de enlace *logit*.

### ***Distribución de agentes infecciosos a nivel de individuo.***

Utilizando estas variables categorizadas representando la presencia/ausencia de anticuerpos (o detección de micobacterias para la tuberculosis), se calculó el número de agentes diferentes a los que cada individuo fue positivo.

### ***Distribución de prevalencias en función de los atributos individuales: sexo y edad.***

Siguiendo el mismo procedimiento con las variables respuesta presencia/ausencia de anticuerpos (o detección de micobacterias) generado anteriormente, se procedió a evaluar el efecto del sexo y la edad sobre la prevalencia de los distintos agentes patógenos. El procedimiento para calcular las prevalencias es el mismo que el expuesto anteriormente. Las clases de edad consideradas fueron las que se han utilizado en estudios biométricos: 6-9; 10-12; 13-24 y >24 meses. Dado que el objetivo en este apartado se centró en diferencias individuales y que los individuos considerados para el análisis fueron muestreados en diferentes manchas y años, en este caso se utilizaron modelos lineales generalizados mixtos (GLMMs) en los que como variable respuesta se utilizó la prevalencia y como predictores la edad y el sexo. La distribución de errores fue binomial y la función de enlace utilizada fue *logit*. En este bloque además se procedió a evaluar si la presencia de anticuerpos que presenta un individuo (o detección de micobacterias) puede estar relacionada con alguno de los atributos individuales considerados (sexo y clase de edad). Así, dado que el número de agentes infecciosos es un conteo (para cada individuo se contabilizó el número total de agentes infecciosos para los que se detectaron anticuerpos), se utilizó un GLMM en el que la variable respuesta “presencia de anticuerpos/micobacterias” se modeló considerando una distribución de errores de Poisson y una función de enlace *logit*.

### ***Evaluación de la probabilidad de asociación entre agentes infecciosos.***

Considerando la hipótesis de que pudiera existir algún tipo de relación entre los distintos agentes infecciosos, se ha analizado la probabilidad de asociación entre estos. Para cada agente considerado, se filtró la base de datos obteniendo una submuestra con todos los casos para los que la presencia de anticuerpos/micobacterias del agente fue siempre positiva. Posteriormente, se calculó la probabilidad de asociación entre el agente infeccioso considerado (solo positivos) y el resto de agentes testados, como el cociente entre el número de casos donde los dos agentes patógenos aparecen (presencia de anticuerpos en caso de detección inmunoserológica) y el número total de casos con prevalencia positiva para el agente considerado. Una vez generada la matriz de datos para todas las agentes infecciosos, se procedió a categorizar el grado de importancia de cada asociación determinando cuatro clases de importancia: <25%; 25-49%; 50-75% y >75%. Además, se utilizaron GLMs con distribución de errores binomial y función de enlace *logit* para evaluar la significación de los patrones de asociación entre las diferentes agentes infecciosos.

### ***Prevalencias y densidad poblacional.***

Bajo la hipótesis de que la densidad poblacional puede estar relacionada con la prevalencia los agentes infecciosos en la población, se ha estudiado como afecta esta variable a la prevalencia de los diferentes agentes patógenos considerados. Para ello, se consideraron los valores de densidad (jabalíes observados/Km<sup>2</sup>) obtenidos en el capítulo 6. Se utilizaron GLMMs con distribución de errores binomial y función de enlace *logit* para analizar el efecto de la densidad sobre la probabilidad de prevalencia. Se ha incluido como factor aleatorio el año (equivalente a temporada). El mismo análisis se llevó a cabo considerando el número de agentes infecciosos por individuo como variable respuesta, por lo que se utilizó un GLMM en el que la variable respuesta "presencia de anticuerpos/micobacterias" se modeló considerando una distribución de errores de Poisson y una función de enlace *logit*. De nuevo, se consideró el año como efecto aleatorio.

Los análisis estadísticos se realizaron en SAS 9.2 con PROC GLIMMIX (SAS-Institute, Cary, NC, USA). Para evaluar la significación estadística se empleó R Package V.2.15.1. Para los distintos parámetros, se han considerado diferencias significativas entre valores cuando  $p < 0,05$ .

### 7.3. Resultados.

#### 7.3.1. Evolución temporal de las prevalencias.

Los resultados de prevalencia se reflejan en la Tabla 7.17 y Figura 7.9 Aparecen diferencias significativas entre las temporadas analizadas en los niveles de prevalencia de herpesvirus porcino, arterivirus porcino, virus influenza porcino, circovirus porcino, *Mycobacterium avium*, *Mycobacterium bovis* y clamidias (Tabla 7.18).

Durante el período analizado no se ha encontrado rastro inmunológico de *Brucella suis* biovar. 2 en la población de jabalíes de Sierra Nevada (n =1.103).

Temp.	Prevalencia (%)													
	HvP	SRRP	IvP	Cv	Pv	Er	Lp	Ma	Mb	Cl	SA	SB	SC	SD
2003-04	29,79	0,00	0,00	na	27,66	6,38	2,13	0,00	0,00	na	0,00	4,20	0,00	0,00
2004-05	8,54	0,00	12,60	na	27,24	5,69	2,03	0,00	15,04	na	0,00	1,20	0,81	0,80
2005-06	23,81	0,00	8,33	0,00	15,48	2,38	3,57	0,00	7,14	2,38	1,00	4,00	1,19	2,00
2006-07	7,63	0,00	16,10	12,71	22,03	6,78	3,39	2,54	5,08	0,00	0,00	6,00	0,85	2,00
2007-08	14,89	6,91	17,02	23,94	29,79	9,04	4,26	10,16	2,14	7,45	0,00	0,00	3,19	0,00
2008-09	15,04	1,57	24,24	21,05	25,56	6,87	3,03	12,03	3,76	20,30	0,00	0,00	3,76	0,00
2009-10	18,47	4,88	18,82	18,12	20,21	10,10	4,18	0,00	6,97	16,72	0,00	0,00	2,44	0,00

Tabla 7.17. Prevalencia para cada una de los agentes infecciosos analizados en los jabalíes del Parque Nacional de Sierra Nevada para cada temporada cinegética (en tanto por ciento) \* na: no analizada. HvP: herpesvirus porcino; SRRP: arterivirus porcino; IvP: virus influenza porcino; Cv: circovirus porcino; Pv: parvovirus porcino; Er: *Erysipelothrix rhusiopathiae*; Lp: *Leptospira pomona*; Ma: *Mycobacterium avium*; Mb: *Mycobacterium bovis*; Cl: *Chlamydia/Chlamydiaceae* sp.; SA: *Salmonella* serovar A; SB: *Salmonella* serovar B; SC: *Salmonella* serovar C; SD: *Salmonella* serovar D.

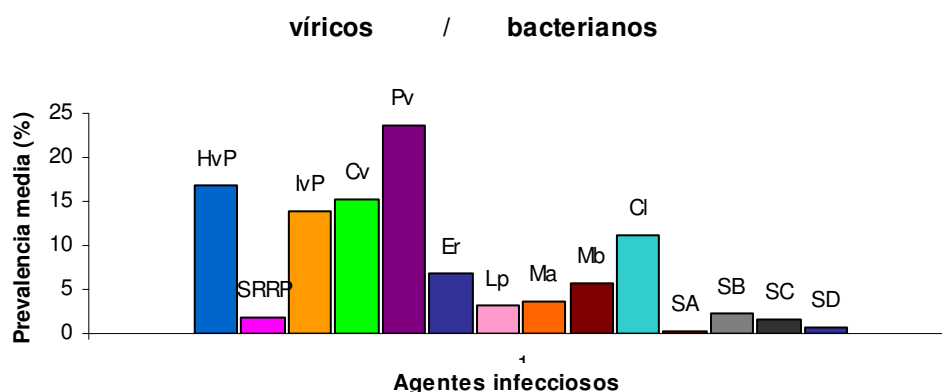


Figura 7.9. Prevalencia media obtenida para cada uno de los agentes infecciosos estudiados. HvP: herpesvirus porcino; SRRP: arterivirus porcino; IvP: virus influenza porcino; Cv: circovirus porcino; Pv: parvovirus porcino; Er: *Erysipelothrix rhusiopathiae*; Lp: *Leptospira pomona*; Ma: *Mycobacterium avium*; Mb: *Mycobacterium bovis*; Cl: *Chlamydia/Chlamydiaceae* sp.; SA: *Salmonella* serovar A; SB: *Salmonella* serovar B; SC: *Salmonella* serovar C; SD: *Salmonella* serovar D.

Agente infeccioso	Temporada		
	$\chi^2$	df	p
HvP	27,94	6	<0,001
SRRP	40,94	6	<0,001
IvP	32,95	6	<0,001
Cv	39,95	4	<0,001
Pv	12,44	6	0,053
Er	8,11	6	0,230
Lp	2,83	6	0,829
Ma	81,82	6	<0,001
Mb	38,40	6	<0,001
Cl	56,73	4	<0,001
SA	3,47	6	0,325
SB	6,66	6	0,083
SC	8,58	6	0,198
SD	2,88	6	0,577

Tabla 7.18. Resultados de los GLMs analizando el efecto de la variable temporal “año-temporada” sobre la prevalencia de cada uno de los 14 agentes infecciosos analizados en los jabalíes de Sierra Nevada. HvP: herpesvirus porcino; SRRP: arterivirus porcino; IvP: virus influenza porcino; Cv: circovirus porcino; Pv: parvovirus porcino; Er: *Erysipelothrix rhusiopathiae*; Lp: *Leptospira pomona*; Ma: *Mycobacterium avium*; Mb: *Mycobacterium bovis*; Cl: *Chlamydia / Chlamydiaceae* sp.; SA: *Salmonella* serovar A; SB: *Salmonella* serovar B; SC: *Salmonella* serovar C; SD: *Salmonella* serovar D.  $\chi^2$ : Chi-cuadrado. df: grados libertad; p: nivel significación.

### 7.3.2. Variación espacial de las prevalencias.

Se encontraron diferencias significativas en los niveles de prevalencia de los agentes infecciosos analizados en los jabalíes del Parque Nacional de Sierra Nevada a nivel espacial, excepto para SA, SB, SC y SD debido al bajo número de positivos detectados (Tabla 7.19). En el capítulo 8 se utilizan diversos índices epidemiológicos y el sistema de información geográfica (arcGIS 9.3) para profundizar en los patrones espaciales de emergencia y dispersión de los agentes estudiados, analizando los pasillos de propagación y caracterizando epidemiológicamente el territorio.

Agente infeccioso	Lugares (manchas)		
	$\chi^2$	df	p
HvP	261,50	72	<0,001
SRRP	92,81	72	0,049
IvP	213,81	72	<0,001
Cv	254,81	58	<0,001
Pv	237,51	72	<0,001
Er	130,50	72	<0,001
Lp	125,61	72	<0,001
Ma	121,82	72	<0,001
Mb	194,41	72	<0,001
Cl	183,14	58	<0,001
SA	7,13	43	0,998
SB	44,40	43	0,413
SC	88,20	72	0,094
SD	24,30	43	0,991

Tabla 7.19. Resultados de los GLMs que evalúa el efecto de la variable "mancha" sobre la prevalencia de los 14 agentes infecciosos analizados en los jabalíes del Parque Nacional de Sierra Nevada. HvP: herpesvirus porcino; SRRP: arterivirus porcino; IvP: virus influenza porcino; Cv: circovirus porcino; Pv: parvovirus porcino; Er: *Erysipelothrix rhusiopathiae*; Lp: *Leptospira pomona*; Ma: *Mycobacterium avium*; Mb: *Mycobacterium bovis*; Cl: *Chlamydia/Chlamydiaceae* sp.; SA: *Salmonella* serovar A; SB: *Salmonella* serovar B; SC: *Salmonella* serovar C; SD: *Salmonella* serovar D.  $\chi^2$ : Chi-cuadrado. df: grados libertad; p: nivel significación.

### 7.3.3. Distribución de agentes infecciosos a nivel individual.

La detección de agentes infecciosos (presencia de anticuerpos o evidencias de *Mycobacterium* sp.) en la muestra total estudiada indica que más del 67 % de los jabalíes presentaron alguna evidencia de haber estado en contacto, al menos, con un agente infeccioso de los estudiados (Figura 7.10).

No se encontraron diferencias significativas en el número de agentes infecciosos detectados por individuo en función del sexo ( $F_{1,1019}=0,12$ ;  $p=0,730$ ), la edad ( $F_{3,1019}=0,40$ ;  $p=0,755$ ) y su interacción ( $F_{3,1019}=1,46$ ;  $p=0,225$ ).

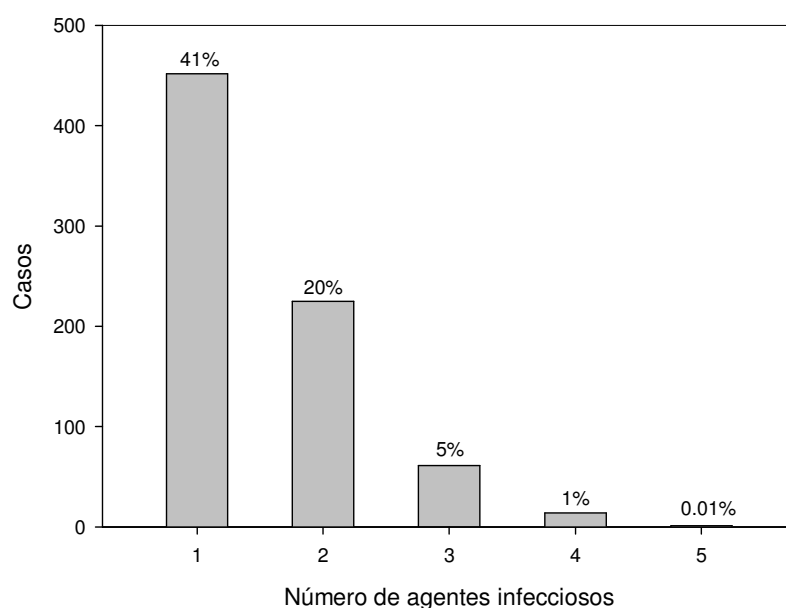


Figura 7.10. Número de casos y porcentaje de agentes infecciosos detectados por individuo (presencia de anticuerpos o evidencias para Mb y Ma), para el total de la muestra y período de estudio.

### 7.3.4. Distribución de prevalencias en función de los atributos individuales: sexo y edad.

En la Tabla 7.20 se muestra la prevalencia obtenida para cada una de las clases de edad y sexos en la población de jabalíes de Sierra Nevada. Los valores obtenidos son similares entre todos los individuos.

El análisis estadístico no refleja diferencias significativas en la probabilidad de presentar anticuerpos (evidencias en caso de Mb/Ma) para ninguno de los agentes infecciosos analizados en función del sexo, la clase de edad y su interacción (Tabla 7.21).

Agente infeccioso	Machos (clases edad)				Hembras (clases edad)			
	0	1	2	3	0	1	2	3
HvP	0,13	0,12	0,16	0,17	0,15	0,15	0,15	0,14
SRRP	0,03	-	0,04	0,02	0,04	0,02	0,05	0,01
IvP	0,14	0,19	0,15	0,20	0,14	0,21	0,18	0,15
Cv	0,22	0,23	0,16	0,12	0,12	0,12	0,20	0,18
Pv	0,26	0,19	0,19	0,27	0,24	0,25	0,26	0,23
Er	0,07	0,12	0,06	0,06	0,07	0,04	0,14	0,05
Lp	0,06	0,02	0,04	0,01	0,04	0,02	0,06	0,02
Ma	0,10	0,03	0,06	0,01	0,02	-	0,04	0,03
Mb	0,04	0,05	0,07	0,12	0,04	0,06	0,07	0,07
Cl	0,10	0,13	0,09	0,08	0,06	0,15	0,18	0,11
SA	-	-	-	-	-	-	-	0,01
SB	0,03	0,10	0,04	0,04	0,03	-	-	0,02
SC	0,01	0,03	-	0,04	-	0,04	0,01	0,02
SD	0,03	-	-	-	0,03	0,07	0,03	0,01

Tabla 7.20. Prevalencia para cada una de los agentes infecciosos analizados en los jabalíes del Parque Nacional de Sierra Nevada y el total en función del sexo y la clase de edad (0: 6-9 meses; 1: 10 a 12 meses; 2: 13-24 meses; 3 >24 meses. HvP: herpesvirus porcino; SRRP: arterivirus porcino; IvP: virus influenza porcino; Cv: circovirus porcino; Pv: parvovirus porcino; Er: *Erysipelothrix rhusiopathiae*; Lp: *Leptospira pomona*; Ma: *Mycobacterium avium*; Mb: *Mycobacterium bovis*; Cl: *Chlamydia* / *Chlamydiaceae* sp.; SA: *Salmonella* serovar A; SB: *Salmonella* serovar B; SC: *Salmonella* serovar C; SD: *Salmonella* serovar D.



Agente infeccioso	Análisis de significación (GLMMs)		
	Sexo	Clase edad	Inter. Sexo-Clase edad
HvP (n =1.103)	$\chi^2=0,17$ ; df=1; $p=0,678$	$\chi^2=0,24$ ; df=3; $p=0,871$	$\chi^2=0,21$ ; df=3; $p=0,889$
IvP (n =1.102)	$\chi^2=0,01$ ; df=1; $p=0,999$	$\chi^2=0,24$ ; df=3; $p=0,871$	$\chi^2=0,59$ ; df=3; $p=0,622$
Cv (n = 810)	$\chi^2=1,39$ ; df=1; $p=0,238$	$\chi^2=0,19$ ; df=3; $p=0,903$	$\chi^2=2,55$ ; df=3; $p=0,055$
Pv (n =1.103)	$\chi^2=0,30$ ; df=1; $p=0,586$	$\chi^2=0,30$ ; df=3; $p=0,827$	$\chi^2=0,99$ ; df=3; $p=0,397$
Er (n =1.101)	$\chi^2=0,04$ ; df=1; $p=0,836$	$\chi^2=0,66$ ; df=3; $p=0,575$	$\chi^2=1,75$ ; df=3; $p=0,156$
Lp (n =1.102)	$\chi^2=0,16$ ; df=1; $p=0,692$	$\chi^2=2,06$ ; df=3; $p=0,104$	$\chi^2=0,54$ ; df=3; $p=0,654$
Mb (n=1.102)	$\chi^2=0,23$ ; df=1; $p=0,631$	$\chi^2=1,21$ ; df=3; $p=0,303$	$\chi^2=0,68$ ; df=3; $p=0,562$
CI (n = 810)	$\chi^2=0,36$ ; df=1; $p=0,548$	$\chi^2=1,22$ ; df=3; $p=0,310$	$\chi^2=1,09$ ; df=3; $p=0,351$

Tabla 7.21. Análisis de significación en función de los atributos individuales: sexo, edad y su interacción, para el conjunto de agentes estudiados. El bajo número de datos y su distribución entre las diferentes clases de edad no han cumplido los criterios mínimos para poder realizar el análisis para SRRP, Ma, SA, SB, SC, SD. HvP: herpesvirus porcino; SRRP: arterivirus porcino; IvP: virus influenza porcino; Cv: circovirus porcino; Pv: parvovirus porcino; Er: *Erysipelothrix rhusiopathiae*; Lp: *Leptospira pomona*; Ma: *Mycobacterium avium*; Mb: *Mycobacterium bovis*; CI: *Chlamydia / Chlamydiaceae* sp.; SA: *Salmonella* serovar A; SB: *Salmonella* serovar B; SC: *Salmonella* serovar C; SD: *Salmonella* serovar D.  $\chi^2$ : Chi-cuadrado. df: grados libertad;  $p$ : nivel significación.

### 7.3.5. Asociación de agentes infecciosos.

En la Tabla 7.22 se muestra la probabilidad de que cuando una de los agentes infecciosos testados (columna de la izquierda) está presente (presencia de anticuerpos o evidencias de Mb y Ma), también lo esté alguno de los representados en la fila superior.

	HvP	SRRP	IvP	Cv	Pv	Er	Lp	Ma	Mb	Cl	SA	SB	SC	SD	n
HvP		0,04	0,11	0,17	<u>0,23</u>	0,05	0,02	0,02	0,02	0,12	0,01	0,03	0,03	0,01	165
SRRP	0,24		0,34	0,31	0,03	0,07	0,00	0,03	0,07	0,17	0,00	0,00	0,03	0,00	29
IvP	0,11	0,05		0,20	0,17	0,04	0,07	0,05	0,04	0,11	<u>0,02</u>	0,06	0,02	0,04	179
Cv	0,16	0,06	0,21		<u>0,24</u>	0,07	0,09	0,04	0,01	0,16	0,00	0,00	0,03	0,00	140
Pv	<u>0,14</u>	0,01	0,12	0,18		<u>0,08</u>	0,03	0,03	0,07	0,10	0,00	0,00	0,03	0,01	266
Er	0,11	0,03	0,09	0,16	<u>0,26</u>		0,05	0,04	0,04	0,08	0,00	0,00	0,01	0,00	81
Lp	0,00	0,00	0,32	0,39	0,22	0,11		0,05	0,08	0,26	0,00	0,00	0,03	0,00	37
Ma	0,08	0,03	0,26	0,16	0,26	0,08	0,05		0,03	0,05	0,00	<u>0,66</u>	0,03	0,00	38
Mb	0,04	0,02	0,10	0,05	0,24	0,04	0,04	0,01		0,07	0,00	0,02	0,00	0,00	78
Cl	0,16	0,05	0,19	0,25	0,20	0,05	0,09	0,02	0,03		0,00	0,00	0,06	0,00	91
SA	<u>1,00</u>	0,00	<u>1,00</u>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	1
SB	0,14	0,00	<u>0,21</u>	0,00	0,00	0,00	0,00	<u>0,14</u>	0,07	0,00	0,00		0,00	0,00	14
SC	0,23	0,05	0,14	0,25	0,32	0,04	0,04	0,04	0,00	0,30	0,00	0,00		0,00	22
SD	0,17	0,00	0,33	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		6

Tabla 7.22. Probabilidad de asociación entre pares de agentes infecciosos en los jabalíes del Parque Nacional de Sierra Nevada. Los colores indican diferentes categorías de probabilidad: blanco: 0 - 24%; azul claro: 25 - 49%; azul intermedio: 50 - 74%; azul oscuro: 75 - 100%. La columna "n" indica el número de casos positivos para cada uno de los agentes focales de la columna de izquierda. Las asociaciones significativas se marcan en negro y subrayado ( $p < 0,05$ ). HvP: herpesvirus porcino; SRRP: arterivirus porcino; IvP: virus influenza porcino; Cv: circovirus porcino; Pv: parvovirus porcino; Er: *Erysipelothrix rhusiopathiae*; Lp: *Leptospira pomona*; Ma: *Mycobacterium avium*; Mb: *Mycobacterium bovis*; Cl: *Chlamydia / Chlamydiaceae* sp.; SA: *Salmonella* serovar A; SB: *Salmonella* serovar B; SC: *Salmonella* serovar C; SD: *Salmonella* serovar D.

Los agentes Pv (parvovirus porcino), IvP (virus influenza porcino), y HvP (herpesvirus porcino) aparecen más veces asociados con otros; aunque el número de asociaciones ha sido, por lo general bajo.

Entre las asociaciones de pares de infecciones con mayor probabilidad (coloreadas en azul en la Tabla 7.22) destacan por su mayor presencia aquellas en que participan IvP (virus influenza porcino) y Cv (circovirus porcino). Entre estas combinaciones puede aparecer algún proceso significativo de coinfección. Resulta significativa la asociación entre *Mycobacterium avium* y *Salmonella* serovar B.

### 7.3.6. Prevalencias y densidad poblacional.

En general, se ha encontrado un efecto de la densidad (ver capítulo 6) sobre la prevalencia obtenida de cada una de los agentes infecciosos evaluados. Analizando cada una de ellos por separado se encontraron tanto efectos positivos como efectos negativos. (Tabla 7.23).

Agente infeccioso	Densidad			
	$\chi^2$	df	p	n
HvP	10,10	1	0,001	1.101
SRRP	0,19	1	0,662	1.100
IvP	1,78	1	0,182	1.100
Cv	1,19	1	0,275	809
Pv	2,08	1	0,149	1.100
Er	4,09	1	0,043	1.100
Lp	0,24	1	0,625	1.100
Ma	5,16	1	0,023	1.100
Mb	2,76	1	0,097	1.100
Cl	0,81	1	0,367	809
SA	0,00	0	0,000	466
SB	0,33	1	0,568	466
SC	0,00	0	0,000	1.100
SD	0,45	1	0,504	467

Tabla 7.23. Resultados de los GLMMs analizando el efecto de la variable "densidad" en la prevalencia de 14 agentes infecciosos analizados en los jabalíes del Parque Nacional de Sierra Nevada. HvP: herpesvirus porcino; SRRP: arterivirus porcino; IvP: virus influenza porcino; Cv: circovirus porcino; Pv: parvovirus porcino; Er: *Erysipelothrix rhusiopathiae*; Lp: *Leptospira pomona*; Ma: *Mycobacterium avium*; Mb: *Mycobacterium bovis*; Cl: *Chlamydia/Chlamydiaceae* sp.; SA: *Salmonella* serovar A; SB: *Salmonella* serovar B; SC: *Salmonella* serovar C; SD: *Salmonella* serovar D.  $\chi^2$ : Chi-cuadrado. df: grados libertad; p: nivel significación.

Se observa un efecto positivo de la densidad sobre el número de agentes infecciosos detectados (presencia de anticuerpos/evidencias de Mb y Ma) por individuo ( $F_{1,1095}=3,30$ ;  $p=0,069$ ). En las figuras siguientes se muestran las relaciones estadísticamente significativas ( $p<0,05$ ) entre la prevalencia estimada (estimado a partir de los resultados de los modelos) y la densidad de jabalíes (número de individuos/Km<sup>2</sup>) (Figuras 7.11, 7.12, 7.13 y 7.14). El efecto más llamativo es la relación negativa para Ma. Sin embargo, los valores observados han coincidido con el patrón predicho por el modelo.

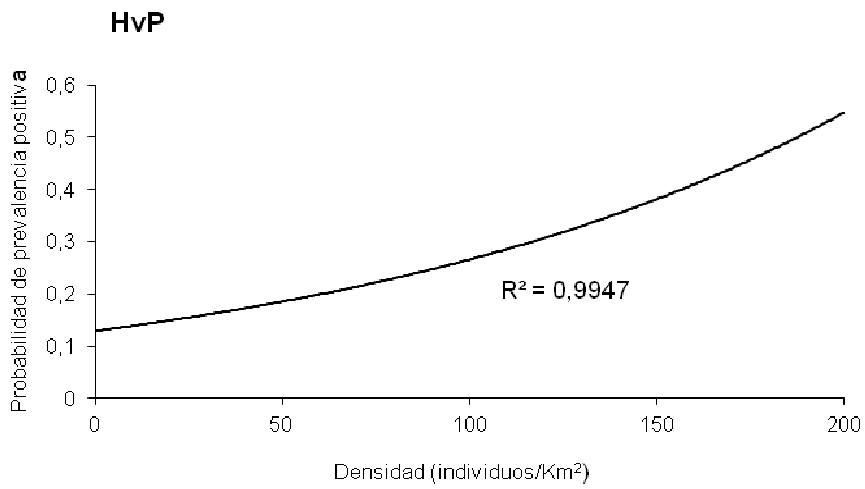


Figura 7.11. Probabilidad de prevalencia positiva para HvP (herpesvirus porcino) en función de la densidad.

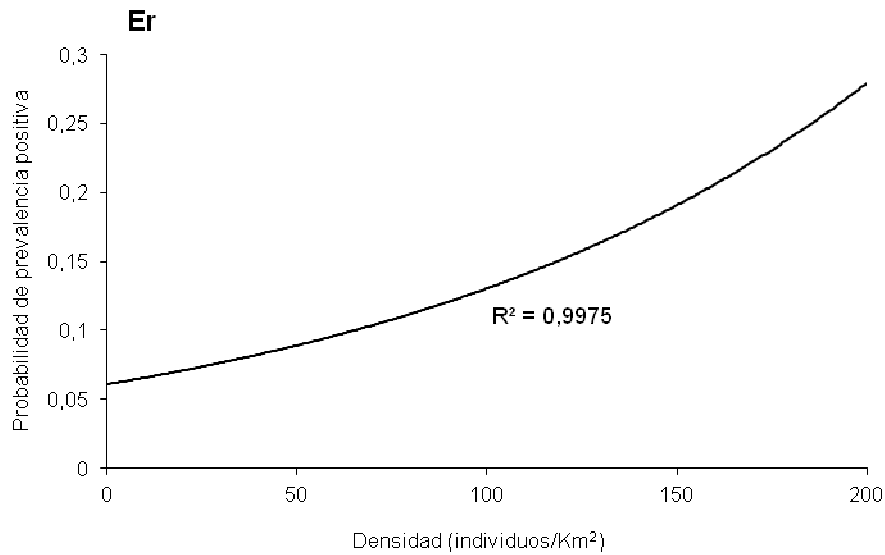


Figura 7.12. Probabilidad de prevalencia positiva para Er (*Erysipelothrix rhusiopathiae*) en función de la densidad.

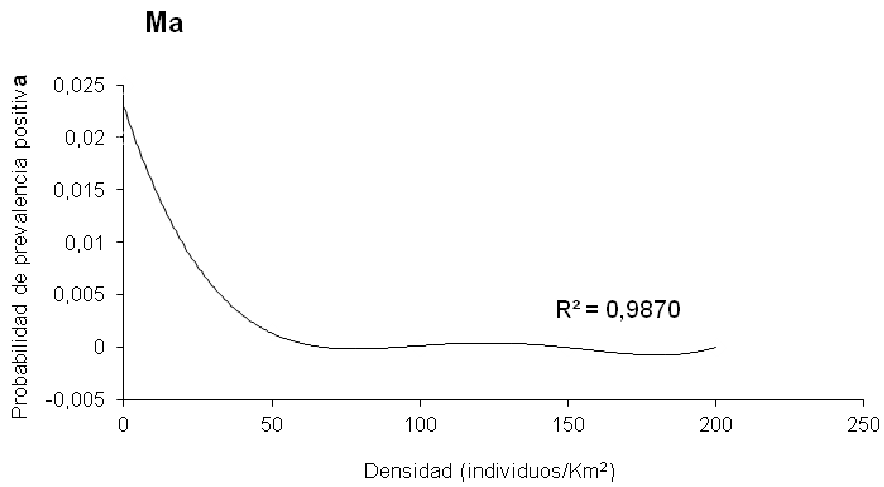


Figura 7.13. Probabilidad de prevalencia positiva para Ma (*Mycobacterium avium*) en función de la densidad.

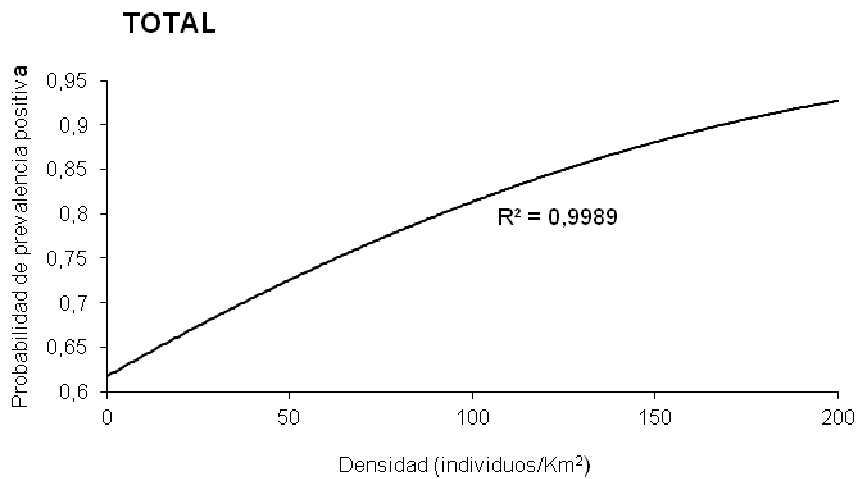


Figura 7.14. Probabilidad de prevalencia positiva para el TOTAL de agentes infecciosos detectados por individuo en función de la densidad.





## **ESTUDIO SANITARIO II**

**CAPÍTULO 8**  
*Agentes patógenos en la población de jabalí del Parque Nacional Sierra Nevada.*

---





## ÍNDICE DEL CAPÍTULO

### CAPÍTULO 8. ESTUDIO SANITARIO II.

#### ***Agentes patógenos en la población de jabalí del Parque Nacional Sierra Nevada.***

8.1.	Justificación y objetivos .....	229
8.2.	Material y métodos .....	229
8.2.1.	Procedencia, número de muestras y envío .....	229
8.2.2.	Métodos de estudio .....	229
8.2.3.	Análisis estadísticos y territoriales .....	232
8.3.	Resultados .....	233
8.3.1.	Herpesvirus porcino, HvP (Enfermedad de Aujeszky) .....	233
8.3.2.	Arterivirus porcino, SRRP (Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino) .....	236
8.3.3.	Virus Influenza porcino, IvP (Gripe porcina) .....	239
8.3.4.	Circovirus porcino, Cv (Síndrome del Desmedro) .....	242
8.3.5.	Parvovirus Porcino, Pv (Parvovirus) .....	245
8.3.6.	<i>Erysipelotrix rhusiopathiae</i> , Er (Mal rojo) .....	246
8.3.7.	<i>Leptospira pomona</i> , Lp (Leptospirosis) .....	251
8.3.8.	<i>Mycobacterium avium</i> , Ma (Tuberculosis aviar) .....	254
8.3.9.	<i>Mycobacterium bovis</i> , Mb (Tuberculosis bovina) .....	257
8.3.10.	<i>Chlamydia sp.</i> y <i>Chlamydiaceae sp.</i> , CI (Clamidiosis /Clamidofilosis) .....	262
8.3.11.	<i>Salmonella sp.</i> , SC (Salmonelosis-Paratífus) .....	265
8.3.12.	Distribución y valoración epidemiológica global .....	268
8.3.13.	Asociación de agentes infecciosos en lugares de detección .....	275



## 8. ESTUDIO SANITARIO II.

### 8.1. Justificación y objetivos.

La gestión sanitaria respecto a cualquier posible infección implica el conocimiento epidemiológico del territorio con el fin de establecer el riesgo directo de la misma. Este conocimiento se puede implementar a través de diversos elementos, siendo imprescindible siempre una investigación epidemiológica cuantitativa, lo que implica una correcta representación territorial y una permanencia en el tiempo. Normalmente esto se plasma en lo que se conocen como planes de vigilancia epidemiológica. Sin embargo, y con anterioridad a la elaboración de una estrategia de vigilancia epidemiológica, es preciso tener un conocimiento epidemiológico del territorio con objeto de identificar los principales riesgos sanitarios, orientar prospecciones y optimizar recursos, máxime en un territorio como Sierra Nevada, en donde no existe ningún antecedente al respecto.

El objetivo principal del presente capítulo es definir el estado epidemiológico de los jabalíes del Parque Nacional de Sierra Nevada en relación con los diferentes agentes infecciosos estudiados, concretando una caracterización territorial que defina los corredores de difusión de cada infección y los respectivos riesgos de contagio.

### 8.2. Material y Métodos.

#### 8.2.1. Procedencia, número de muestras y envío.

(ver capítulo 7, apartado 7.2.1.)

#### 8.2.2. Métodos de estudio.

##### *Índices colectivos*

Para la definición del estado epidemiológico de la población de jabalíes se han empleado los índices colectivos definidos e interpretados en la Tabla 8.1. Estos índices se han calculado para cada uno de los agentes estudiados. Para herpesvirus porcino, arterivirus porcino, virus influenza porcino, parvovirus porcino, *Erysipelothrix rhusiopahtiae*, *Leptospira pomona* y *Salmonella* sp. se han categorizado frecuencias de aparición y tasas medias de anticuerpos (Tabla 8.2), lo que ha permitido caracterizar con exactitud los lugares donde han aparecido jabalíes seropositivos, definiendo su situación epidemiológica. Para circovirus porcino y *Chlamydae/Chlamydiaceae* sp., en los que se desconoce la intensidad de la respuesta inmunitaria del jabalí, y en el caso de *Mycobacterium avium* y *Mycobacterium bovis* (de los que no se han realizado análisis de sueros), el estudio espacio-temporal ha sido similar, si bien la definición epidemiológica de estos lugares ha sido más limitada.

Índice		Definición	Interpretación
Prevalencia o frecuencia de jabalíes seropositivos	Fr	Relación entre el número de jabalíes seropositivos y el total analizados en un determinado momento.	Proporciona una idea amplia de la difusión del agente infeccioso, ya que capta tanto a los animales realmente infectados como también a otros que estuvieron infectados aunque ya no albergan el microorganismo causante.
Prevalencia o frecuencia de jabalíes seropositivos en lugares o manchas afectadas	Frs*	Relación entre el número de jabalíes seropositivos y el total analizado en las manchas (lugares) afectadas en un determinado momento.	Proporciona información sobre el nivel de difusión del agente infeccioso en los lugares donde ha sido detectado (animales seropositivos).
Frecuencia de lugares afectados	FM	Relación entre los lugares con animales seropositivos y lugares analizados.	Informa acerca de la dispersión del agente infeccioso en un territorio.
Título Geométrico Medio de anticuerpos	TGM/ (DO)	Nivel medio de anticuerpos encontrados en un lugar, en un momento o tiempo determinado.	El título geométrico medio informa sobre el estado global de la infección en un colectivo, dando información relativa acerca del momento cronológico en que se encuentra la infección en un colectivo (también se ha calculado utilizando expresión inversa por DO-densidad óptica, en reacciones de competición)
Infección activa	IA	Razón entre el número de animales con títulos de anticuerpos altos o muy altos y el número de animales seropositivos.	Informa de una infección patente intensa (activa multiplicación del agente infeccioso) y próxima en el tiempo al momento del análisis serológico.

Tabla 8.1. Relación de índices colectivos empleados en el estudio epidemiológico. En el caso de las micobacterias los índices de frecuencia Fr, Frs\* y FM se establecen sobre los jabalíes en donde se han identificado las bacterias (portadores).

La definición de los estados epidémicos para cada uno de los agentes infecciosos se ha estimado en cada temporada, y dentro de esta, para cada lugar analizado, en función de una serie de correlaciones semicuantitativas entre índices colectivos (Frs\*, TGM, IA), (Tabla 8.3). Así, para un determinado lugar se ha considerado:

- Que los picos epidémicos se producen cuando los títulos geométricos medios de anticuerpos de los jabalíes serorreaccionantes son altos o muy altos, el índice de infección activa es elevado y las frecuencias de infectados también son altas o muy altas.
- Que las fases interepidémicas tienen lugar cuando aparecen, tanto frecuencias de seropositivos, razón de infección activa, como títulos geométricos medios bajos o muy bajos
- Que títulos medios indican generalmente una fase epidémica regresiva en mayor o menor grado.
- Que títulos altos o muy altos indican una fase epidémica creciente, que puede clasificarse como inicial, si la frecuencia de seropositivos es baja o muy baja o progresiva si la frecuencia de seropositivos es media o alta.

Categoría	Frecuencia Frs*	TGM/DO						
		HvP (DO)	SRRP (DO)	IvP (TGM)	Pv (TGM)	Er (TGM)	Lp (TGM)	S (TGM)
Muy alta	>0,500	<0,200	<0,100	>1:160	>1:2.560	>1:640	>1:3.200	>1:320
Alta	0,499-0,350	0,200-0,299	0,100-0,249	1:160-1:80	1:2.560-1:1.280	1:640 -1:300	1:3.200-1:1600	1:320-1:160
Media	0,349-0,200	0,300-0,499	0,250-0,499	1:80-1:40	1:1.280-1:640	1:300-1:160	1:1600-1:400	1:160-1:80
Baja	0,199-0,100	0,500-0,600	0,500-0,650	1:40-1:10	1:640-1:160	1:160-1:80	1:400-1:100	1:80-1:40
Muy baja	<0,100	>0,600	>0,650	<1:10	<1:160	<1:80	<1:100	<1:40

Tabla 8.2. Agentes infecciosos. Categoría de frecuencias y niveles de títulos de anticuerpos/densidad óptica que indican intensidad cualitativa de las serorreacciones para los agentes HvP: herpesvirus porcino, SRRP: arterivirus porcino, IvP: virus influenza porcina, Pv: parvovirus porcino, Er: *Erysipelothrix rhusiopahtiae*; Lp: *Leptospira pomona* y S: *Salmonella* sp.; TGM: Título Geométrico Medio; D.O: Densidad Óptica. Niveles facilitados por el laboratorio de Enfermedades Infecciosas de la Facultad de Veterinaria (Universidad de Murcia) y León-Vizcaino 2011.

Índices colectivos	Fase epidémica	Nivel endémico	Riesgo de contagio
Frs* baja/muy baja + TGM alto/muy alto	Inicio	Hipo (endemia) activa	Medio
Frs* media/alta + TGM alto/muy alto	Fase progresiva	Meso (endemia) activa	Alto
Frs* muy alta + TGM alto/muy alto	Pico epidémico	Hiper (endemia) activa	Muy alto
Frs* baja/media/alta + TGM medio/bajo	Fase regresiva	Meso (endemia) poco activa	Medio
Frs* baja/muy baja + TGM bajo/muy bajo	Final. Interepidémica	Hipo (endemia) poco activa	Bajo

Tabla 8.3. Correlación entre índices colectivos y estados epidémicos. Fuente: Laboratorio de Enfermedades Infecciosas de la Facultad de Veterinaria (Universidad de Murcia). Frs\*: Frecuencia de jabalíes seropositivos en lugares o manchas muestreadas. TGM: Título Geométrico Medio.

En la Figura 8.1 se esquematiza de forma teórica la evolución epidemiológica de la infección colectiva basada en la prevalencia; marcada por el umbral de frecuencia (nivel epidémico de alarma) que determina la emersión de la epidemia a partir de estados interepidémicos, con escasa o nula presencia de esta. La presencia de serorreacciones bajas o muy bajas cabe considerarlas respuestas retácticas que no contribuyen a la expansión ni a su mantenimiento. La fase especular de la epidemia, en alza o “progresión” viene caracterizada por la presencia de serorreacciones altas y muy altas.

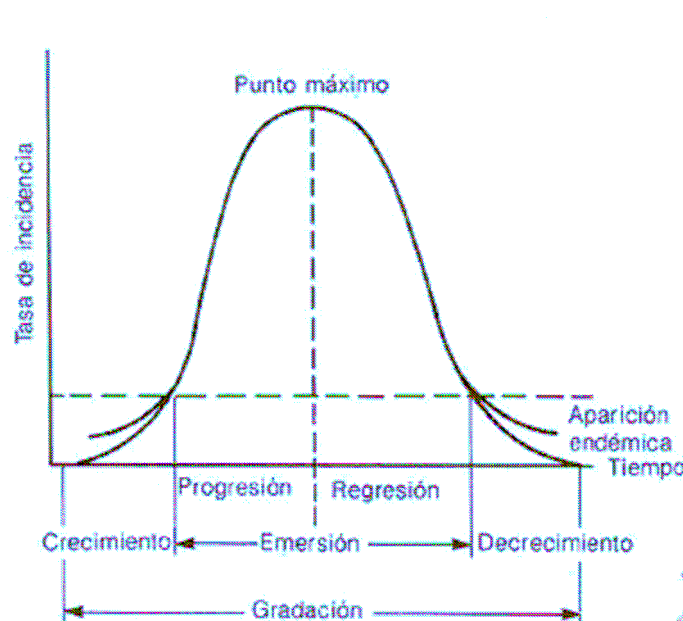


Figura 8.1. Esquema de la evolución epidémica simplificada.  
Extraído de Thrusfield, 1990.

### 8.2.3. Análisis estadísticos y territoriales.

El estudio epidemiológico en la manchas (lugares) se ha realizado con un diseño transversal, con períodos de captura de datos limitados a la temporada cinegética (octubre-febrero), por lo que se han realizado pruebas de homogeneidad entre temporadas (de un solo estrato) y tablas de contingencia (2x2 simples) para cada temporada e índices de frecuencia. Para estos análisis se ha empleado el programa EPIDAT proporcionado por la Consellería de Sanidade de la Xunta de Galicia. Las pruebas de homogeneidad incorporan la prevalencia (índice Fr) obtenida en el capítulo 7, si bien se aportan nuevos elementos de análisis como la *odds ratio* para este índice y la evolución detallada segregada por sexos.

El análisis territorial se ha realizado utilizando el sistema de información geográfico Arc Gis 9.3 ESRI.

### 8.3. Resultados.

#### 8.3.1. Herpesvirus porcino, HvP (enfermedad de Aujeszky).

Los índices epidemiológicos de frecuencia obtenidos a partir de los análisis serológicos relativos a herpesvirus porcino, responsable de la Enfermedad de Aujeszky, se han resumido en la Tabla 8.4. Durante las siete temporadas cinegéticas estudiadas hemos identificado 165 jabalíes seropositivos en los 1.103 analizados. En la Figura 8.2 (a, b y c) se representa la evolución de los tres índices epidemiológicos analizados.

Índices epidemiológicos HvP	Media	de	Homogeneidad temporadas		
			$\chi^2$	gl	<i>p</i>
<b>Fr</b>	16,88	7,96	29,01	6	<b>&lt;0,001</b>
Fr♂	16,58	9,69	15,16	6	<b>0,019</b>
Fr♀	16,93	6,58	15,59	6	<b>0,016</b>
<b>FM</b>	32,10	14,76	7,48	6	0,279
<b>Frs*</b>	40,68	4,82	3,76	6	0,709
Frs*♂	38,68	9,40	4,75	6	0,580
Frs*♀	44,15	12,74	12,22	6	0,057

Tabla 8.4. Índices epidemiológicos de frecuencia para herpesvirus porcino; **Fr**: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados; **Fr♂**: nº machos seropositivos/nº machos analizados; **Fr♀**: nº hembras seropositivas/nº hembras analizadas; **FM**: nº lugares con jabalíes seropositivos/nº lugares analizados; ; **Frs\***: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados en lugares con jabalíes seropositivos. **Frs\*♂**: nº machos seropositivos/ nº machos analizados en lugares con jabalíes seropositivos; **Frs\*♀**: nº hembras seropositivas/ nº hembras analizadas en lugares con jabalíes seropositivos; **de**: desviación estándar. Los índices aparecen en %.  $\chi^2$ : Chi-cuadrado; **gl**: grados libertad; **p**: nivel significación; Nivel de significación  $p < 0,05$  resaltado en negro.

Han aparecido diferencias estadísticamente significativas de la prevalencia (Fr) entre las temporadas cinegéticas estudiadas. Esto viene condicionado por la muy alta prevalencia encontrada la temporada 2003-2004 y las bajas prevalencias aparecidas en las temporadas 2004-2005 y 2006-2007. También existen diferencias estadísticamente significativas para las prevalencias aparecidas en cada sexo (Fr♂, Fr♀) entre las temporadas estudiadas. El riesgo estadístico, o probabilidad de que ocurra contagio es estadísticamente significativo y moderadamente elevado en las temporadas 2003-2004 ( $or=2,54$ ;  $p=0,007$ ) y 2006-2007 ( $or=1,88$ ;  $p=0,027$ ). En el resto de temporadas resulta indiferente o bajo.

La prevalencia en los lugares o manchas donde aparecieron jabalíes seropositivos (Frs\*) no manifiesta significación estadística entre las temporadas analizadas; tampoco aparecen diferencias significativas en las prevalencias segregadas por sexos entre las temporadas estudiadas. En estos lugares, la proporción de hembras seropositivas fue mayor que la de machos (Frs\*♂=38,68% y Frs\*♀=44,15%), habiéndose detectado diferencias significativas entre sexos ( $\chi^2=35,34$ ; 6 gl;  $p < 0,001$ ).

La difusión de herpesvirus porcino (FM) resultó amplia en el Parque Nacional de Sierra Nevada.

Excepto en la temporada 2003-2004, fueron frecuentes los lugares donde aparecieron animales con títulos de anticuerpos altos o muy altos, indicando un contacto reciente con el virus. Se concentraron en las comarcas del Marquesado del Zenete (norte) y Alpujarra (sur). Estas zonas constituyen, en primera aproximación, las áreas en las que ha existido una circulación más activa del virus y donde se ha constatado la existencia de animales potencialmente contagiantes.

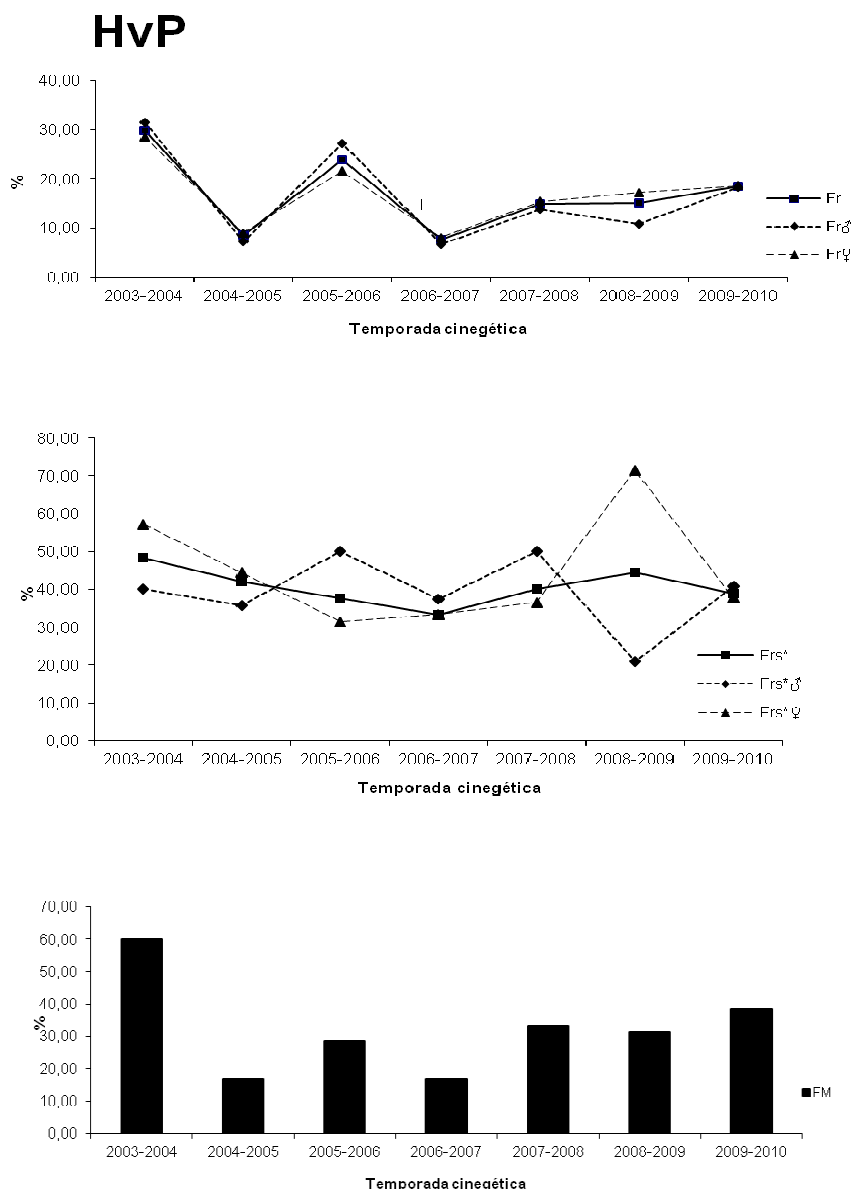


Figura 8.2 (a, b y c). Evolución de los índices epidemiológicos para herpesvirus porcino durante el período de estudio. **Fr**: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados; **Fr♂**: nº machos seropositivos/nº machos analizados; **Fr♀**: nº hembras seropositivas/nº hembras analizadas; **FM**: nº lugares con jabalíes seropositivos/nº lugares analizados; **Frs\***: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados en lugares con jabalíes seropositivos; **Frs\*♂**: nº machos seropositivos/ nº machos analizados en lugares con jabalíes seropositivos; **Frs\*♀**: nº hembras seropositivas/ nº hembras analizadas en lugares con jabalíes seropositivos.



Estableciendo las relaciones entre los índices colectivos según el procedimiento metodológico establecido, se ha procedido al análisis de los 41 lugares donde aparecieron jabalíes seropositivos a herpesvirus porcino, permitiendo identificar durante el período de estudio 12 focos donde la infección se consideró en fase epidémica progresiva o como pico epidémico (mesoendemia e hiperendemia activa). En ellos, el riesgo de contagio se clasificó como alto o muy alto. En todas las temporadas, excepto en 2003-2004, aparecieron focos con riesgo alto de contagio por herpesvirus. En las dos últimas temporadas los focos de alto riesgo de contagio descendieron notablemente. La distribución de estos lugares no resultó homogénea dentro de comarcas de Sierra Nevada, confirmándose las zonas de el Marquesado de Zenete y Alpujarra como aquellas en donde ha existido una circulación activa y constante en el tiempo de herpesvirus porcino (Figura 8.3).

Se observa una repetición en los lugares donde apareció herpesvirus porcino año tras año. Aunque las manchas no coinciden exactamente, sí resulta trascendente y son identificables los términos municipales en los que ha existido un asentamiento y un potencial contagio de herpesvirus porcino en las diferentes temporadas cinegéticas estudiadas. En la vertiente norte de Sierra Nevada, Huéneja, es el municipio en el que se ha constatado una circulación más constante y activa del virus a lo largo del tiempo (cuatro temporadas), si bien este ha aparecido durante dos temporadas en Ferreira, Lanteira, Aldeire, Dólar, Lugros y Jérez del Marquesado, todos ellos municipios de la misma comarca norte, denominada Marquesado del Zenete. En la vertiente sur de Sierra Nevada (Alpujarra granadina y almeriense) también ha sido constante la presencia del virus. Destacan los municipios de Bérchules y Nevada, donde se detectó la presencia de jabalíes potencialmente contagiantes año tras año, hasta en cuatro de las siete temporadas estudiadas. En otros municipios como Trevélez, Alpujarra de la Sierra, Paterna de Río y Bayárcal aparecieron jabalíes seropositivos, al menos, en dos temporadas.

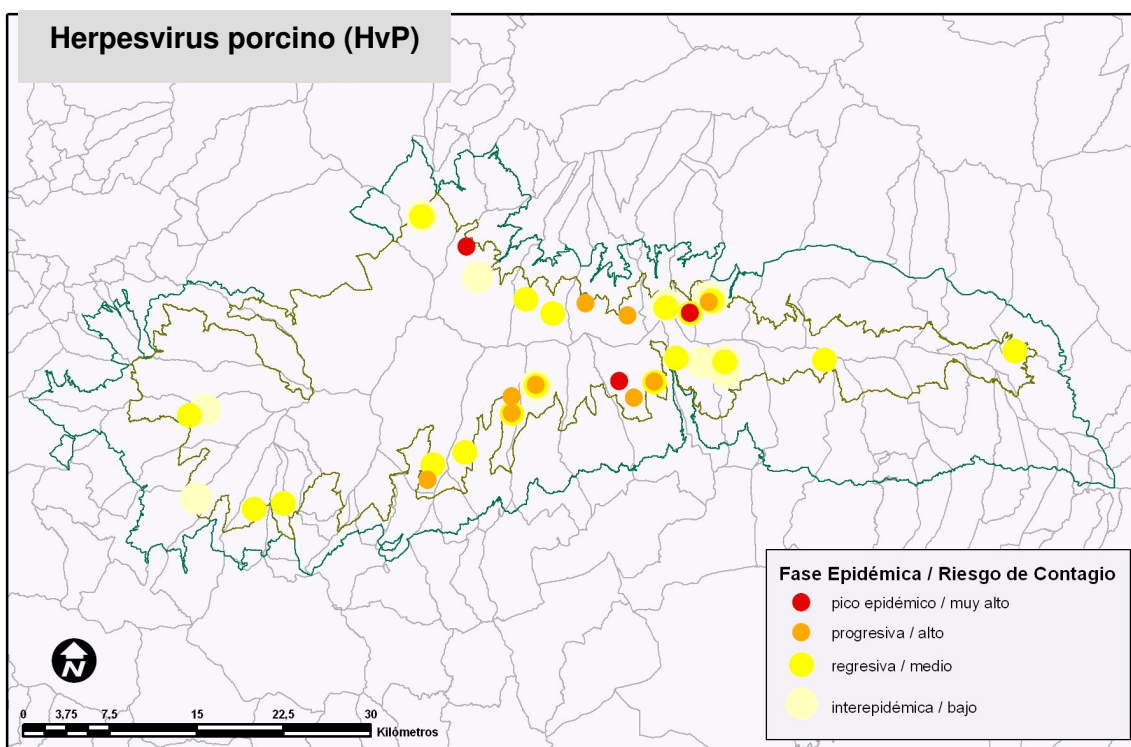


Figura 8.3. Distribución y estados epidémicos de los lugares donde aparecieron jabalíes seropositivos a herpesvirus porcino.

### 8.3.2. Arterivirus porcino, SRRP (Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino).

Los índices epidemiológicos de frecuencia obtenidos a partir de los análisis serológicos relativos a arterivirus porcino, responsable del Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino, se han resumido en la Tabla 8.5. Durante las siete temporadas cinegéticas estudiadas hemos identificado 29 jabalíes seropositivos en los 1.100 analizados. En la Figura 8.2 (a, b y c) se representa la evolución de los tres índices epidemiológicos analizados.

Índices epidemiológicos SRRP	Media	de	Homogeneidad temporadas		
			$\chi^2$	gl	<i>p</i>
<b>Fr</b>	1,90	2,85	32,98	6	<b>&lt;0,001</b>
Fr♂	0,64	0,88	8,44	6	0,207
Fr♀	1,27	2,06	26,17	6	<b>&lt;0,001</b>
<b>FM</b>	4,53	6,46	9,96	6	0,126
<b>Frs*</b>	22,38	5,38	0,38	2	0,827
Frs*♂	18,85	6,80	0,66	2	0,711
Frs*♀	25,37	7,15	0,52	2	0,769

Tabla 8.5. Índices epidemiológicos de frecuencia para arterivirus porcino; **Fr**: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados; **Fr♂**: nº machos seropositivos/nº machos analizados; **Fr♀**: nº hembras seropositivas/nº hembras analizadas; **FM**: nº lugares con jabalíes seropositivos/nº lugares analizados; ; **Frs\***: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados en lugares con jabalíes seropositivos. **Frs\*♂**: nº machos seropositivos/ nº machos analizados en lugares con jabalíes seropositivos; **Frs\*♀**: nº hembras seropositivas/ nº hembras analizadas en lugares con jabalíes seropositivos; **de**: desviación estándar. Los índices aparecen en %.  $\chi^2$ : Chi-cuadrado; **gl**: grados libertad; **p**: nivel significación; Nivel de significación  $p<0,05$  resaltado en negro.

Desde la temporada 2003-2004 hasta la 2006-2007 no ha aparecido ningún caso de serorreacción al virus responsable de SRRP. El elevado número de lugares muestreados y de jabalíes analizados es ( $n^*_{(03/04-06/07)}=67$ ,  $n_{(03/04-06/07)}=495$ ), indicador de la baja circulación que ha tenido el virus entre la población estudiada.

Se aprecian diferencias estadísticamente significativas en las prevalencias (Fr) durante el período estudiado. También existen diferencias estadísticamente significativas para las prevalencias aparecidas en las hembras (Fr♀), entre las temporadas estudiadas. Durante las temporadas 2007-2008 y 2009-2010 se detectaron riesgos elevados de probabilidad de contagio y aparición de jabalíes con anticuerpos de SRRP, con diferencias estadísticamente significativas en ambos casos ( $or=4,15$ ;  $p<0,001$  y  $or=2,72$ ;  $p=0,011$ ).

La prevalencia en los lugares donde aparecieron jabalíes seropositivos (Frs\*) no manifiesta diferencias significativas entre las temporadas cinegéticas estudiadas. Tampoco existen diferencias estadísticamente significativas entre machos y hembras seropositivos ( $\chi^2=1,89$ ; 2 gl;  $p=0,386$ ).

La difusión de arterivirus porcino (FM) fue baja y sin diferencias significativas entre temporadas. En la temporada 2007-2008 se detecta un riesgo elevado y estadísticamente significativo de aparición de lugares con jabalíes seropositivos ( $or=5,60$ ;  $p=0,040$ ).

# SRRP

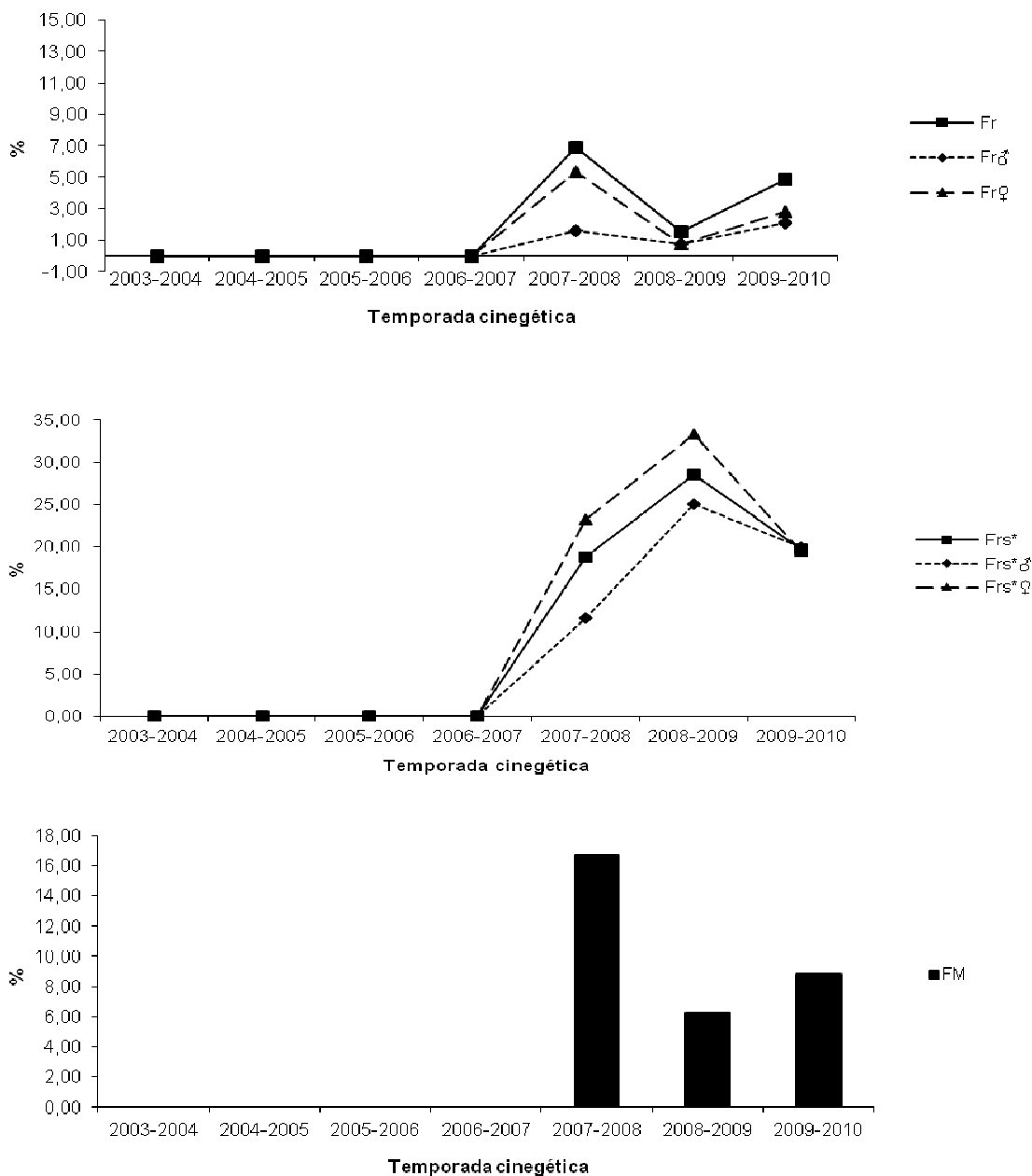


Figura 8.4 (a, b y c). Evolución de los índices epidemiológicos para arterivirus porcino durante el período de estudio. **Fr**: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados; **Fr♂**: nº machos seropositivos/nº machos analizados; **Fr♀**: nº hembras seropositivas/nº hembras analizadas; **FM**: nº lugares con jabalíes seropositivos/nº lugares analizados; **Frs\***: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados en lugares con jabalíes seropositivos; **Frs\*♂**: nº machos seropositivos/ nº machos analizados en lugares con jabalíes seropositivos; **Frs\*♀**: nº hembras seropositivas/ nº hembras analizadas en lugares con jabalíes seropositivos.

La presencia de lugares donde aparecieron jabalíes con títulos altos o muy altos ha sido reducida, encontrándose 13 jabalíes potencialmente contagiantes durante todo el estudio. La frecuencia de jabalíes seropositivos en estos lugares fue baja, lo que hace que los TGM sean bajos, y por tanto, con la metodología establecida, no se hayan detectado picos epidémicos ni fases progresivas de infección, excepto en la batida realizada en Bayárcal (temporada 2009-2010). La circulación de arterivirus porcino ha sido escasa durante las temporadas analizadas. La evolución temporal de los índices de frecuencia y la concentración espacio-temporal de lugares donde aparecieron jabalíes seropositivos indican un brote de arterivirus porcino. El brote se inició en la temporada 2007-2008 en la vertiente sur de Sierra Nevada (Alpujarra) y ha tenido baja intensidad y poca difusión territorial. No ha sido posible determinar su evolución al no disponerse de datos más allá de la temporada 2009-2010.

Los resultados indican que la presencia de arterivirus porcino entre los jabalíes de Sierra Nevada es muy escasa, y excepto en la vertiente sur (Alpujarra granadino-almeriense) a partir del brote detectado, los riesgos de contagio han sido nulos. En cualquier caso los riesgos de contagio en la zona sur (Alpujarra) han sido medios debido al bajo porcentaje de portadores y a los bajos niveles de titulación aparecidos (Figura 8.5).

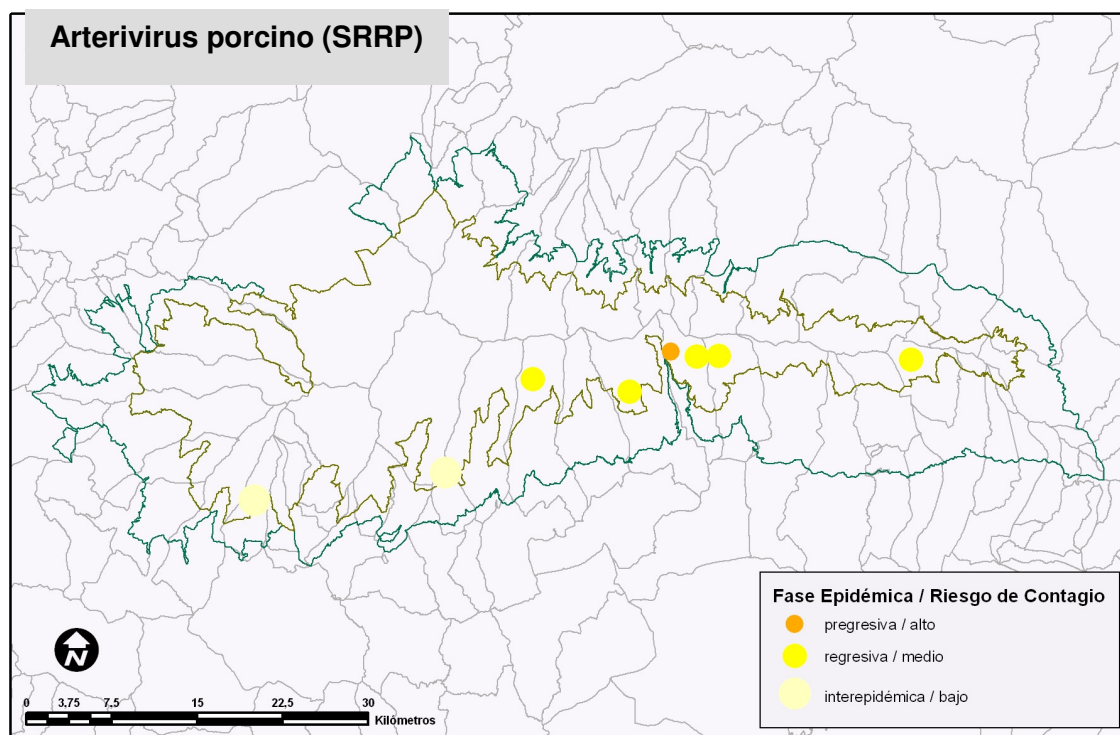


Figura 8.5. Distribución y estados epidémicos de los lugares donde aparecieron jabalíes seropositivos a arterivirus porcino.

### 8.3.3. Virus Influenza porcino, IvP (Gripe porcina).

Los índices epidemiológicos de frecuencia obtenidos a partir de los análisis serológicos relativos al virus de la influenza porcina, responsable de la gripe porcina, se han resumido en la Tabla 8.6. Durante las temporadas cinegéticas estudiadas hemos identificado 175 jabalíes seropositivos en los 1.102 analizados.

Índices epidemiológicos IvP	Media	de	Homogeneidad temporadas		
			$\chi^2$	gl	<i>p</i>
<b>Fr</b>	13,87	7,87	23,66	6	<b>0,001</b>
Fr♂	13,43	9,94	15,25	6	<b>0,018</b>
Fr♀	14,15	7,47	14,77	6	<b>0,022</b>
<b>FM</b>	30,24	18,22	10,96	6	<b>0,089</b>
<b>Frs*</b>	33,31	7,07	8,78	5	<b>0,118</b>
Frs*♂	32,15	20,76	16,86	5	<b>0,005</b>
Frs*♀	34,85	8,15	7,3	5	<b>0,178</b>

Tabla 8.6. Índices epidemiológicos de frecuencia para el virus influenza porcina; **Fr**: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados; **Fr♂**: nº machos seropositivos/nº machos analizados; **Fr♀**: nº hembras seropositivas/nº hembras analizadas; **FM**: nº lugares con jabalíes seropositivos/nº lugares analizados; ; **Frs\***: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados en lugares con jabalíes seropositivos. **Frs\*♂**: nº machos seropositivos/ nº machos analizados en lugares con jabalíes seropositivos; **Frs\*♀**: nº hembras seropositivas/ nº hembras analizadas en lugares con jabalíes seropositivos; **de**: desviación estándar. Los índices aparecen en %.  $\chi^2$ : Chi-cuadrado; **gl**: grados libertad; **p**: nivel significación; Nivel de significación  $p < 0,05$  resaltado en negro.

Las frecuencias interanuales (Fr) responden a una dinámica temporal, estadísticamente significativa para el período de estudio. Esto viene condicionado por la muy alta frecuencia encontrada la temporada 2008-2009, la no detección del virus durante la temporada 2003-2004, y la baja frecuencia aparecida en la temporada 2005-2006. La prueba de homogeneidad entre temporadas manifiesta también significación estadística para las frecuencias aparecidas en cada sexo (Fr♂, Fr♀). El riesgo estadístico, o probabilidad de que ocurra contagio y se produzca un incremento de la infección, ha sido significativo y moderadamente elevado en la temporada 2008-2009 ( $or=1,86$ ;  $p=0,007$ ).

En los lugares donde aparecieron jabalíes seropositivos, Frs\*♀ respondió a una disposición temporal estadísticamente significativa entre las temporadas de estudio. En estos lugares no resultaron significativas las diferencias entre machos y hembras seropositivos ( $\chi^2=6,14$ ; 5 gl;  $p=0,292$ ).

La difusión de este agente (FM) fue amplia en el Parque Nacional de Sierra Nevada.

En la evolución temporal de los índices epidemiológicos de frecuencia, Fr, Frs\* y FM, (Figura 8.6 a, b y c) se detectó una tendencia ligeramente creciente en Fr y marcadamente creciente en FM, lo que indica que hubo un incremento en la difusión territorial del virus durante las tres últimas temporadas cinegéticas estudiadas. La presencia de jabalíes con títulos de anticuerpos altos o muy altos fue relativamente elevada en las seis temporadas en que se ha detectado el virus, habiéndose identificado un total de 41 jabalíes seropositivos. Aparecieron un mayor número de lugares con jabalíes positivos en las tres últimas temporadas, pero con menor proporción de jabalíes con títulos altos que en las tres temporadas primeras.

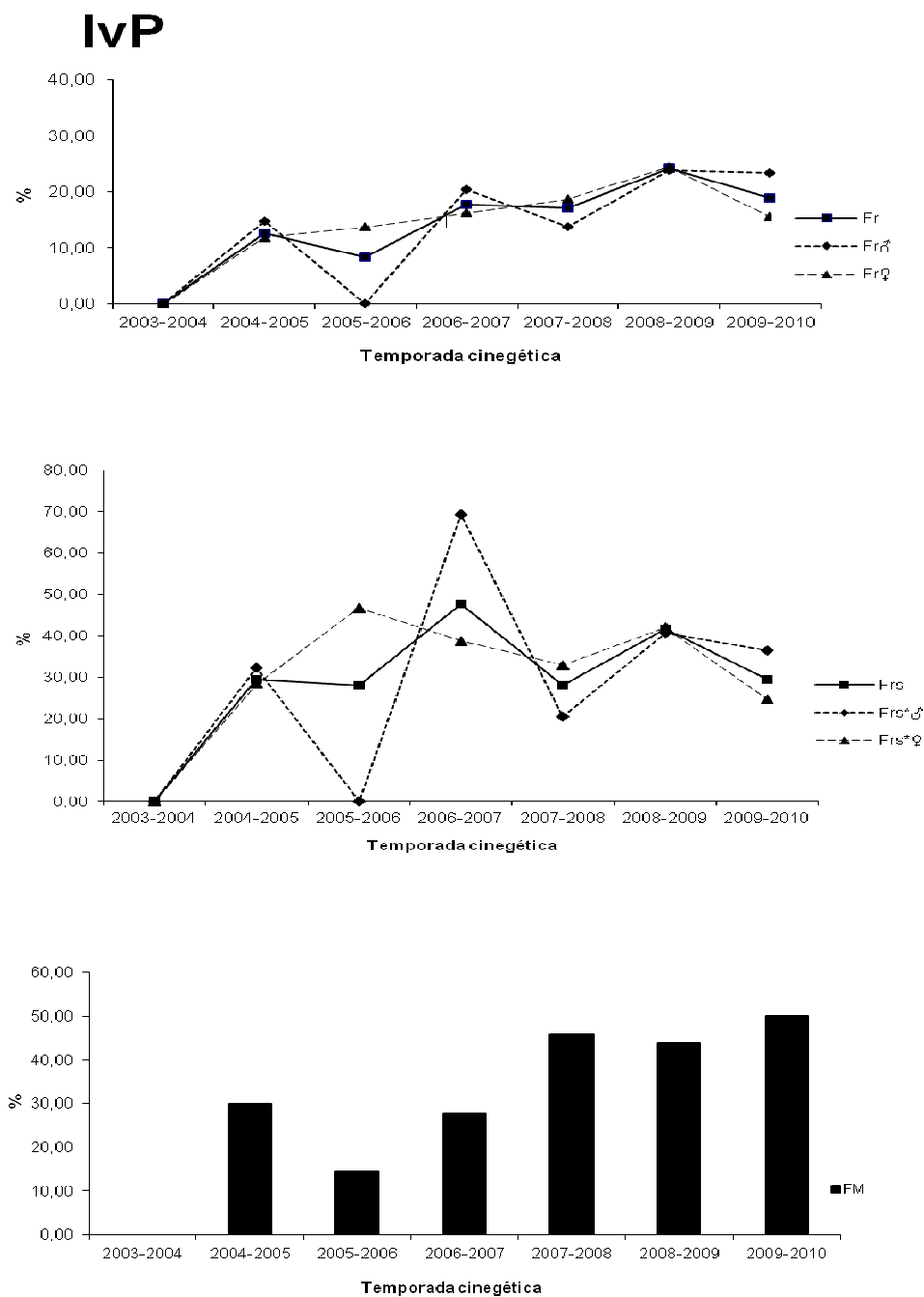


Figura 8.6 (a, b y c). Evolución de los índices epidemiológicos para el virus influenza porcino durante el período de estudio. **Fr**: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados; **Fr♂**: nº machos seropositivos/nº machos analizados; **Fr♀**: nº hembras seropositivas/nº hembras analizadas; **FM**: nº lugares con jabalíes seropositivos/nº lugares analizados; **Frs\***: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados en lugares con jabalíes seropositivos; **Frs\*♂**: nº machos seropositivos/ nº machos analizados en lugares con jabalíes seropositivos; **Frs\*♀**: nº hembras seropositivas/ nº hembras analizadas en lugares con jabalíes seropositivos.

Durante el período de estudio se han identificado 7 focos en los que la infección se puede considerar activa (mesoendemia activa e hipoendemia activa), que se constituyeron en lugares donde el riesgo de contagio se identificó como alto, concentrándose en tres temporadas (2004-2005, 2006-2007, 2009-2010). La distribución de estos lugares no fue homogénea dentro de comarcas de Sierra Nevada, confirmándose las zonas norte del Marquesado del Zenete y sur de la Alpujarra como aquellas en donde ha existido una circulación activa y constante de virus influenza porcino (Figura 8.7).

Se observa una repetición en los términos municipales donde apareció el virus influenza porcino año tras año, pudiendo afirmarse que ha existido un asentamiento general del virus en la población de jabalí de todo el Parque Nacional de Sierra Nevada. En la vertiente norte, Jérez del Marquesado y Huéneja han sido los municipios donde se ha constatado una circulación más constante y activa de virus Influenza a lo largo del tiempo de estudio. Los focos más contagiantes se han detectado en Jérez del Marquesado, Huéneja y Dólar. También se detectaron jabalíes seropositivos en los términos de Ferreira, Lanteira, Aldeire y Fiñana, todos ellos municipios de la misma comarca norte del Marquesado del Zenete. En la vertiente sur de Sierra Nevada (Alpujarra granadina y almeriense) también ha sido constante la detección de jabalíes seropositivos. Destacan los municipios de Cádiz, Trevélez, y Báyrcal en donde se detectaron los principales focos de contagio. También aparecieron jabalíes seropositivos en Soportújar, Valor, Juviles, Alpujarra de la Sierra, Nevada y Paterna del Río, si bien estos focos se clasificaron en fases regresivas al ser la frecuencia de seropositivos baja. En otros municipios de la cara occidental de Sierra Nevada como Monachil, Güéjar-Sierra, Dílar y Dúrcal también se detectaron lugares donde el riesgo de contagio fue medio, al igual que en la vertiente almeriense, en los términos de Ohanes y Abruena.

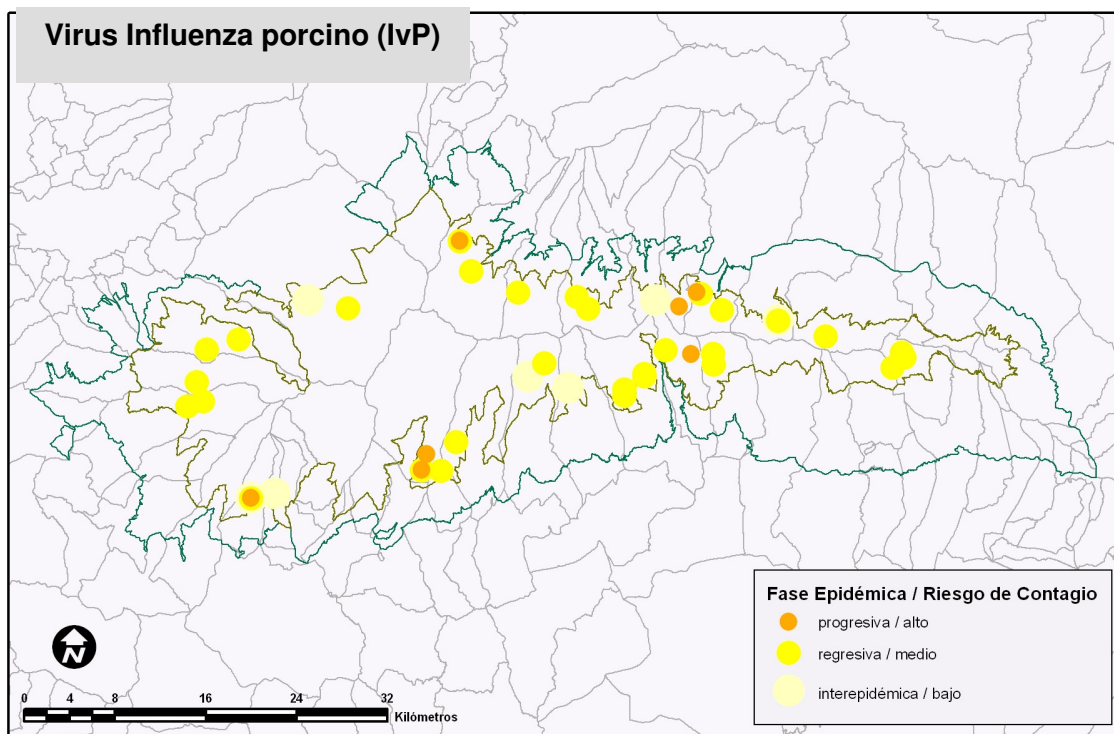


Figura 8.7. Distribución y estados epidémicos de los lugares donde aparecieron jabalíes seropositivos al virus Influenza porcino.

### 8.3.4. Circovirus Porcino, Cv (Síndrome del Desmedro).

Los índices epidemiológicos de frecuencia obtenidos a partir de los análisis serológicos relativos a circovirus porcino, responsable del Síndrome del Desmedro, se han resumido en la Tabla 8.7. Durante las cinco temporadas cinegéticas estudiadas hemos identificado 140 jabalíes seropositivos en los 810 analizados.

Índices epidemiológicos Cv	Media	de	Homogeneidad temporadas		
			$\chi^2$	gl	<i>p</i>
<b>Fr</b>	<b>15,16</b>	<b>9,44</b>	26,55	4	<b>&lt;0,001</b>
Fr♂	14,20	10,33	13,75	4	<b>0,008</b>
Fr♀	15,68	8,37	15,42	4	<b>0,008</b>
<b>FM</b>	<b>27,75</b>	<b>17,38</b>	9,02	4	<i>0,061</i>
<b>Frs*</b>	<b>46,66</b>	<b>4,62</b>	1,40	3	<i>0,706</i>
Frs*♂	43,18	13,18	3,70	3	<i>0,295</i>
Frs*♀	49,26	11,71	3,61	3	<i>0,303</i>

Tabla 8.7. Índices epidemiológicos de frecuencia para circovirus porcino; **Fr**: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados; **Fr♂**: nº machos seropositivos/nº machos analizados; **Fr♀**: nº hembras seropositivas/nº hembras analizadas; **FM**: nº lugares con jabalíes seropositivos/nº lugares analizados; ; **Frs\***: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados en lugares con jabalíes seropositivos. **Frs\*♂**: nº machos seropositivos/ nº machos analizados en lugares con jabalíes seropositivos; **Frs\*♀**: nº hembras seropositivas/ nº hembras analizadas en lugares con jabalíes seropositivos; **de**: desviación estándar. Los índices aparecen en %.  $\chi^2$ : Chi-cuadrado; **gl**: grados libertad; **p**: nivel significación; Nivel de significación  $p < 0,05$  resaltado en negro.

Resulta reseñable que en la temporada 2005-2006 no ha aparecido ningún caso de serorreacción positiva para circovirus porcino.

Para el período de tiempo estudiado, la prevalencia (Fr) responde a una disposición temporal estadísticamente significativa ( $\chi^2=26,55$ ; 4 gl;  $p < 0,001$ ), condicionado principalmente por la no aparición de jabalíes seropositivos durante la temporada 2005-2006. Igual significación estadística en el tiempo se manifiesta en la segregación por sexos (Fr♂,  $\chi^2=13,75$ ; 4 gl;  $p=0,008$  y Fr♀  $\chi^2=15,42$ ; 4 gl;  $p=0,008$ ). El riesgo estadístico o probabilidad de contagio y de aparición de ejemplares infectados aparece estadísticamente significativo y moderadamente elevado en la temporada 2007/2008 ( $or=1,74$ ;  $p=0,008$ ).

La prevalencia en los lugares donde aparecen jabalíes seropositivos (Frs\*) no manifiesta diferencias significativas entre las temporadas cinegéticas estudiadas. Tampoco aparecen diferencias significativas entre sexos ( $\chi^2=5,84$ ; 3 gl;  $p=0,119$ ).

La difusión de circovirus porcino es elevada. Estos lugares mantienen una frecuencia de seropositivos alto (Figura 8.8 a, b y c).



# CV

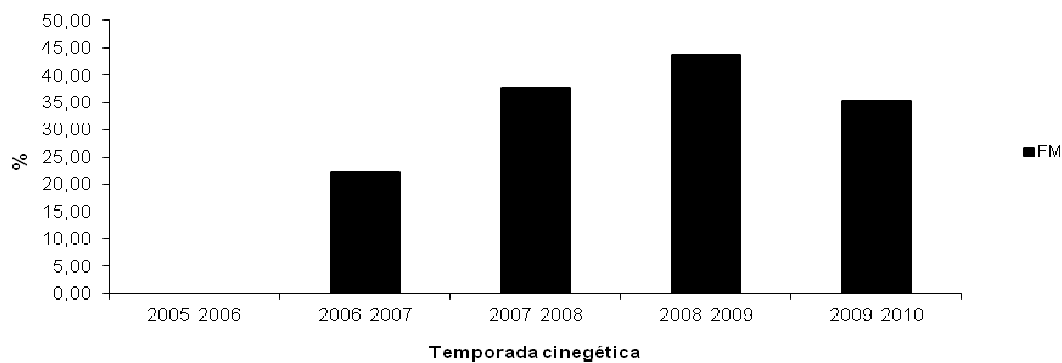
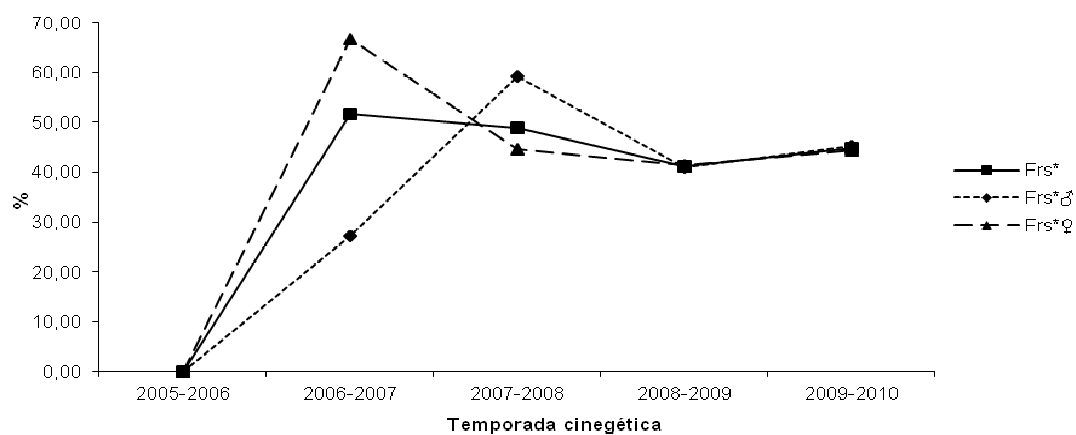
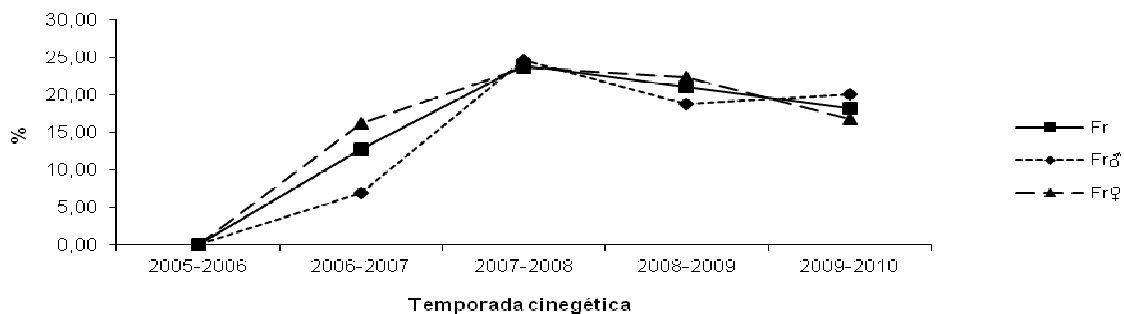


Figura 8.8 (a, b y c). Evolución de los índices epidemiológicos para circovirus porcino durante el período de estudio. **Fr**: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados; **Fr♂**: nº machos seropositivos/nº machos analizados; **Fr♀**: nº hembras seropositivas/nº hembras analizadas; **FM**: nº lugares con jabalíes seropositivos/nº lugares analizados; **Frs\***: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados en lugares con jabalíes seropositivos; **Frs\*♂**: nº machos seropositivos/nº machos analizados en lugares con jabalíes seropositivos; **Frs\*♀**: nº hembras seropositivas/nº hembras analizadas en lugares con jabalíes seropositivos.

Resultan abundantes los lugares muestreados donde las frecuencias de portadores de anticuerpos de circovirus porcino (Frs\*) han sido altas, e incluso muy altas. Así se han detectado 21 focos donde la proporción de portadores de anticuerpos cumplían estas condiciones que se asimilan con lugares donde ha existido una circulación abundante y probablemente activa de circovirus porcino.

La distribución de estos lugares no fue homogénea dentro de comarcas de Sierra Nevada, confirmándose las zonas de el Marquesado de Zenete y Alpujarra oriental granadina y occidental almeriense, donde han aparecido jabalíes seropositivos con mayor frecuencia, si bien se constatan frecuencias altas de aparición en otros lugares del poniente granadino (Dúrcal y Monachil), de la Alpujarra media granadina (Soportújar) y del poniente almeriense (Ohanes).

En la vertiente norte de Sierra Nevada, se ha constatado una frecuencia mayor de portadores de anticuerpos de circovirus porcino (3 temporadas) en los municipios de Aldeire y Jérez del Marquesado. También ha aparecido con alta frecuencia durante 2 temporadas en Dólar y en una temporada en Ferreira, Huéneja y Lugros, todos ellos municipios del Marquesado del Zenete. En la vertiente sur de Sierra Nevada (Alpujarra granadina y almeriense), aparecen jabalíes seropositivos con frecuencia alta en Bérchules (3 temporadas), en Válor, Paterna y Bayárcal (dos temporadas). Todo ello evidencia una difusión generalizada de circovirus porcino por el Parque Nacional de Sierra Nevada. (Figura 8.9)

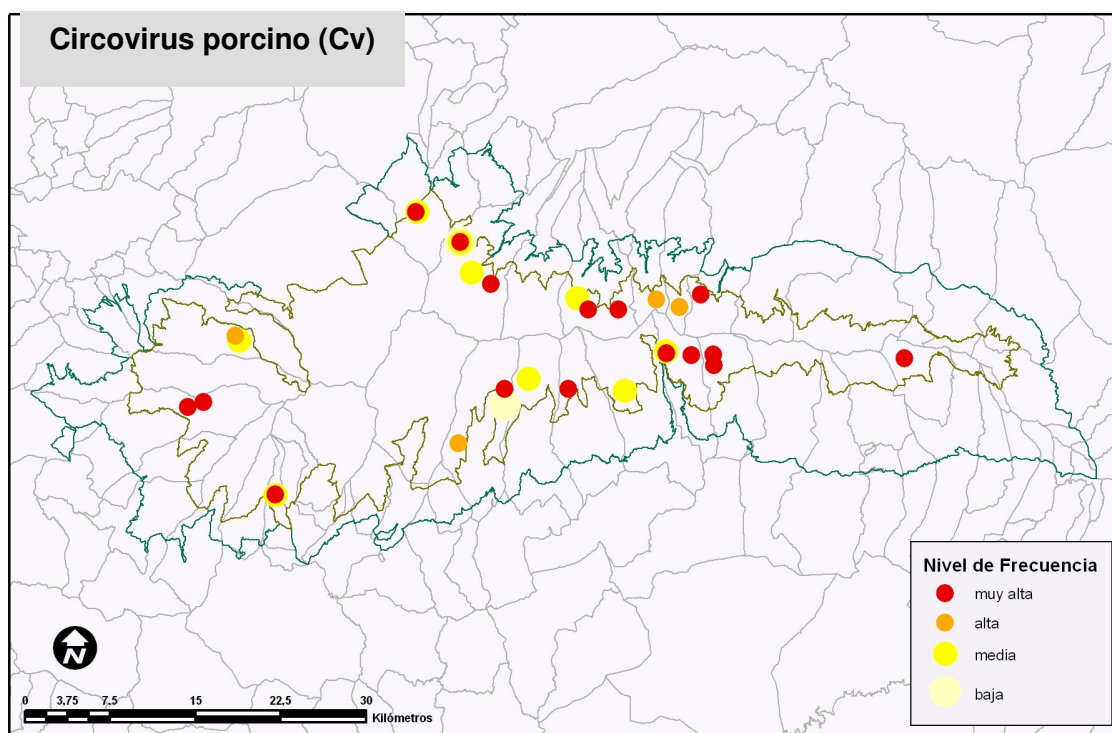


Figura 8.9. Distribución y niveles de frecuencia en los lugares donde aparecieron jabalíes seropositivos a circovirus porcino.

### 8.3.5. Parvovirus porcino, Pv (Parvovirosis).

Los índices epidemiológicos de frecuencia obtenidos a partir de los análisis serológicos relativos a parvovirus porcino, se han resumido en la Tabla 8.8.

Durante las siete temporadas cinegéticas estudiadas hemos identificado 267 jabalíes seropositivos en los 1.103 analizados.

Índices epidemiológicos Pv	Media	de	Homogeneidad temporadas		
			$\chi^2$	gl	<i>p</i>
<b>Fr</b>	24,00	5,01	11,14	6	<i>0,084</i>
Fr♂	21,08	6,34	8,40	6	<i>0,210</i>
Fr♀	25,81	4,40	4,466	6	<i>0,614</i>
<b>FM</b>	62,28	14,34	6,91	6	<i>0,330</i>
<b>Frs*</b>	35,94	5,30	8,33	6	<i>0,214</i>
Frs*♂	32,67	5,43	2,93	6	<i>0,817</i>
Frs*♀	37,94	5,54	8,39	6	<i>0,211</i>

Tabla 8.8. Índices epidemiológicos de frecuencia para parvovirus porcino; **Fr**: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados; **Fr♂**: nº machos seropositivos/nº machos analizados; **Fr♀**: nº hembras seropositivas/nº hembras analizadas; **FM**: nº lugares con jabalíes seropositivos/nº lugares analizados; **Frs\***: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados en lugares con jabalíes seropositivos. **Frs\*♂**: nº machos seropositivos/ nº machos analizados en lugares con jabalíes seropositivos; **Frs\*♀**: nº hembras seropositivas/ nº hembras analizadas en lugares con jabalíes seropositivos; **de**: desviación estándar. Los índices aparecen en %.  $\chi^2$ : Chi-cuadrado; **gl**: grados libertad; **p**: nivel significación; Nivel de significación  $p < 0,05$  resaltado en negro.

La prevalencia de seropositivos (Fr) mantuvo unos niveles elevados durante todas las temporadas analizadas.

La prevalencia en los lugares donde aparecen jabalíes seropositivos (Frs\*) resultó igualmente elevada. No aparecieron diferencias significativas en la segregación por sexos ( $\chi^2=6,63$ ; 6 gl;  $p=0,356$ ).

La difusión territorial de parvovirus porcino (FM) fue amplia entre los jabalíes del Parque Nacional de Sierra Nevada.

La evolución temporal de los índices Fr, Frs\* y FM no muestra una tendencia definida, habiéndose detectado leves fluctuaciones en una situación caracterizada por una presencia de parvovirus porcino elevada y ampliamente difundido entre la población de jabalíes del parque nacional (Figura 8.10 a, b y c).

Son abundantes los lugares en los que han aparecido jabalíes con títulos de anticuerpos altos o muy altos en todas las temporadas, lo que refleja que el virus ha circulado activamente entre la población monitorizada.

# Pv

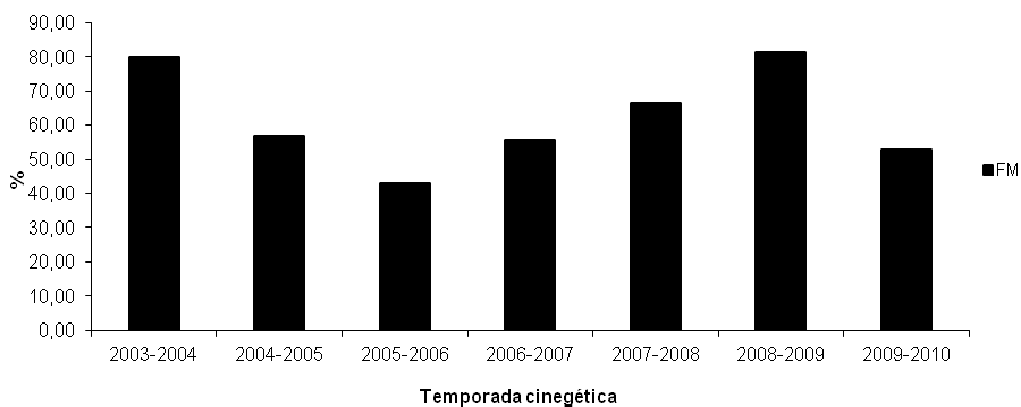
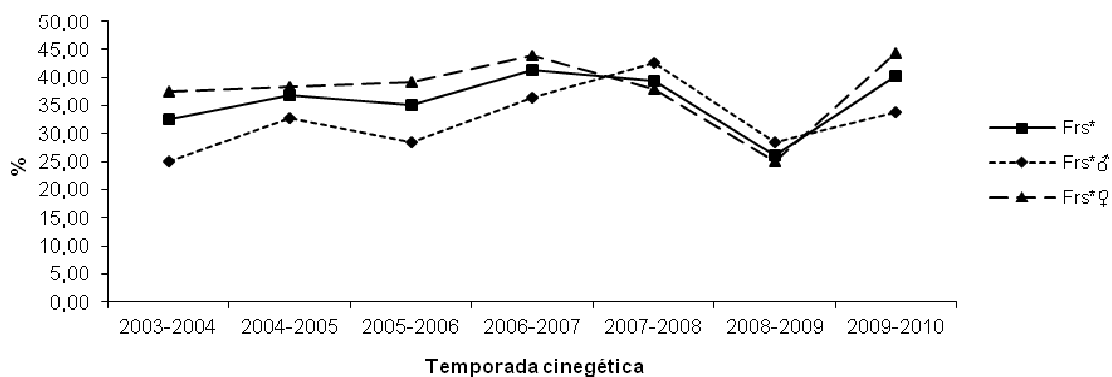
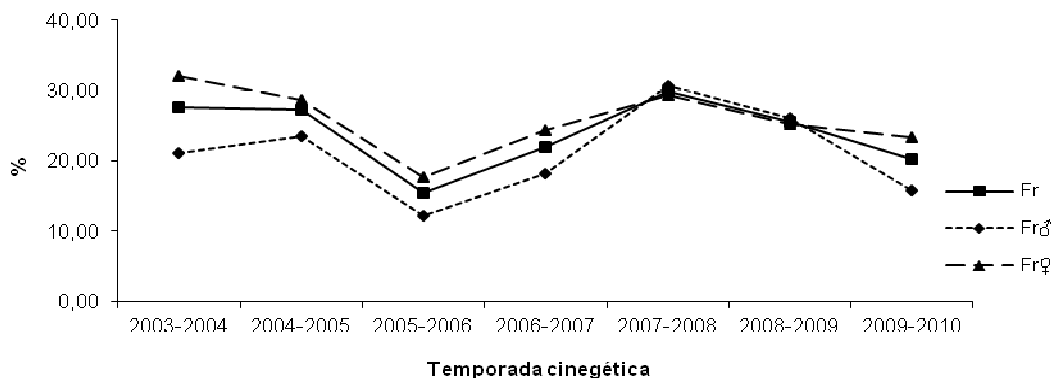


Figura 8.10 (a, b y c). Evolución de los índices epidemiológicos para parvovirus porcino durante el período de estudio. **Fr**: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados; **Fr♂**: nº machos seropositivos/nº machos analizados; **Fr♀**: nº hembras seropositivas/nº hembras analizadas; **FM**: nº lugares con jabalíes seropositivos/nº lugares analizados; **Frs\***: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados en lugares con jabalíes seropositivos; **Frs\*♂**: nº machos seropositivos/ nº machos analizados en lugares con jabalíes seropositivos; **Frs\*♀**: nº hembras seropositivas/ nº hembras analizadas en lugares con jabalíes seropositivos

Si bien la circulación activa del virus ha sido amplia en Sierra Nevada (en 35 lugares se han detectado jabalíes con títulos de anticuerpos altos o muy altos), solo se han caracterizado 6 focos de infección con fases epidémicas progresivas y riesgos de contagio altos o muy altos. Estos seis focos aparecieron concentrados en las temporadas cinegéticas 2003-2004, 2004-2005 y 2005-2006.

Los 6 focos más contagiantes se situaron en la comarca norte (Marquesado del Zenete), municipios de Huéneja, Dólar y Lugros, y en la Alpujarra granadina (Nevada, Válor y Soportújar-Bubión). En la mayor parte de los lugares donde aparecieron jabalíes seropositivos se han definido fases epidémicas regresivas que se corresponden con niveles endémicos poco activos para parvovirus porcino (Figura 8.11). Esto se ha debido a que la combinación de TGM y frecuencias aparecidas no reflejaban fases epidémicas crecientes o activas a pesar de la profusión de jabalíes con títulos de anticuerpos elevados que han aparecido en los diferentes lugares.

Aún así, es preciso aplicar una visión conjunta, y aunque en muchos lugares el riesgo de contagio se ha caracterizado como medio y nivel endémico poco activo, es preciso incorporar al análisis la amplia difusión territorial de parvovirus y la alta movilidad de jabalíes con títulos altos capaces de difundir este agente patógeno. Esta consideración lleva a afirmar que existe un riesgo latente de que puedan llegar a desarrollarse fases epidémicas activas que afecten a una amplia proporción de la población de jabalíes, pudiendo constituir así un factor de desequilibrio poblacional importante.

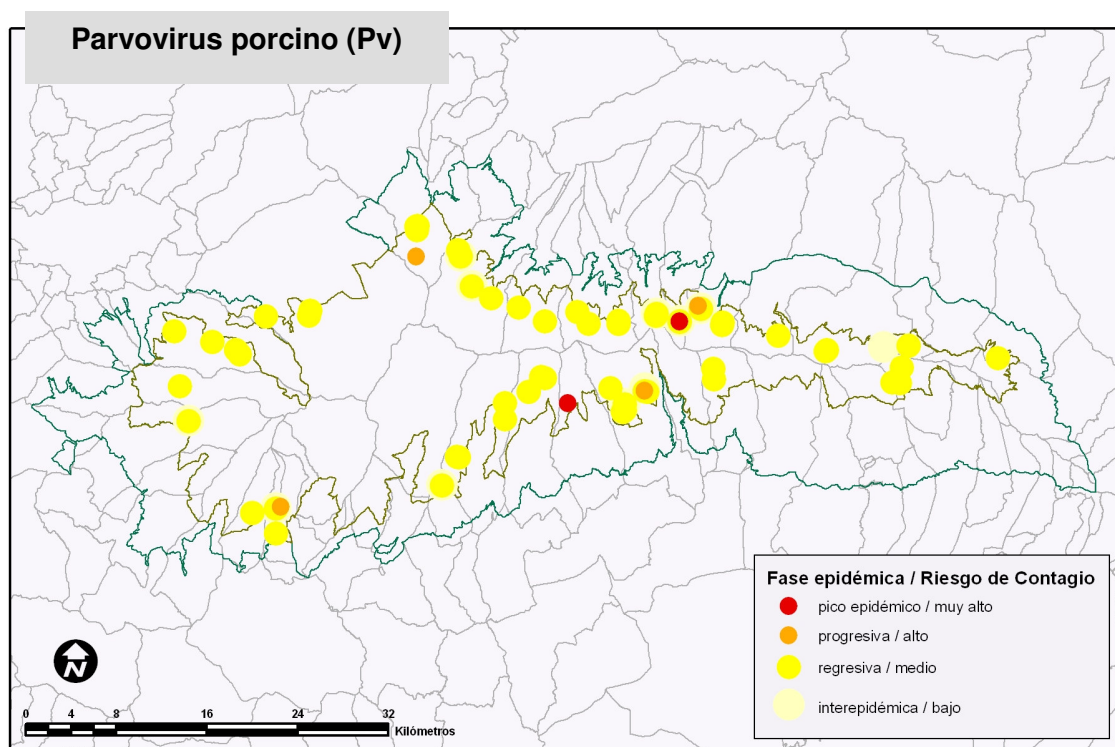


Figura 8.11. Distribución y estados epidémicos de los lugares donde aparecieron jabalíes seropositivos a parvovirus porcino.

### 8.3.6. *Erysipelothrix rhusiopathiae*, Er (mal rojo).

Los índices epidemiológicos de frecuencia obtenidos a partir de los análisis serológicos relativos a *Erysipelothrix rhusiopathiae*, responsable del mal rojo, se han resumido en la Tabla 8.9.

Durante las temporadas cinegéticas estudiadas hemos identificado 82 jabalíes seropositivos de los 1.101 analizados.

Índices epidemiológicos Er	Media	de	Homogeneidad temporadas		
			$\chi^2$	gl	p
<b>Fr</b>	<b>6,75</b>	<b>2,48</b>	7,02	6	0,319
Fr♂	6,17	3,77	8,39	6	0,210
Fr♀	6,93	3,55	5,82	6	0,443
<b>FM</b>	<b>25,92</b>	<b>14,73</b>	12,30	6	0,056
<b>Frs*</b>	<b>25,39</b>	<b>6,86</b>	10,07	6	0,121
Frs*♂	23,42	16,19	15,63	6	0,159
Frs*♀	29,86	9,36	18,87	6	<b>0,004</b>

Tabla 8.9. Índices epidemiológicos de frecuencia para *Erysipelothrix rhusiopathiae*; **Fr**: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados; **Fr♂**: nº machos seropositivos/nº machos analizados; **Fr♀**: nº hembras seropositivas/nº hembras analizadas; **FM**: nº lugares con jabalíes seropositivos/nº lugares analizados; **Frs\***: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados en lugares con jabalíes seropositivos. **Frs\*♂**: nº machos seropositivos/ nº machos analizados en lugares con jabalíes seropositivos; **Frs\*♀**: nº hembras seropositivas/ nº hembras analizadas en lugares con jabalíes seropositivos; **de**: desviación estándar. Los índices aparecen en %.  $\chi^2$ : Chi-cuadrado; **gl**: grados libertad; **p**: nivel significación; Nivel de significación  $p < 0,05$  resaltado en negro.

Las prevalencias anuales (Fr) no mostraron diferencias significativas para el período de estudio. Este mismo patrón se mantiene para las frecuencias aparecidas por sexos.

La prevalencia en los lugares donde aparecieron jabalíes seropositivos (Frs\*), solo ha mostrado diferencias estadísticamente significativas entre las distintas temporadas muestreadas, para las hembras ( $\chi^2=18,87$ ; 6 gl;  $p=0,004$ ). La *odds ratio* resultó muy baja y significativa en la temporada 2007-2008, manifestando el poco riesgo estadístico de aparición de nuevos seropositivos en estos lugares ( $or=0,46$ ;  $p=0,013$ ). En estos lugares, la frecuencia de hembras infectadas respecto a los animales de su mismo sexo analizados ha resultado superior y estadísticamente significativa respecto a los machos ( $\chi^2=47,72$ ; 6 gl;  $p < 0,001$ ).

La difusión (FM) de *E. rhusiopathiae* ha sido relativamente elevada. Durante la temporada 2009/2010 la *odds ratio* aparece elevada reflejando significación estadística en el riesgo de aparición de nuevos focos ( $or=2,73$ ;  $p=0,025$ ).

Han aparecido 8 lugares (IA>0) en donde algún jabalí presentó títulos altos o muy altos.

En la evolución temporal de los índices epidemiológicos de frecuencia (Fr y Frs\*) no se detectó una tendencia definida. El índice FM sí manifestó una tendencia creciente a partir de la temporada 2006-2007, indicando un incremento en la difusión territorial de la bacteria durante las cuatro últimas temporadas cinegéticas estudiadas (Figura 8.12 a, b y c). La presencia de jabalíes con títulos de anticuerpos altos resultó similar en todas las temporadas.

## Er

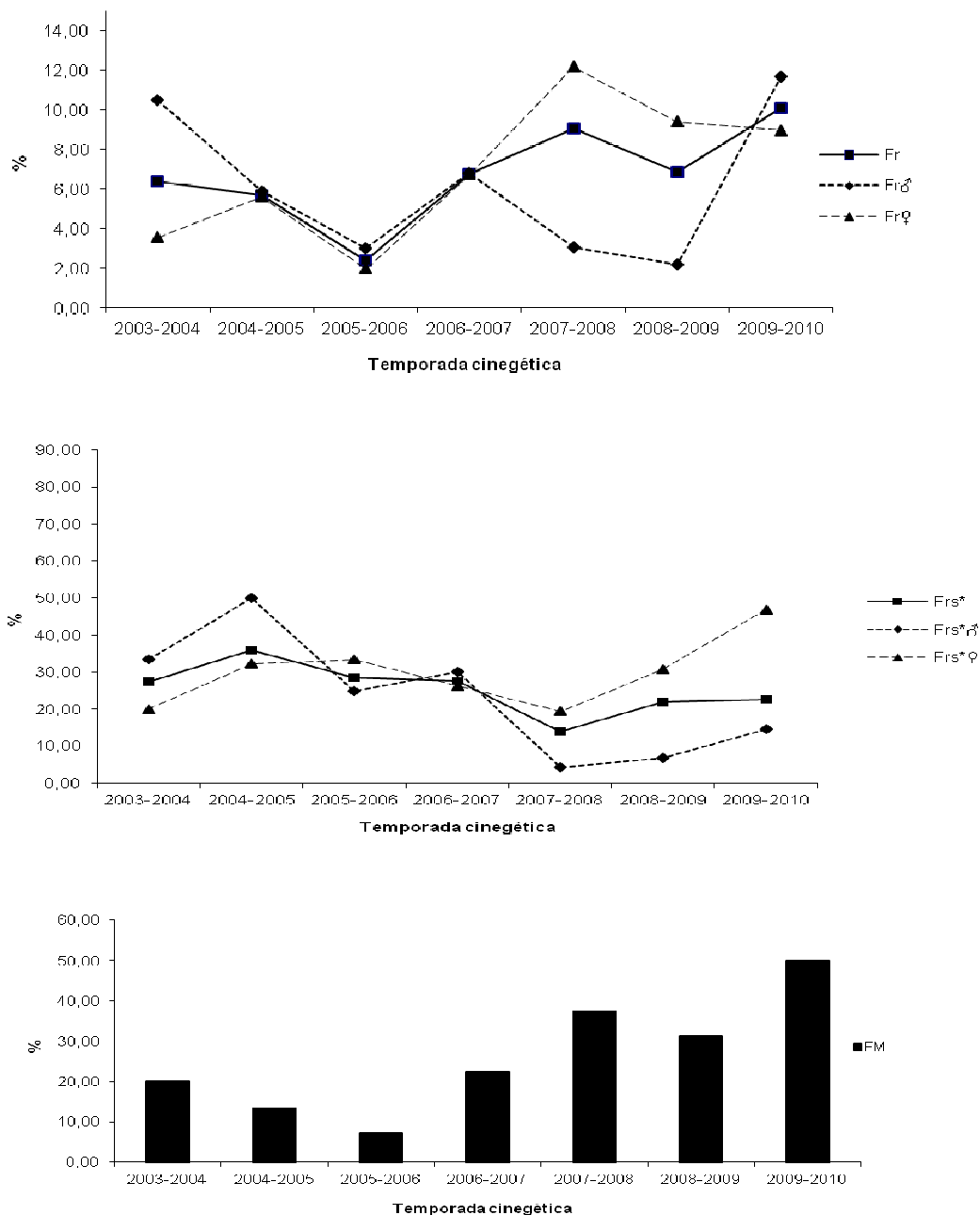


Figura 8.12 (a, b y c). Evolución de los índices epidemiológicos para *Erysipelothrix rhusiopathiae* durante el período de estudio. **Fr**: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados; **Fr♂**: nº machos seropositivos/nº machos analizados; **Fr♀**: nº hembras seropositivas/nº hembras analizadas; **FM**: nº lugares con jabalíes seropositivos/nº lugares analizados; **Frs\***: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados en lugares con jabalíes seropositivos; **Frs\*♂**: nº machos seropositivos/nº machos analizados en lugares con jabalíes seropositivos; **Frs\*♀**: nº hembras seropositivas/nº hembras analizadas en lugares con jabalíes seropositivos.

La circulación de *E. rhusiopathiae* es moderada entre los jabalíes de Sierra Nevada, si bien solo se ha llegado a identificar como verdaderamente activa (mesoendemia activa) en un mismo foco (Güéjar-Sierra) durante dos temporadas (2004-2005 y 2006-2007).

La presencia de *E. rhusiopathiae* se hace constante año tras año en una serie de localidades, destacando Ohanes y Abrucena en el sector más oriental de Sierra Nevada (Almería). En general los niveles de frecuencia en los lugares de detección han sido medios o bajos lo que determinó niveles endémicos poco activos y riesgos de contagio medios o bajos (Figura 8.13).

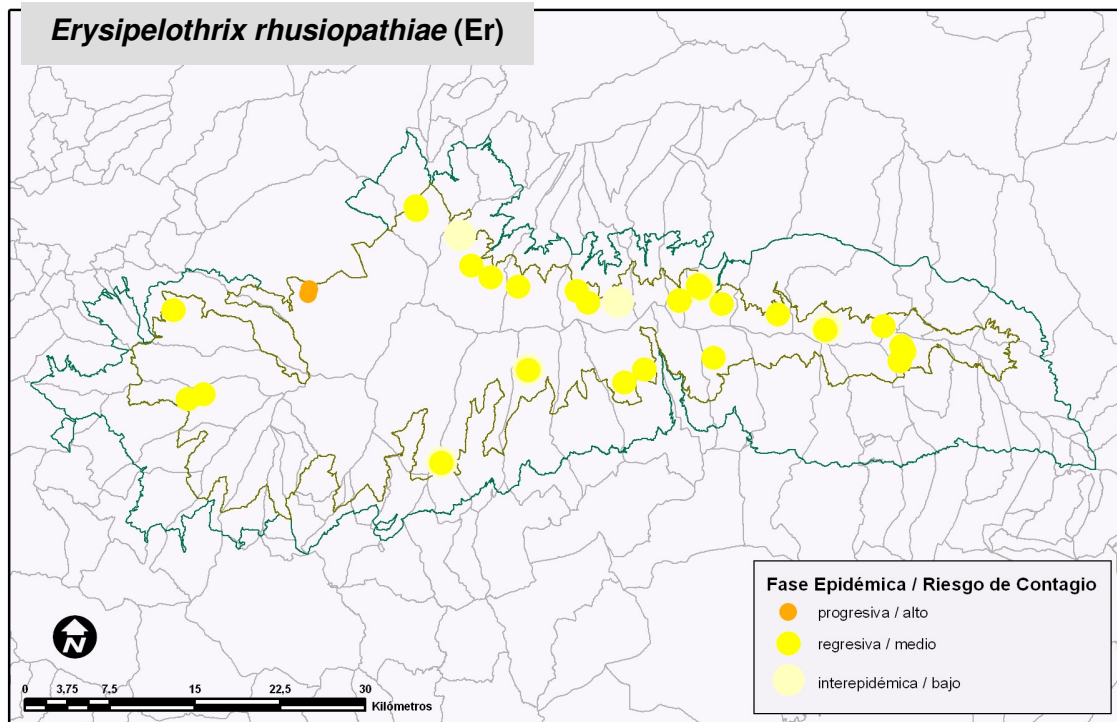


Figura 8.13. Distribución y estados epidémicos de los lugares donde aparecieron jabalíes seropositivos a *Erysipelothrix rhusiopathiae*.



### 8.3.7. *Leptospira pomona*, Lp (Leptospirosis).

Los índices epidemiológicos de frecuencia obtenidos a partir de los análisis serológicos relativos a leptospirosis, se han resumido en la Tabla 8.10. Durante las siete temporadas cinegéticas estudiadas hemos identificado 37 jabalíes seropositivos en los 1.102 analizados.

Índices epidemiológicos Lp	Media	de	Homogeneidad temporadas		
			$\chi^2$	gl	p
<b>Fr</b>	3,23	0,89	4,50	6	<b>0,610</b>
Fr♂	2,73	2,25	3,70	6	0,717
Fr♀	3,57	1,37	3,79	6	0,705
<b>FM</b>	12,22	4,81	1,97	6	<b>0,922</b>
<b>Frs*</b>	21,10	8,26	6,09	6	<b>0,413</b>
Frs*♂	18,18	16,65	5,43	6	0,490
Frs*♀	23,50	12,45	12,25	6	0,056

Tabla 8.10. Índices epidemiológicos de frecuencia para *Leptospira pomona*; **Fr**: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados; **Fr♂**: nº machos seropositivos/nº machos analizados; **Fr♀**: nº hembras seropositivas/nº hembras analizadas; **FM**: nº lugares con jabalíes seropositivos/nº lugares analizados; **Frs\***: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados en lugares con jabalíes seropositivos. **Frs\*♂**: nº machos seropositivos/ nº machos analizados en lugares con jabalíes seropositivos; **Frs\*♀**: nº hembras seropositivas/ nº hembras analizadas en lugares con jabalíes seropositivos; **de**: desviación estándar. Los índices aparecen en %.  $\chi^2$ : Chi-cuadrado; **gl**: grados libertad; **p**: nivel significación; Nivel de significación  $p < 0,05$  resaltado en negro.

Las prevalencias de jabalíes seropositivos (Fr) han mantenido unos niveles bajos durante todas las temporadas analizadas.

Las prevalencias en los lugares o manchas donde aparecieron seropositivos (Frs\*) resultaron moderadamente elevadas, mayores en hembras que en machos. La frecuencia de hembras infectadas respecto a los animales de su mismo sexo analizados ha resultado superior y estadísticamente significativa respecto a los machos ( $\chi^2=76,52$ ; 6 gl;  $p < 0,001$ ). La difusión territorial de *Leptospira pomona* (FM) fue escasa.

La evolución temporal de los índices Fr, Frs\* y FM no mostró una tendencia definida, habiéndose detectado leves fluctuaciones en una situación caracterizada por una presencia de *Leptospira pomona* poco difundida entre la población de jabalíes de Sierra Nevada (Figura 8.14 a, b y c).

Durante las 7 temporadas estudiadas solo se detectaron 9 lugares en los que aparecieron jabalíes con títulos de anticuerpos altos o muy altos ( $IA > 0$ ), lo que indica que la bacteria ha tenido escasa circulación entre la población monitorizada.

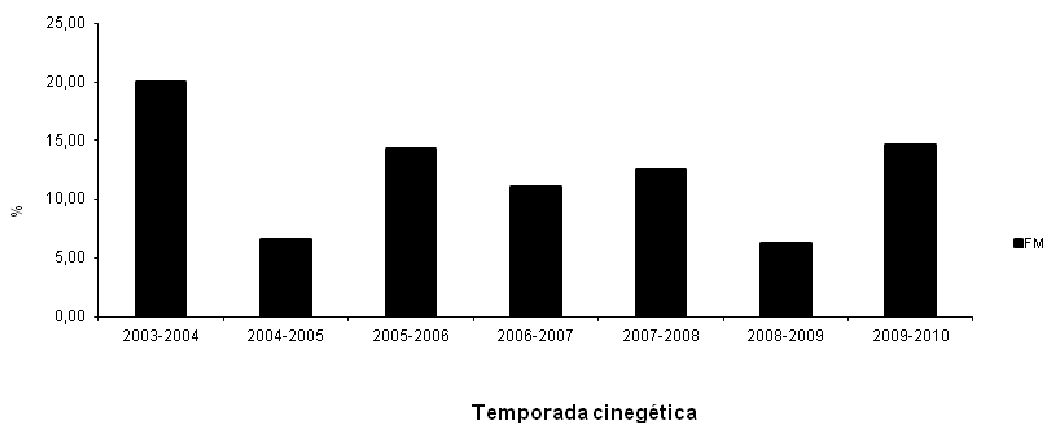
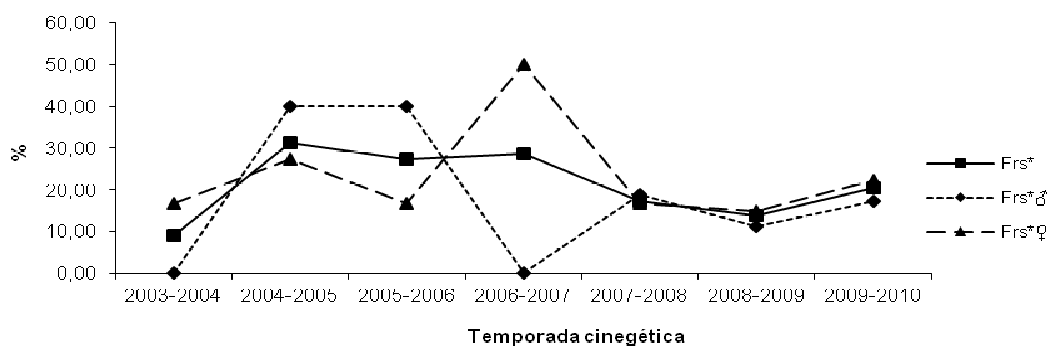
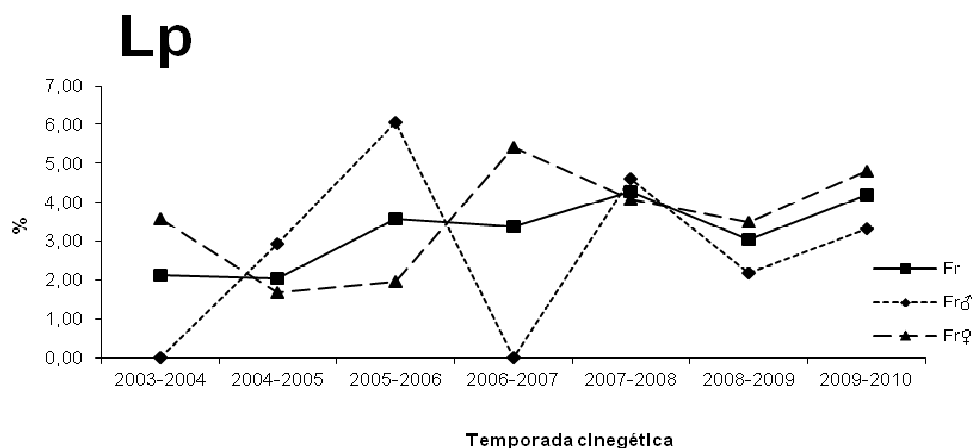


Figura 8.14 (a, b y c). Evolución de los índices epidemiológicos para *Leptospira pomona* durante el período de estudio. **Fr**: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados; **Fr♂**: nº machos seropositivos/nº machos analizados; **Fr♀**: nº hembras seropositivas/nº hembras analizadas; **FM**: nº lugares con jabalíes seropositivos/nº lugares analizados; **Frs\***: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados en lugares con jabalíes seropositivos; **Frs\*♂**: nº machos seropositivos/nº machos analizados en lugares con jabalíes seropositivos; **Frs\*♀**: nº hembras seropositivas/nº hembras analizadas en lugares con jabalíes seropositivos.

No se han definido fases epidémicas progresivas en ninguno de los lugares estudiados. No se ha detectado *Leptospira pomona* en la comarca del Marquesado del Zenete en la cara norte de Sierra Nevada. La distribución de *L. pomona* apareció localizada territorialmente, pero con presencia todas las temporadas estudiadas. En la vertiente sur destacan los municipios de Soportújar y Nevada, en la Alpujarra central granadina y Ohanes, en la Alpujarra almeriense, donde se detectó *Leptospira pomona* durante tres temporadas cinegéticas. En el sector occidental de Sierra Nevada destaca Güéjar-Sierra, en donde se ha detectado *L. pomona* en tres temporadas y Dúrcal, donde se ha detectado la bacteria en dos temporadas (Figura 8.15).

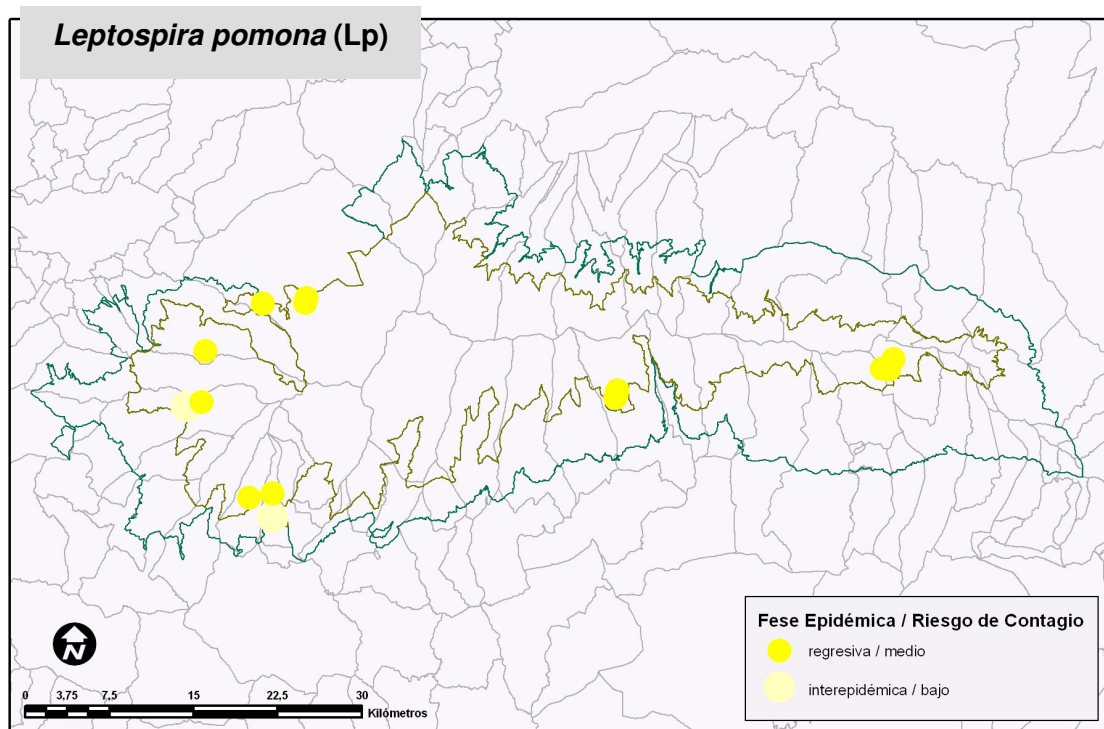


Figura 8.15. Distribución y estados epidémicos de los lugares donde aparecieron jabalíes seropositivos a *Leptospira pomona*.

### 8.3.8. *Mycobacterium avium*, Ma (Tuberculosis aviar).

Los índices epidemiológicos de frecuencia obtenidos a partir de los análisis relativos a *Mycobacterium avium*, responsable de la tuberculosis aviar, se han resumido en la Tabla 8.11. Durante las siete temporadas cinegéticas estudiadas hemos identificado 38 jabalíes positivos de los 1.102 analizados.

Índices epidemiológicos Ma	Media	de	Homogeneidad temporadas		
			$\chi^2$	gl	<i>p</i>
<b>Fr</b>	3,53	5,28	78,66	6	<0,001
Fr♂	5,17	7,53	39,95	6	<0,001
Fr♀	2,67	4,14	40,32	6	<0,001
<b>FM</b>	9,33	12,85	24,50	6	<0,001
<b>Frs*</b>	28,66	15,63	3,71	2	0,156
Frs*♂	39,68	22,82	3,55	2	0,170
Frs*♀	21,30	11,36	1,07	2	0,586

Tabla 8.11 Índices epidemiológicos de frecuencia para *Mycobacterium avium*; **Fr**: nº jabalíes positivos/nº jabalíes analizados; **Fr♂**: nº machos positivos/nº machos analizados; **Fr♀**: nº hembras positivas/nº hembras analizadas; **FM**: nº lugares con jabalíes positivos/nº lugares analizados; **Frs\***: nº jabalíes positivos/nº jabalíes analizados en lugares con jabalíes positivos. **Frs\*♂**: nº machos positivos/nº machos analizados en lugares con jabalíes positivos; **Frs\*♀**: nº hembras positivas/nº hembras analizadas en lugares con jabalíes positivos; **de**: desviación estándar. Los índices aparecen en %.  $\chi^2$ : Chi-cuadrado; **gl**: grados libertad; **p**: nivel significación; Nivel de significación  $p<0,05$  resaltado en negro.

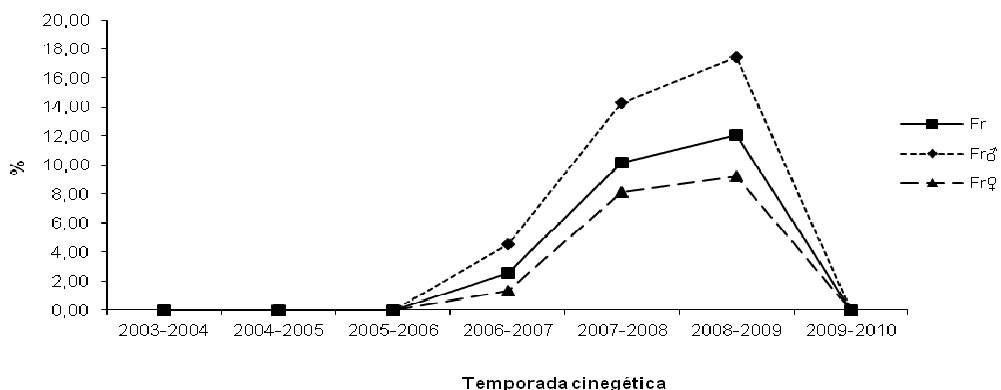
Las prevalencias anuales (Fr) respondieron a una disposición estadísticamente significativa durante el período de estudio ( $\chi^2=78,66$ ; 6 gl;  $p<0,001$ ) influida definitivamente por la no aparición del agente durante 4 temporadas (2003/2004, 2004/2005, 2005/2006 y 2009/2010). Esta misma significación estadística aparece en la segregación por sexos. El riesgo estadístico de contagio, y por tanto la probabilidad de aparición de ejemplares portadores de la bacteria, resultó significativo y muy elevado durante las temporadas 2007/2008 y 2008/2009 ( $or=5,30$ ;  $p<0,001$  y  $or=5,88$ ;  $p<0,001$  respectivamente).

Las prevalencias en los lugares o manchas donde aparecieron portadores (Frs\*) fue moderadamente elevada. En estos lugares, no existieron diferencias significativas entre sexos ( $\chi^2=0,55$ ; 2 gl;  $p=0,756$ ).

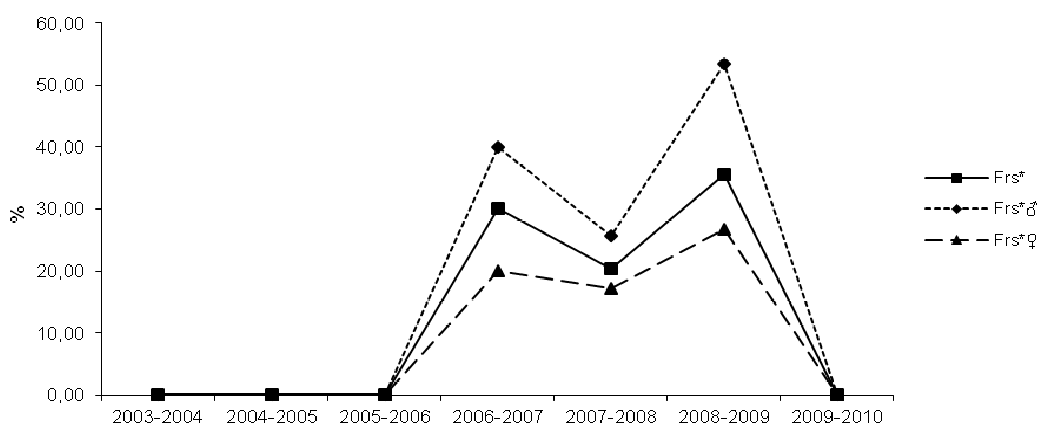
La difusión de *Mycobacterium avium* ha sido relativamente baja (FM), presentando diferencias estadísticamente significativas entre temporadas ( $\chi^2=24,50$ ; 6 gl;  $p<0,001$ ). Se detectó un riesgo estadístico elevado de aparición de focos de infección en la temporada 2007/2008 ( $or=6,17$ ;  $p=0,004$ ).

La evolución temporal de los índices de frecuencia indica la existencia de un brote de *Mycobacterium avium* durante las temporadas 2006/2007, 2007/2008 y 2008/2009, con una difusión territorial limitada con pocos jabalíes portadores (Figura 8.16 a, b y c).

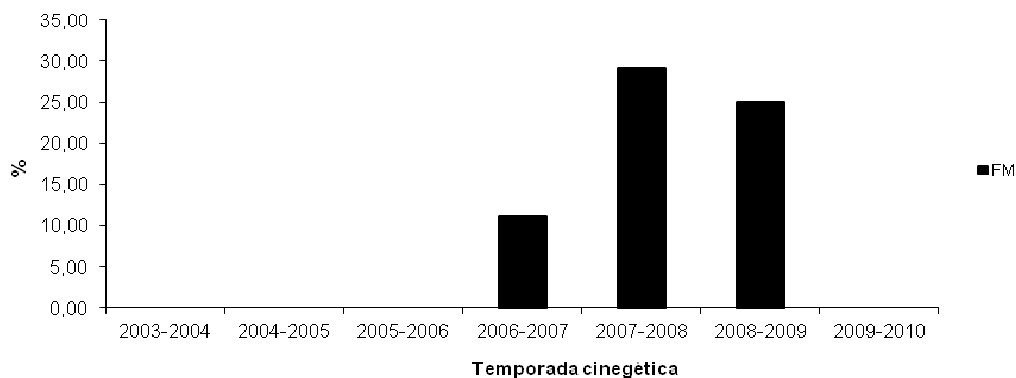
# Ma



Temporada cinegética



Temporada cinegética



Temporada cinegética

Figura 8.16 (a, b y c). Evolución de los índices epidemiológicos para *Mycobacterium avium* durante el período de estudio. **Fr**: nº jabalíes positivos/nº jabalíes analizados; **Fr♂**: nº machos positivos/nº machos analizados; **Fr♀**: nº hembras positivas/nº hembras analizadas; **FM**: nº lugares con jabalíes positivos/nº lugares analizados; **Frs\***: nº jabalíes positivos/nº jabalíes analizados en lugares con jabalíes positivos; **Frs\*♂**: nº machos positivos/nº machos analizados en lugares con jabalíes positivos; **Frs\*♀**: nº hembras positivas/nº hembras analizadas en lugares con jabalíes positivos.

Teniendo en cuenta la envergadura del muestreo realizado (13 lugares donde se detectaron portadores de 141 lugares analizados, 38 positivos de 1.102 jabalíes analizados), los lugares donde los jabalíes portadores de *Mycobacterium avium* presentaron frecuencias altas o muy altas fueron escasos (5 lugares). Así, de los 13 lugares en donde se detectó presencia de *Mycobacterium avium*, solo 5 cumplieron la premisa de frecuencia alta o muy alta (Lanteira, Alpujarra de la Sierra, Ohanes, Abruca, Huéneja), condición para que haya existido circulación activa de la micobacteria. La detección de jabalíes portadores de *M. avium* ha sido esporádica (solo se han detectado portadores en 3 temporadas cinegéticas de las 7 estudiadas). En la vertiente sur de Sierra Nevada, los lugares se agruparon en la Alpujarra granadina, destacando el municipio de Nevada, donde fue localizado *M. avium* en tres manchas durante dos temporadas consecutivas, aunque con frecuencias de portadores bajas. En Huéneja (vertiente norte de Sierra Nevada) y Ohanes (Alpujarra almeriense) se detecta *M. avium*, también durante dos temporadas consecutivas (Figura 8.17).

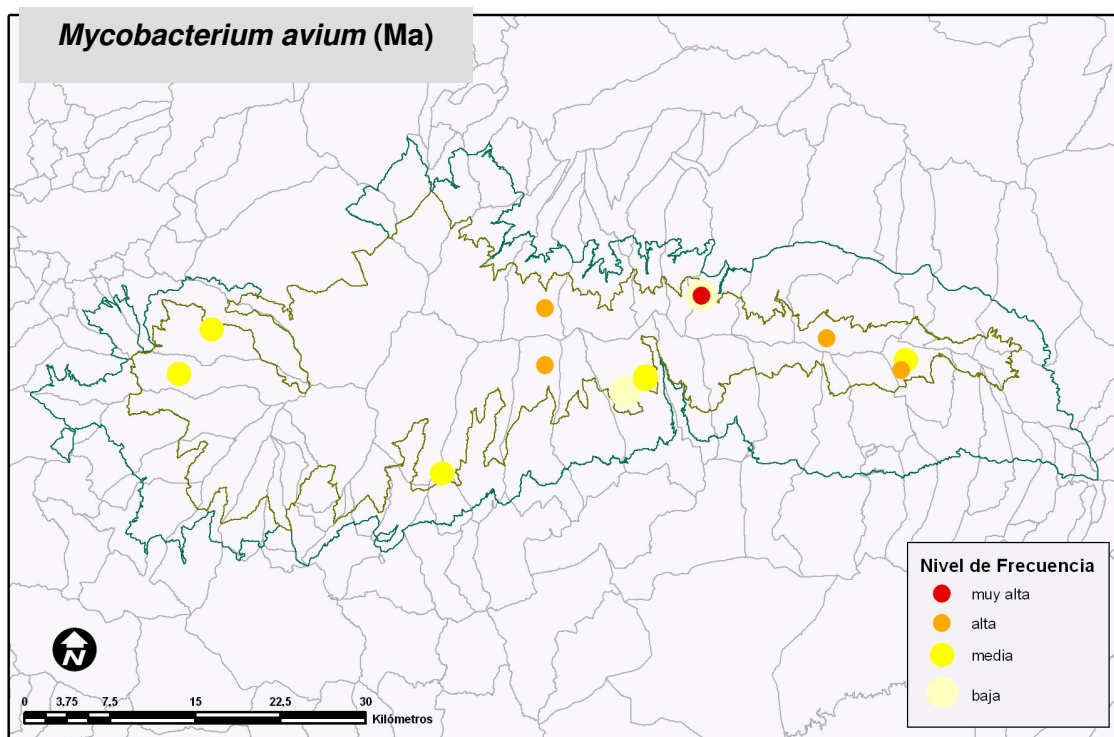


Figura 8.17. Distribución y niveles de frecuencia en los lugares donde aparecieron jabalíes positivos a *Mycobacterium avium*.

### 8.3.9. *Mycobacterium bovis*, Mb (Tuberculosis bovina).

Los índices epidemiológicos de frecuencia obtenidos a partir de los análisis relativos a *Mycobacterium bovis*, responsable de la tuberculosis bovina, se han resumido en la Tabla 8.12.

Durante las siete temporadas cinegéticas estudiadas hemos identificado 78 jabalíes positivos de los 1.102 analizados.

Índices epidemiológicos Mb	Media	de	Homogeneidad temporadas		
			$\chi^2$	gl	p
<b>Fr</b>	5,73	4,83	37,14	6	<b>&lt;0,001</b>
Fr♂	6,81	5,01	9,67	6	0,139
Fr♀	4,89	5,20	36,40	6	<b>&lt;0,001</b>
<b>FM</b>	18,45	9,92	4,25	6	0,643
<b>Frs*</b>	21,97	12,17	7,56	5	0,182
Frs*♂	28,76	17,43	2,91	5	0,714
Frs*♀	17,77	11,63	14,29	5	<b>0,014</b>

Tabla 8.12. Índices epidemiológicos de frecuencia para *Mycobacterium bovis*; **Fr**: nº jabalíes positivos/nº jabalíes analizados; **Fr♂**: nº machos positivos/nº machos analizados; **Fr♀**: nº hembras positivas/nº hembras analizadas; **FM**: nº lugares con jabalíes positivos/nº lugares analizados; **Frs\***: nº jabalíes positivos/nº jabalíes analizados en lugares con jabalíes positivos. **Frs\*♂**: nº machos positivos/nº machos analizados en lugares con jabalíes positivos; **Frs\*♀**: nº hembras positivas/nº hembras analizadas en lugares con jabalíes positivos; **de**: desviación estándar. Los índices aparecen en %.  $\chi^2$ : Chi-cuadrado; **gl**: grados libertad; **p**: nivel significación; Nivel de significación  $p<0,05$  resaltado en negro.

La prevalencia (Fr) se mantuvo en un nivel medio a lo largo de las temporadas estudiadas, no habiéndose detectado la bacteria en la temporada 2003-2004, quizás debido al menor esfuerzo de muestreo realizado. La prueba de homogeneidad entre temporadas reflejó diferencias estadísticamente significativas ( $\chi^2=37,14$ ; 6 gl;  $p<0,001$ ), debido principalmente a la alta prevalencia aparecida en la temporada 2004-2005 y la baja prevalencia encontrada en la temporada 2007-2008. En la temporada 2004-2005 el riesgo estadístico de aparición de portadores fue elevado y significativo ( $or=3,52$ ;  $p<0,001$ ), mientras que en la temporada 2007-2008 fue bajo y también significativo ( $or=0,24$ ;  $p=0,006$ ). En la segregación por sexos, aparecieron diferencias significativas entre las hembras (Fr♀,  $\chi^2=36,40$ ; 6 gl;  $p<0,001$ ) para las distintas temporadas estudiadas.

En los lugares o manchas donde aparecieron portadores (Frs\*), se detectó riesgo estadístico moderadamente elevado y significativo de aparición de contagiados en la temporada 2005-2005 ( $or=2,03$ ;  $p=0,013$ ). Se detectaron diferencias estadísticamente significativas a lo largo de las temporadas de estudio en la proporción de hembras portadoras de *M. bovis* respecto a las hembras existentes en estos lugares (Frs\*♀,  $\chi^2=14,29$ ; 6 gl;  $p=0,014$ ). En estos lugares, la proporción de machos portadores fue

mayor que la de hembras, habiéndose detectado diferencias significativas entre sexos ( $X^2=18,69$ ; 5 gl;  $p=0,002$ ). La difusión de este agente (FM) ha sido amplia.

En la evolución temporal de los índices epidemiológicos de frecuencia, Fr, Frs\* y FM, (Figura 8.18 a, b y c) no se detecta una tendencia definida en ninguno de ellos.

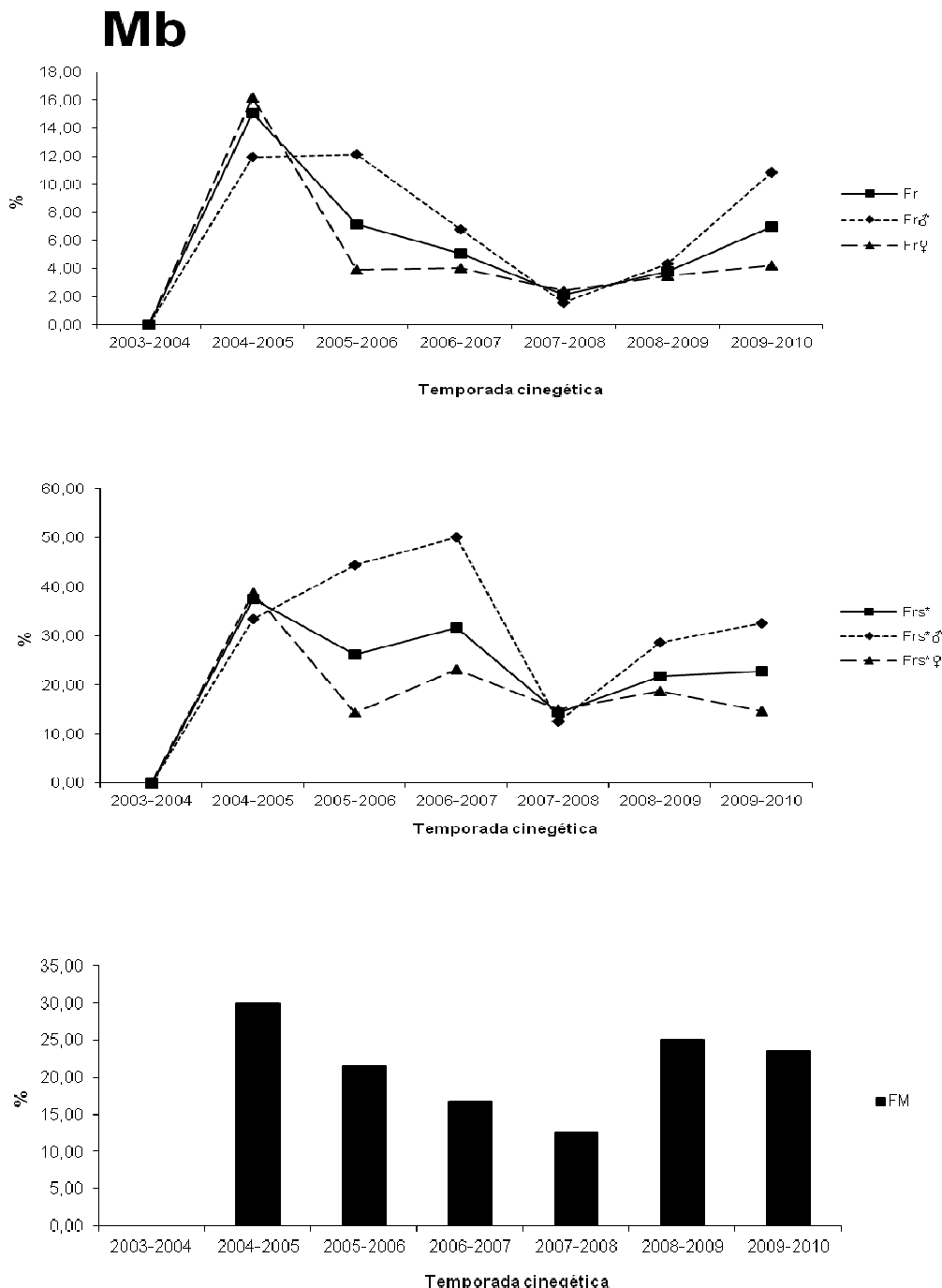


Figura 8.18 (a, b y c). Evolución de los índices epidemiológicos para *Mycobacterium bovis* durante el período de estudio. **Fr**: nº jabalíes positivos/nº jabalíes analizados; **Fr♂**: nº machos positivos/nº machos analizados; **Fr♀**: nº hembras positivas/nº hembras analizadas; **FM**: nº lugares con jabalíes positivos/nº lugares analizados; **Frs\***: nº jabalíes positivos/nº jabalíes analizados en lugares con jabalíes positivos; **Frs\*♂**: nº machos positivos/nº machos analizados en lugares con jabalíes positivos; **Frs\*♀**: nº hembras positivas/nº hembras analizadas en lugares con jabalíes positivos.



Fueron relativamente abundantes los lugares muestreados donde los jabalíes portadores de *Mycobacterium bovis* presentaron frecuencias altas, e incluso muy altas. Así, se han detectado 12 lugares en los que se cumplen estas condiciones, considerándose que probablemente haya existido circulación activa de la micobacteria. Estos lugares se distribuyeron en su mayor parte por municipios de la vertiente norte (Marquesado de Zenete), apareciendo también en 3 municipios de la Alpujarra granadina.

En la vertiente norte de Sierra Nevada, Aldeire y Fiñana son los municipios donde se ha constatado una mayor frecuencia de aparición de *M. bovis* en jabalí, si bien se ha localizado *M. bovis* en los jabalíes muestreados de la práctica totalidad de municipios de esta zona norte de Sierra Nevada (Huéneja, Aldeire, Jérez del Marquesado, Lugros y Abrucena). También se ha detectado la presencia de jabalíes portadores de *M. bovis* en varios municipios de la vertiente sur (Alpujarra). En Cáñar se ha detectado *M. bovis* el mismo lugar en tres campañas cinegéticas diferentes. En municipios como Nevada, Alpujarra de la Sierra, Soportújar y Bérchules se ha detectado *M. bovis* en dos temporadas. En la vertiente occidental de Sierra Nevada también se han detectado jabalíes portadores de *M. bovis* en Dílar (tres temporadas) y Monachil. Todo ello evidencia una difusión generalizada de *Mycobacterium bovis* en los jabalíes del Parque Nacional de Sierra Nevada (Figura 8.19).

La presencia de *Mycobacterium bovis* siempre se ha relacionado con la presencia de ganado vacuno y caprino. Se ha tenido acceso al censo ganadero y a las calificaciones sanitarias de las explotaciones de bovino en el Espacio Natural Sierra Nevada durante 2007. En la Tabla 8.13 se recoge la localización municipal de las explotaciones que no han sido calificadas como libres de tuberculosis bovina (T3).

Sierra Nevada cuenta con 6.429 bovinos reproductores distribuidos en 149 explotaciones ganaderas, en su mayor parte en régimen extensivo en áreas forestales. En la Figura 8.20 se representa la carga ganadera bovina por términos municipales. (Informe interno: caracterización de la ganadería vacuna en el Parque Nacional y Parque Natural de Sierra Nevada 2010). Otro factor a tener en cuenta es el ganado no sometido a saneamiento que todavía existe en Sierra Nevada. En concreto, en los municipios de Güéjar-Sierra, Bayárcal, Ferreira y Dílar, la administración del parque nacional ha eliminado entre 2004 y 2008, más de 150 vacas que permanecían abandonadas, si bien se calcula que pueden existir todavía otras tantas sin control en la zona del Marquesado del Zenete (Jérez del Marquesado, Aldeire, Ferreira, Huéneja, Dílar, Fiñana) y Puerto de la Ragua-Alpujarra (Bayárcal-Nevada). (Informe interno: Parque Nacional de Sierra Nevada).

En la Tabla 8.14 se recoge, sobre la base de los términos municipales en donde se ha identificado la presencia de *M. bovis* en jabalí, aquellos municipios donde existen explotaciones sin calificación ganadera libre de tuberculosis bovina y bovino sin sanear. En todos los municipios, excepto Alpujarra de la Sierra, Soportújar, Paterna del río, Ohanes y Abrucena, concurren dos o tres de las circunstancias analizadas. En la mayor parte de los municipios estudiados las cargas ganaderas de bovino son medias o elevadas. Por otro lado, en Güéjar-Sierra no se ha identificado *M. bovis* en jabalí a pesar del elevado nivel de muestreo realizado. Esto se justifica ya que la Dehesa de San Juan, principal área muestreada, es propiedad del Organismo Autónomo Parques Nacionales, que exige la calificación ganadera al adjudicatario como condición para acceder a sus pastos. No se ha detectado *M. bovis* en jabalí en los muestreos realizados en Dúrcal, Lanjarón, Trevélez y Lanteira, a pesar de haber existido explotaciones de bovino sin calificar como libres a tuberculosis bovina (T3). El municipio de Nigüelas no ha sido muestreado.

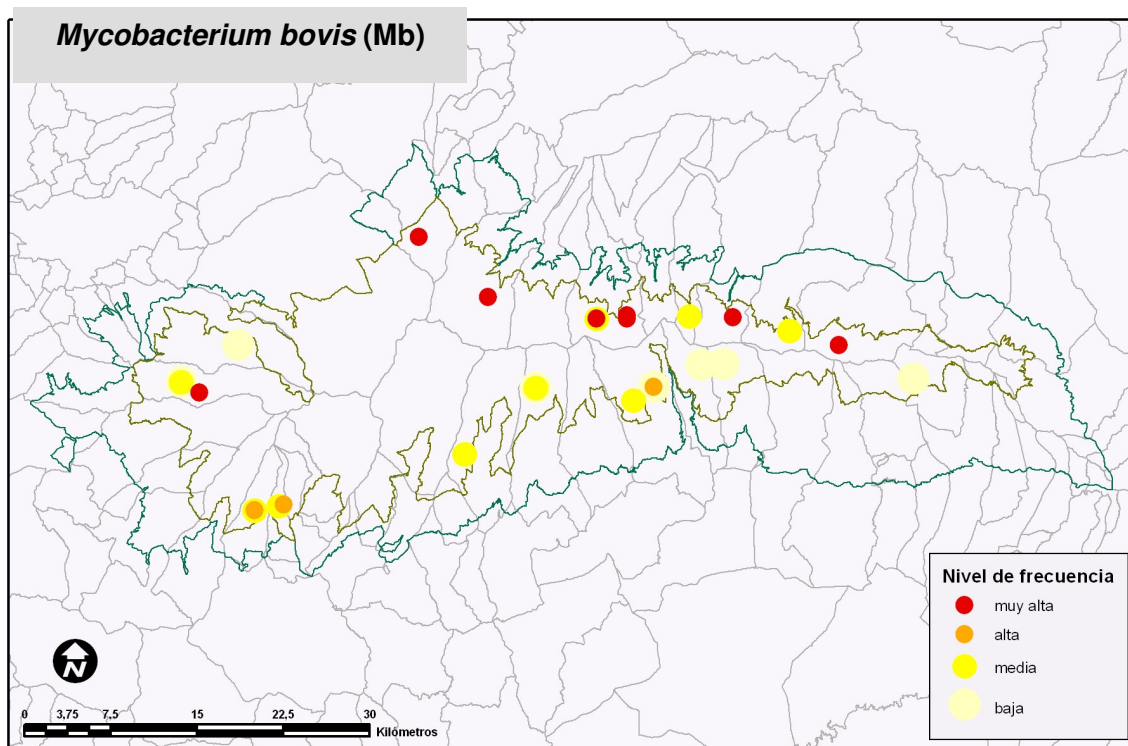


Figura 8.19. Distribución y niveles de frecuencia en los lugares donde aparecieron jabalíes positivos a *Mycobacterium bovis*.

Comarca	Término municipal	Explotaciones de ganado bovino	
		Nº de explotaciones	Calificación sanitaria Mb 2007
Norte (Marquesado Zenete)	<b>Jérez del Marquesado</b>	2	T2-
	Lanteira	1	T2-
	<b>Lugros</b>	2	T2+
		1	T2-
Sur (Alpujarra)	<b>Bérchules</b>	2	T2-
	<b>Cáñar</b>	1	T2+
	La Tahá	1	T2-
	Trevélez	2	T2-
	Lanjarón	1	T2-
		1	T2+
Occidental	<b>Dílar</b>	2	T2-
	Güéjar-Sierra	5	T2-
		1	T2+
	<b>Monachil</b>	1	T2-
	Dúrcal	3	T2-
	Nigüelas	1	T2-

Tabla 8.13. Calificación de explotaciones sanitarias que no obtienen la calificación T3 (libres) durante 2007. (Fuente: SIGGAN 2007). En negrilla se resaltan los términos municipales en donde ha sido detectado *Mycobacterium bovis* en jabalíes. (T2+: calificación de aquellas explotaciones que, sin haber alcanzado aún la calificación de oficialmente indemne de tuberculosis bovina, al menos un animal, susceptible por su edad de ser examinado, no haya sido sometido o bien haya resultado positivo a alguna de las pruebas diagnósticas previstas; T2- calificación de aquellas explotaciones que, sin haber alcanzado aún la calificación de oficialmente indemne de tuberculosis bovina, todo el censo de la explotación, susceptible por su edad de ser examinado, haya superado, con resultado favorable, al menos una de las pruebas de diagnóstico previstas en el Real Decreto 186/2011, de 18 de febrero, por el que se regula la calificación sanitaria de las ganaderías y explotaciones de reses de lidia y el movimiento de los animales pertenecientes a las mismas).

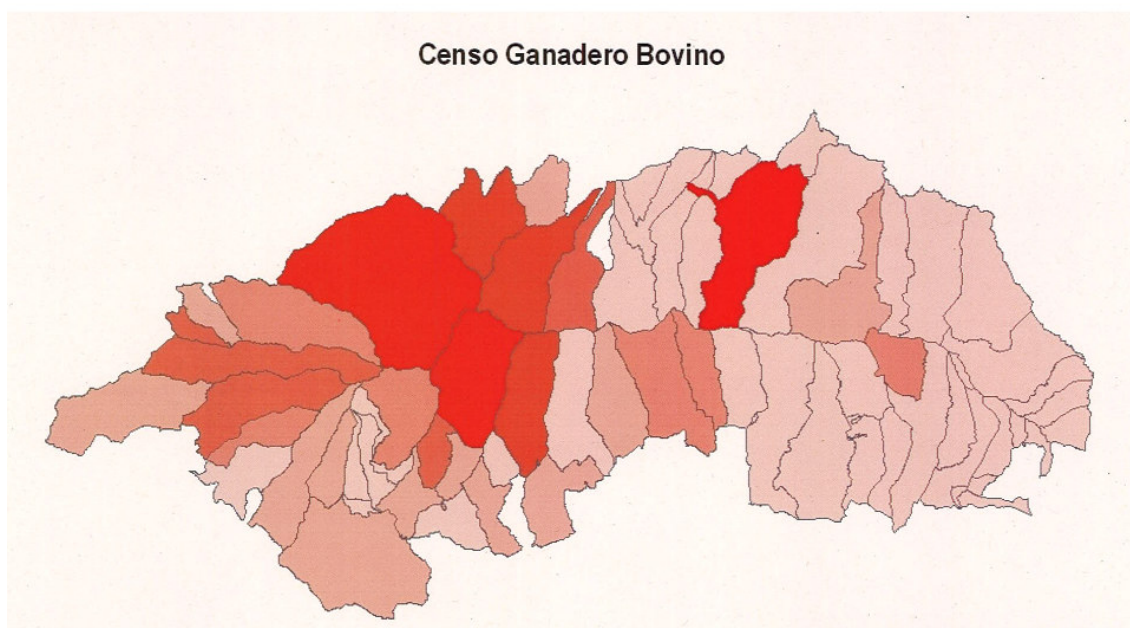
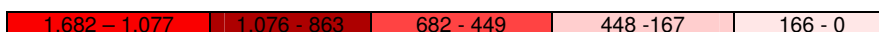


Figura 8.20. Censo ganadero bovino de Sierra Nevada en UGM, datos 2008. (Informe interno, 2010).



Término municipal	Explotaciones sin T3	Bovinos sin sanear
Dílar	X	
Aldeire		X
Huéneja		X
Nevada (Laroles)		X
Cáñar	X	
Alpujarra de la Sierra (M.)		
Fiñana		X
Soportújar		
Bérchules	X	
Jérez del Marquesado	X	X
Monachil	X	
Paterna de Rio		
Ohanes		
Lugros	X	
Dólar		X
Bayárcal		X
Abrucena		
Válor (Mairena)		

Tabla 8.14. Relación de términos municipales en donde han aparecido jabalíes portadores de *M. bovis*, donde existen explotaciones de bovino sin calificación T3 (libres) y bovinos sin sanear.

### 8.3.10. *Chlamydae* sp. y *Chlamydiaceae* sp., CI (Clamidiosis/Clamidiofilosis).

Los índices epidemiológicos de frecuencia obtenidos a partir de los análisis serológicos relativos a clamidiosis se han resumido en la Tabla 8.15. Durante las siete temporadas cinegéticas estudiadas hemos identificado 91 jabalíes positivos de los 810 analizados.

Índices epidemiológicos CI	Media	de	Homogeneidad temporadas		
			$\chi^2$	gl	<i>p</i>
<b>Fr</b>	9,37	8,86	43,76	4	<b>&lt;0,001</b>
Fr♂	3,00	3,12	15,26	4	<b>0,004</b>
Fr♀	6,37	5,77	29,93	4	<b>&lt;0,001</b>
<b>FM</b>	21,06	17,59	12,22	4	<b>0,015</b>
<b>Frs*</b>	31,99	11,87	4,18	3	0,242
Frs*♂	26,25	19,07	4,22	3	0,238
Frs*♀	35,15	9,06	1,51	3	0,679

Tabla 8.15. Índices epidemiológicos de frecuencia para *Chlamydae* sp. y *Chlamydiaceae* sp.; **Fr**: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados; **Fr♂**: nº machos seropositivos/nº machos analizados; **Fr♀**: nº hembras seropositivas/nº hembras analizadas; **FM**: nº lugares con jabalíes seropositivos/nº lugares analizados; ; **Frs\***: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados en lugares con jabalíes seropositivos; **Frs\*♂**: nº machos seropositivos/nº machos analizados en lugares con jabalíes seropositivos; **Frs\*♀**: nº hembras seropositivas/nº hembras analizadas en lugares con jabalíes seropositivos; **de**: desviación estándar. Los índices aparecen en %.  $\chi^2$ : Chi-cuadrado; **gl**: grados libertad; **p**: nivel significación; Nivel de significación  $p<0,05$  resaltado en negro.

Las prevalencias (Fr) respondieron a una disposición temporal estadísticamente significativa para el período de estudio (Fr,  $\chi^2=43,76$ ; 4 gl;  $p<0,001$ ). Este mismo patrón de significación se mantuvo para las frecuencias aparecidas en la segregación para ambos sexos.

Las prevalencias en los lugares donde aparecieron seropositivos (Frs\*). Apareció riesgo estadístico alto y significativo de aparición de seropositivos en estos lugares en las temporadas 2008-2009 ( $or=2,42$ ;  $p<0,001$ ) y 2009-2010 ( $or=2,25$ ;  $p<0,001$ ).

En la muestra estudiada, la frecuencia total de hembras seropositivas respecto a los animales de su mismo sexo analizados ha resultado dos veces superior a la de machos seropositivos respecto al total de machos analizados (total Fr♂=3,70%; Fr♀=7,53%). En estos lugares, la proporción media de hembras seropositivas fué mayor que la de machos, habiéndose detectado diferencias significativas entre sexos ( $\chi^2=19,76$ ; 3 gl;  $p<0,001$ ).

La difusión de clamidias ha sido moderadamente elevada en el Parque Nacional de Sierra Nevada, con diferencias estadísticamente significativas entre las temporadas estudiadas (FM,  $\chi^2=12,22$ ; 4 gl;  $p=0,015$ ) (Figura 8.21 a, b y c).

En la evolución temporal de los índices epidemiológicos de frecuencia, Fr, Frs\* y FM, indican la existencia de un brote de *Chlamydae* sp./*Chlamydiaceae* sp. en las temporadas 2007/2008, 2008/2009 y 2009/2010, si bien la difusión territorial resultó limitada y, por tanto, el contagio también lo ha sido.

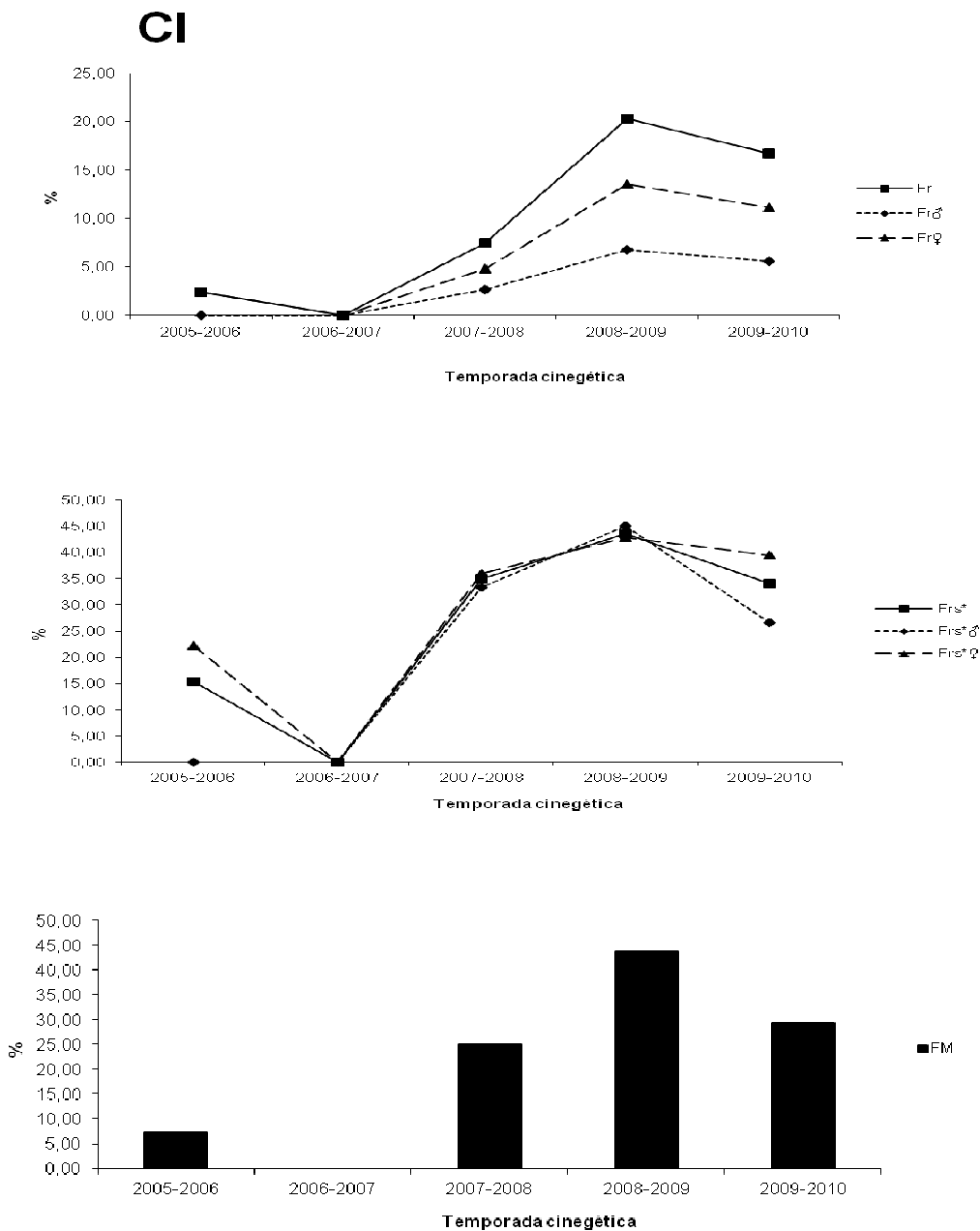


Figura 8.21 (a, b y c). Evolución de los índices epidemiológicos para *Chlamydae* sp.y *Chlamydiaceae* sp. en el período de estudio. **Fr**: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados; **Fr♂**: nº machos seropositivos/nº machos analizados; **Fr♀**: nº hembras seropositivas/nº hembras analizadas; **FM**: nº lugares con jabalíes seropositivos/nº lugares analizados; **Frs\***: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados en lugares con jabalíes seropositivos; **Frs\*♂**: nº machos seropositivos/nº machos analizados en lugares con jabalíes seropositivos; **Frs\*♀**: nº hembras seropositivas/nº hembras analizadas en lugares con jabalíes seropositivos.

Resultaron abundantes los lugares muestreados donde las frecuencias de portadores de anticuerpos de clamidias (Frs\*) fueron altas (0,499-0,350), e incluso muy altas (>500). Así se han detectado 16 lugares donde la proporción de portadores de anticuerpos cumplen estas condiciones, que se asimilan con lugares donde ha existido una circulación abundante y probablemente activa de diferentes especies de clamidias.

La distribución de estos focos no fue homogénea dentro de comarcas de Sierra Nevada, confirmándose la Alpujarra oriental granadina y occidental almeriense como las zonas donde se concentran y aparecen clamidias con mayor frecuencia (Bayarcal, Trevélez, Bérchules, Paterna del Río, Válor, Soportújar), si bien la bacteria ha manifestado una presencia difusa ya que también se han constatado focos con frecuencias altas de aparición en otros lugares del poniente granadino como Monachil y Dúrcal, y de la zona norte (Marquesado del Zenete) como Jérez del Marquesado, Aldeire, Abrucena y Lugros.

En la vertiente sur de Sierra Nevada, Bayárcal, es el municipio donde se ha constatado una frecuencia mayor de aparición de clamidias (2 temporadas y 3 lugares). También han aparecido jabalíes seropositivos en Nevada, Bérchules, Trevélez, Válor y Paterna del Rio, Alpujarra de la Sierra, Cáñar y Soportújar. En la vertiente norte de Sierra Nevada es en el municipio de Aldeire donde aparecieron mayor número de jabalíes seropositivos a clamidias. En el área occidental de Sierra Nevada, fue Monachil el municipio donde aparecieron focos durante dos temporadas consecutivas (Figura 8.22).

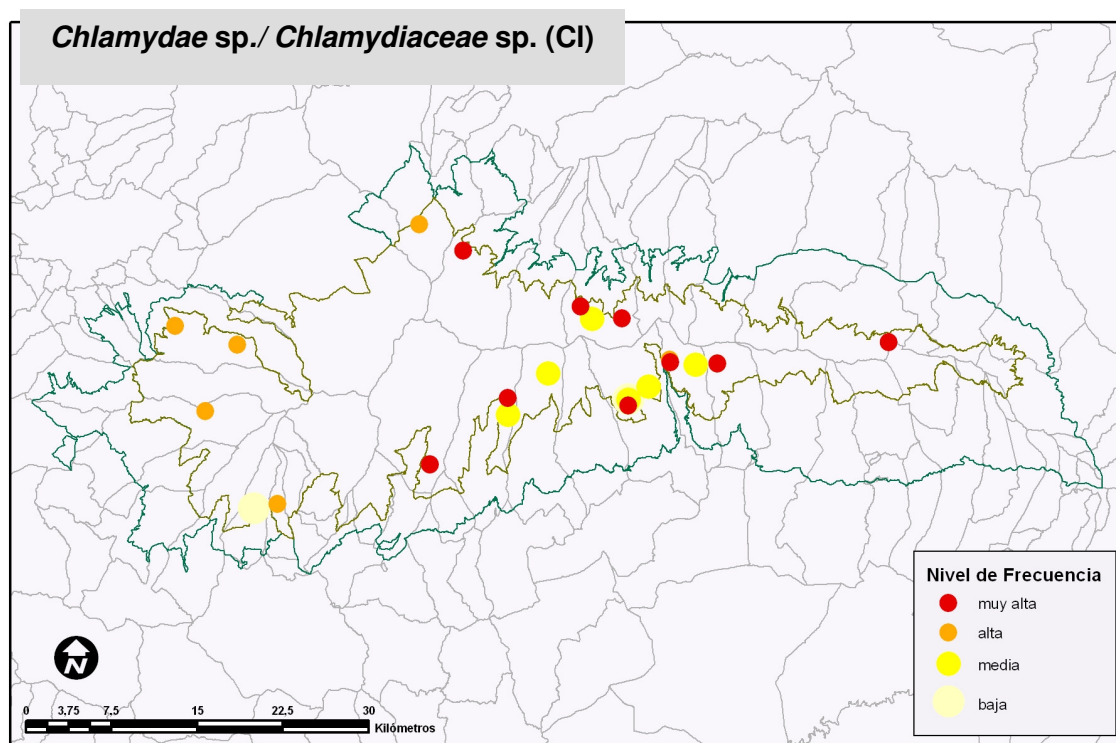


Figura 8.22. Distribución y niveles de frecuencia en los lugares donde aparecieron jabalíes seropositivos para *Chlamydae* sp. y *Chlamydiaceae* sp.

### 8.3.11. *Salmonella* sp, SC (Salmonelosis-Paratífus).

Los índices epidemiológicos de frecuencia obtenidos a partir de los análisis relativos a salmonelosis serovar C, que incluye las principales salmonelosis específicas del género *Sus*, se han resumido en la Tabla 8.16.

Durante las siete temporadas cinegéticas estudiadas hemos identificado 22 jabalíes seropositivos de los 1.103 analizados.

Índices epidemiológicos SC	Media	de	Homogeneidad temporadas		
			$\chi^2$	gl	<i>p</i>
<b>Fr</b>	1,75	1,39	7,54	6	<b>0,274</b>
Fr♂	2,06	2,44	6,16	6	0,405
Fr♀	1,60	1,01	3,92	6	0,688
<b>FM</b>	9,80	7,89	5,33	6	<b>0,502</b>
<b>Frs*</b>	25,75	33,58	7,95	5	<b>0,159</b>
Frs*♂	12,49	11,03	1,94	4	0,747
Frs*♀	25,49	29,74	9,50	5	<b>0,091</b>

Tabla 8.16. Índices epidemiológicos de frecuencia para *Salmonella* sp, SC.; **Fr**: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados; **Fr♂**: nº machos seropositivos/nº machos analizados; **Fr♀**: nº hembras seropositivas/nº hembras analizadas; **FM**: nº lugares con jabalíes seropositivos/nº lugares analizados; ; **Frs\***: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados en lugares con jabalíes seropositivos **Frs\*♂**: nº machos seropositivos/nº machos analizados en lugares con jabalíes seropositivos; **Frs\*♀**: nº hembras seropositivas/nº hembras analizadas en lugares con jabalíes seropositivos; **de**: desviación estándar. Los índices aparecen en %.  $\chi^2$ : Chi-cuadrado; **gl**: grados libertad; **p**: nivel significación; Nivel de significación  $p < 0,05$  resaltado en negro.

Las prevalencias de jabalíes seropositivos (Fr) mantienen unos niveles bastante bajos durante todas las temporadas analizadas.

La prevalencia en los lugares donde aparecieron jabalíes seropositivos (Frs\*) resultó moderada (25,75%). En estos lugares, la proporción media de hembras seropositivas fué mayor que la de machos, habiéndose detectado diferencias significativas entre sexos ( $\chi^2=119,92$ ; 5 gl;  $p < 0,001$ ).

La difusión territorial (FM) de las *Salmonella* sp. (serovar C) fue escasa en el parque Nacional de Sierra Nevada.

La evolución temporal de los índices Fr, Frs\* y FM mostró una tendencia ligeramente al alza en las últimas temporadas analizadas, habiéndose detectado leves fluctuaciones en una situación caracterizada por una presencia de *Salmonella* sp. (serovar C) poco difundidas entre a población de jabalíes de Sierra Nevada. (Figura 8.23 a, b y c).

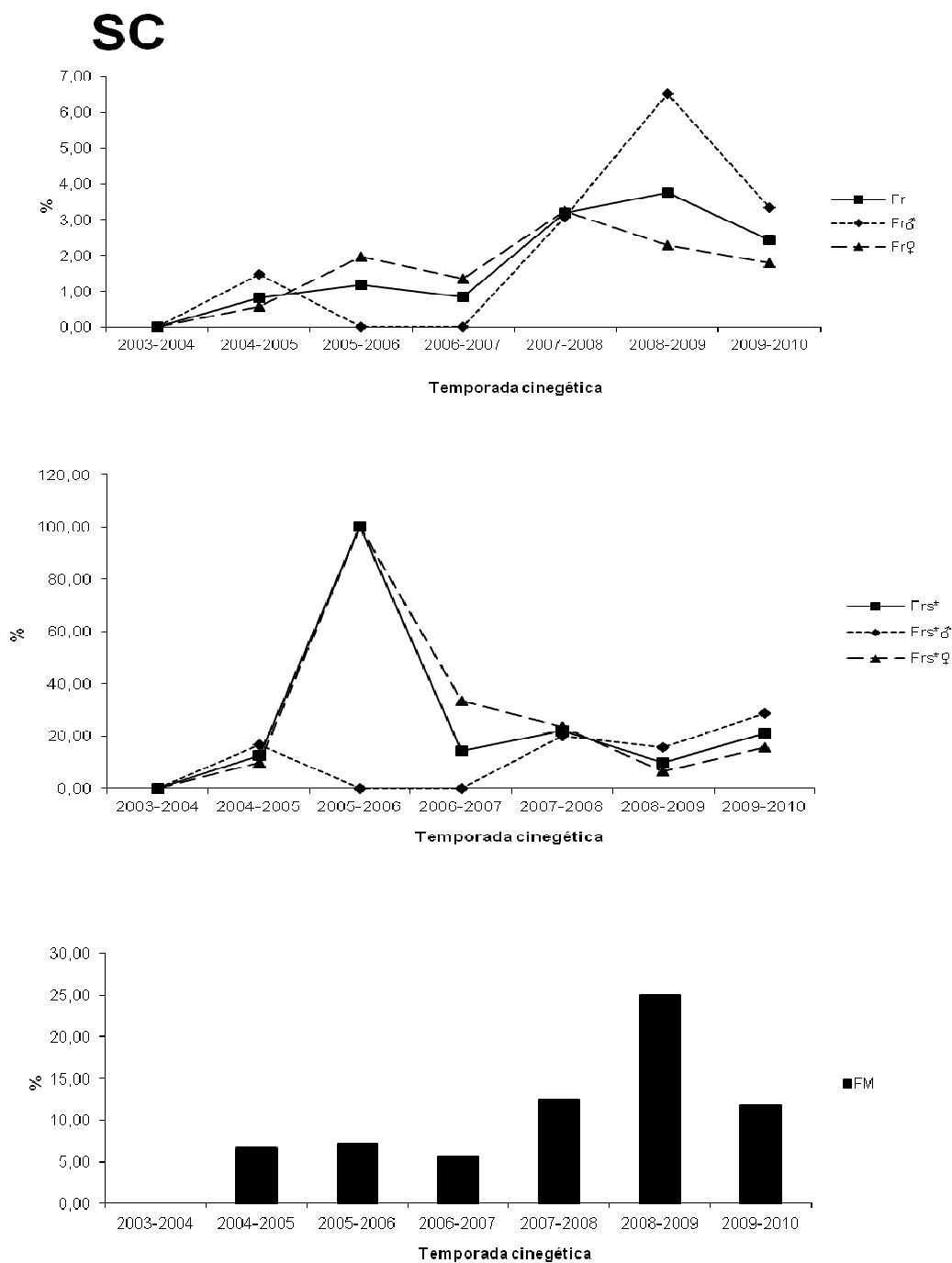


Figura 8.22 (a, b y c). Evolución de los índices epidemiológicos para *Salmonella* sp, SC, durante el período de estudio. **Fr**: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados; **Fr♂**: nº machos seropositivos/nº machos analizados; **Fr♀**: nº hembras seropositivas/nº hembras analizadas; **FM**: nº lugares con jabalíes seropositivos/nº lugares analizados; **Frs\***: nº jabalíes seropositivos/nº jabalíes analizados en lugares con jabalíes seropositivos; **Frs\*♂**: nº machos seropositivos/nº machos analizados en lugares con jabalíes seropositivos; **Frs\*♀**: nº hembras seropositivas/nº hembras analizadas en lugares con jabalíes seropositivos.

La circulación activa de este grupo de bacterias ha sido escasa en Sierra Nevada. Se han caracterizado 4 focos con fases epidémicas progresivas y riesgos de contagio



altos. Estos focos contagiantes se situaron en la comarca norte (Marquesado del Zenete), municipios de Lanteira, Huéneja y Aldeire. Estos focos han aparecido en cuatro temporadas diferentes, indicando la presencia continuada en el tiempo de este grupo de bacterias entre los jabalíes de esta zona del parque nacional. En el resto de lugares aparecidos su presencia ha sido difusa en el espacio y en el tiempo, definiéndose fases epidémicas regresivas que se corresponden con niveles endémicos poco activos para la infección por *Salmonella* sp, serovar C (Figura 8.24).

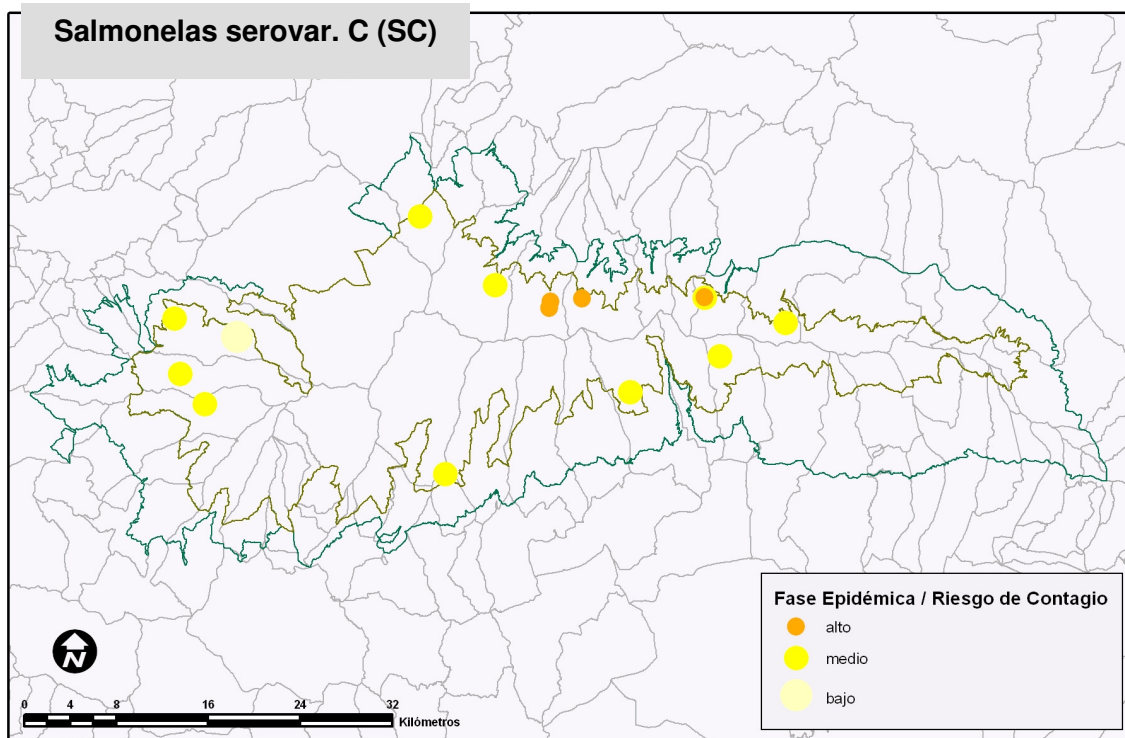


Figura 8.24. Distribución y estados epidémicos de los lugares donde aparecieron jabalíes seropositivos para *Salmonella* sp. serovar C.

## 8.3.12. Distribución y valoración epidemiológica global.

En las Tablas 8.17, 8.18, 8.19 y 8.20 se resume la distribución de cada agente infeccioso y la valoración epidémica en cada lugar muestreado.

Cod.	n*	HvP	SRRP	IvP	Cv	Pv	Er	Lp	Ma	Mb	Cl	SC
15	Meseta Hiniestas											
18	Peñon Joraique											
22	Bco.Astiles											
28	El Chaparral											
29	El Pozuelo											

Cod.	n*	HvP	SRRP	IvP	Cv	Pv	Er	Lp	Ma	Mb	Cl	SC
31	Cortijuela											
32	Hoya Zapata											
33	El Joraique											
34	Rosales											
35	Collao los Valientes											
36	Los Pasillos											
37	El Camarate											
38	Piedras Pelegrina											
39	La Dehesilla											
40	El Chaparral											
41	Espinar											
42	Prado Llano											
43	Haza Morón											
44	Las Alegas											
45	El Pozuelo											
46	El Robledal											
47	Las Chorreras											
48	Llanadas Joraique											
49	Peñabón											
50	Calvario											
51	Los Cortijuelos											
52	Dehesa San Juan											
53	Peña Caballera											
54	Venta del Serbal											
55	Loma del Rosal											
56	Meseta Hiniestas											
57	Prados del Espino											
58	Los Toriles											
59	Prado del Cebollar											
60	Cerro Pirolo											
61	Solana la Pimienta											

Tabla 8. 17 (a y b). Valoración epidémica de agentes infecciosos en lugares muestreados durante las **temporadas cinegéticas 2003-2004 y 2004-2005**. HvP: herpesvirus porcino; SRRP: arterivirus porcino; IvP: virus influenza; Cv: circovirus porcino; Pv: parvovirus porcino; Er: *Erysipelothrix rhusiopathiae*; Lp: *Leptospira pomona*; Ma: *Mycobacterium avium*; Mb: *Mycobacterium bovis*; Cl: *Chlamydiaceae* sp.; SC: *Salmonella* serovar C. En negro, agente no analizado. Valoración epidémica según colores:

Pico epidémico	Progresiva	Regresiva	Interepidémica	Presente sin valoración epidémica	Sin analizar
----------------	------------	-----------	----------------	-----------------------------------	--------------

Cod.	n*	HvP	SRRP	IvP	Cv	Pv	Er	Lp	Ma	Mb	Cl	SC
62	Cerro Gordo	Regresiva				Regresiva				Presente sin valoración epidémica		
63	Las Chorreras					Regresiva						
66	Llanadas Joraique											Pico epidémico
67	Solana Benabre											
69	Peñabón	Pico epidémico		Regresiva								
70	El Pozuelo					Regresiva	Regresiva			Presente sin valoración epidémica		
72	El Robledal	Regresiva		Regresiva								
73	Piedras Pelegrina					Regresiva						
74	El Cestero					Regresiva		Regresiva				
75	El Camarate					Pico epidémico						
76	La Sacristía	Pico epidémico									Presente sin valoración epidémica	
78	Llanos de Otero							Regresiva				
79	El Loqueal									Presente sin valoración epidémica		
82	Los Chortales											

Cod.	n*	HvP	SRRP	IvP	Cv	Pv	Er	Lp	Ma	Mb	Cl	SC
84	Prados Altos											
85	La Dehesilla					Regresiva			Presente sin valoración epidémica			
86	Rosales								Presente sin valoración epidémica	Presente sin valoración epidémica		Regresiva
87	La Rinconada				Presente sin valoración epidémica	Regresiva						
90	Llanadas Joraique			Pico epidémico								
91	Dehesa San Juan					Regresiva	Pico epidémico	Regresiva				
96	Los Cortijuelos					Regresiva		Regresiva				
97	El Robledal			Regresiva		Regresiva				Presente sin valoración epidémica		
98	Las Chorreras	Pico epidémico										
99	Las Chorreras			Pico epidémico		Regresiva	Regresiva					
100	La Sacristía	Pico epidémico				Regresiva						
101	Bco. Sostras											
103	Llanos de Otero					Regresiva						
104	Prados del Águila			Regresiva	Presente sin valoración epidémica							
105	El Chaparral				Presente sin valoración epidémica	Regresiva	Regresiva					
107	Solana Pimienta									Presente sin valoración epidémica		
108	Bco. Astiles	Regresiva			Presente sin valoración epidémica	Regresiva	Regresiva					
109	Loma del Rosal			Regresiva								

Tabla 8. 18 (a y b). Valoración epidémica de agentes infecciosos en lugares muestreados durante las **temporadas cinegéticas 2005-2006 y 2006-2007**. HvP: herpesvirus porcino; SRRP: arterivirus porcino; IvP: virus influenza; Cv: circovirus porcino; Pv: parvovirus porcino; Er: *Erysipelothrix rhusiopathiae*; Lp: *Leptospira pomona*; Ma: *Mycobacterium avium*; Mb: *Mycobacterium bovis*; Cl: *Chlamydiaceae* sp.; SC: *Salmonella* serovar C. Valoración epidémica según colores:

Pico epidémico
Progresiva
Regresiva
Interepidémica
Presente sin valoración epidémica

ESTUDIO SANITARIO II

Cod.	n*	HvP	SRRP	IvP	Cv	Pv	Er	Lp	Ma	Mb	Cl	SC
110	La Rinconada	Regresiva				Interepidémica			Presente sin valoración epidémica			Pico epidémico
111	Hoya Zapata	Regresiva			Interepidémica	Interepidémica					Interepidémica	
112	La Rinconada	Pico epidémico			Interepidémica	Interepidémica	Regresiva					
114	Pescaero		Regresiva	Regresiva		Interepidémica	Regresiva		Presente sin valoración epidémica			Regresiva
115	Bco. Prados Altos					Interepidémica						
116	Solana Cerro Barbero	Pico epidémico			Interepidémica	Interepidémica						
117	Llanadas Joraique	Regresiva		Regresiva		Interepidémica	Regresiva		Presente sin valoración epidémica			
119	El Joraique	Pico epidémico				Interepidémica						
120	Posterillo				Interepidémica						Interepidémica	
121	El Pozuelo			Regresiva					Presente sin valoración epidémica		Interepidémica	
122	Las Chorreras	Regresiva	Regresiva	Regresiva			Regresiva			Presente sin valoración epidémica		
125	Peñabón										Interepidémica	
127	Los Cerecillos		Regresiva	Regresiva	Interepidémica		Regresiva	Regresiva	Presente sin valoración epidémica			
128	Los Toriles			Regresiva	Interepidémica							
129	Prados del Águila	Regresiva		Regresiva		Interepidémica	Regresiva					
131	Venta del Serbal											
132	Solana Cerro Barbero			Regresiva								
133	El Cestero				Interepidémica	Interepidémica		Regresiva		Presente sin valoración epidémica		
134	Piedras Torres Garate			Regresiva		Interepidémica	Regresiva					
136	Cerro Huenes				Interepidémica	Interepidémica	Regresiva				Interepidémica	Regresiva
137	Bco. Astiles					Interepidémica						
138	Piedras Pelegrina			Regresiva		Interepidémica			Presente sin valoración epidémica		Interepidémica	
139	La Franciscana		Regresiva	Regresiva		Interepidémica	Regresiva	Regresiva	Presente sin valoración epidémica			
141	Pradillos Granada				Interepidémica	Interepidémica				Presente sin valoración epidémica		

Cod.	n*	HvP	SRRP	IvP	Cv	Pv	Er	Lp	Ma	Mb	Cl	SC
142	Loma del Rosal			Regresiva		Interepidémica	Regresiva			Presente sin valoración epidémica		
144	Hoya Zapata	Pico epidémico			Interepidémica	Interepidémica					Interepidémica	
145	Las Chorreras											
146	La Rinconada									Presente sin valoración epidémica		
147	Paraje Garate					Interepidémica	Regresiva		Presente sin valoración epidémica			
148	Casa Dimas				Interepidémica	Interepidémica	Regresiva					Regresiva
149	Las Rozas			Regresiva		Interepidémica	Regresiva		Presente sin valoración epidémica			
150	Cañada del Espinar				Interepidémica	Interepidémica				Presente sin valoración epidémica	Interepidémica	Regresiva
152	Prados Altos	Regresiva			Interepidémica	Interepidémica						
154	El Pozuelo	Regresiva		Regresiva		Interepidémica			Presente sin valoración epidémica			
155	Llanadas del Joraique	Regresiva				Interepidémica	Regresiva		Presente sin valoración epidémica			
156	La Franciscana			Regresiva	Interepidémica	Interepidémica		Regresiva			Interepidémica	Regresiva
157	Prados del Águila	Regresiva	Regresiva	Regresiva	Interepidémica	Interepidémica				Presente sin valoración epidémica	Interepidémica	Regresiva
158	Bco. Cortjuelos					Interepidémica						
159	Solana Cerro Barrero			Regresiva	Interepidémica	Interepidémica					Interepidémica	
160	Canalón										Interepidémica	

Tabla 8. 19 (a y b). Valoración epidémica de agentes infecciosos en lugares muestreados durante las **temporadas cinegéticas 2007-2008 y 2008-2009**. HvP: herpesvirus porcino; SRRP: arterivirus porcino; IvP: virus influenza; Cv: circovirus porcino; Pv: parvovirus porcino; Er: *Erysipelothrix rhusiopathiae*; Lp: *Leptospira pomona*; Ma: *Mycobacterium avium*; Mb: *Mycobacterium bovis*; Cl: *Chlamydiaceae* sp.; SC: *Salmonella* serovar C. Valoración epidémica según colores:

Pico epidémico
Progresiva
Regresiva
Interepidémica
Presente sin valoración epidémica

Cod.	n*	HvP	SRRP	IvP	Cv	Pv	Er	Lp	Ma	Mb	Cl	SC
161	Fuente Alta-Las Chorreras						Regresiva					
162	Loma del Rosal											Interepidémica
163	Dehesa de Dilar			Regresiva						Presente sin valoración epidémica		
164	Paraje Garate							Regresiva		Presente sin valoración epidémica		
165	El Camarate									Presente sin valoración epidémica		
166	Peñabón	Regresiva		Progresiva							Presente sin valoración epidémica	
167	Pinar de la Torrecilla					Interepidémica	Regresiva					
168	Las Chorreras	Regresiva			Presente sin valoración epidémica	Interepidémica	Regresiva			Presente sin valoración epidémica		
169	Los Frailecillos						Regresiva					
170	Mosquera	Regresiva	Regresiva	Progresiva	Presente sin valoración epidémica					Presente sin valoración epidémica	Presente sin valoración epidémica	
171	El Cestero			Interepidémica	Presente sin valoración epidémica	Interepidémica		Regresiva			Presente sin valoración epidémica	
172	Prados Altos	Regresiva		Interepidémica		Regresiva						
173	Las Alegas	Regresiva		Regresiva	Presente sin valoración epidémica	Interepidémica	Regresiva					
174	El Robledal		Interepidémica	Regresiva				Regresiva		Presente sin valoración epidémica	Presente sin valoración epidémica	
175	El Pozuelo	Progresiva										
176	Las Rozas					Regresiva	Interepidémica			Presente sin valoración epidémica		
177	La Franciscana											
178	Umbria Los Tejos			Regresiva		Regresiva	Regresiva					
179	Las Chorreras	Regresiva			Presente sin valoración epidémica							
180	El Garbanzal			Regresiva		Regresiva		Regresiva				
181	Venta del Serbal					Regresiva						
182	Solana Pimienta			Regresiva	Presente sin valoración epidémica	Regresiva	Regresiva				Presente sin valoración epidémica	
183	Balsa Altera	Regresiva	Progresiva	Regresiva	Presente sin valoración epidémica						Presente sin valoración epidémica	
184	Llanadas del Joraique					Regresiva						
185	Solana Cerro Barrero			Regresiva	Presente sin valoración epidémica	Interepidémica						
186	Canalón					Interepidémica	Regresiva					
187	Joraique	Regresiva				Regresiva						
188	Solana Benabre	Progresiva		Regresiva	Presente sin valoración epidémica	Regresiva	Regresiva				Presente sin valoración epidémica	Progresiva
189	Paraje Garate						Regresiva					
190	Cañada del Espinar			Regresiva	Presente sin valoración epidémica	Regresiva						
191	Los Chortales	Regresiva		Regresiva		Regresiva	Regresiva					
192	Bco. Astiles					Regresiva	Regresiva				Presente sin valoración epidémica	Interepidémica
193	El Chaparral	Regresiva		Regresiva	Presente sin valoración epidémica		Regresiva	Regresiva			Presente sin valoración epidémica	Interepidémica
194	Prados del Águila	Regresiva		Regresiva	Presente sin valoración epidémica						Presente sin valoración epidémica	

Tabla 8.20 (a y b). Valoración epidémica de agentes infecciosos en lugares muestreados durante las **temporada cinegética 2009-2010**. HvP: herpesvirus porcino; SRRP: arterivirus porcino; IvP: virus influenza; Cv: circovirus porcino; Pv: parvovirus porcino; Er: *Erysipelothrix rhusiopathiae*; Lp: *Leptospira pomona*; Ma: *Mycobacterium avium*; Mb: *Mycobacterium bovis*; Cl: *Chlamydiaceae* sp.; SC: *Salmonella* serovar C. Valoración epidémica según colores:

Pico epidémico
Progresiva
Regresiva
Interepidémica
Presente sin valoración epidémica

Del análisis conjunto de los lugares se resumen las prevalencias medias obtenidas para las temporadas cinegéticas analizadas y el número de agentes infecciosos que han aparecido en los lugares analizados (Figuras 8.25 y 8.26). Un 91,49% de estos lugares presentaron evidencias de la presencia, al menos, de un agente infeccioso. En las Tablas 8.21 y 8.22 se resumen los resultados de la encuesta epidemiológica. Se ha considerado que la presencia de un agente infecciosos está localizada cuando los focos de infección se han repetido sistemáticamente -al menos 8 focos de infección activa se repiten durante dos o más temporadas- Tabla 8.22.

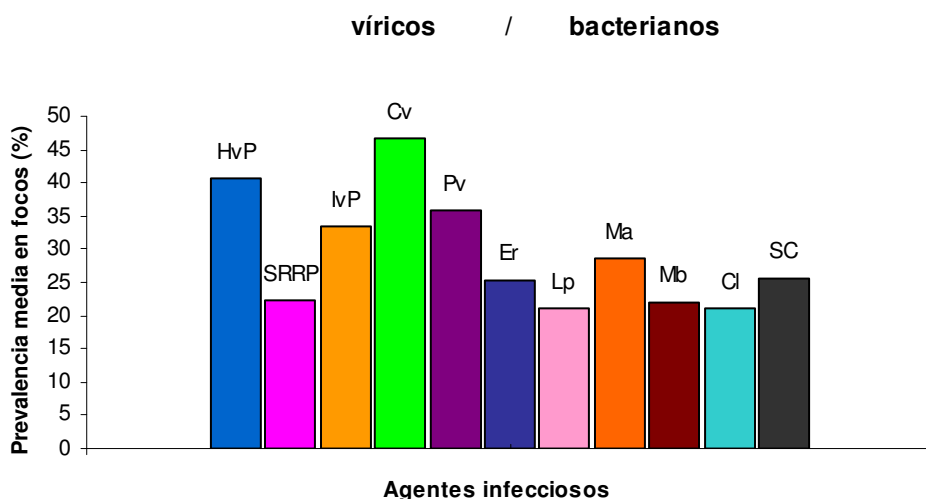


Figura 8.25. Prevalencia media para el conjunto de agentes infecciosos analizados

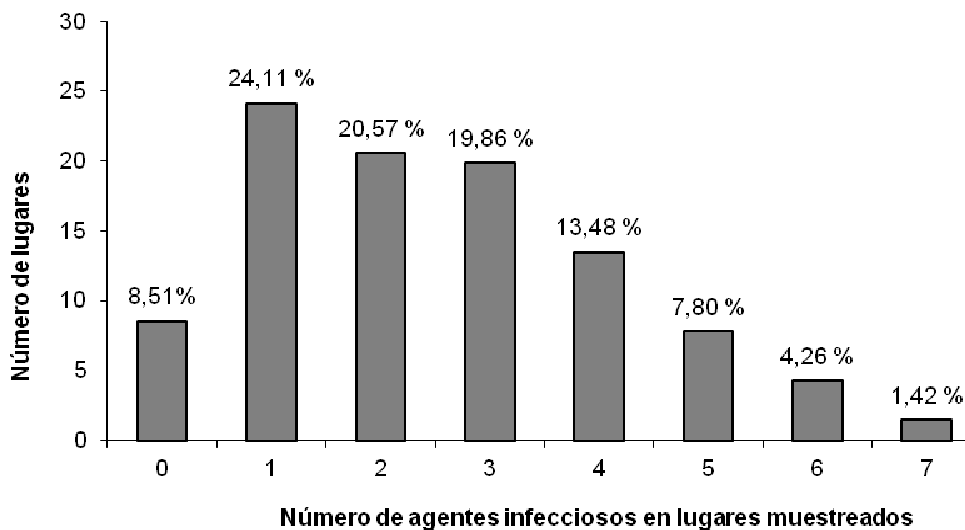


Figura 8.26. Relación entre el número de agentes infecciosos (porcentaje) y los lugares muestreados.

Agente	Fr				Frs*			
	total	machos	hembras	n <sub>1</sub>	total	machos	hembras	n <sub>2</sub>
HvP <sup>b</sup>	16,88±7,96% <sup>a</sup> (n=1.103)	16,58±9,69% <sup>a</sup> (n=395)	16,93±6,58% <sup>a</sup> (n=708)	141	40,68±4,82% (n=410)	38,69±9,40%* (n=152)	44,15±12,74%* (n=258)	41
SRRP	1,90 ± 2,85% <sup>a</sup> (n=1.100)	0,64±0,88% (n=394)	1,27±2,06% <sup>a</sup> (n=706)	141	22,38±5,38% (n=147)	18,85±6,80% (n=60)	25,37±7,15% (n=87)	8
IvP <sup>b</sup>	13,87±7,87% <sup>a</sup> (n=1.102)	13,43±9,94% <sup>a</sup> (n=395)	14,15±7,47% <sup>a</sup> (n=707)	141	33,31±7,07% (n=548)	32,15±20,76% (n=201)	34,85±8,15% (n=347)	51
Cv <sup>b</sup>	15,16±9,44% <sup>a</sup> (n=810)	14,20±10,33% <sup>a</sup> (n=308)	15,68±8,37% <sup>a</sup> (n=502)	106	46,66±4,62% (n=305)	43,18±13,18% (n=113)	49,26±11,71% (n=192)	32
Pv <sup>b</sup>	24,00±5,01% (n=1.103)	21,08±6,34% (n=395)	25,81±4,40% (n=708)	141	35,94±5,30% (n=738)	32,67±5,43%* (n=246)	37,94±5,54% (n=492)	84
Er <sup>b</sup>	6,75±2,48% (n=1.101)	6,17±3,77% (n=395)	6,93±3,55% (n=706)	141	25,39±6,86% (n=378)	23,42±16,19%* (n=185)	29,86±9,36%* <sup>a</sup> (n=193)	39
Lp <sup>b</sup>	3,23±0,89% (n=1.102)	2,73±2,25% (n=395)	3,57±1,37% (n=707)	141	21,10±8,26% (n=186)	18,18±16,65%* (n=69)	23,50±12,45%* (n=117)	16
Ma <sup>b</sup>	3,53±5,28% <sup>a</sup> (n=1.102)	5,17±7,53% <sup>a</sup> (n=395)	2,67±4,14% <sup>a</sup> (n=707)	141	28,66±15,63% (n=148)	39,68±22,82% (n=55)	21,30±11,36% (n=93)	13
Mb <sup>b</sup>	5,73±4,83% <sup>a</sup> (n=1.102)	6,81±5,01% (n=395)	4,89±5,205 <sup>a</sup> (n=707)	141	21,97±12,17% (n=280)	28,76±17,43%* (n=94)	17,77±11,63%* <sup>a</sup> (n=186)	30
Cl <sup>b</sup>	9,37±8,86% <sup>a</sup> (n=810)	3,00±3,12% (n=308)	6,37±5,77% <sup>a</sup> (n=502)	106	31,99±11,87% (n=256)	26,25±19,07% (n=99)	35,15±9,06%* (n=157)	24
SC	1,75±1,39% (n=1.103)	2,06±2,44% (n=395)	1,60±1,01% (n=708)	141	25,75±33,58% (n=134)	12,49±11,03% (n=53)	25,49±29,74%* (n=81)	15

Tabla 8.21. Prevalencias a nivel poblacional (Fr) y en los lugares de muestreo donde es detectado el agente infeccioso (Frs\*). **Fr**: Prevalencia de jabalíes seropositivos (portadores en caso de micobacterias) a nivel poblacional. **Frs\***: Prevalencia de jabalíes seropositivos (portadores en caso de micobacterias) en lugares afectados. **n<sub>1</sub>/n<sub>2</sub>** : Número de lugares muestreados correspondientes a Fr y Frs\*.

\*diferencias significativas entre machos y hembras  $p < 0,05$

<sup>a</sup> diferencias significativas entre temporadas cinegéticas  $p < 0,05$

<sup>b</sup> diferencias significativas a nivel espacial (manchas)  $p < 0,001$

ESTUDIO SANITARIO II

AGENTE	FM	Fases epidémicas (nº lugares)			Presencia activa	Valoración global
		IA>0	progresivas y picos epidémicos	regresivas		
herpesvirus porcino	41/141 (29,08%)	23/141 (16,30%)	12/141 (8,51%)	18/141 (12,82%)	6/7	Endémica, activa, localizada
arterivirus porcino	8/141 (5,67%)	5/141 (3,54%)	1/141 (0,71%)	5/141 (3,55%)	2/7	Esporádica, poco activa, localizada
virus influenza porcino serovar H1N1	51/141 (36,17%)	18/141 (12,76%)	7/141 (4,96%)	36/141 (25,53%)	6/7	Endémica, activa, difusa
parvovirus porcino	84/141 (59,57%)	35/141 (24,82%)	6/141 (4,25%)	66/141 (46,81%)	7/7	Endémica, activa, difusa
<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	39/141 (29,08%)	8/141 (5,67%)	2/141 (1,42%)	31/141 (21,98%)	7/7	Endémica, poco activa, difusa
<i>Leptospira pomona</i>	16/141 (11,35%)	9/141 (6,38%)	0 (0%)	14/141 (9,93%)	6/7	Endémica, poco activa, difusa
<i>Salmonella</i> sp. serovar C	15/141 (10,64%)	4/141 (2,83%)	4/141 (2,83%)	10/141 (7,09%)	5/7	Endémica, poco activa, difusa
		<b>Frecuencias</b>				
		<b>Altas y muy altas</b>		<b>Medias</b>		
circovirus porcino	32/106 (30,19%)		21/106 (19,81%)	9/106 (8,49%)	4/5	Endémica, activa, difusa
<i>Mycobacterium avium</i>	13/141 (9,22%)		5/141 (3,55%)	6/141 (4,25%)	3/7	Esporádica, poco activa, difusa
<i>Mycobacterium bovis</i>	30/141 (21,28%)		11/141 (7,80%)	12/141 (8,51%)	6/7	Endémica, activa, difusa
<i>Chlamydia/Chlamydiaceae</i> sp.	24/106 (22,64%)		15/106 (14,15%)	6/106 (5,66%)	3/5	Endémica, activa, difusa

Tabla 8.22. Valoración global de cada agente infeccioso en función de los índices epidémicos analizados.

**FM:** nº lugares con jabalíes seropositivos/nº lugares analizados. **IA:** lugares en donde se detecta infección activa.

**Presencia activa:** nº de temporadas en donde aparecen focos con infección activa/nº de temporadas analizadas.



### 8.3.13. Asociación de agentes infecciosos en lugares de detección.

En la Tabla 8.23 se muestra la probabilidad de que cuando uno de los agentes infecciosos testados aparece en un lugar (columna de la izquierda), también lo esté alguno de los otros (fila superior).

	HvP	SRRP	IvP	Cv	Pv	Er	Lp	Ma	Mb	Cl	SC	L
HvP		<u>0,10</u>	0,39	<u>0,37</u>	<u>0,63</u>	0,29	<u>0,05</u>	<u>0,10</u>	0,17	0,24	0,15	41
SRRP	0,50		<u>1,00</u>	0,38	0,38	0,50	0,38	0,38	0,40	<u>0,50</u>	0,25	8
IvP	0,31	0,16		0,29	<u>0,61</u>	0,35	0,18	0,16	0,14	0,29	0,10	51
Cv	0,47	<u>0,09</u>	0,47		<u>0,72</u>	0,41	0,16	<u>0,06</u>	0,16	0,44	0,19	32
Pv	0,30	<u>0,03</u>	<u>0,36</u>	<u>0,27</u>		<u>0,38</u>	<u>0,12</u>	<u>0,12</u>	0,21	0,15	<u>0,13</u>	84
Er	0,31	<u>0,10</u>	<u>0,46</u>	0,33	<u>0,85</u>		<u>0,13</u>	0,18	0,18	0,13	0,15	39
Lp	0,13	0,19	<u>0,56</u>	0,31	<u>0,63</u>	0,31		0,13	0,19	0,25	0,13	16
Ma	0,31	0,23	0,62	0,15	<u>0,77</u>	0,54	0,15		0,08	0,15	0,23	13
Mb	0,23	0,13	0,23	0,17	<u>0,60</u>	0,23	0,10	<u>0,03</u>		0,13	0,13	30
Cl	0,42	0,17	<u>0,63</u>	<u>0,58</u>	<u>0,54</u>	0,21	0,17	<u>0,08</u>	0,17		0,29	24
SC	0,38	0,13	0,31	0,38	<u>0,69</u>	0,38	0,13	0,19	0,25	0,44		16

Tabla 8.23. Probabilidad de asociación entre pares de agentes infecciosos en lugares de detección. Los colores indican diferentes categorías de probabilidad: blanco: 0 - 24%; azul claro: 25 - 49%; azul intermedio: 50 - 74%; azul oscuro: 75 - 100%. La columna "L" indica el número de lugares positivos para cada uno de los agentes focales de la columna de izquierda. **Las asociaciones significativas se marcan en negro y subrayado ( $p < 0,05$ )**. Hv: herpesvirus porcino; SRRP: arterivirus porcino; IvP: virus influenza porcino; Cv: circovirus porcino; Pv: parvovirus porcino; Er: *Erysipelothrix rhusiopathiae*; Lp: *Leptospira pomona*; Ma: *Mycobacterium avium*; Mb: *Mycobacterium bovis*; Cl: *Chlamydiaceae* sp.; SC: *Salmonella* serovar C.

Los agentes Pv (parvovirus porcino), IvP (virus Influenza porcino), Cv (circovirus porcino) y HvP (herpesvirus porcino) aparecen más veces asociados con otros en los lugares de detección. El número de asociaciones a nivel de lugar (mancha) ha sido muy superior a la encontrada a nivel de individuo (ver capítulo 7).

Entre las asociaciones de pares de agentes infecciosos con mayor probabilidad (coloreadas en azul) destacan por su mayor presencia aquellas en que participan Pv (parvovirus porcino) IvP (virus Influenza porcino), Cv (circovirus porcino), HvP (herpesvirus porcino) y Er (*Erysipelothrix rhusiopathiae*). Entre estas combinaciones puede aparecer algún proceso significativo de coinfección al nivel de lugar. Resulta significativo y con elevada probabilidad, la asociación de IvP, Pv y Cv con clamidias. Ma y Mb muestran una probabilidad de asociación prácticamente nula a nivel de lugar.





## ESTUDIO SANITARIO

CAPÍTULO 7 y CAPÍTULO 8  
*Discusión y conclusiones.*

---



## ÍNDICE DEL CAPÍTULO

### CAPÍTULO 7 y CAPÍTULO 8. ESTUDIO SANITARIO I y II.

#### *Discusión y conclusiones.*

Discusión .....	281
Conclusiones .....	288



## Discusión.

Los resultados de prevalencia obtenidos para **herpesvirus porcino** en la población de jabalíes de Sierra Nevada ( $X=16,88\pm 7,96\%$ ) la sitúan por debajo de las conocidas recientemente en otras localidades de la Península Ibérica y Europa (ver en revisión y antecedentes, apartado 7.1.2), exceptuando la encontrada en Cataluña del 0,8% (Closa-Sebastià y col. 2011). La seroprevalencia de HvP es alta en las poblaciones de jabalí del centro-sur de España (Vicente y col. 2005). La prevalencia de HvP puede variar extraordinariamente en una misma zona; Greshan y col. (2002), estudiando tres localidades de Carolina de Sur (EEUU), comprobaron la modificación en dos años del 61 % al 19 % de seropositivos. Sin tan marcada variación, en el Parque Nacional de Sierra Nevada hemos detectado estas variaciones significativas entre temporadas.

En los lugares con presencia de jabalíes seropositivos estos cambios no han sido significativos, si bien la prevalencia media obtenida es considerablemente mayor ( $X=40,68\pm 4,82\%$ ) a la obtenida para el total de la población. Muchos de estos lugares constituyen focos activos, habiendo existido contagio continuado en el tiempo. Ruiz-Fons y col. (2007) comprueban que las pruebas serológicas pueden dejar de detectar una proporción de animales recientemente infectados que sí son detectables con técnicas moleculares (PCR) de alta efectividad. Ello puede hacer presuponer que existe una infravaloración en la presencia de este agente dados los niveles de contagio detectados.

El análisis espacio-temporal realizado confirma un asentamiento estable de HvP en los jabalíes Sierra Nevada, con una amplia distribución por el macizo montañoso. La infección puede considerarse endémica dada la proporción en que aparece el virus temporada tras temporada y la elevada contagiosidad en los focos de infección, pudiéndose determinar que la población de jabalíes de Sierra Nevada actúa como reservorio independiente de este agente patógeno, tal y como han descrito otros autores (Gortázar y col. 2002, Vicente y col. 2004).

Las evidencias serológicas de **arterivirus porcino**, virus responsable del Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino, son algo superiores a las conocidas en varias localidades de la Península Ibérica y Europa (ver en revisión y antecedentes, apartado 7.1.2) y muy similares a los aparecidos recientemente en Cataluña (Closa-Sebastià y col. 2011). Las bajas tasas de circulación del virus entre los jabalíes de vida libre sugieren que no hay influencia significativa de SRRP en esta especie y que por lo tanto las poblaciones silvestres puedan constituir un reservorio de la misma (Ruiz-Fons y col. 2008), algo que puede confirmarse con los resultados obtenidos en Sierra Nevada.

La prevalencia de jabalíes serorreaccionantes al serotipo H1N1 del **virus influenza porcino** encontrado en Sierra Nevada del  $13,87\pm 7,87\%$ , es un porcentaje moderadamente elevado en relación con lo observado en otras poblaciones de la Península Ibérica (ver en revisión y antecedentes, apartado 7.2.1). En los focos de infección la prevalencia media sube, indicándonos que los niveles de contagio han sido moderadamente elevados y constantes en el tiempo. La distribución territorial también ha sido amplia por el macizo montañoso. Se asocia la circulación del virus a la densidad poblacional, pudiendo convertirse en endémica en poblaciones semicautivas con altas densidades (Ruiz-Fons y col. 2008). En nuestro caso, el virus influenza porcino ha sido detectado en seis de las siete temporadas estudiadas, lo que indica una presencia constante, pudiendo considerarse endémico en la población del Parque Nacional de Sierra Nevada. Los niveles encontrados indican que la población de Sierra Nevada es un reservorio silvestre para el virus de la gripe porcina.

Las prevalencias de **circovirus porcino** en Sierra Nevada ( $X=15,16\pm 9,44\%$ ) se sitúan en un término medio e incluso bajo en relación con las citadas en otros lugares de la Península Ibérica y Europa (ver en revisión y antecedentes, apartado 7.1.2). En los focos de infección la prevalencia asciende notablemente, lo que indica unos niveles de contagiosidad y de circulación del virus elevados. La difusión de los focos es amplia en las comarcas norte (Marquesado del Zenete) y sur (Alpujarra). La población de jabalí del Parque Nacional de Sierra Nevada se comporta actualmente como un reservorio independiente de circovirus, dada la circunstancia de que el área se encuentra completamente libre de granjas porcinas (no existe ninguna en los 60 términos municipales del Espacio Natural) y conocido el criterio de contagio bidireccional doméstico-silvestre que tiene esta infección. Circovirus porcino persiste de forma endémica en la población desde su detección en la temporada 2006-07, si bien se hace preciso un seguimiento continuado para confirmar este aspecto.

En Sierra Nevada la prevalencia media obtenida para **parvovirus porcino** indica una difusión moderadamente elevada del agente infeccioso con respecto a otras localidades en que ha sido estudiado (ver en revisión y antecedentes, apartado 7.1.2). En este estudio, parvovirus porcino es el agente que ha aparecido con mayor frecuencia y en un mayor número de focos (mayor difusión) de todos los estudiados. En los focos detectados, la prevalencia media asciende al  $35,94\pm 5,30\%$ , detectándose unos niveles de contagiosidad elevados, algo superiores a los encontrados para la gripe porcina, pero inferiores a los de circovirus porcino y herpesvirus porcino. Ruiz-Fons y col. (2008) consideran que es poco probable que el jabalí sea un reservorio de este agente al ser una infección asociada fundamentalmente a la ganadería porcina; sin embargo en el Parque Nacional de Sierra Nevada han aparecido abundantes jabalíes seropositivos durante todas las temporadas estudiadas. Teniendo en cuenta la inexistencia de explotaciones porcinas en la zona, puede considerarse que la población de jabalí del macizo montañoso constituye un reservorio independiente de parvovirus porcino. No se conoce la sintomatología que el parvovirus porcino produce en jabalí. Se sabe que afecta a la ovulación de las hembras sin conocer bien sus consecuencias (Ruiz-Fons y col. 2006), por lo que en caso de cumplirse la premisa de sensibilidad del jabalí a parvovirus, puede considerarse un factor potencial de desequilibrio poblacional en Sierra Nevada.

Las seroprevalencias obtenidas para **Erysipelothrix rhusiopathiae** en este estudio son similares al 5,3 % encontrado por Closa-Sebastià y col. (2011) en Cataluña y al 5,12 % encontrado por Vicente y col. (2002) en Castilla-La Mancha. En los focos detectados la prevalencia media ascendió notablemente. La difusión de este agente resultó elevada a pesar de sus moderados niveles de prevalencia. Se puede considerar un agente con baja tasa de contagio pero bien difundido entre los jabalíes del Parque Nacional de Sierra Nevada, ya que ha sido detectado en todas las temporadas. Esto indica una presencia endémica. La población de jabalíes de Sierra Nevada muestra señales de constituir un reservorio de *Erysipelothrix rhusiopathiae*, siendo preciso prospectar nuevas temporadas para comprobar si se produce un declive o si se mantiene el actual carácter endémico con bajos niveles de presencia.

En Sierra Nevada, **Leptospira pomona** está escasamente representada ( $X=3,2\pm 0,89\%$ ) entre la población de jabalíes. Prevalencias similares fueron citadas hace bastantes años en distintas áreas de Sevilla y Córdoba (León-Vizcaíno 1975 y León-Vizcaíno y col. 1978a). En los lugares con presencia de jabalíes seropositivos, la prevalencia asciende hasta  $X=21,10\pm 8,26\%$ , si bien se considera una contagiosidad baja. Los resultados indican que la leptospirosis no constituye un factor de desequilibrio poblacional para el jabalí, pero su presencia siempre supone un riesgo potencial de contagio para animales domésticos y para el hombre (Thiermann 1984).



La detección continuada de anticuerpos de *Leptospira pomona* en los jabalíes del Parque Nacional Sierra Nevada indica un comportamiento endémico con baja presencia del agente infeccioso, considerándose que la población constituye un reservorio para la bacteria.

Se han detectado dos grupos de micobacterias, *Mycobacterium bovis*, la más frecuente y *Mycobacterium avium*, con menor representación. Las frecuencias de jabalíes portadores de *M. bovis* en Sierra Nevada son relativamente bajas ( $X=5,73\pm 4,38\%$ ) en relación con los antecedentes existentes en la Península Ibérica y Europa (ver en revisión y antecedentes apartado 7.2.1). En los focos de infección la prevalencia media aumenta hasta el  $21,97\pm 12,17\%$ , no manifestando unos niveles de contagiosidad altos. En Francia, Nevejans y col. (2005) encontraron hasta el 19 % de jabalíes portadores de *M. bovis* aplicando de forma sistemática el diagnóstico molecular (PCR). En caso de haberse realizado así en las muestras estudiadas (solo se aplicó detección genómica para confirmaciones sobre muestras donde se identificó *Mycobacterium* mediante diagnóstico microbiológico), la proporción de infectados podría haber sido algo superior las aparecidas. *M. bovis* puede considerarse un agente con baja tasa de contagio pero bien difundido entre los jabalíes de Sierra Nevada ya que ha sido detectado en todas las temporadas excepto en 2003-04 (probablemente por el bajo nivel de muestreo), lo que indica una presencia endémica, y por tanto, la población de jabalíes de Sierra Nevada muestra señales de constituir un reservorio para este agente infeccioso.

Las frecuencia media de portadores de *Mycobacterium avium* ha sido muy baja para el período estudiado ( $X=3,53\pm 5,28\%$ ), incrementándose notablemente en los focos de infección detectados ( $X=28,66\pm 15,63\%$ ), que al haberse concentrado solo en tres de las siete temporadas cinegéticas analizadas, son indicadores de unos niveles de contagiosidad elevados y de la existencia de un brote. Este hecho configura la necesidad de un seguimiento futuro, si bien no se ha detectado una presencia constante de la bacteria en la población de jabalíes de Sierra Nevada.

En el Espacio Natural de Sierra Nevada se han producido circunstancias propicias para la difusión de la **clamidiosis** en la población de jabalí. Si bien durante la temporada 2005-2006 la aparición de ejemplares seropositivos fue esporádica, e incluso no se detectó ningún ejemplar seropositivo durante la temporada 2006-2007, durante las dos últimas temporadas las prevalencias encontradas fueron altas (20,30 % y 16,72 % respectivamente). En los lugares donde aparecieron jabalíes seropositivos, la prevalencia media fue del  $31,99\pm 11,87\%$ , indicando la posibilidad de existencia de contagios. El método serológico empleado tiene la ventaja de detectar la infección por cualquiera de los agentes incluidos en el género *Chlamydia* (*C. psittaci*, *C. suis* y otros.) y de los del género *Chlamydophila* (*C. pecorum* y otros) puesto que identifica serorreacciones frente a antígenos de grupo (León-Vizcaíno, 2011). La presencia de estos patógenos bacterianos se puede considerar endémica en la población, actuando como reservorio independiente para este grupo de bacterias.

En el Parque Nacional de Sierra Nevada, las **salmonelas** están diseminadas en una proporción media entre las agrupaciones territoriales de jabalíes ( $9,80\pm 7,89\%$  de agrupaciones infectadas para salmonelas del grupo C); siendo su contagiosidad moderada. Resultaron más frecuentes las serorreacciones frente al grupo serológico (serogrupo B) que incluye a la serovariante *typhimurium*, que al grupo serológico C que incluye a las más severas salmonelas específicas porcinas, *cholerae-suis* y *typhisuis*; pero sin que tales diferencias sean significativas. Se ha comprobado la mortalidad por *Salmonella cholerae-suis* de jabalíes cautivos, lo que demuestra que estos animales pueden enfermar y morir por una salmonelosis. Pero, la relativamente moderada contagiosidad de la salmonelosis en ambientes libres, limitaría a

determinadas poblaciones sus letales consecuencias (León-Vizcaíno 2011). Entre los jabalíes seropositivos el título medio de anticuerpos se sitúa a un nivel moderado. La persistencia de las salmonelas en ambientes húmedos en conjugación con la tendencia de los jabalíes a utilizar “bañas”, sobre todo en verano, es un factor de contagio a considerar (Schwartz 1999).

#### *Atributos individuales: Sexo y edad*

El análisis realizado no muestra diferencias significativas de prevalencia de ninguno de los agentes estudiados en función del sexo y edad, ni tampoco entre la interacción de estos factores para ninguna de las infecciones estudiadas. Situación diferente presentan diversos autores; Roic *y col.* (2005), en un estudio de 219 sueros de jabalí en Croacia, encuentran mayor prevalencia de anticuerpos de parvovirus en adultos (70%) que en juveniles (30%). Ruiz-Fons *y col.* (2006) detectan diferencias de seroprevalencias entre clases de edad de jabalinas de tres patógenos con incidencia reproductiva (Cv, HvP y Pv). Closa-Sebastià *y col.* (2011), en un estudio serológico de 273 muestras de jabalí en Cataluña no detectan diferencias significativas para el factor sexo en las prevalencias de SRRP, HvP, IvP, Cv, P, Er, y S; pero encuentran diferencias significativas de anticuerpos de virus Influenza, mayor en adultos (9,9%) que en jóvenes y crías (0 %). Esta observación se invierte en la detección de anticuerpos de *Salmonella*, donde la prevalencia en jóvenes (20,8%) es superior a la de crías y adultos, tal y como parece ocurrir en cerdos domésticos. Según Creus (2007), los anticuerpos de *Salmonella* presentes en cerdo doméstico suelen ser bajos hasta la semana 14-15 de vida, para luego ir aumentando hasta la semana 19. De ahí al sacrificio (30 semanas), los niveles de anticuerpos se mantienen.

El presente estudio no refleja la circunstancia citada por Closa-Sebastià (2009) de que los animales jóvenes están menos expuestos a los agentes patógenos, y que el contagio aumenta con la edad. Fenati *y col.* (2009) estudiaron la curva de supervivencia y vida media de anticuerpos adquiridos pasivamente (inmunidad materna) de parvovirus porcino en rayones del norte de los Apeninos (Italia), concluyendo que su detectabilidad se producía entre los 2,5 y 6 meses de edad, y con muy baja persistencia después de 4 meses de edad y vida media de 20 días. Müller *y col.* (2005) estiman en 21 días la vida media de anticuerpos de herpesvirus porcino adquiridos de forma pasiva por rayones. En nuestro estudio no aparecen rayones (0-4 meses), por lo que la inmunidad materna no explicaría la ausencia de diferencias en las prevalencias de agentes infecciosos según la edad.

Vicente *y col.* (2005), tras el estudio de 693 muestras de sueros de jabalí en el centro de España, indican que las seroprevalencias de varios patógenos están afectadas por el tipo de gestión, siendo más elevadas en poblaciones muy aprovechadas. En este mismo estudio encuentra mayores seroprevalencias cuanto mayor es la clase edad de los jabalíes y en todos los casos, seroprevalencias más altas en las hembras. En este sexo, la tasa de transmisión del virus es más elevada por su comportamiento social (Vicente *y col.* 2005, Ruiz-Fons *y col.* 2007).

La escasa esperanza de vida y las bajas tasas de supervivencia encontradas en la población de jabalíes de Sierra Nevada (capítulo 4) configuran una población de jabalíes jóvenes. La gestión actual (control poblacional) contribuye a este rejuvenecimiento. Todo ello puede estar influyendo en que las prevalencias encontradas resulten moderadas para buena parte de los agentes patógenos investigados en comparación con lo aparecido en otros lugares peninsulares (Closa-Sebastià *y col.* 2011, Ruiz-Fons *y col.* 2006, Vicente *y col.* 2002), y que tampoco se hayan detectado tendencias expansivas durante el período de análisis. En general, y

salvo para *Mycobacterium bovis*, las prevalencias encontradas en las hembras que se muestrearon en los focos o lugares con presencia de agentes infecciosos, fueron superiores a las encontradas los machos y significativas estadísticamente en el caso de herpesvirus porcino, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, leptospirosis, clamidias y salmonelas serovar C. En las batidas de gestión se actúa mayoritariamente sobre este sexo (hembras) (capítulo 4 y 6), por lo que constituyen un elemento efectivo en el control del contagio en los focos de infección y para el control específico de este agente patógeno.

#### *Prevalencias y densidad poblacional.*

El efecto de la densidad poblacional es determinante en la presencia, y por tanto en el contagio y transmisión de los agentes infecciosos estudiados. A mayores densidades se constata una presencia mayor de los agentes infecciosos por individuo. Según Ewald, (1993) la virulencia de los patógenos se incrementa con el aumento de la densidad de la población de acogida. En este estudio se ha comprobado que existe una relación significativa entre los niveles altos de prevalencia de Er y HvP y altas densidades poblacionales. De igual manera se ha constatado que a mayores densidades poblacionales aparecen un mayor número de agentes infecciosos por individuo, también con significación estadística en la muestra estudiada de Sierra Nevada. Está descrita la relación directa entre una mayor presencia de patógenos y el sistema de aprovechamiento intensivo. El manejo cinegético intensivo del jabalí que incorpora a menudo el cerramiento de fincas o la alimentación suplementaria constituyen un factor determinante en la presencia de patógenos (Gortázar y col. 2006), habiéndose relacionado con la mayor presencia y contagio de tuberculosis bovina (Vicente y col. 2006, 2007), de la enfermedad de Aujeszky (Vicente y col. 2005) y de circovirus porcino tipo 2 (Vicente y col. 2004, Ruiz Fons y col. 2008). También se ha investigado la relación de la densidades poblacionales con la presencia de nematodos pulmonares (Acevedo y col. 2007) y otros parásitos pulmonares o gastrointestinales (Navarro-González y col. 2013), si bien es la primera vez que se comprueba que niveles altos de prevalencia de Er aparecen relacionados con altas densidades poblacionales y que los mayores niveles de presencia de *M. avium* se relacionan significativamente con bajas densidades poblacionales. En cualquier caso es preciso tener en cuenta que *M. avium* ha presentado un carácter emergente (brote). Según Ruiz Fons y col. (2006) la prevalencia de anticuerpos de Pv no aparece relacionada con la densidad, tal como se describe en este estudio. Acevedo y col. (2007) consideran que las áreas con mayor presencia de agentes infecciosos (circovirus porcino, tuberculosis bovina y herpesvirus porcino) coinciden con densas agregaciones espaciales de jabalíes. En estos lugares se mantiene y facilita la transmisión de enfermedades (Rossi y col. 2005, Gortázar y col. 2006).

#### *Variación espacial en las prevalencias*

Las manchas utilizadas para este análisis cuentan con superficies variables de 200 y 500 Ha. Las variaciones significativas de prevalencia encontradas para todos los agentes infecciosos estudiados (excepto para el grupo de las *Salmonellas* sp., que se elimina del análisis por la escasa representatividad de la muestra) indican unos patrones de emergencia y difusión no homogéneos territorialmente para ninguno de ellos. Esto es debido a un conjunto de factores y condicionantes que interactúan, y entre los que destacan, las densidades poblacionales locales, la etología de la especie, la forma de transmisión de cada agente, el sistema de aprovechamiento y probablemente otros condicionantes ambientales, principalmente los climatológicos

(Vicente y col., 2002, Parra 2003). La asociación geográfica de la enfermedad es una de las características de los reservorios naturales (White y Harris, 1995) y se debe a que en dichos enclaves existe un reservorio propio de ese ecosistema (Collins y col., 1986; Buddle y col., 2000; Fulford y col., 2002). Existen referencias al respecto; así Roic (2005) en Croacia encuentra diferencias significativas en las prevalencias de parvovirus en jabalí entre diferentes áreas muestreadas. Parra (2003), en un estudio de tuberculosis en Extremadura también encuentra notables diferencias de prevalencia entre comarcas y fincas muestreadas, tanto en ciervos como en jabalíes.

#### *Asociación de agentes infecciosos.*

Es común encontrar individuos con múltiples infecciones en las poblaciones animales Petney y col. (1998). Los resultados de la asociación de infecciones permiten aproximar si existe algún tipo de relación entre las diferentes infecciones o algún tipo de coinfección participa o condiciona la distribución de las prevalencias o en el número de agentes infecciosos detectados en cada individuo. Pueden plantearse dos situaciones sencillas, a saber, que una primera infección haga al jabalí más susceptible de contraer un segundo patógeno, o bien que la presencia de anticuerpos frente a un agente excluya una segunda infección. Así, se conoce que *Mycobacterium* sp. potencia la respuesta inmunitaria que impide la Malaria (Page y col. 2005) y que en un huésped infectado por *Mycobacterium* spp. se facilitó la supervivencia de *Salmonella* spp. (Pawaria y col. 2007). Candela y col. (2009) en un trabajo sobre coinfección realizado en dos poblaciones de Arrui (*Ammotragus lervia*) del sureste de España, apuntan un aumento de susceptibilidad entre *M. bovis* y *Salmonella* y una exclusión entre *M. bovis* y *M. paratuberculosis*.

Siguiendo las direcciones apuntadas por los citados autores, en especial Candela y col. (2009), nuestro estudio detecta una asociación entre *M. avium* y *Salmonella* serovar. B, con probabilidad muy alta de asociación (66%) en un sentido (aparición de *Salmonella* serovar. B cuando exista presencia de *M. avium*) y moderada (21%) en otro, pero significativa en ambos casos. La exclusión entre *M. bovis* y *M. avium* es rotunda en la muestra estudiada, detectando probabilidades muy bajas de asociación entre ambas micobacterias; del 1% en un sentido (aparición de *M. avium* cuando está presente *M. bovis*) y de 3% en el otro. El resultado de este análisis en los focos de infección es similar, resultando significativo, por su baja probabilidad la asociación de ambas infecciones en el primer sentido antes referido. Ambos agentes infecciosos solo han coincidido en un lugar y en un único animal para toda la muestra estudiada (n=1.103), lo que parece corroborar la exclusión apuntada entre micobacterias en una población silvestre de jabalíes del Parque Nacional de Sierra Nevada.

#### *Consideraciones globales.*

La prevalencia de cada uno de los agentes infecciosos estudiados muestra una tendencia diferente, dándose las circunstancias particulares que han sido discutidas. Considerando la visión conjunta que aportan los resultados, en Sierra Nevada no se confirma la tendencia existente en el centro sur de la Península Ibérica que indica una mayor presencia de agentes infecciosos en las poblaciones de jabalíes, motivadas por el manejo intensivo, la caza y las translocaciones de animales (Acevedo y col. 2006, Ruiz Fons y col. 2008).

Se han constatado moderadas, e incluso bajas tasas de circulación de patógenos a nivel general, si bien son suficientes para la existencia continuada de focos activos de infección en el tiempo y el espacio. La existencia de áreas refugio que favorecen la

agregación poblacional y la posibilidad que tienen los jabalíes de realizar desplazamientos (áreas abiertas sin fragmentación de hábitats), podemos considerarlas como factores determinantes para el mantenimiento de reservorios naturales de enfermedad. Se comprueba que una población de jabalíes abierta con moderada/baja densidad poblacional (ver capítulo 6) puede comportarse como reservorio natural de Hvp, IvP, Cv, Pv, Er, Lp, Cl, Tb, S serov C.

Este estudio valora el efecto que las agregaciones naturales de jabalíes silvestres tienen sobre la epidemiología de importantes agentes infecciosos, especialmente en poblaciones abiertas donde se producen variaciones significativas de densidad a nivel temporal y espacial. El período de siete temporadas estudiado incorpora variaciones temporales en la exposición a los diferentes agentes y los posibles efectos de los cambios de la densidad poblacional en la presencia de patógenos, permitiendo una valoración epidemiológica global. La disminución de la densidad poblacional es un elemento de gestión eficaz para el control de la difusión de agentes infecciosos dentro de la población de jabalíes, disminuyendo la posibilidad de contactos con poblaciones próximas y transmisiones interespecíficas. Es de utilidad para la gestión de importantes enfermedades como HvP y Er así como para el control de carga infecciosa global de la población. Sin embargo, se ha comprobado en este trabajo la capacidad de esta especie para el mantenimiento de reservorios naturales de enfermedades infecciosas en poblaciones de baja densidad debido a la agregación y alta movilidad características de su comportamiento natural. En estos casos, la gestión sanitaria activa obligaría a continuar con controles poblacionales en las manchas con agregaciones de jabalíes conocidas, incluso podrían seleccionarse alguno de estos enclaves para la administración de cebos con vacunas (Ballesteros y *col.* 2011) como alternativa complementaria para mejorar la respuesta inmune frente a ciertos agentes patógenos.

Se refuerza la necesidad de concentrar los controles poblacionales en los focos de infección detectados, coincidentes con agregados de alta densidad.

## Conclusiones.

- En la población de jabalíes del Parque Nacional de Sierra Nevada se constata una moderada, e incluso baja carga infecciosa a nivel global, si bien es suficiente para la presencia endémica de la mayoría de los agentes. El hábitat desfragmentado y abierto posibilita la concentración en agregados y los grandes desplazamientos, considerándose dos elementos fundamentales para interpretar la epidemiología de enfermedades infecciosas en poblaciones de jabalíes no sometidas a manejo intensivo.
- Se constata la presencia y circulación activa en los jabalíes de Sierra Nevada de cuatro agentes infecciosos que originariamente tenían una marcada relación ganadera como son arterivirus porcino, circovirus porcino, parvovirus porcino y las clamidias. En la transmisión y difusión actual de estos agentes no participa el cerdo doméstico. Esto indica un contacto originario de ejemplares silvestres con cerdo doméstico o la introducción de jabalíes portadores, pudiéndose afirmar que la población de Sierra Nevada se comporta actualmente como reservorio independiente de estos agentes.
- Todo viene a definir el estado endémico de la infección por la micobacteria bovina en el Espacio Natural Sierra Nevada, si bien los niveles de presencia no resultan elevados. La difusión territorial de la infección por *Mycobacterium bovis* muestra un dinamismo territorial moderadamente dispersante ligado a la presencia de ganado. *Mycobacterium avium* no tiene presencia endémica en Sierra Nevada, siendo preciso un seguimiento futuro para concretar y definir su situación entre la población de jabalíes.
- Existe riesgo de aparición de brotes epidémicos para varias infecciones en algunas zonas de Sierra Nevada, que por lo que la vigilancia epidemiológica debe centrarse principalmente en el Marquesado del Zenete (área norte), sector occidental y Alpujarra central. Estas zonas deben someterse a una estrecha vigilancia, enfocada principalmente al seguimiento de aquellos agentes infecciosos capaces de producir fallos reproductivos o que tienen marcado carácter zoonótico.
- Se constata la relación directa entre la densidad poblacional y presencia de agentes infecciosos, por lo que el control poblacional se constituye como la mejor medida para disminuir el riesgo de aparición de brotes epidémicos y para controlar la difusión de agentes infecciosos de forma global.



## ESTUDIO SANITARIO III

**CAPÍTULO 9**  
*Programa de Vigilancia Epidemiológica del jabalí en el Parque Nacional de Sierra Nevada.*

---





## ÍNDICE DEL CAPÍTULO

### CAPÍTULO 9. ESTUDIO SANITARIO III.

#### *Programa de Vigilancia epidemiológica del jabalí en el Parque Nacional de Sierra Nevada.*

9.1.	Introducción .....	293
9.2.	Agentes patógenos objeto de vigilancia epidemiológica .....	293
9.3.	Diseño del Programa de Vigilancia Epidemiológica: vigilancia activa .....	295
9.3.1.	Niveles de muestreo del Programa .....	295
9.3.2.	Unidades de muestreo .....	296
9.3.3.	Periodicidad de los muestreos .....	296
9.4.	Técnicas de análisis .....	297
9.5.	Toma de muestras y envío a laboratorio .....	298



## 9. ESTUDIO SANITARIO III.

### 9.1. Introducción.

La fauna silvestre es considerada en la actualidad fuente de más del 70% de todas las enfermedades emergentes, resultando crítica para el control de estas (Kuiken y col. 2005). El jabalí constituye un elemento clave, participando en la epidemiología de numerosas enfermedades y compartiendo con el cerdo doméstico, y con otras especies, muchas enfermedades infecciosas y parasitarias. Además es un reservorio silvestre para muchas de ellas (Ruiz-Fons y col. 2008, Muñoz y col. 2010), siendo el principal reservorio de tuberculosis bovina en España (Naranjo y col. 2008).

Los agentes patógenos y enfermedades que afectan al jabalí se consideran relevantes por los posibles riesgos de contagio al ganado, a otras especies silvestres y al hombre. También resultan importantes las consecuencias que pueden llegar a provocar en la propia población de jabalí y el efecto reservorio del patógeno.

El control poblacional (cambios en la densidad de población de los jabalíes), las variaciones de carga ganadera, o incluso cambios en las condiciones ambientales de humedad y temperatura, pueden provocar alteraciones en las relaciones huésped-hospedador o cambios en las conexiones entre patógenos que pueden afectar a su prevalencia. Es este escenario de cambios pueden existir agentes patógenos que modifiquen su virulencia o aumenten su rango de hospedadores, por lo que una vigilancia epidemiológica permanente en el tiempo se hace necesaria.

### 9.2. Agentes patógenos objeto de vigilancia epidemiológica.

El Plan Nacional de Vigilancia Sanitaria en Fauna Silvestre (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, revisión abril 2011) clasifica los distintos grupos de agentes patógenos para la fauna silvestre en cuatro categorías en función de su relación con la sanidad animal y otros factores. La primera categoría incluye aquellas enfermedades donde la fauna silvestre es importante para el control de las mismas, tienen relevancia económica alta y afectan a la conservación de la fauna silvestre. Incluye tres enfermedades que pueden afectar al jabalí como son la rabia, la tuberculosis bovina y la peste porcina clásica. La segunda categoría incluye aquellas enfermedades donde la fauna silvestre es sospechosa de tener importancia para el control de las mismas, con relevancia económica o zoonótica, y que pueden afectar a la conservación de la fauna silvestre. Incluye diversos agentes patógenos que pueden afectar al jabalí como herpesvirus porcino, salmonelosis, paratuberculosis, brucelosis, triquinelosis, equinococosis/hidatidosis, toxoplasmosis y enfermedades transmitidas por garrapatas. El Plan Nacional considera relevantes, y objeto de vigilancia en jabalí, las siguientes enfermedades: peste porcina clásica, enfermedad de Aujeszky, tuberculosis bovina, brucelosis (*Brucella suis*) y triquinelosis.

La OIE (Oficina Internacional de Epizootias) considera de declaración obligatoria brucelosis (*Brucella suis*), enfermedad de Aujeszky, enfermedad vesicular porcina, peste porcina clásica y peste porcina africana. El Programa de Vigilancia Epidemiológica del jabalí en Andalucía incluye en su protocolo de seguimiento la tuberculosis (*Mycobacterium bovis*), paratuberculosis (*Mycobacterium avium* ssp. *paratuberculosis*), brucelosis (*Brucella* spp), salmonelosis (*Salmonella enteritidis* y *Salmonella typhimurium*), peste porcina clásica (pestivirus), peste porcina africana

(asfivirus), enfermedad de Aujeszky (herpesvirus tipo 1), enfermedad vesicular porcina (enterovirus) y algunas infecciones parasitarias como triquinosis (*Trichinella spiralis*), hidatidosis (*Echinococcus granulosus*) y cisticercosis (*Taenia solium*). Este listado recoge las enfermedades incluidas en la lista A, B y C del Anexo I del Real Decreto 617/2007 de declaración obligatoria en la U.E. y España. De los agentes infecciosos analizados en los capítulos anteriores se considera que deben mantenerse dentro del Plan de Vigilancia Epidemiológica aquellos que pueden tener consecuencias reproductivas y han mostrado presencia en Sierra Nevada como herpesvirus porcino (virus de la enfermedad de Aujeszky), parvovirus porcino, circovirus porcino, arterivirus porcino, clamidias y *Leptospira pomona*. *Brucella suis* no apareció, pero su importancia como agente reemergente en España implica continuar con su seguimiento. Las *Salmonellas* de los serogrupos B y C deben incluirse en la vigilancia debido a las graves consecuencias que pueden acarrear para la especie y su carácter zoonótico. El virus Influenza porcino debe continuar en seguimiento debido a sus posibles connotaciones poblacionales y el efecto reservorio de la población de jabalíes de Sierra Nevada. Puede descartarse de la vigilancia epidemiológica mal rojo (*Erysipelothrix rhusiopathiae*). Las micobacterias, por su importancia “per se” y por las connotaciones epidemiológicas en un espacio protegido, deben continuar en seguimiento. Se deben incorporar algunos agentes parasitarios. Los criterios de selección de agentes patógenos objeto de vigilancia epidemiológica deben conjugar la importancia de los mismos (consecuencias poblacionales, efecto reservorio, carácter zoonótico) y la optimización del gasto. La dificultad y el verdadero cuello de botella de este tipo de programas es la toma de muestras, siendo los análisis comparativamente mucho más baratos. Así, los agentes que se recomienda incluir dentro del Programa de Vigilancia Epidemiológica de Sierra Nevada se recogen en la Tabla 9.1.

AGENTE	ENFERMEDAD	NATURALEZA
pestivirus	peste porcina clásica	Vírica
asfivirus	peste porcina africana	Vírica
herpesvirus porcino	enfermedad de Aujeszky	Vírica
arterivirus porcino	síndrome reproductivo y respiratorio porcino	Vírica
virus influenza H1N1	gripe porcina	Vírica
circovirus porcino	síndrome de Desmedro	Vírica
parvovirus porcino	parvovirosis	Vírica
enterovirus	enfermedad vesicular porcina	Vírica
<i>Mycobacterium bovis</i>	tuberculosis	Bacteriana
<i>Mycobacterium avium</i> spp. <i>paratuberculosis</i>	paratuberculosis	Bacteriana
<i>Brucella suis</i>	brucelosis	Bacteriana
leptospiras	leptospirosis	Bacteriana
clamidias	clamidiosis	Bacteriana
<i>Salmonella</i> sp.	salmonelosis-paratifus	Bacteriana
<i>Trichinella spiralis</i>	triquinosis	Parasitario
<i>Echinococcus granulosus</i>	hidatidosis	Parasitario
<i>Taenia solium</i>	cisticercosis	Parasitario
<i>Toxoplasma gondii</i>	toxoplasmosis	Parasitario

Tabla 9.1. Agentes objeto de vigilancia epidemiológica en la población de jabalí de Sierra Nevada.

### 9.3 Diseño del Programa de Vigilancia Epidemiológica: vigilancia activa.

#### 9.3.1. Niveles de muestreo del Programa.

Los niveles de muestreo se planifican con la premisa de que los resultados sean representativos y significativos. Para ello se diseña un sistema de toma de muestras aleatorio y estratificado, de manera que todos los jabalíes que aparecen en cada estrato (batida), tienen la misma probabilidad de ser muestreados.

El número de muestras necesario se ha calculado en función de las prevalencias medias conocidas, utilizando el programa epidemiológico Epidat 3.1, con un nivel de seguridad del 95% ( $\alpha=1,96$ ), una precisión del 5% y conocidos el tamaño poblacional y la prevalencia de las infecciones analizadas. El cálculo se ha realizado para la situación media, es decir, aquella que garantiza la representatividad de la muestra para todos los agentes estudiados, con el valor poblacional medio del intervalo y la prevalencia media obtenida (Tablas 9.2 y 9.3). El efecto de diseño es 1 al tratarse de un muestreo aleatorio.

Así, las condiciones de representatividad previstas quedan garantizadas para un  $n = 250$  (umbral marcado por  $P_v$ ), que debe recogerse aleatoriamente entre las batidas programadas en cada temporada; es decir, si se programan 25 batidas se intentarán recoger 10 muestras por batida en caso de que exista esa posibilidad. Como en alguna batida no se dará esta condición, se tomarán el máximo de muestras posible, compensándose las diferencias acumuladas en las siguientes batidas en que se capturen más de 10 animales. Se tomarán muestras en los 10 primeros ejemplares a los que se tenga acceso sin que sea necesaria una segregación por sexos ni por edades. Este sistema garantiza una aleatoriedad y estratificación de la muestra en, al menos, 25 localidades durante la temporada cinegética.

En el probable caso de que el órgano gestor decidiera rebajar el nivel de muestreo (o bien al final de temporada no haya sido posible la toma de 250 muestras recomendadas), y dado que se conoce el nivel poblacional y la prevalencia media esperada de los patógenos estudiados en capítulo 7 y capítulo 8, el muestreo puede perder precisión para los agentes que presenten mayor prevalencia pero mantendrá validez y podrá recalcularse en cualquier caso la representatividad del mismo.

TEMPORADA	DENSIDAD (Ind/ km <sup>2</sup> )		
	ABS.	MÍN.	MÁX.
2004/2005	9,84	8,31	11,35
2005/2006	5,38	4,64	6,28
2006/2007	11,68	9,86	14,15
2008/2009	7,19	6,33	8,33
2009/2010	8,73	7,54	10,69
Media	8,56	7,36	10,43
ÁREA REFUGIO	TAMAÑO (95%)		
265,88 km <sup>2</sup>	2.276	1.957	2.774

Tabla 9.2. Cálculo del nº de jabalíes en la población, obtenido como media de la densidad poblacional de 5 temporadas representativas (capítulo 6) y el área refugio (capítulo 2). Intervalos de confianza del 95% (Sokal y Rohlf 1980).

Agente infeccioso	Prevalencia %	n (d=5%).	n (d=3%).	n (d=1%).
HvP	16,88	197	475	1.601
SRRP	1,90	29	77	545
IvP	13,87	170	417	1.522
Cv	15,16	182	443	1.559
Pv	24,00	<b>250</b>	581	1.718
Ma	3,53	52	137	831
Mb	5,73	81	219	1.086
Lp	3,23	48	127	787
Cl	9,37	124	313	1.341
SB	2,20	33	89	607
SC	1,75	27	72	512

Tabla 9.3. Tabla que recoge los cálculos de n (número de muestras) mínimo y representativo para cada agente infeccioso estudiados en capítulo 7 y 8 con precisiones de muestreo del 5 %, 3% y 1%. En negrilla el n (número de muestras) mínimo recomendado para Pv, que define el umbral para que todo el diseño de muestreo cumpla la condición de nivel de seguridad del 95 % y precisión mínima del 5% (el recomendado).

### 9.3.2. Unidades de muestreo.

Las unidades de muestreo serán 25 batidas por temporada cinegética. En cuanto a la representatividad territorial de las mismas se seguirá el criterio de que abarquen la máxima variabilidad de municipios de Sierra Nevada lo que garantiza la presencia de manchas en todas las orientaciones de la sierra. La toma de muestras debe abarcar la totalidad de la temporada cinegética (de octubre a febrero). La zona norte (Marquesado del Zenete) y sur (Alpujarra) se han configurado como las zonas donde se ha detectado una mayor circulación de los patógenos estudiados, por lo que, al menos, en cada una de estas zonas se tomarán muestras en diez batidas.

### 9.3.3. Periodicidad de los muestreos.

Se considera que los muestreos deben ser anuales con objeto de garantizar la eficacia del sistema de alerta epidemiológica y conocer la evolución de las distintas prevalencias en el tiempo, permitiendo detectar diferencias significativas que puedan estar causadas por medidas de gestión, relaciones con el ganado, situaciones climáticas adversas o por la propia dinámica poblacional de la especie.

### 9.4. Técnicas de análisis.

Por su bajo coste, buena fiabilidad y amplia utilización en el seguimiento veterinario, para la vigilancia activa se recomienda el uso de técnicas inmunoserológicas para la mayor parte de los agentes infecciosos. El suero sanguíneo se extraerá de las muestras de sangre que se tomen en las batidas según el sistema establecido en el apartado 9.5.

Para la detección de micobacterias (*Mycobacterium bovis* y *Mycobacterium avium* ssp. *paratuberculosis*) se proponen técnicas que utilicen diagnóstico lesional y microbiológico o genómico para su confirmación. También se propone el uso de técnicas serológicas (ELISA). En las batidas se recogerán “órganos diana” y pulmones según se recoge en el apartado 9.5.

La presencia de los agentes parasitarios seleccionados (excepto *Toxoplasma gondii* que se obtendrá por técnicas serológicas) se realizará mediante observación y anotación en las “juntas de carnes”, observando paquete digestivo, hígados y pulmones principalmente. No se tomarán muestras. La triquinosis la controlará el veterinario acreditado de la Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente, debiéndose anotar el resultado del diagnóstico. En este caso se propone también el uso de técnicas enzimáticas de digestión. (Tabla 9.4)

Cada muestra será anotada con la base de referencia del jabalí abatido y se adjuntará la ficha de datos biométricos y reproductivos que se tomen al ejemplar.

AGENTE INFECCIOSO	SEROLOGÍA	LESIONAL y MICROBIANO	VISUAL	DIGESTIÓN ENZIMÁTICA
pestivirus	X			
asfivirus	X			
herpesvirus porcino	X			
arterivirus porcino	X			
virus influenza H1N1	X			
circovirus porcino	X			
parvovirus porcino	X			
enterovirus	X			
<i>Mycobacterium bovis</i>	X	X		
<i>Mycobacterium avium</i> spp. <i>paratuberculosis</i>		X		
<i>Brucella suis</i>	X			
<i>Salmonella</i> sp.	X			
<i>Trichinella spiralis</i>			X	X
<i>Echinococcus granulosus</i>			X	
<i>Taenia solium</i>			X	
<i>Toxoplasma gondii</i>	X			

Tabla 9.4. Técnicas de diagnóstico y análisis recomendadas.

### 9.5. Toma de muestras y envío a laboratorio.

Las muestras de suero sanguíneo, así como los “órganos diana” (amígdalas, nódulos linfáticos submandibulares y el linfocentro retrofaríngeo-subparotídeo) y pulmones para diagnóstico de *Mycobacterium* sp., se remitirán a los laboratorios que determine el órgano gestor. En caso de las enfermedades de declaración obligatoria (peste porcina, tuberculosis y brucelosis) se recomienda la remisión de muestras a laboratorios públicos de referencia.

Las muestras de sangre se tomarán de la forma más aséptica posible mediante punción cardíaca en el momento en que se tenga acceso al animal (tubo de 5 ml). Se mantendrán a temperatura ambiente y se centrifugarán antes de 24 horas para separar el suero. La centrifugación se realizará a 1.200 g durante 15 minutos y a continuación el suero se congelará, separando dos muestras, a -18 °C. Las vísceras se congelarán directamente.

Los procesos de congelación de sueros y vísceras se proponen con el objetivo de abaratar costes al concentrar las analíticas, suponiendo una garantía de conservación siempre que los tiempos que transcurran hasta la remisión a laboratorio no sean elevados (más de dos meses). Se separarán dos alícuotas de suero, uno de ellos pasará a la seroteca en condiciones de congelación de larga estancia. El otro se remitirá laboratorio.

Para evitar los contagios humanos y la difusión a distancia de agentes patógenos, las muestras (vísceras, sangre) se trasladarán siempre en recipientes herméticos (bolsas selladas para las vísceras), en cajas también herméticas y desechables.

El tubo de muestra sanguínea, los del suero una vez separado, y las bolsas de vísceras se etiquetarán con un mismo código, único para cada ejemplar, que constará de tres partes: nº asignado al animal (de 1 en adelante para cada batida), nº asignado a cada batida (de 1 en adelante para cada temporada) y las dos últimas cifras del año.

Este código aparecerá en la ficha biométrica y reproductiva que se realice del ejemplar.





**UNIVERSIDAD DE JAÉN**  
Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología

**ASPECTOS RELEVANTES DE LA ECOLOGÍA DEL  
JABALÍ (*Sus scrofa* L., 1758) EN SIERRA NEVADA**

CONCLUSIONES GENERALES

---



## CONCLUSIONES GENERALES.

El jabalí constituye actualmente un elemento clave en el funcionamiento de los ecosistemas de media montaña de Sierra Nevada. La gestión de esta especie en el Parque Nacional de Sierra Nevada, como en otros tantos lugares, se efectúa a través del control poblacional, es decir, a base de la extracción de individuos mediante su abatimiento. Por ello, una gestión adecuada debe optimizarse con un profundo conocimiento de sus poblaciones, su abundancia, dinámica poblacional y estado sanitario. Aportar mejoras al actual modelo de gestión (Plan de Gestión del jabalí en el Parque Nacional de Sierra Nevada) en función de los objetivos de conservación y de los niveles poblacionales deseados, ha constituido el último objetivo de este trabajo.

En este estudio se ha caracterizado su área refugio dentro del parque nacional, determinando que la presencia de jabalí es nula en ambientes de la alta montaña nevadense al estar limitada por las adversas condiciones meteorológicas. Los conflictos con la conservación de flora y fauna singular de estas zonas elevadas del Parque Nacional de Sierra Nevada (pisos oro y crioromediterráneo) son escasos y poco probables.

En los pisos bioclimáticos situados en cota inferior a 2.000 m.s.n.m. (supra y mesomediterráneo), se sitúan el grueso de los hábitats que proporcionan refugio y alimento para el jabalí en Sierra Nevada. Aparecen aquí la totalidad de formaciones arbóreas y varios tipos de matorral denso. También aparecen un mosaico de zonas muy útiles para la especie, como son las áreas de cultivo (frutales, castañares, hortícolas, cereales, etc.), las zonas riparias y los pastizales de media montaña. Dentro de esta extensa área de hábitats favorables aparecen grandes repoblaciones de pinar, algunas áreas de matorral denso y diversas masas de fagáceas (encinares y robledales), que son imprescindibles para el asentamiento y estabilidad actual de la población, dada la gran cobertura vegetal que mantienen y la seguridad que proporcionan.

El jabalí de Sierra Nevada tiene dimensiones corporales pequeñas y no se observa un dimorfismo sexual tan marcado y patente entre los adultos como el que existe en otras poblaciones europeas. Sus ritmos de crecimiento son similares a los de otras poblaciones estudiadas ralentizándose en torno a los dos años de vida, más en las hembras que en los machos, por coincidir con el inicio de la actividad reproductora.

En la población estudiada es patente una regulación o continencia poblacional identificada por los bajos porcentajes de hembras que quedan preñadas cada año y baja tasa de fecundidad, si bien el comportamiento reproductivo general de las jabalinas de Sierra Nevada es similar al de otras poblaciones europeas.

La madurez ovárica de las jabalinas de Sierra Nevada tiene lugar cuando alcanzan su su primer año de vida. En esta edad el potencial ovárico adquiere un valor definitivo, lo que indica que el ovario estaría preparado para comenzar su actividad. Sin embargo no es hasta los 20-24 meses de edad cuando la actividad ovárica se pone de manifiesto haciéndose tangible el principio de fertilidad de las jabalinas en Sierra Nevada (madurez sexual). La condición de bajo peso impide que se desencadene la ovulación hasta que las hembras alcanzan un mínimo de 35-40 kilogramos de peso con una edad entre 20 y 24 meses. Se considera que la gestión ha modificado al alza la esperanza de vida al nacer aunque sigue siendo baja (inferior a 3 años, tanto en machos como en hembras), pero también la ha reducido en individuos adultos. Igualmente está provocando cambios en la sex ratio al ser mayoritarias las hembras

abatidas, por lo que es un factor significativo en la evolución demográfica futura de la población de jabalíes de Sierra Nevada.

Las densidades estimadas en el área refugio se sitúan en un intervalo elevado (7,36-10,43 ind/km<sup>2</sup>). Se considera que el factor de agregación poblacional característico de esta especie condiciona el elevado dato, pero a nivel de todo el espacio protegido, la densidad es similar a la aparecida en otros lugares peninsulares, considerándose asumible ecológica y socialmente. Además resulta posible mantenerla en un futuro con los niveles de esfuerzo medio actual en el control de 21 batidas/año. La posibilidad de programar batidas en aquellos lugares donde se detectaron daños facilitará la futura gestión. La consideración de un nivel poblacional admisible de jabalíes está basada también en el equilibrio socioeconómico.

Dentro de Sierra Nevada, la protección que proporciona el hábitat *pinares de repoblación* ha primado sobre el resto, lo que sugiere que la búsqueda de refugio es el principal factor condicionante en la selección de hábitat.

Las áreas de campeo de las hembras en Sierra Nevada se sitúan en un rango elevado entre las descritas para esta especie. Las variaciones altitudinales, condicionadas por el frío y la falta de alimento invernal, permiten relacionar áreas de campeo amplias con la necesidad de búsqueda de alimento.

Los estudios sanitarios de la fauna silvestre constituyen elementos importantes para entender la dinámica poblacional y contribuir a una gestión coherente. En la población de jabalíes del Parque Nacional de Sierra Nevada se constata una moderada, e incluso baja carga infecciosa a nivel general, si bien es suficiente para la presencia endémica de diversos agentes infecciosos. El hábitat desfragmentado que hace posible la concentración en agregados poblacionales y la libertad de desplazamientos, es fundamental para el mantenimiento de reservorios de agentes infecciosos en poblaciones de jabalíes no sometidas a manejo intensivo, como es el caso.

Varios agentes infecciosos circulan de manera activa entre los jabalíes de Sierra Nevada, existiendo el riesgo de aparición de brotes epidémicos en algunas zonas. La difusión territorial de tuberculosis bovina muestra un dinamismo dispersante probablemente ligado a la presencia de ganado. La vigilancia epidemiológica debe centrarse principalmente en el Marquesado del Zenete (área norte), sector occidental y Alpujarra central. Estas zonas deben someterse a una estrecha vigilancia, enfocada principalmente al seguimiento de aquellos agentes infecciosos capaces de producir fallos reproductivos o que tienen marcado carácter zoonótico. Se constata la relación directa entre la densidad poblacional y la carga infecciosa global, por lo que el control poblacional se constituye como la mejor medida para disminuir el riesgo de aparición de brotes epidémicos y para controlar la difusión de agentes infecciosos de forma efectiva.

Se recomienda que la vigilancia epidemiológica se programe anualmente con el muestreo de hasta 25 lugares o batidas diferentes (obteniendo un total de 250 muestras, 10 por batida), debiéndose incorporar al seguimiento serológico las pestes porcinas (pestivirus y asfivirus) y el enterovirus responsable de la enfermedad vesicular porcina. También se propone incorporar a la vigilancia epidemiológica macroparásitos como *Triquinella spiralis*, *Echinococcus granulosus*, *Taenia solium* y *Toxoplasma gondii*.

## BIBLIOGRAFÍA

---



**BIBLIOGRAFÍA.**

Aava B., 2001. Primary productivity can affect mammalian body size frequency distributions. *Oikos* 93(2): 205-212.

Abaigar T., 1990. Características biológicas y ecológicas de una población de jabalíes (*Sus scrofa*, L., 1758) en el SE ibérico. Tesis doctoral. Universidad de Navarra.

Abaigar T., 1992a. Paramètres de la reproduction chez le sanglier (*Sus scrofa*) dans le sud-est de la Péninsule Ibérique. *Mammalia* 56: 245-250.

Abaigar, T., 1992b. Distribución del jabalí (*Sus scrofa*, L. 1758) en la provincia de Almería. *Boletín del Instituto de Estudios Almerienses* 11/12: 27-33.

Abaigar T., 1993. Régimen alimentario del jabalí (*Sus scrofa*, L. 1758) en el sureste ibérico. *Doñana, Acta Vert.* 20(1): 35-48.

Acevedo P., Escudero M.A., Muñoz R., Gortázar C., 2006. Factors affecting wild boar abundance across an environmental gradient in Spain. *Acta Theriol.* 51(3): 327-336.

Acevedo P., Vicente J., Höfle U., Cassinello J., Ruiz-Fons F., Gortázar C., 2007. Estimation of European wild boar relative abundance and aggregation: a novel method in epidemiological risk assessment. *Epidemiol. Infect.* 135(3): 519-527.

Acevedo P., Vicente J., Alzaga V., Gortázar C., 2009. Wild boar abundance and hunting effectiveness in atlantic Spain: environmental constraints. *Galemys* 21(2): 13-29.

Acevedo P., Farfán M.A., Márquez A.L., Delibes-Mateos M., Real R., Vargas J.M., 2011. Past, present and future of wild ungulates in relation to changes in land use. *Landsc. Ecol.* 26:19-31.

Adkins R.N., Harveston L.A. 2007. Demographic and spatial characteristics of feral hogs in the Chihuahuan Desert, Texas. *Human-Wildlife Conflicts* 1(2): 152-160.

Alasaad S., Granados J.E., Fandos P., Cano-Manuel F.J., Soriguer R.C., Pérez J.M. 2013. The use of radio-collars for monitoring wildlife diseases: a case study from Iberian ibex affected by *Sarcoptes scabiei* in Sierra Nevada, Spain. *Parasit. Vectors* 6: 242.

Albina E., Mesplède A., Chenut G., Le Potier M.F., Bourbao G., Le Gal, S., Leforban, Y., 2000. A serological survey on classical swine fever (CSF), Aujeszky's disease (AD) and porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS) virus infections in French wild boars from 1991 to 1998. *Vet. Microbiol.* 77: 43-57.

Alexandri P., Triantafyllidis A., Papakostas S., Chatzinikos E., Platis P., Papageorgiou N., Larson G., Abatzopoulos T.J., Triantaphyllidis C., 2012. The Balkans and the colonization of Europe: the post-glacial range expansion of the wild boar, *Sus scrofa*. *J. Biogeogr.* 39: 713-723.

Álvarez J., De Juan L., Briones V., Romero B., Aranaz A., Fernández-Garayzabal J.F., Mateos A., 2005. *Mycobacterium avium* subspecie *paratuberculosis* in fallow deer and wild boar in Spain. *Vet. Rec.* 156: 212-213.

- Alves P.C., Pinheiro I., Godinho R., Vicente J., Gortázar C., Scandura M., 2010. Genetic diversity of wild boar populations and domestic pig breeds (*Sus scrofa*) in South-western Europe. *Biol. J. Linnean Soc.* 101: 797-822.
- Anderson J.R., Lindzey F.G., 2003. Estimating cougar predation rates from GPS location clusters. *J. Wildl. Manage.* 67: 307-316.
- Andrezejewski R., Jezierski W., 1978. Management of a wild boar population and its effects on commercial land. *Acta Theriol.* 23(19): 309-333.
- Arroyo-Nombela J. A., Murcia R.C., Abaigar T., Vericad J.R., 1990. Cytogenetic analysis (GTG, CBG and NOR bands) of a Wild boar population (*Sus scrofa scrofa*) with a polymorphism in the South-East of Spain. *Genet. Sel. Evol.* pp. 1-9.
- Aumaitre A., Morvan C., Quere J.P., Peiniau J., Valet G., 1982. Productivité potentielle et reproduction hivernale chez la laie (*Sus scrofa scrofa*) en milieu sauvage. *Journées Recherche. Porcine en France* 14: 109-124.
- Aumaitre A., Quere J.P., Peiniau J., 1984. Influence du milieu sur la reproduction hivernale et la prolificité de la laie. In: *Symposium international sur le Sanglier. Les colloques de l'INRA n° 22.* Ed. INRA Publ. Toulouse.
- Baber D.W., Coblenz B.E., 1986. Density, home range, habitat use and reproduction in feral pigs on Santa Catalina Island. *J. Mammal.* 67(3): 512-525.
- Babic N., Mettenleiter T., Ugolini G., 1994. Propagation of pseudorabies virus in the nervous system of the mouse after intranasal inoculation. *Virology* 204: 616-625.
- Bachmann P.A., Hoggan M.D., Kurstak E., Melnick J.L., Pereira H.G., Tattersall P., Vago C., 1979. Parvoviridae: second report. *Intervirology* 11: 248-254.
- Badia J., Pitz F., Valet G., 1991. Estimate of the size of a hunted population. *Ecol. Model.* 55: 113-122.
- Baetting M., 1980. Contribution a la biologie et écologie du sanglier (*Sus scrofa* L.) dans le canton de Vaud. *Diplome en zoologie. Université de Bale*, 1976. 196 pp.
- Baetting M., 1982. Étude du sanglier. *Diana* 6(99): 228-231.
- Bailey R. E., Putman R.J., 1986. Estimation of a fallow deer (*D. dama*) population from faecal accumulation. *J. Appl. Ecol.* 18: 697-702.
- Ballesteros C., Vicente J., Carrasco-García R., Mateo R., de la Fuente J., Gortázar C., 2011. Specificity and success of oral-bait delivery to Eurasian wild boar in Mediterranean woodland habitats. *Eur. J. Wildl. Res.* 57: 749-757.
- Barasona J.A., López-Olvera J.R., Beltrán-Beck B., Gortázar C., Vicente J. 2013. Trap-effectiveness and response to tiletaminezolazepam and medetomidine anaesthesia in Eurasian wild boar captured with cage and corral traps. *BMC Vet. Res.* 9:107.
- Barrat J., Blancou J., Chastel CL., Dannacher G., Gourreau J.M., Kihm U., Larenaudie, B., Le Goff C., Pastoret P.P., Perreau P., Schwers A., Trap D., Uilenberg G., Vannier P.H., 1985. Enquête sérologique des laboratoires des services vétérinaires sur les maladies infectieuses de quelques mammifères sauvages de France. 17th Congress of the International Union of Game Biologists, Brussels, september 1985. Pp. 701-708.



- Barrett R.H., 1978. The feral hog on the Dye Creek Ranch, California. *Hilgardia. J. Agric. Sci.* 46(9): 355.
- Baubet E., 1998. Biologie du sanglier en montagne: biodémographie, occupation de l'espace et régime alimentaire. Thèse de doctorat. Université Claude Bernard. Lyon. France.
- Baubet E., Touzeau C., Brandt S., 1997. Les lombriciens dans le régime alimentaire du sanglier (*Sus scrofa* L.) en montagne. *Mammalia* 61(3): 371-383.
- Baubet E., Brandt S., Touzeau C. 1998. Effet de la chasse sur les stratégies d'occupation de l'espace des sangliers (*Sus Scrofa*). Analyses préliminaires. *Gibier Faune Sauvage, Game Wildl.* 15: 655-658.
- Baubet E., Brandt S., Vassant J., Gendner J.P., Klein F., 2004. Can wild boar be surveyed using GPS?. *Mem. Natl. Inst. Polar Res. Spec.* 58: 188-195.
- Benfield D.A., Yaeger M.J., Collins J.E., 1994. Experimental studies on the transmission and persistence of swine infertility and respiratory disease virus (Mystery Swine Disease). National Pork Producers Council, Des Moines, Iowa. pp. 5-14.
- Benfield D.A., Collins J.E., Dee S.A., Halbur P.G., Joo H.S., Lager K.M., Mengeling, W.L., Murtaug M.P., Rossow K.D., Stevenson G.W., Zimmerman J.J., 1999. Reproductive and respiratory porcine syndrome. En "Diseases of swine" (B.A. Straw, S. D'Allaire, W.L. Mengeling, D.J. Taylor, eds.). Iowa State University Press, Ames pp. 201-232.
- Bergagna S., Zoppi S., Ferroglio E., Gobetto M., Dondo A., Di Giannatale E., Gennero M.S., Grattarola C., 2009. Epidemiologic Survey for *Brucella suis* Biovar 2 in a Wild Boar (*Sus scrofa*) Population in Northwest Italy. *J. Wildl. Dis.* 45(4): 1178-1181.
- Bertolotto E., 2010. Spatial behavior and habitat selection in a wild boar population in a mountain area. Behavioural ecology of wild boar (*Sus scrofa*) in an Apennine environment. Tesis doctoral. University of Sassari.
- Bieber Cl., Ruf T., 2005. Population dynamics in wild boar: *Sus scrofa*: ecology, elasticity of growth rate and implications for the management of pulsed resource consumers. *J. Appl. Ecol.* 42: 1203-1213.
- Blanca G., 2001. Flora Vasculare de Sierra Nevada. En Parque Nacional de Sierra Nevada. Canseco Editores. Talavera de la Reina. 300 pp.
- Blancou J., Barrat J., 1983. Pathologie de la faune sauvage. Le point sur les dernières enquêtes sérologiques réalisées en France sur des animaux vivant en liberté. *Bull. Lab. Vet.* 10: 1-10.
- Block B.A., Dewar H., Farwell C. C., Prince E.D., 1998. A new satellite technology for tracking the movements of Atlantic bluefin tuna. *Proc. Natl. Acad. US*, 95: 9384-9389.
- Boadella M., 2011. Factores que modulan las tendencias temporales de las enfermedades compartidas con la fauna silvestre. Tesis doctoral. Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos. Universidad de Castilla-La Mancha.

- Boadella M., Gortázar C., Acevedo, P., Carta T., Martín-Hernando M.P., de la Fuente J., Vicente J., 2011a. Six recommendations for improving monitoring of diseases shared with wildlife: examples regarding mycobacterial infections in Spain. *Eur. J. Wildl. Res.* 57: 697-706.
- Boadella M., Acevedo P., Vicente J., Mentaberre G., Balseiro A., Arnal M.C., Martínez D., García-Bocanegra I., Casal C., Julio A. *Y col.* 2011b. Spatio-Temporal Trends of Iberian Wild Boar Contact with *Mycobacterium tuberculosis* Complex Detected by ELISA. *EcoHealth* 8: 478-484.
- Bodenheimer F.S., 1928. Welche faktoren regulieren die individuen zahl einer insektenark in der natur? Original no consultado, referenciado en Soriguer 1981.
- Boisaubert B., Klein F., 1984. Contribution a l'étude de l'occupation de l'espace chez le sanglier (*Sus scrofa*) par capture et recapture. In: Les colloques de l'INRA nº 22. Ed. INRA Publ.Toulouse.
- Boitani L., Mattei L., 1992. Aging Wild Boar (*Sus scrofa*) by tooth eruption. Proceedings Symposium "Ongulés/Ungulates 91". Spitz f.; G. Janeau, G. González, S. Aulagnier, Editors. Tolosa, Francia, pp. 419-421.
- Boitani L., Mattei L., Nonis D., Corsi F., 1994. Spatial and activity patterns of wild boars in Tuscany, Italy. *J. Mammal.* 75: 600-612.
- Boitani L., Trapanese P., Mattei L., Nonis D., 1995a. Demography of a wild boar (*Sus scrofa*, L.) population in Tuscany, Italy. *Gibier, Faune Sauvage* 12: 109-132.
- Boitani L., Trapanese P., Mattei L., 1995b. Methods of population estimates of a hunted wild boar (*Sus scrofa* L.) population in Tuscany (Italy). *J. Mt. Ecol.* 3: 204-208.
- Boqvist S., Bergström K., Magnusson U., 2012. Prevalence of Antibody to Six Leptospira Servovars in Swedish Wild Boars. *J. Wildl. Dis.* 48(2): 492-496.
- Börger L., Franconi N. De Michelle G., Gantz A., Meschi F., Manica A., Lovari S., Coulson T., 2006a. Effects of sampling regime on the mean and variance of home range size estimates. *J. Anim. Ecol.* 75: 1393-1405.
- Börger L., Franconi N., Ferretti F., Meschi F., De Michele G., Gantz A., Coulson T., 2006b. An integrated approach to identify spatiotemporal and individual-level determinants of animal home range size. *Am. Nat.* 168(4): 471-485.
- Bornemann H., Kreyscher M., Ramdohr S., Martin T., Carlini A., Sellmann L., Plötz L., 2000. Southern elephant seal movements and Antarctic sea ice. *Antarct. Sci.* 12: 3-15.
- Bosma A.A., 1976. Chromosomal polymorphism and G-banding patterns in the wild boar (*Sus scrofa* L.) from the Netherlands. *Genetica* 46: 391-399
- Bosma A.A., De Haan N.A., Macdonald A.A., 1991. The Current Status of Citogenetics of the Suidae: A Review. *Bongo*, 18: 258-272.
- Boulloire J.L., 1984. Le statut du sanglier en France. Evolution entre 1975 et 1982: 173-186 in: Symposium international sur le sanglier. Coloques de l'I.N.R.A. 22. 226 pp.
- Brandt, E., 1961. Der Wert der Keilerwaffen als Alterweiser. *Beitr.Jagd.-u- Wildforsch.* 1,Tag.-Ver. Dt.Akad. Landwirtsch.- Wiss. 37: 53-77.

Bratton, S.P., 1977. Wild hogs in the United States. Origin and nomenclature. In "Research and Management of wild hog populations" Editor G.W. Wood. Clemson University. South Carolina.

Braza F., Álvarez F., 1989. Utilisation de l'habitat et organisation sociale du sanglier (*Sus scrofa* L.) à Doñana (Sud-Ouest de l'Espagne). Can. J. Zool. 67: 2047-2051.

Briedermann L., 1970. Zum körper und organwachstum des wildchweines in der DDR. Arch. Forstwes. 19: 401-420.

Briedermann L., 1971. Zur reproduction des Schwarzwildes in der DDR. Tag.-Ber. dt. Akad. Landwirtsch.-Wiss. Berlin. 113: 169-186.

Briedermann L., 1976. Ergebnisse einer Inhaltsanalyse von 665 wildschweinemagen. Zool. Garten. 46: 157-185.

Brooke C.J., Riley T.V., 1999. *Erysipelothrix rhusiopathiae*: bacteriology, epidemiology and clinical manifestations of an occupational pathogen. J. Med. Microbiol. 48: 789-799.

Brown I.H., 2000. The epidemiology and evolution of influenza viruses in pigs. Vet. Microbiol. 74: 29-46.

Brown J.H., Marquet P.A., Taper M.L., 1993. Evolution of body size: consequences of an energetic definition of fitness. Am. Nat. 142(2): 573-584.

Brown J.S., Laundre J.W. y Gurung M., 1999. The Ecology of Fear: Optimal Foraging, Game Theory, and Trophic Interactions. J. Mammal. 80(2): 385-399.

Buddle B.M., Skinner M.A., Chambers M.A., 2000. Immunological approaches to the control of tuberculosis in wildlife reservoirs. Vet. Immunol. Immunopathol. 74: 1-16.

Buechner H.K., 1960. The bighorn sheep in the United States: its past, present and future. Wildl. Mono. 4. 174 pp.

Buendía A.J., Salinas J., Cano L.D., Cuello F., 1996. Chlamydial infection in swine; a preliminary study in the region of Murcia (Spain). An. Vet. (Murcia) 11-12: 69-76.

Bueno C.G., Barrio I.C., García-González R., Alados C.L., Gómez-García D., 2010. Does wild boar rooting affect livestock grazing areas in alpine grasslands? Eur. J. Wildl. Res. 56: 765-770.

Bunschoten A., Molhuizen H., Schouls L., Van Soelingen D., Van Ambden J., 1996. Spoligotyping, a method to detect and type *Mycobacterium tuberculosis complex* bacteria. Research Laboratory for Infectious Diseases. National Institute of Public Health and the Environment. Bilthoven, The Netherlands. 3-17.

Burt W.H., 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. J. Mammal. 24: 346-352.

Bywater K.A., Apollonio M., Cappai N., Stephens P. A., 2010. Litter size and latitude in a large mammal: the wild boar *Sus scrofa*. Mammal. Rev. 40: 212-220.

Cabon K., 1959. Problem der Alterbestimmung beim Wildschwein (*Sus scrofa* L.), nach der Methode von Dub. Acta Theriol. 3(8): 113-120.

Cabrera A., 1914. Fauna Ibérica. Mamíferos. Ed. Consellería de Medio Ambiente y Universidade de Santiago de Compostela. Madrid 1998. 441 pp.

Cadar D., Cságola A., Dán À., Krisztina U., Köbölkuti L., Spînu M., Brudască F., Ungvári A., Czírják G.G., Tuboly T., 2008. Presence of Porcine Circovirus Type 2 (PCV2) in Transylvanian wild boar populations - Preliminary Results Buletin USAMV. Vet. Med. 65(2)/2008, p 352.

Cahill S., Llimona F., Cabañeros L., Calomardo F., 2012. Characteristics of wild boar (*Sus scrofa*) habituation to urban areas in the Coillserola Natural Park (Barcelona) and comparison with other locations. Anim. Biodivers. Conserv. 35(2): 221-233.

Calenge C., Maillard D., Vassant J., Brandt S., 2002. Summer and hunting season home ranges of wild boar (*Sus scrofa*) in two habitats in France. Game Wild. Sci. 19: 281-301.

Calenge C., Maillard D., Fournier P., Fouque C., 2004. Efficiency of spreading maize in the Garrigues to reduce wild boar (*Sus scrofa*) damage to Mediterranean vineyards. Eur. J. Wildl. Res. 50: 112-120.

Caley P., 1993. Population dynamics of feral pigs (*Sus scrofa*) in a tropical woodland habitat complex. Wildl. Res. 20: 625-636.

Caley P., 1997. Movements, activity patterns and habitat use of feral hogs in a tropical habitat. Wildl. Res. 24: 77-87.

Candela M.G., Serrano E., Martínez-Carrasco C., Martín-Atance P., Cubero M.J., Alonso F., León-Vizcaíno L., 2009. Coinfection is an important factor in epidemiological studies: the first serosurvey of the aoudad (*Ammotragus lervia*). Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis. 28: 481-489.

Cano-Manuel J., Granados J.E., Castillo A., Serrano E., Pérez J.M., Soriguer R.C., Fandos P., 2007. Nuevas tecnologías aplicadas al seguimiento de ungulados silvestres en Sierra Nevada: collares GPS-GSM. Biodiversidad y conservación de flora y fauna en ambientes mediterráneos. Ed.: J.M. Barea, E. Ballesteros, J.M. Luzón, M. Moleón; J.M. Tierno y R. Travesí. Granada. 691-705.

Cargnelutti B., Spitz F, Valet G., 1992. Analysis of the dispersion of wild boar (*Sus scrofa*) in southern France. In: France Ongules/ungulates 91. Editors: Spitz F., Janeau G, Gonzalez G. and Aulagnier S. pp. 423-425.

Caro J., Fernández-Cardenete J.R., Benitez M., Chiroso M., Zamora F. J., Reguera S., Moreno G., Pleguezuelos J.M., 2010. Estudio de anfibios y reptiles en el Espacio Natural Sierra Nevada en el marco del Cambio Global. Informe Inédito. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. 409 pp.

Carranza J., Hidalgo S., Fernández-LLario P., 1994. Determinación de aspectos básicos de la dinámica poblacional del jabalí (*Sus scrofa*) en el Parque Nacional de Doñana. Memoria Proyecto de Investigación. Convenio ICONA-Universidad de Extremadura.

Carretero M. A., Ayllón E., Llorente, G.A., 2010. Lista patrón de los anfibios y reptiles de España (actualizada a diciembre de 2009). Asociación Herpetológica Española. [www.herpetologica.org/nueva\\_lista\\_patron\\_2010.pdf](http://www.herpetologica.org/nueva_lista_patron_2010.pdf).

Casal M., 1990. Microbiología clínica de las enfermedades por micobacterias (tuberculosis, lepra y micobacteriosis). Ed. M. Casal Román. Córdoba.

Castillo A., 1985. Aguas Superficiales y subterráneas en Sierra Nevada. En Sierra Nevada y La Alpujarra. Ed. Andalucía, S.A. Ferrer, M. Granada.

Castillo A., 2001. Clima e hidrología. En Parque Nacional de Sierra Nevada. Canseco Editores. Talavera de la Reina. 300 pp.

Caughley G., 1977. Analysis of vertebrate populations. John Wiley Ed. London. 232 pp.

Caughley G., Gum A., 1996. Conservation Biology in Theory and Practice. Blackwell Science, Cambridge. 495 pp.

Cavanagh D., 1997. Nidovirales: a new order comprising *Coronaviridae* and *Arteriviridae*. Arch. Virol. 142: 629-633.

Chapman D.I., 1975. Antlers-bones of contention. Mammal. Rev. 5: 121-172.

Chapman A., Buck W.J., 1893. España agreste: la caza. Ed. Giner. Madrid 1982. 327 pp.

Chapman A., Buck W.J., 1910. La España inexplorada. Ed: Centro de Estudios Territoriales y Urbanos. Junta de Andalucía. Jaén 1989. 455 pp.

Cheeseman C.L., Wilesmith J.W., Stuart F.A., 1989. Tuberculosis: the disease and its epidemiology in the badger, a review. Epidemiol. Infect. 103: 113-125.

Cheung A.K., 1995. Investigation of pseudorabies virus DNA and RNA in trigeminal ganglia and tonsil tissues of latently infected swine. Am. J. Vet. Res. 56: 45.

Christianson W.T., Choi C.S., Collins J.E., Molitor T.W., Morrision R.B., Joo, H.S., 1993. Pathogenesis of porcine reproductive and respiratory syndrome virus infection in mid-gestation sows and fetuses. Can. J. Vet. Res. 57: 262-268.

Clarke C.M.H., Dzieciolowsky R.M., 1991. Feral pigs in the northern South Island, New Zealand: II Breed composition of present populations. J. R. Soc. N. Z. 21(3): 249-260.

Closa-Sebastià F., 2009. Estudio sanitario el Jabalí (*Sus scrofa*) en Cataluña (noreste de España). Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. 157 pp.

Closa-Sebastià F., Casas-Díaz E., Cuenca R., Lavín S., Mentaberre G., Marco I., 2011. Antibodies to selected pathogens in wild boar (*Sus scrofa*) from Catalonia (NE Spain). Eur. J. Wildl. Res. 57: 977-981.

Clutton-Brock T.H., Harvey P.H., 1983. The functional significance of variation in body size among mammals. In: Advances in the study of mammalian behavior. J.F. Eisenberg & Kleiman D.G. edt. The American Society of Mammalogist, nº 7.

Coblentz B.E., Baber B.W., 1987. Biology and control of feral pigs on Isla Santiago, Galapagos, Ecuador. J. Appl. Ecol. 24 : 403-418.

Collins D.M., De Lisle G.W., Gabric D.M., 1986. Geographic distribution of restriction types of *Mycobacterium bovis* isolates from brush-tailed possums (*Trichosurus vulpecula*) in New Zealand. J. Hyg (Lond). 96: 431-438.

Conde de Yebes, 1942. Veinte años de caza mayor. Ed. Al Andalus. Sevilla 2001. 524 pp.

Conley R.H., Henry V.G., Matchke G.H., 1972. European hog research, Tennessee Federal aid in Fish and wildlife restoration Acts. Project nº w-34. 259 pp.

Cousse S., Janeau G., Spitz F., 1992. Telemetry on free-ranging wild boars (*Sus scrofa*): temporal and spatial structure of daily movements. In: Wildlife Telemetry: Remote Monitoring and Tracking of Animals. Editors. Priede I.G. and Swift S.M. Ellis Horwood.

Creus E., 2007. Mesures d'intervenció per al control de *Salmonella* en la cadena de producció porcina. Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.

Cromwijk W.A.J., 1995. Serologisch onderzoek bij wilde zwijnen op de Veluwe. Tijdschr. Diergeneeskd. 120: 364-365.

Cságola A., Kecskemèti S., Kardos G., Kiss I., Tuboly T., 2006. Genetic characterization of type 2 porcine circoviruses detected in Hungarian wild boar. Arch. Virol. 151: 495-507.

Cuartas P., 1987. Estructura social y reparto temporal de actividad del jabalí (*Sus scrofa*) en Doñana. Tesina de licenciatura. Universidad de Oviedo.

Cuartas P., Braza F., 1990. Reparto temporal de actividades del jabalí (*Sus scrofa*) en Doñana (SO España). Doñana, Acta Vert. 17(1): 91-102.

Cvetnic Z., Toncic J., Spicic S., Lojkic M., Terzic S., Jemersic L., Humski A., Curic S., Mitak M., Habrun B., Brstilo B., Ocepek M., Krt B., 2004. Brucellosis in wild boar (*Sus scrofa*) in the Republic of Croatia. Vet. Med. Czech. 49(4): 115-122.

D'Andrea L., Durio P., Perrone A., Pirone S., 1995. Preliminary data of the Wild Boar (*Sus scrofa*) space use in mountain environment. J. Mt. Ecol. 3: 117-121.

Dardaillon M., 1984a. Le sanglier et le milieu camargais: dynamique coadaptative. Thèse doctoral. Université Paul Sabatier de Toulouse. (France)

Dardaillon M., 1984b. Utilisation des ressources trophiques par le sanglier (*Sus scrofa*) en Camargue. In: Processus d'acquisition précoce. Les communications. De Haro, A. y Espadaler, X. Universitat Autònoma de Barcelona. pp. 419-426.

Dardaillon M., 1986. Some aspects of the orientation in space of *Sus scrofa* as revealed by data on home range, habitat use and movements. In: Beugnon G., editor; 1986. pp. 63-70.

Dardaillon M., 1988. Wild boar social groupings and their seasonal changes in Chamargue, southeastern France. Z. Säugetierkunde 53: 22-30.

Dasmann R.F., 1981. Wildlife Biology (2<sup>nd</sup> ed.). John Wiley & Sons. 212 pp.

- De Rojas S., 1804-1809. Viaje a Andalucía: historia natural del Reino de Granada. Ed. Antonio Gil Albarracín. Barcelona 2002. 1247 pp.
- Debernardi P., Patriarca E., Sabidussi R., 1995. Wild boar (*Sus scrofa*) control in Regional Park "La Mandria" (Piedmont, NW Italy). J. Mt. Ecol. 3: 237-240.
- Delany J.M., Happold D.C.D., 1979. Ecology of African Mammals. Longman. London. 434 pp.
- Delcroix I., Signoret J.P., Mauget R., 1985. L'élevage en commun des jeunes au sein du groupe social chez le sanglier. Journées Recherche Porcine en France 17: 167-174.
- Delcroix I., Mauget R., Signoret J.P., 1990. Existence of synchronization of reproduction at the level of the social group of the European wild boar (*Sus scrofa*). J. Reprod. Fert. 89: 613-617.
- Delgado R., 2001. Geología, geomorfología y suelos. En Parque Nacional de Sierra Nevada. Canseco Editores. Talavera de la Reina. 300 pp.
- Delibes-Mateos M, Farfán M.A., Olivero J., Márquez A.L., Vargas J.M., 2009. Long-term changes in game species over a long period of transformation in the Iberian Mediterranean landscape. Environ. Manag. 43: 1256-1268.
- Dexter N., 1998. The influence of pasture distribution and temperature on habitat selection by feral pigs in a semi-arid environment. Wildl. Res. 25: 247-559.
- Dexter N., 2003. The influence of pasture distribution, and temperature on adult body weight of feral pigs in a semi-arid environment. Wildl. Res. 30: 75-79.
- Di Borgo C., Dotta R., 2003. Cinchiale (*Sus scrofa*). Determinazione dell'età dall'analisi della dentizione. 1-4. Ref Type: Report.
- Dinter U., 1991. Das Raum-Zeitverhalten von Schwarzwild im Grunewald in des Sommermonaten unter besonderer Berücksichtigung menschlicher Störungen. Dissertation, Ludwig-Maximilian-Universität München.
- Diong C.H., 1982. Population biology and management of the feral pig (*Sus scrofa*) In Kipahulu Vallet, Maui. Dissertation. Honolulu, Hawaii, USA.
- Ditchkoff S.S., Jolley D.B., Sparklin B.D., Hanson L.B., Mitchell M.S., Grand J.B., 2012. Reproduction in a Population of Wild Pigs (*Sus scrofa*) Subjected to Lethal Control. J. Wildl. Manage. 76(6): 1235-1240.
- Durio P., Gallo U., Macchi E., Perone A., 1992. Monthly birth distribution and structure of an Alpine population of wild boar (*Sus scrofa*) in north-west Italy. In: Spitz, F., Janeau, G., González, G. & Aulagnier, S. (Eds.). Ongulés/Ungulates 91. S.F.E.P.M.-I.R.G.M. Paris-Toulouse. pp. 395-397.
- Durio P., Gallo-Orsi U., Machhi E., Perrone A., 1995a. Structure and monthly birth distribution of a wild boar population living in mountainous environment. J. Mt. Ecol. 3: 202-203.
- Durio P., Fogliato D., Perrone A., Tessarin N., 1995b. The autumn diet of the wild boar (*Sus scrofa*) in an alpine valley. Preliminary results. J.Mt. Ecol. 3: 180-183.

Durio P., Macchi E., Rasero R., 1995c. Genetic characterization of some populations of wild boar (*Sus scrofa scrofa*) in Piedmont (Italy). *J. Mt. Ecol.* 3: 15-16.

Dzieciolowsky R.M., 1976. Estimating Ungulate numbers in a forests by track counts. *Acta Theriol.* 21: 217-222.

Dzieciolowsky R.M., Clarke C.M.H., Frampton C.M., 1992. Reproductive characteristic of feral pigs in New Zealand. *Acta Theriol.* 37(3): 259-270.

Ebert C., Huckschlag D., Schulz H.K., Hohmann U., 2010. Can hair traps sample wild boar (*Sus scrofa*) randomly for the purpose of non-invasive population estimation? *Eur. J. Wildl. Res.* 56: 583-590.

El Mastour A., 1982. Contribution à l'étude de la biologie et du mode de vie du sanglier (*Sus scrofa barbatus*, Sclater). Mémoire du 3<sup>ème</sup> cycle Agronomie, Inst. Agr. Vet. Hassan II, Rabat.

Ellis W.A., 1999. Leptopirosis. En "Diseases of swine" (B.A. Straw, S. D'Allaire, W.L. Mengeling, D.J. Taylor, eds.). Iowa State University Press, Ames. pp. 493-949.

Engeman R.M., Massei G., Sage M., Gentle M.N., 2013. Monitoring wild pig populations: a review of methods. *Environ. Sci. Pollut. Res.* DOI 10.1007/s11356-013-2002-5.

Environmental Studies, 2005. Wildlife tracking projects with GSM collar. [www.environmental-studies.de/projects](http://www.environmental-studies.de/projects).

Erkinaro E.K., Heikura K., Lindgren E., Pulliainen E., Sulkava S., 1982. Occurrence and spread of the wild boar (*Sus scrofa*) in eastern Fennoscandia. *Mammalia* 58(2): 39-47.

Ewald P.W., 1993. The evolution of virulence. *Sci. Am.* 268(4): 86-93.

Fancy S.G., Pank L.F., Douglas D.C., Curby C.H., Garner G.W., Amstrup S.C., Regelin W.L., 1988. Satellite telemetry: A new tool for wildlife research and management. U.S. Department of Interior Fish and Wildlife Service. Resource publication n<sup>o</sup> 172. Washington, D.C.

Fandos P., 1991. La Cabra Montés (*Capra pyrenaica*) en el Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Serie técnica. Madrid. 176 pp.

Feldhamer G.A., Chapman J.A., 1980. Evaluation of the eye lens method for age determination in sika deer. *Acta Theriol.* 25(18): 239-244.

Fenati M., Armaroli E., Corrain R., Guberti V., 2009. Indirect estimation of porcine parvovirus maternal immunity decay in free-living wild boar (*Sus scrofa*) piglets by capture-recapture data. *Vet. J.* 180: 262-264.

Fernández-LLario P., 1996. Ecología del jabalí en Doñana. Parámetros reproductivos e impacto ambiental. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura.

Fernández-Llario P., Carranza J., 1996. La abundancia del jabalí en Doñana y sus implicaciones en la conservación del ecosistema. *Quercus*. Febrero.



- Fernández-Llario P., Carranza J., Hidalgo de Trucios S.J., 1996. Social organization of the wild boar (*Sus scrofa*) in Doñana nacional Parrk. *Miscelanea Zoológica* 19(2): 9-18.
- Fernández-Llario P., Carranza J., Mateos-Quesada P., 1999. Sex allocation in a polygynous mammal with large litters: the wild boar. *Anim. Behavior*. 58: 1079-1084.
- Fernández-Llario P., Carranza J., 2000. Reproductive performance of the wild boar in a Mediterranean ecosystem under drought conditions. *Ethol. Ecol. Evol.* 12: 335-343.
- Fernández-Llario P., Mateos-Quesada P., 2003. Population structure of the wild boar (*Sus scrofa*) in two Mediterranean habitats in the western Iberian Peninsula. *Folia Zool.* 52(2): 143-148.
- Fernández-Llario P., Mateos-Quesada P., 2005. Influence of rainfall on the breeding biology of wild boar (*Sus scrofa*) in a Mediterranean ecosystem. *Folia Zool.* 54(3): 340-248.
- Fernández-Navarrete F., 1732. Cielo y suelo granadino. Ed. Antonio Gil Albarracín. Albolote. Granada 1997. 631 pp.
- Fickel J., Hohmann U., 2006. A methodological approach for non-invasive sampling for population size estimates in wild boars (*Sus scrofa*). *Eur. J. Wildl. Res.* 52: 28-33.
- Fischer C., Gourdin H., Obermann M., 2004. Spatial behaviour of the wild boar in Geneva, Switzerland: testing methods and first results. In: *Wild Boar Research 2002. A selection and edited papers from the 4<sup>th</sup> International Wild Boar Symposium*. *Galemys* 16 (Special Issue): 149-156.
- Fonseca C., Sousa J., Vingada J., Soares A.M., 2001. Monthly birth distribution of the wild boar (*Sus scrofa* L.) in central Portugal. *Galemys* 13: 199-204.
- Fonseca C., Santos P., Monzón A., Bento P., Alves da Silva A., Alves J., Silvério A., Soares A.M.V.M., Petrucci-Fonseca F., 2004. Reproduction in the wild boar (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758) populations of Portugal. In: Fonseca C, Herrero J, Luis A, Soares AMVM (eds) *Wild boar research 2002*. *Galemys*, 16 Special Issue, pp 53–65.
- Fonseca C., Alves da Silva A., Alves J., Vingada J., Soares A.M.V.M., 2011. Reproductive performance of wild boar females in Portugal. *Eur. J. Wildl. Res.* 57(2): 363-371.
- Ford R.G., 1983. Home range in a patchy environment - optimal foraging predictions. *Am. Zool.* 23(2): 315-326.
- Fournier P., Fournier-Chambrillon Ch., Maillard D., Klein F., 1995. Zoletil immobilization of wild boar (*Sus scrofa* L.). *J. Mt. Ecol.* 3:134-136.
- Fournier-Chambrillon C., Maillard D., Fournier P., 1996. Variabilité du régime alimentaire du sanglier (*Sus scrofa* L.) dans les garrigues de Montpellier (Hérault). *Gibier, faune sauvage* 13: 1457-1476.
- Franzetti B., Focardi S., 2006. La stima di popolazioni degli ungulati mediante Distance Sampling e termocamera a infrarossi. *Documenti Tecnici del INFS* 26. 88 pp.

Franzetti B., Ronchi F., Marini F., Scacco M., Calmanti R., Calabrese A., Aragno P., Montanaro P., Focardi S., 2012. Nocturnal line transect sampling of wild boar (*Sus scrofa*) in a Mediterranean forest: long-term comparison with capture-mark-resight population estimates. *Eur. J. Wildl. Res.* 58: 385-402.

French C.E., Mcewen L.C., Magruder N.D., Ingram R.H., Swift R.W., 1956. Nutritive requirements for growth and antler development in the white-tailed deer. *J. Wildl. Manage.* 20: 22-232.

Friebel B.A., Jodice P.G.R., 2009. Home range and habitat use of feral hogs in Congaree National Park, South Carolina. *Human-Wildlife Conflicts* 3(1): 49-63.

Friend M., 1967. The lens technique. *Trans 33 N.Am. Wildl. Res. Conf.* 33: 279-298.

Fruzinski B., 1995. Situation of wild boar populations in western Poland. *J. Mt. Ecol.* 3: 186-187.

Fruzinski B., Labudzki L., 1982. Sex and age structure of a forest roe deer population under hunting pressure. *Acta Theriol.* 27, 26: 337-384.

Fulford G.R., Roberts M.G., Heesterbeek, J.A., 2002. The metapopulation dynamics of an infectious disease: tuberculosis in possums. *Theor. Popul. Biol.* 61: 15-29.

Gabor T.M., Hellgren E.C., Silvy N.J. 1997. Immobilization of Collared peccaries (*Tayassu tajacu*) and feral hogs (*Sus scrofa*) with Telazol and Xylacine. *J. Wild. Dis.* 33(1): 161-164.

Gabor T.M., Hellgren E.C., Van Den Bussche R.A., Silvy N.J. 1999. Demography, sociospatial behaviour and genetics of feral pigs (*Sus scrofa*) in a semi-arid environment. *J. Zool. Lond.* 247: 311-322.

Gabor T.M., Hellgren E.C., Silvy N.J. 2001. Multi-scale habitat partitioning in sympatric suiforms. *J. Wildl. Manage.* 65: 99-110.

Gaillard J.Ph., 2012. Evaluación morfohistológica de la actividad ovárica del Jabalí de Sierra Nevada. Informe Interno. Espacio Natural Sierra Nevada.

Gaillard J.M., Vassant J., Klein F., 1987. Quelques caractéristiques de la dynamique des populations de sangliers (*Sus scrofa scrofa*) en milieu chassé. *Gibier, Faune Sauvage* 4: 31-47.

Gaillard J.M., Brandt S., J.M., 1993. Body weight effect on reproduction of young wild boar (*Sus scrofa*) females: a comparative analysis. *Folia Zool.* 42(3): 204-212.

Gaillard J.M., Festa-Bianchet M., Delorme D., Jorgenson J., 2000. Body mass and individual fitness in female ungulates: bigger is not always better. *Proc. R. Soc. Lond., B.* 267: 471-477.

Gallerani Lawson E.J., Rodgers A.R., 1997. Differences in home-range size computed uncommonly used software programs. *Wildl. Soc. Bull.* 25: 721-729.

Gallo Orsi U., Macchi E., Perrone A., Durio P., 1995. Biometric data and growth rates of a Wild Boar population living in the Italian Alps. *J. Mt. Ecol.* 3: 60-63.

- Gamelon M., Gaillard J.M., Servanty S., Gimenez O., Toïgo C., Baubet E., y col. 2012. Making use of harvest information to examine alternative management scenarios: a body weight structured model for wild boar. *J. Appl. Ecol.* 49: 833-841
- García González R., 1987. Estudio del crecimiento postnatal en corderos de raza pasa aragonesa ecotipo ansotano. *Monografías Instituto Estudios Alto-aragoneses* 13. CSIC-Diputación de Huesca.
- Garín I., Herrero J., 1997. Distribution, abundance and demographic parameters of the Pyrenean Chamois (*Rupicapra pyrenaica pyrenaica*) in Navarre, Western Pyrenees. *Mammalia* 61(1): 55-63.
- Garzón P., 1991. Biología y ecología del jabalí (*Sus scrofa* L., 1758) en el Parque Natural de Monfragüe. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.
- Garzón, P., Palacios F., Ibáñez C., 1984. Primeros datos sobre la alimentación del jabalí (*Sus scrofa baeticus*, Thomas 1912) en el Parque Nacional de Doñana. // Reunión Iberoamericana Cons. Zool. Vert. 466-475.
- Garzón J., Henares I., 2012. Las Aves de Sierra Nevada. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, Granada. 397 pp.
- Gennero M.S., Grattarola C., Bergagna S., Zoppi I.S., Barbaro A., Dondo A., 2006. Trend of *Brucella suis* infection in wild boar in Piedmont region (2002-2005). *Epidémiol. et santé anim.* 49: 59-62.
- Genov P.V., 1981. Food composition of wild boar in north-eastern and western Poland. *Acta Theriol.* 26(10): 185-205.
- Genov P.V., 1999. A review of the cranial characteristics of the wild boar (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758), with systematic conclusions. *Mammal Rev.* 29: 205-238.
- Genov P.V., 2004. Craniometric characteristics of the subgenus *Sus* Linnaeus, 1758 as a systematic conclusion. *Galemys* 16: 9-23.
- Genov P.V., Massei G., Barbalova V., Kostova V., 1992. Ageing wild boar (*Sus scrofa* L.) by teeth. *Ongulés/Ungulates* 91. Spitz, F., G. Janeau, G. González, S. Aulagnier Editores. Société Française pour l'Étude et la Protection de Mammifères. Institut de Recherche sur les Grands Mammifères. Tolosa, Francia. pp. 399-402.
- Gerard J.F., Campan R., 1988. Variabilité écoethologique chez le sanglier européen: comparaison des travaux française. *Cahiers d'Éthologie Appliquée* 8: 63-130.
- Gerard J.F., Cargnelutti B., Spitz F., Valet G., Sardin T., 1991. Habitat use of wild boar in a French agroecosystem from late winter to early summer. *Acta Theriol.* 36: 119-129.
- Gerard J.F., Cargnelutti B., Spitz F., 1992. Relation entre anisotropie de l'occupation de l'espace et dispersion: un exemple chez le sanglier du sud-ouest de la France. *Mammalia* 56: 177-187.
- Giffin J., 1978. Ecology of the feral pig on the Island of Hawaii. Department of Land and Natural Resources. Division of Fish and Game. State of Hawaii.
- Giles R.H., 1978. *Wildlife Management*. Freeman and Co. 416 pp.

Gipson P.S., Veatch J.K., Matlack R.S., Jones D.P., 1999. Health status of a recently discovery population of feral swine in Kansas. *J. Wild. Dis.* 35: 624-627.

Gómez J.M., García D., Zamora R., 2003. Impact of vertebrate acorn- and seedling-predators on a Mediterranean *Quercus pyrenaica* forest. *For. Ecol. Manage.* 180: 125-134.

Gómez-Ortiz A., Oliva M., Salvà M., Salvador F., 2010. El paisaje como valor patrimonial en los espacios protegidos: el caso del parque nacional de Sierra Nevada (España). *Scr. Nova.* Vol XIV, 346.

Górecki G., Labudzki L., skubis J., 2009. Habitat selection of wild boar (*Sus scrofa*) in the Zielonka game Investigatory Centre - Radio Telemetry research. *Acta Sci. Pol. Sil. Colendar. Rat. Ind. Lignat.* 8(3): 15-27.

Gortázar C., Vicente J., Fierro Y., León-Vizcaíno L., Cubero M.J., González M., 2002. Natural Aujeszky's disease in a Spanish wild boar population. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 969: 210-212.

Gortázar C., Vicente J., Gavier-Widen D., 2003. Pathology of bovine tuberculosis in the European wild boar (*Sus scrofa*). *Vet. Rec.* 152: 779-780.

Gortázar C., Vicente J., Samper S., Garrido J., Fernández de Mera I.G., Gavín P., Juste R.A., Martín C., Acevedo P., de la Puente M., Höfle U., 2005. Molecular characterization of *Mycobacterium tuberculosis* complex isolates from wild ungulates in South-Central Spain. *Vet. Res.* 36: 43-52.

Gortázar C., Acevedo P., Ruiz-Fons F., Vicente J., 2006. Disease risks and overabundance of game species. *Eur. J. Wildl. Res.* 52: 81-87.

Gortázar C., Torres J., Vicente J., Acevedo P., Reglero M., de la Fuente J., y col., 2008. Bovine tuberculosis in Doñana biosphere reserve: the role of wild ungulates as disease reservoirs in the last Iberian Lynx Strongholds. *PLoS ONE* 3:e2776

Gortázar C., Vicente J., Boadella M., Ballesteros C., Galindo R.C., Garrido J., y col., 2011. Progress in the control of bovine tuberculosis in Spanish wildlife. *Vet. Microbiol.* 151: 170-178.

Gortázar C., Delahay R.J., McDonal R.A., Boadella M., Wilson G.J., Gavier-Widen D., Acevedo P., 2012. The status of tuberculosis in European wild mammals. *Mammal Rev.* 42(3): 193-206.

Grabulosa I., 1992. Evolució demogràfica del senglar (*Sus scrofa*) a l'extrem oriental del Pirineu. *Annals de l'Institut d'Estudis Empordanesos* 25: 18-31.

Gràcia J., Cachill S., Gràcia M., Limona F., Pla A., 2000. Primeres dades sobre la població de senglar (*Sus scrofa*) a la serra de Collserola obtingudes mitjançant observacions nocturnes. I Jornadas sobre la Reserca en els sistemes naturals de Collserola: aplicacions a la gestió del Parc. (F. Limona, J.M. Espleta, J.C. Guix, E. Mateos, J.D. Rodriguez-Tejeiro eds.) Consorci Parc de Collserola. pp. 105-110.

Granados J.E., Cabrera M.C., Cano-Manuel J., Castillo A., Pérez J.M., Fandos P., Soriguer R.C., 2006. Gregarismo y movimientos altitudinales en la cabra montés.

- Fauna en acción. Guía para observar comportamiento animal en España. 2006. Ed: M. Soler, J. Martín, L. Tocino M.. Bellaterra, Barcelona. pp. 168-171.
- Granzow H., Weiland F., Jons A., Klupp B.G., Karger A., Mettenleiter T.C., 1997. Ultrastructural analysis of the replication cycle of pseudorabies virus in cell culture: a reassessment. *J. Virol.* 119: 144-151.
- Graves H.B., 1984. Behavior and ecology of wild and feral swine (*Sus scrofa*). *J. Anim. Sci.* 58: 482-492.
- Greenwood P.J. 1980. Mating systems, philopatry and dispersal in birds and mammals. *Anim. Behav.* 28: 1140-1162.
- Gresham C.S., Gresham CH.A., Duffy M.J., Faulkner Ch.T., Patton S., 2002. Increase prevalence of *Brucella suis* and pseudorabies virus antibodies in adults of an isolated feral swine population in coastal South Carolina. *J. Wildl. Dis.* 38: 653-656.
- Groot Bruinderink G.W.T.A., Hazebroek E., Van Der Voet H., 1994. Diet and condition of wild boar, *Sus scrofa scrofa*, without supplementary feeding. *J. Zool.* 233: 631-648.
- Groves C.P., 1981. Ancestors for the pigs: taxonomy and phylogeny of the genus *Sus*. Australian National University, Departement of Prehistory Technical Bulletin 3: 196.
- Groves C.P., 1991. Suid and Dicotylid Systematics today. En: *Biology of Suidae*. Barrett R. H., F. Spitz, Ed.. Institut pour la Recherche sur le Grande Mammifere. Grenoble. France. pp. 20-29.
- Groves C.P., 1997. Taxonomy of wild pigs (*Sus*) of the Philippines. *Zool. J. Linn. Soc.* 120: 163-191.
- Groves C.P., 2001. Taxonomy of wild pigs of Southeast Asia. *Asian Wild Pig News*.1: 2-3.
- Groves C.P., 2007. Current views on the taxonomy and zoogeography of the genus *Sus*. In Albarella, U.; Dobney, K.; Ervynck, A. & Rowlet-Conwy, P. 2007. *Pigs and Humans: 10,000 Years of Interaction*. Oxford University Press, Oxford. pp. 15-29.
- Groves C.P., Oliver W., 2008. *Sus bucculentus* In: The IUCN Red list of Threatened Species. Version 2010.1. URL:<http://uicnredlist.org>
- Groves C., Grubb P., 2011. Ungulate taxonomy. The John Hopkins. University Press, Baltimore: pp. 37-45.
- Grubb J.T.C., Greenwald L., 1982. Sparrows and a brushpile: Foraging responses to different combinations of predation risk and energy cost. *Anim. Behav.* 30(3): 637-640.
- Grue H., Jensen B., 1979. Review of the formation of incremental lines in tooth cementum of terrestrial mammals. *Dan. Rev. Game. Biol.* 11: 1-48.
- Gustavsson I., Hageltorn C., Johanson C., Zech L., 1972. Identification of the pig chromosomes by quinacrine mustard fluorescent technique. *Exp. Cell. Res.* 70: 471-474.
- Hadjisterkotis E. 2004. The introduction of wild boar *Sus scrofa* L. on the island of Cyprus. *Galemys* 16: 233-242.

- Hahn N., Einfeld D., 1998. Diet and habitat use of wild boar (*Sus scrofa*) in SW-Germany. *Gibier Faune Sauvage* 15: 595-606.
- Hancox M., 1996. Critical reassessment of the role of wildlife hosts in cattle tuberculosis eradication. *Respir. Med.* 49: 138.
- Hansen-Melander E., Melander Y., 1974. The karyotype of the pig. *Hereditas* 74: 149-158.
- Hardjasamita H.S., 1987. Taxonomy and phylogeny of the *suidae* (Mammalia) in Indonesia. *Scripta Geol.* 85: 1-68.
- Harris I.W., 1976. Chlamydial antibodies in pigs in Scotland. *Vet. Rec.* 98: 505.
- Hars J., Garin-Bastuji B., 2001. La brucellose a *Brucella suis* biovar 2 en France. *Bulletin d'Information sur la Pathologie des Animaux Sauvages en France* 24: 139-147.
- Hebeisen C., Fattebert J., Baubet E., Fischer C., 2008. Estimating wild boar (*Sus scrofa*) abundance and density using capture-resights in Canton of Geneva, Switzerland. *Eur. J. Wildl. Res.* 54: 391-401.
- Hecht W., Dzapo V., 1995. The pig mitochondrial genome. *J. Mt. Ecol.* 3: 19-20
- Heinemann D., Thenius E., 1975. Les artiodactyles: 69-72 in GRZIMEK, B. *Le monde animal en 13 volumes* 12(4): 506 pp.
- Hell P., Paule L., 1993. Systematische stellung des westkarpatischen wildschweines *Sus scrofa*. *Acta Sci. Bohemoslovaca* 17(3): 1-54.
- Henry V.G., 1968a. Fetal Development in European wild hogs. *J. Wildl. Manage.* 51(2): 306-317.
- Henry V.G., 1968b. A length of estrous cycle and gestation in European wild hogs. *J. Wildl. Manage.* 32(2): 406-408.
- Heptner U.G., Naumov N.P., Bannikov A.C., 1966. Die Säugetiere der Sowjetunion. V.G. Heptner y N.P. Naumov (ed.), vol 1. Gustav Fischer Verlag, Jena. 939 pp.
- Herrero J., 2002. Adaptación funcional del jabalí *Sus scrofa* L. a un ecosistema forestal y a un sistema agrario intensivo en Aragón. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- Herrero J., Couto S., Rosell C., Arias P., 2004. Preliminary data on the diet of wild boar living in a mediterranean coastal wetland. *Galemys* 16: 115-123.
- Herrero J., García-Serrano A., Couto S., Ortuño V.M. García-González R., 2006. Diet of wild boar (*Sus scrofa*) and crop damage in an intensive agroecosystem. *Eur. J. Wildl. Res.* 52: 245-250.
- Herrero J., García-Serrano A., García-González R., 2008. Reproductive and demographic parameters in two Iberian wild boar *Sus scrofa* populations. *Acta Theriol.* 53 (4): 355-364.

- Hone J., 1994. Analysis of vertebrate pest control. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom.
- Hone J., 1995. Spatial and temporal aspects of vertebrate pest damage with emphasis of feral pigs. *J. Appl. Ecol.* 32: 11-319.
- Hooper C.C., Alstine V.W.G., Stevenson W.G., Kanitz C.L., 1994. Mice and rats (laboratory and feral) are not a reservoir for PRRS virus. *J. Vet. Diagn. Invest.* 6: 13-15.
- Hotzel H., Berndt A., Melzner F., Sachse K., 2004. Incidence of *Chlamydia* sp. in a wild boar (*Sus scrofa*) population in Thuringia (Germany). *Vet. Microbiol.* 103: 121-126.
- Howe T.D., Power S., 1976. Winter rooting activity of the european wild boar in the Great Smoky Mountains Natural Park. *Castanea* 41: 256-264.
- Howe T.D., Anger F.J., Ackerman B.B., 1981. Forage relationships of european wild boar invading northern hardwood forest. *J. Wildl. Manage.* 45(3): 748-754.
- Ilse L.B., Hellgren E.C., 1995. Spatial use and group dynamics of sympatric callared peccaries and feral hogs in southern texas. *J. Mammal.* 76 : 993-1002.
- INE (Instituto Nacional de Estadística), 2006. Caza : piezas cobradas por especie, número, peso, valor y año. Disponible en: <http://www.ine.es>. Madrid.
- Janeau G., 1994. Variabilité comportementale de l'occupation de l'espace et de l'utilisation du temps chez le sanglier (*Sus scrofa* L.): mise en oeuvre de la radiolocalisation et de la biotélémetrie. Thèse d'habilitation. Univ. de Toulouse. France.
- Janeau G., Spitz F., 1984. Budget espace temps des sangliers (*Sus scrofa* L.) en forêt de Grésigne. In: Les colloques de l'INRA n° 22. Ed. INRA Publ. Toulouse.
- Janeau G., Cargnelutti B., Spitz F. 1995. Role of daily movements in the social-spatial organization of wild boars (*Sus scrofa* L.) populations. *Revue d'Ecologie : La Terre et la Vie* 50: 35-48.
- Jerina K., Pokorny B., Stergar M., 2014. First evidence of long-distance dispersal of adult female wild boar (*Sus scrofa*) with piglets. *Eur. J. Wildl. Res.* 60: 367-370.
- Jeziarski W., 1977. Longevity and mortality rate in a population of wild boar. *Acta Theriol.* 22(24): 337-348.
- Jeziarski W., Myrcha A., 1975. Food requirements of a wild boar population. *Pol. Ecol. Stud.* 1(2): 61-83.
- Jotterand-Bellomo M., Baetting M., 1981. Etude citogénétique de deux sangliers (*Sus scrofa*) de couleur claire capturés aux environs de Genève (Suisse). *Rev. Suisse Zool.* 88: 787-795.
- Jridi M., Bouzgaia H., Toma B., 1996. Maladie d'Aujeszky chez le sanglier en Tunisie. *Epidémiol. et santé anim.* 30: 99-105.
- Julien J.M., Vassant J., Brandt S., 1990. An extensible transmitter collar designed for wild boar (*Sus scrofa scrofa*) study of neck size development in the species. *Gibier Faune Sauvage* 7: 377-387.

Kauffman R.G., Norton B.G., Harmon B.G., Brejdenstein B.C., 1967. Growth of the porcine eye lens as an index to chronological age. *J. Anim. Sci.* 26: 31-35.

Kenward R., 1987. *Wildlife radio tracking. Equipment, field techniques and data analysis.* Academic Press.

Keuling O., 2010. *Managing wild boar: Considerations for wild boar management based on game biology data. Grouping patterns, space use, dispersal, hunting impact, and hunting efficiency.* Doctoral thesis. Dresden University of Technology. Dresden. Deutschland.

Keuling O., Sodeikat G., Pohlmeier K., 2001. Habitat use of wild boar *Sus scrofa* L. in an agroecosystem in Lower Saxony (Germany) with special approach to source of food. In: Hadjisterkotis E. (Ed.), *Wildlife Management in the 21<sup>st</sup> Century.* 25<sup>th</sup> International Congress of UIGB, 3-7. September, p. 109.

Keuling O., Stier N., Roth M., 2008a. How does hunting influence activity and spatial usage in wild boar *Sus scrofa* L.? *Eur. J. Wildl. Res.* 54(4): 729-737.

Keuling O., Stier N., Roth M., 2008b. Annual and seasonal space use of different age classes of female wild boar *Sus scrofa* L. *Eur. J. Wildl. Res.* 54(3): 403-412.

Keuling O., Stier N., Roth M., 2009. Commuting, shifting or remaining? Different spatial utilisation patterns of wild boar *Sus scrofa* L. in forest and field crops during summer. *Mamm. Biol.* 74: 145-152.

Keuling O., Baubet E., Duscher A., Ebert C., Fischer C., Monaco A. y col., 2013. Mortality rates of wild boar *Sus scrofa* L. in central Europe. *Eur. J. Wildl. Res.* DOI 10.1007/s10344-013-0733-8.

Kie J.G., Bowyer R.T., Nicholson M.C., Boroski B.B., Loft E.R., 2002. Landscape heterogeneity at differing scales: Effects on spatial distribution of mule deer. *Ecology* 83(2): 530-544.

Kiefer S.J., Weckerly F.W., 2005. Population density and body weight influences on home range size of feral hogs. *California Fish and Game* 91(2): 136-142.

Kirkpatrick R.D., SOWLS L.K., 1962. Age determination of the collared peccary by the tooth replacement pattern. *J. Wildl. Manage.* 26: 214-217.

Klein F., 1984. Contribution a l'étude de la croissance du sanglier (*Sus scrofa*) par capture et recapture. En : *Symposium international sur le sanglier.* Spitz H., Pepin D, Ed. INRA. Paris, France.

Klein F., Breton D., Brandt S., Gaillard J.M., 1990. Appréciation de l'âge du sanglier (*Sus scrofa*) à partir de la masse du cristallin et de la masse de l'animal. *Gibier, Faune Sauvage* 7: 39-51.

Klevezal G.A., 1996. *Recording structures of mammals.* Rotterdam: Balkema.

Klevezal G.A., Keinenberg S.E., 1967. Age determination of mammals from annual layers in teeth and bones. *Zool. Zh.* 45: 717-724.



- Kovacic H., Karlovic M., Frkovic A., 2001. Investigation on the prevalence of antibodies against *Leptospira interrogans* in game in the territory of Gorski Kotar. Vet. Stan. 32: 69-77.
- Krawczyk M., 2000. Estudios serológicos sobre leptospirosis en jabalíes. Med. Weter. 56: 440-443.
- Krebs Ch.J., 1972. Ecology. Harper & Row. Publ. New York. 694 pp.
- Krebs Ch. J., 1978. Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance. Harper & Row. Publ. New York. 678 pp.
- Kuiken T., Leighton, F.A., Fouchier R.A.M., LeDuc J.W., Peiris J.S.M., Schudel A., Stohr K., Osterhaus A.D.M.E., 2005. Public health-Pathogen surveillance in animals. Science 309(5741): 1680-1681.
- Kurz J.C., Marchinton R.L., 1972. Radiotelemetry studies of feral hogs in South Carolina. J. Wildl. Manage. 36: 1240-1248.
- Lari A., Lorenzi D., Nigrelli D., Brocchi E., Faccini S., Poli A., 2006. Pseudorabies virus in European wild boar from central Italy. J. Wildl. Dis. 42: 319-324.
- Larson J.S., Taber R.D., 1980. Criteria of sex and age. In: "Wildlife Management Technique Manual". The Wildlife Society. Washington.
- Laskurain N.A., Egileor E., Irizar I., 1991. El jabalí (*Sus scrofa*) en Bizkaia. Estimación del censo y distribución. Informe interno. Diputación Foral de Bizkaia.
- Lavín S., Blasco J.M., Velarde R., Mentaberre G., Casas E., Marco I., 2006. Descripción del primer caso de Brucelosis en la liebre europea (*Lepus aeuropaeus*) en la Península Ibérica. Inf. Vet. 2006: 18-21.
- Lebedeva A., 1956. Ekologiceskie osobennosti kabana Belovezskoj Pusci. Uč Zap. Mosk. Gorod. Ped. Inta 61: 105-271.
- León-Vizcaíno L., 1975. Epizootiología de la leptospirosis en Córdoba y su provincia. Publicaciones de la Universidad de Córdoba.
- León-Vizcaíno L., 2011. Estudio Sanitario de poblaciones de jabalíes del Espacio Natural Sierra Nevada III (Granada y Almería). Informe inédito. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- León-Vizcaíno L., García M., Miranda A., 1976. Abortos porcinos por *Brucella suis* biotipo 2. Suplemento Científico del Boletín Informativo del Consejo General de Colegios Veterinarios de España 206: 37-42.
- León-Vizcaíno L., Miranda A., Perea A., Carranza J., 1978a. Estudio epizootiológico de leptospirosis mediante encuesta serológica, de la provincia de Sevilla. Arch. Zootec. 27: 263-284.
- León-Vizcaíno L., Miranda A., Carranza J., 1978b. *Brucella suis* biotipo 1 como causa de abortos en cerdas. Estudio epizootiológico. Laboratorio 66: 113-118.
- León-Vizcaíno L., Miranda A., Perea A., Carranza J., Hermoso M., 1981. Investigación inmunoserológica de diversos agentes infecciosos en ciervos y jabalíes de Sierra

Morena, II Reunión Iberoamericana sobre Conservación y Zoología de Vertebrados, Cáceres, 1980. pp. 490-501.

León-Vizcaíno L., Bernabé A., Contreras A., Cubero M.J., Gómez S., Astorga R., 1990. Outbreak of tuberculosis caused by *Mycobacterium bovis* in wild boars (*Sus scrofa*). Sonderdruck aus Verhandlungsbericht des 32. Internationalen Symposiums über die Erkrankungen der Zoo-und Wildtiere. Eskilstuna 32: 185-190.

Leránóz I., Castián E., 1989. La situación del jabalí en Navarra. Navarra Agraria 43: 59-64.

Leránóz I., Castián E., 1996. Evolución de la población de jabalí (*Sus scrofa* L., 1758) en Navarra (N Península Ibérica). Misc. Zool. 19(2): 133-139.

Li L., Shi J., Wang J., Gao Y., Wang L., Wang J., Ying X., 2013. Factors influencing wild boar damage in Taohongling National Nature Reserve in China: a model approach. Eur. J. Wildl. Res. 59: 179-184.

Liebermann H., Dedek J., Loepelmann H., Hille G., 1986. Serological studies of wild boar for porcine parvovirus. Mon. Vet. 41: 410-412.

Liebermann D. E., Meadow R.H., 1992. The biology of cementum increments (with an archaeological application). Mammal. Rev. 22: 57-77.

Lind J., Cresswell W., 2005. Determining the fitness consequences of antipredation behavior. Behav. Ecol. 16(5): 945-956.

Lipowski A., 2003. European wild boar (*Sus scrofa* L.) as a reservoir of infectious diseases for domestic pigs. Med. Weter. 59 (10): 861-863.

Littell R.C., Milliken G.A., Stroup W.W., Wolfinger R.D., 2006. SAS for Mixed Models. SAS Institute Inc, Cary, NC.

Lord R.D., 1959. The lens as an indicator of age in cottontail rabbits. J. Wildl. Manage. 23(3).

Lowe V.P.W., 1967. Teeth as indicators of age with special referente to red deer (*Cervus elaphus*) of known age from Rhum. J. Zool. Lond. 152: 137-153.

Lutz W., Wurm R., 1996. Serologische Untersuchungen zum Nachweis von Antikörpern gegen Viren des euchenhaften Spätaborts, der Aujeskyschen Krankheit, der Europäischen Schweinepest und Porzine Parvoviren beim Wildschweim (*Sus scrofa*, L., 1758) in Nordrein-Westfalen. Zeitschrift für Jagdwissenschaft. 42: 123-133.

Lutz W., Junghans D., Schmitz D., Müller T., 2003. A long-term survey of pseudorabies virus infections in European wild boar of western Germany. Z. Jagdwissenschaft 49: 130-140.

Macchi E., Tarantola M., Perrone A., Paradiso M.C., Ponzio G., 1995. Cytogenetic variability in the wild boar (*Sus scrofa scrofa*) in Piedmont (Italy): Preliminary data. J. Mt. Ecol. 3: 17-18.

Machackova M., Matlova L., Lamka J., Smolik J., Melichavek I., Hanzlikova M., Docekal J., Cvetnic Z., Nagy G., Lipiec M., Ocepek M., Pavlik I., 2003. Wild boar (*Sus*

*scrofa*) as a posible vector of mycobacterial infections: review of literatura and critical analysis of data from Central Europe between 1983 to 2001. Vet. Med. Czech. 48(3): 51-65.

Madoz P., 1856. Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones en Ultramar. Madrid, España.

Maillard D., Fournier P., 1995. Effects of shooting with hounds on size of resting range of wild boar (*Sus scrofa*) groups in Mediterranean habitat. J. Mt. Ecol. 3: 102-107.

Margalef R., 1989. Ecología. 6ª reimpresión. Ed. Omega S.A. Barcelona. 951 pp.

Marion F., 1982. Le sanglier. Collection Grand gibier. Bellegarde: Gerfaut Club-Princessa. 177 pp.

Mark R.S., Christophe S., De Perno C.W., Betsill M.B.P., Gene E., Kennedy-Stoskop S., 2012. A Serosurvey for *Brucella suis*, Classical Swine Fever Virus, Porcine Circovirus Type 2, and Pseudorabies Virus in Feral Swine (*Sus scrofa*) of Eastern North Carolina. J. Wildl. Dis., 48(2): 462-466.

Markina F., 1998. Estudio de las poblaciones de corzo (*Capreolus capreolus*) y jabalí (*Sus scrofa*) y análisis de su explotación cinegética en el Territorio Histórico de Álava. Tesis Doctoral, Universidad de León.

Markina F., Sáez-Royuela C., De Garnica R., 2003. Fenología reproductiva del jabalí (*Sus scrofa* L.) en las montañas cantábricas (Álava, norte de España). Galemys 15: 145-155.

Markowska-Daniel I., Pejsak Z., 1999. Prevalencia serológica de virus influenza en cerdos y jabalíes en Polonia. Med. Weter. 55: 302-305.

Marsan A., Schenone S., Span S., 1990. Il cinghiale in Liguria. Regione Liguria, Genova. Italia.

Marsan A., Spanó S., Tognoni C., 1995. Management attempts of wild boar (*Sus scrofa* L.): first results and outstanding researches in northern Apennines (Italy). J. Mt. Ecol. 3: 219-221.

Martín-Atance P., León-Vizcaíno L., Vicente J., 2005. Enfermedades infecciosas y parasitarias. En "Ecología y conservación del tejón" (E. Virgós, E. Revilla, J.G. Mangas, X. Domingo-Roura, ed.). Sociedad Española para la Conservación y el Estudio de los Mamíferos, Málaga. pp.27-49.

Martín-Palomino P., Fernández O., Gómez L., Salinas M.J., 2010. Estudio seroepidemiológico de la clamidiosis porcina en una explotación de cerdo ibérico. Cría y salud 32: 58-65.

Martínez-Rica J.P., 1980. Nuevos datos sobre conducta social del jabalí en condiciones de semilibertad. Publicaciones del Centro Pirenaico de Biología Experimental 12: 19-54.

Martys M., 1982. Gehegebeobachtungen zur geburts und Reproduktions biologie des Europäischen Wildschweines (*Sus scrofa* L.). Z. Säugetierkunde (Int. J. Mamm. Biol.), 47(2): 110-113.

- Mason D. R., 1984. Dentition and age determination of the warthog, *Phacochoerus aethiopicus*, in Zululand South Africa. *Koedoe* 27: 79-119.
- Mason R.J., Fleming P.J.S., Smythe L.D., Dohnt M.F., Norris M.A., Symonds M.L., 1998. *Leptospira interrogans* antibodies in feral pigs from New South Wales. *J. Wildl. Dis.* 4: 738-743.
- Massei G., Genov P.V., Staines W., 1996. Diet, food availability and reproduction of wild boar in a Mediterranean coastal area. *Acta Theriol.* 41: 100-113.
- Massei G., Genov P.V., Staines B.W., Groman M.L., 1997a. Mortality of wild boar, *Sus scrofa*, in mediterranean area in relation to sex and age. *J. Zool. Lond.* 242: 394-400.
- Massei G., Genov P.V., Staines B.W., Groman M.L., 1997b. Factors influencing home range and activity of wild boar (*Sus scrofa*) in a Mediterranean coastal area. *J. Zool. Lond.* 242: 411-423.
- Massei G., Genov P.V., 2004. The environmental Impact of wild boar. *Galemys* 16(especial): 135-145.
- Mateo J.A., 2002. Áreas importantes para le herpetofauna española. En: Pleguezuelos, J.M., Márquez, R. y Lizana, M. (ed.). Atlas y libro rojo de los Anfibios y Reptiles de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza - Asociación Herpetológica Española - A.H.E. (2ª impresión). Madrid. pp. 483-500.
- Matschke G.H., 1964. The influence of the oak mast on European wild hog production. *Trans. Ann. Conf. S. E. Assoc. of Game and Fish Game Comm.* 17: 20-27.
- Matschke G.H., 1965. Ageing wild boars by dentition. *J. Wildl. Manage.* 7: 109-111.
- Matschke G.H., 1967. Ageing European Wild Boar hog by dentition. *J. Wildl. Manage.* 31: 109-113.
- Matson G.M., 1981. Workbook for cementum analysis. Milltown, Montana: Matson's Laboratory.
- Mauget R., 1972. Observations sur la reproduction du sanglier (*Sus scrofa* L.) a l'état sauvage. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.* 12(2): 195-202.
- Mauget R., 1980. Régulations écologiques, comportementales et physiologiques (fonction de reproduction), de l'adaptation du sanglier, *Sus scrofa* L., au milieu. Thèse d'Etat. Université de Tours, France.
- Mauget R., 1982. Seasonality of reproduction in the Wild Boar. pp. 509-526, In: Control of Pig Reproduction. Butterworths, London.
- Mauget R., 1991. Reproductive Biology of the Wild Suidae. En: Biology of Suidae. Barrett H.; Spitz F., Editores. IRGM, Tolosa, Francia. pp. 49-64.
- Mauget R., Sempere A., 1978. Comportement locomoteur déterminé par radiotracking chez deux ongulés sauvages en liberté: le chevreuil (*Capreolus capreolus* L.) et le sanglier (*Sus scrofa* L.). *Biol. Behav.* 3: 331-340.

Mauget R., Campan R., Spitz F., Dardaillon M., Janeau G., Pepin D., 1984. Synthèse des connaissances sur la biologie du sanglier, perspectives de recherche. En: Les colloques de l'INRA n° 22. Ed. INRA Publ.Toulouse.

Mauget R., Boissin J., 1987. Seasonal Changes in Testis Weight and Testosterone Concentration in the European Wild Boar (*Sus scrofa* L.). Anim. Reprod. Sci. 13: 67-74.

McArthur R.M., Wilson E.D., 1967. The theory of island biogeography. Princeton University.

McIlroy J.C., 1989. Aspects of the ecology of feral pigs (*Sus scrofa*) in the Murchison area, New Zealand. N. Z. J. Ecol. 12: 11-22.

McMahon J.A., Bonner J.T., 1986. Tamaño y vida. Prensa científica. Ed. Labor.

McNulty M., Dale J., Lukert P., Mankertz A., Randles J., Todd D., 2000. *Circoviridae*. En: Virus Taxonomy: Classification and Nomenclature of Viruses The Seventh Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Academic Press. San Diego, USA. pp. 229-303.

Medewar P.B., 1957. The uniqueness of the individual. Methuen, London. 191 pp.

Mendizábal M., 1967. Almería en el "Itinerarium Hispanicum" de Jerónimo Münzer. Anales de Edafología y Agrobiología. XXVI (1-4): 90-910.

Meng X.J., Lindsay D.S., Sriranganathan N., 2009. Wild boars as sources for infectious diseases in livestock and humans. Phil. Trans. R. Soc. B 364: 2697-2707.

Mengeling W.M., 1989. Porcine parvovirus. En "Virus infections of porcines" (M.B. Pensaert, ed.). Elsevier Science Publishers, Amsterdam. pp. 83-94.

Mengeling W.L., Lager K.M., Vorwald A.C., 2000. The effect of porcine parvovirus and porcine reproductive and respiratory syndrome virus on porcine reproductive performance. Anim. Reprod. Sci. 60-61: 199-210.

Mentaberre G., Romero B., de Juan L., Navarro-González N., Velarde R., et al. 2014. Long-Term Assessment of Wild Boar Harvesting and Cattle Removal for Bovine Tuberculosis Control in Free Ranging Populations. PLoS ONE 9(2): e88824. doi:10.1371/journal.pone.0088824.

Merrill S.B., Adams L.G., Nelson M.E., Mech L.D., 1998. Testing releasable GPS radiocollars on Wolves and White-tailed deer. Wildl. Soc. Bull. 26: 830-835.

Mersinger R.C., Silvy N.J., 2007. Range size, habitat use, and diel activity of feral hogs on reclaimed surface-mined lands in east Texas. Human-wildlife Conflicts 1(2): 161-167.

Mettenleiter T., 1999. Aujeszky's disease (pseudorabies) virus: the virus and molecular pathogenesis. Vet. Res. 31: 99-115.

Mignone W., Ercolini, C., Fisichella S., Dondo A., 1991. Osservazioni preliminari su alcuni episodi di tubercolosi nel cinghiale (*Sus scrofa*). Selezione Veterinaria 32: 843-849.

- Mignone W., Ercolini C., Perruchon M., Poggi M., 1995. Stato sanitario dei cinghialiselvatici (*Sus scrofa*) in Liguria: Indagini sierologiche. Bulletin d'Information sur la Pathologie des Animaux Sauvages en France 12: 68-71.
- Milkowski L., Wójcik J.M., 1984. Structure of wild boar Harvest in the Bialowieza Primaveral Forest. Acta Theriol. 29(2): 337-347.
- Moen R., Pastor J., Cohen Y., Schwartz C., 1996. Effects of moose movement and habitat use on GPS collar performance. J. Wildl. Manage. 60(3): 659-668.
- Moleón M., 2001. Mamíferos. En Parque Nacional de Sierra Nevada. Canseco Editores. Talavera de la Reina. 300 pp.
- Morais M., 1979. Introdução ao estudo da biologia do javali (*Sus scrofa* L. 1758) em portugal. Facultad de Ciencias. Universidad de Lisboa. Lisboa. Portugal.
- Moretti M., 1995a. Birth distribution, structure and dynamics of a hunted mountain population of wild boars (*Sus scrofa* L.), Ticino, Switzerland. J. Mt. Ecol. 3: 192-196.
- Moretti M., 1995b. Biometric data and growth rates of a mountain population of wild boar (*Sus scrofa* L.), Ticino, Switzerland. J. Mt. Ecol. 3: 56-59.
- Morini P., Boitani L., Mattei L., Zagarese B., Space use by pen-raised wild boars (*Sus scrofa*) released in Tuscany (central Italy) – II : home range. J. Mt. Ecol. 3: 112-116.
- Moro J., 2004. Estudio etológico sanitario y biométrico del jabalí (*Sus scrofa* Linnaeus) en los montes del Estado Lugar Nuevo y Selladores Contadero (Sierra Morena, Jaen). Tesis doctoral Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid.
- Morris P., 1972. A review of mammalian age determination methods. Mammal Rev. 2(3): 69-104.
- Müller T., Teuffert J., Ziedler K., Possardt C., Kramer M., Staubach C., Conraths F.J., 1998. Pseudorabies in the European wild wild boar from eastern Germany. J. Wildl. Dis. 34: 51-58.
- Müller T., Teuffert J., Staubach C., Selhorst T., Depner K.R., 2005. Long-term studies on maternal immunity for Aujeszky's disease and classical swine fever in wild boar piglets. J. Vet. Med. Ser. B - Infect. Dis. Vet. Public Healt 52: 432–436.
- Muñoz P., 1990. El jabalí (*Sus scrofa* L.) en Gipuzkoa. Diputación Foral de Gipuzkoa. Informe interno.
- Muñoz P.M., Boadella M., Arnal M.C., De Miguel M.J., Revilla M., Martínez D., Vicente J., Acevedo P., Oleaga A., Ruiz-Fons F., Marín C.M., Prieto J.M., De La Fuente J., Barral M., Barberán M., Fernández de Luco. D., Blasco J.M., Gortázar C., 2010. Spatial distribution and risk factors of Brucellosis in Iberian wild ungulates. BMC Infect. Dis. 10: 46.
- Naranjo V., Gortázar C., Vicente J., De la Fuente J., 2008. Evidence of the role of European wild boar as a reservoir of tuberculosis due to *Mycobacterium tuberculosis* complex. Vet. J. 127: 1-9.

Navarro-González N., Fernández-Llario P., Pérez E., Mentaberre G., López-Martín J.M., Lavín S., Serrano E., 2013. Supplemental feeding drives endoparasite infection in wild boar in Western Spain, *Vet. Parasitol.* (2013), <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2013.02.019>

Navàs F., Rosell C., 2005. Evolució demogràfica i paràmetres reproductors del senglar (*Sus scrofa*) al Parc Natural del Montseny. Diputació de Barcelona. pp. 147-153.

Neet C.R., 1995. Population dynamics and management of *Sus scrofa* in western Switzerland: a statistical modelling approach. *J. Mt. Ecol.* 3: 188-189.

Nevejans Y., Marthe M.N., Mabrut E., Game Y., Le Tallec E., Da Silva E., Quere D., Kerleau M., Gibert P., Hars J., Boschirole L., Guerin-Bastui E., Mariani J.P., Bouchot A., 2005. Surveillance de la tuberculose du sanglier et Savoy et en Haute-Corse. Saison de chasse 2003-2004. *Bulletin d'Information sur la Pathologie des Animaux Sauvages en France* 25: 162-169.

New J.C., Delozier K., Barton C.E., Morris P.J., Porgieter L.N.D., 1994. A serological survey of selected viral and bacterial diseases of european wild hogs, Great smoky Mountains National Park, USA. *J. Wildl. Dis.* 30: 103-106.

Newsome A., 1990. The Control of Vertebrate Pest by Vertebrate Predators. *Tree* 5, 6: 187-191.

Nicholson A.J., 1933. The balance of animal population. *J. Anim. Ecol.* 2: 132-138.

Nores C., González F., García P., 1995. Wild boar distribution trends in the last two centuries: an example in Northern Spain. *J. Mt. Ecol.* 3: 137-140.

Nores C., Fernández A., Corral N., 2000. Estimación de la población de jabalí (*Sus scrofa*) por recuento de grupos familiares. *Naturalia Cantabricae* 1: 53-59.

Oggiano A., Patta C., Laddomada A., Caccia A., 1991. Indagine sieroepidemiologica sulla diffusione della malattia di Aujeszky nei cinghiali della Sardegna. *Atti della Società Italiana delle Scienze Veterinarie* 65: 1157-1161.

Olivares J., Barea-Azcón, J.M., Pérez-López, J.M., Tinaut A., Henares I., 2011. Las mariposas diurnas de Sierra Nevada. *Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.* 512 pp.

Oliver W.R.L., 1981. IUCN-SSC. Pigs & peccaries specialist group. Documento inédito. 14 pp.

Oliver W.R.L., 1995. IUCN-SSC. Taxonomy and conservation status of the suiformes an overview. *J. Mt. Ecol.* 3: 3-5.

Oliver W.R.L., 2008. *Sus cebifrons*. In: The UICN Red list of Threatened Species. Version 2010.1. URL:<http://uicnredlist.org>

Olsen C.W., Brown I.H., Easterday B.C., Van Reeth K., 2006. Swine influenza. En: *Diseases of swine.* 9ª edition. Blackwell Publishing, Ames, USA. pp. 469-482.

Onipchenko V.G., Golikov K.A., 1996. Microscale revegetation of alpine lichen heath after wild boar digging: fifteen years of observations on permanent plots. *Oecologia* 5: 35-39.

Page K.R., Jedlicka A.E., Fakheri B., Noland G.S., Kesavan A.K., Scott A.L., Kumar N., Manabe Y.C., 2005. Mycobacterium- induced potentiation of type 1 immune responses and protection against malaria are host specific. *Infection. Immun.* 73: 8369-8380.

Parra A., 2003. Epidemiología de la Tuberculosis en artiodáctilos salvajes de Extremadura. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura.

Parra A., García A., Inglis N.F, Tato A., Alonso J.M., Hermoso de Mendoza M., Hermoso de Mendoza J., Larrasa J., 2006. An epidemiological evaluation of *Mycobacterium bovis* infections in wild game animals of the Spanish Mediterranean ecosystem. *Prev. Vet. Med.* 80: 140-146.

Pascual F., Tinaut A., 2001. Insectos. En Parque Nacional de Sierra Nevada. Canseco Editores. Talavera de la Reina. 300 pp.

Pavlovsky E., 1966. Natural nidity. University Press. Urbana, Illinois.

Pawaria S., Rajamohana G., Gambhira V., Lamaa A., Varsheneya G.C., Dikshit K.L., 2007. Intracellular growth and survival of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium carrying truncated hemoglobins of *Mycobacterium tuberculosis*. *Microb. Path.* 42: 119-128.

Pearl R., 1927. The growth of populations. *Quart. Rev. Biol.* 2: 532-548.

Pedone P., Mattioli S., Mattioli I., 1995. Body size growth patterns in wild boars of Tuscany, Central Italy. *J. Mt. Ecol.* 3: 66-68.

Pejsak Z.K., Truszczynsky M.J., 2006. Aujeszky's disease (Pseudorabies). En *Diseases of Swine*. 9ª edición. Blackwell Publishing, Ames, USA pp 419-433.

Pepin D., Spitz F., Janeau G., Valet G., 1987. Dynamics of reproduction and development of weight in the wild boar (*Sus scrofa*) in South-West France. *Z. Säugetierkunde, J. Mamm. Biol.* 52: 21-30.

Pérez J., Calzada J., León-Vizcaíno L., Cubero M.J., Velarde J., Mozos E., 2001. Tuberculosis in an iberian lynx (*Lynx pardina*). *Vet. Rec.* 148: 114-115.

Pérez-Contreras J., Fernández-Cardenete J.R., Caro J., García-Cardenete L., 2007. Distribución y Conservación de la herpetofauna en el sureste ibérico. En: Barea, J.M.; Moleón, M.; Travesí, R.; Ballesteros, E.; Luzón J., Ortega, J. y Tierno de Figueroa, M. (eds.). *Biodiversidad y Conservación de fauna y flora en ambientes mediterráneos* (2ª ed. revisada y ampliada). Sociedad Granatense de Historia Natural. Granada. pp. 425-467.

Petney T.N., Andrews R.H., 1998 Multiparasite communities in animals and humans: frequency, structure and pathogenic significance. *Int. J. Parasitol.* 28: 377-393.

Pfeiffer D.U., 2002. *Veterinary epidemiology-An Introduction*. Epidemiology Division Department of Veterinary Clinical Sciences, The Royal Veterinary College, University of London. 62 pp.



Pita S., Pértegas S., Valdés F., 2004. Medidas de frecuencia de enfermedad: incidencia y frecuencia. Atención primaria en red. w.w.w. fisterra.com.

Pleguezuelos J.M., Fernández-Cardenete J.R., 2001. Anfibios y reptiles. En Parque Nacional de Sierra Nevada. Canseco Editores. Talavera de la Reina. 300 pp.

Popescu C.P., Quere J.P., Franceschi P., 1980. Observations chromosomiques chez le sanglier français (*Sus scrofa scrofa*). Ann. Génét. Select. Anim. 12: 395-400.

Poteaux C., Baubet E., Kaminski G., Brandt S., Dobson F.S., Baudoin C., 2009. Socio-genetic structure and mating system of a wild boar population. J. Zool. 278: 116-125.

Potel D., 1979. Le sanglier. Ecolisirs, Le Vaudreil. 199 pp.

Poulet A.R., 1980. Determination de l'âge par la pesée des cristallins chez cinq espèces de congénères Muridés et Gerbillidés de l'Ouest de L'Afrique. Mammalia 44(3): 381-398.

Powel R.A., Zimmerman J.W., Searman D.E., 1997. Ecology and behaviour of North American black bears: home ranges, habitat and social organization. Chapman and Hall, London, United Kingdom.

Power S., 1974. The effect of the european wild boar (*Sus scrofa*) on the high elevation veind Flora in Great Smoky Mountains National Park. Bulletin of the Torrey Botanical Club 101(44): 198-206.

Prado E., 2006. Compendio de epidemiología. Universidad Nacional Agraria. Managua. 136 pp.

Pucek Z., Bobek B., Labudzki L., Milkowski L., Morrow K., Tomek A., 1975. Estimates of density and numbers of ungulates. Pol. Ecol. Stud. 1: 121-136.

Puigdefábregas J., 1980. Observaciones sobre la hozadura del jabalí en ambiente forestal. Publicaciones del Centro Pirenaico de Biología Experimental 12: 7-16.

Purroy F.J., Clevenger A.P., Costa L., Sáenz de Buruaga M., 1988. Demografía de los grandes mamíferos (jabalí, corzo, ciervo, lobo y oso) de la Reserva Nacional de Caza de Riaño: análisis de la predación e incidencia en la ganadería. Biología ambiental 1: 375-387.

Randi E.M., Appolonio M., Toso S., 1989. The systematics of some Italian population of wild boar (*Sus scrofa* L.) in Europe. Mammal Rev. 16(2): 97-101.

Randi E.M., Massei P., Genov P., 1992. Allozyme variability in Bulgarian wild boar populations. Acta Theriol. 37: 271-278.

Randi E.M., 1995. Conservation genetics of the genus *Sus*. J. Mt. Ecol. 3: 6-12.

Reboli A.C., Farrar W.E., 1989. *Erysipelothrix rhusiopathiae*: an occupational pathogen. Clin. Microbiol. Rev. 2: 354-359.

Reml F., Pikula J., Holesovska Z., 2003. Prevalence of antibodies against leptospire in the wild boar (*Sus scrofa* L., 1758). Vet. Med. 49: 66-70.

Reques R., Caro J., Pleguezuelos J.M., 2006. Parajes importantes para la conservación de anfibios y reptiles en Andalucía. Informe inédito. Junta de Andalucía. 572 pp.

Ricklefs R.E., 1967. A graphical method of fitting equations to growth curves. *Ecology* 50: 1031-1039.

Risco D., Fernández-Llario P., Velarde R., García W.L., Benítez J.M., García A., Bermejo F., Cortés M., Rey J., De Mendoza J.H., Gómez L., 2011. Outbreak of Swine Erysipelas in a Semi-Intensive Wild Boar farm in Spain. *Blackwell Verlag GmbH. Transbound. Emerg. Dis.* 58: 445-450.

Rodríguez-Berrocal J., Zamora J., Medin, M., 1982. Hábitos alimenticios del jabalí: un condicionante para su explotación cinegética racional. *Arch. Zootec.* 31(120): 149-154.

Roic B., Cajavec S., Tonicic J., Madic J., Lipej Z., Jemersis L., Lojkic M., Mihaljevic Z., Cac Z., Sostaric B., 2005. Prevalence of Antibodies to Porcine Parvovirus in Wild Boars (*Sus scrofa*) in Croatia. *J. Wildl. Dis.* 41: 796-799.

Rosell C., 1995. Senglar *Sus scrofa*. In: Ruiz-Olmo i Aguilar coord. Els Grans Mamífers de Catalunya i Andorra. Lynx Edicions. pp. 139-145.

Rosell C., 1998. Biología i ecologia del senglar (*Sus scrofa* L., 1758) a dues poblacions del nord-est ibèric. Aplicació a la gestió. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona.

Rosell C., Fernández-Llario P., Herrero H., 2001. El Jabalí (*Sus scrofa* LINNAEUS, 1758). *Galemys* 13 (2): 1-25.

Rosell C., Herrero J., 2002. *Sus scrofa*. In Palomo L. and Gisbert J. eds. Atlas de los Mamíferos Terrestres de España. Madrid. Secem-Secemu pp. 306-309.

Rosell C., Navàs F., Romero S., De Dalmases I., 2004. Activity patterns and social organization of wild boar (*Sus scrofa*, L.) in a wetland environment: preliminary data on the effects of shooting individuals. in: Wild Boar Research 2002. A selection and edited papers from the "4th International Wild Boar Symposium". *Galemys*, 16 Special: 157-166.

Rosell C., Navàs F., Romero S., 2012. Reproduction of wild boar in a cropland and coastal wetland area: implications for management. *Anim. Biodivers. Conserv.* 35(2): 209-217.

Rossi S., Fromont E., Pontier D., Grucière C., Hars J., Barrat J., Pacholek X., Artois M., 2005. Incidence and persistence of classical swine fever in free-ranging wild boar (*Sus scrofa*). *Epidemiol. Infect.* 133: 559-568.

Rowe F.P., Bradfield R.J.Q., Swinne T., 1985. Relationship between eye lens weight and age in the wild house mouse (*Mus musculus*) *J. Appl. Ecol.* 22: 55-61.

Ruiz-Fons F., Vicente J., Vidal D., Höfle U., Villanúa D., Gauss C., Segalés J., Almería S., Montoro V., Gortázar C., 2006. Seroprevalance of six reproductive pathogens in European wild boar (*Sus scrofa*) from Spain: The effect on wild boar female reproductive performance. *Theriogenology* 65: 731-743.

- Ruiz-Fons F., Vidal D., Höfle U., Vicente J., Gortázar C., 2007. Aujeszky's disease virus infection patterns in European wild boar. *Vet. Microbiol.* 120: 241-250.
- Ruiz-Fons F., Segalés J., Gortázar G., 2008. A review of viral diseases of the European wild boar: effects of population dynamics and reservoir rôle. *Vet. J.* 176: 158-169.
- Russo L., Massei G., Genov P.V., 1997. Daily home range and activity of wild boar in a Mediterranean area free from hunting. *Ethol. Ecol. Evol.* 9: 287-294.
- Sáenz de Buruaga M., 1995. Alimentación del jabalí (*Sus scrofa*) en el norte de España. *Ecología* 9: 367-386.
- Sáenz de Buruaga M., Costa L., Purroy F.J., 1987. Distribution and abundance of three wild ungulates in the Cantabrian Mountains. 18 Congress of the UIGB. Cracovia, Polonia. pp. 627-630.
- Sáenz de Buruaga M., Lucio A., Purroy F.J., 2001. Reconocimiento de sexo y edad en las especies cinegéticas. Ed. Edilesa. León. 227 pp.
- Sáez-Royuela C., 1987. Biología y ecología del jabalí (*Sus scrofa*). Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- Sáez-Royuela C., Tellería J.L., 1987. Reproductive trends of the wild boar (*Sus scrofa*) in Spain. *Folia Zool.* 36(1): 97-101.
- Sáez-Royuela C., Tellería J.L., 1988. Las batidas como método de censo en especies de caza mayor: aplicación al caso del jabalí en la provincia de Burgos. Doñana, *Acta Vert.* 15(2): 215-223.
- Saliki J.T., Rodgers S.J., Eskew G., 1998. Serosurvey of selected viral and bacterial diseases in wild swine from Oklahoma. *J. Wildl. Dis.* 34: 834-848.
- Sánchez R., Nauwynck H., Pensaert M., 2001. Serological survey of porcine circovirus 2 antibodies in domestic and feral pig populations in Belgium. In: Proceedings of the European Society of Veterinary Virology, St. Malo, France, p. 122.
- Sánchez García J., 1885. Catálogo de mamíferos y aves observados en la provincia de Granada. Real Sociedad Económica de Granada. Impreso por Indalecio ventura. Granada. 42 pp.
- Santos X., Carretero M.A., Llorente G.A., Montori A., 1998. Inventario de las áreas importantes para los anfibios y reptiles de España. ICONA, Madrid. 237 pp.
- Santos P., Mexia de Almeida L., Petrucci-Fonseca F., 2004. Habitat selection by wild boar *Sus scrofa*, L. in Alentejo, Portugal. in: Wild Boar Research 2002. A selection and edited papers from the "4th International Wild Boar Symposium". *Galemys*, 16 Special: 167-184.
- Santos P., Fernández-Llario P., Fonseca C., Monzón A., Bento P., Soares A.M.V.M., Mateos-Quesada P., Petrucci-Fonseca F., 2006. Habitat and reproductive phenology of wild boar (*Sus scrofa*) in the western Iberian Peninsula. *Eur. J. Wildl. Res.* 52: 207-212.

- Santos N., Correla-Neves M., Ghebremichael S., Källenius G., Svenson S.B., Almeida V., 2009. Epidemiology of Mycobacterium bovis infection in wild boar (*Sus scrofa*) from Portugal. *J. Wildl. Dis.* 45: 1048-1061.
- Santos N., Gerales M., Afonso A., Almeida V., Correia-Neves M., 2010. Diagnosis of Tuberculosis in the Wild Boar (*Sus scrofa*): A Comparison of Methods Applicable to Hunter-Harvested Animals. *PLoS ONE* 5(9): e12663. doi:10.1371/journal.pone.0012663.
- Sarasa M., Sarasa J.A., 2013. Intensive monitoring suggests population oscillations and migration in wild boar *Sus scrofa* in the Pyrenees. *Anim. Biodivers. Conserv.* 36(1):79-88.
- Saunders G.R., 1993. The demography of feral pigs (*Sus scrofa*) in Kosciusko National Park, New South Wales. *Wildl. Res.* 20: 559-569.
- Saunders G.R., Kay B., 1991. Movements of feral pigs (*Sus scrofa*) at Sunny Corner, New South Wales. *Wildl. Res.* 18: 49-61.
- Saunders G.R., Kay B., 1996. Movements and home range of feral pigs in Kosciusko National Park, NSW. *Wildl. Res.* 23: 711-719.
- Saunders G.R., Kay B., 1997. The demography of feral pigs (*Sus scrofa*) in Kosciusko National Park, New South Wales. *Wildl. Res.* 20: 559-569.
- Saunders G.R., Mcleod S., 1999. Predicting home range size from the body mass or population densities of feral pigs, *Sus scrofa* (Artiodactyla: Suidae). *Aust. J. Zool.* 24: 538-543.
- Schwartz K.J., 1999. Salmonellosis. En "Diseases of swine" (B.A. Straw, S. D'Allaire, W.L. Mengeling, D.J. Taylor, eds.). Iowa State University Press, Ames. pp. 535-552.
- Seber G.A.F., 1982. The estimation of animal abundance and related parameters. Griffin & Co. London.
- Sedlak K., Barbova E., Machova J., 2008. Antibodies to selected viral disease agents in wild boars from the Czech Republic. *J. Wildl. Dis.* 44: 777-780.
- Segalés J., Domingo M., 2002. Postweaning multisystemic wasting syndrome (PMWS) in pigs. A review. *Vet. Q.* 24: 109-124.
- Serraio A., Marchetti G., Sanguinetti V., Rossi M.C., Zanoni R.G., Catozzi L., Bandera A., Dini W., Mignone W., Franzetti F., Gori, A., 1999. Monitoring of transmission of tuberculosis between wild boars and cattle: Genotypical analysis of strains by molecular epidemiology techniques. *J. Clin. Microbiol.* 37: 2766-2771.
- Singer F.J., Ackermann B.B., 1981a. Food availability, reproduction and condition of European wild boar in Great Smoky Mountains National Park. *Research Resources Management Report* 43: 1-52.
- Singer F.J., Otto D.K., Tipton A.R., Hable C.P., 1981b. Home ranges, movements and habitat use of European wild boar in Tennessee. *J. Wildl. Manage.* 45(2): 343-353.
- Singer F.J., Swink W.T., Clebsch E.E.C., 1984. Effects of wild pig in a deciduous forest. *J. Wildl. Manage.* 48(2): 464-473.

- Sims N.K.E., 2005. The ecological impacts of wild boar rooting in East Sussex. Doctoral thesis. University of Sussex. England.
- Sisson S., Grossman J.D., 1973. Anatomía de los animales domésticos. Ed. Salvat. 952 pp.
- Sjarmidi A., Gerard J.F., 1988. Autour de la systématique et la distribution des suidés. *Monitore zool. Ital.* 22: 415-448.
- Sodeikat G., Pohlmeier K., 2002. Temporary home range modifications of wild boar family groups (*Sus scrofa* L.) caused by drive hunts in Lower Saxony (Germany). *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 48: 161-166.
- Sodeikat G., Pohlmeier K., 2003. Escape movements of family groups of wild boars *Sus scrofa* influenced by drive hunts in Lower Saxony (Germany). *Wildl. Biol.* 9, suppl. 1: 43-52.
- Sokal R.R., Rohlf F.J., 1980. Introducción a la Bioestadística. Reverté, Barcelona.
- Soriguer R.C., 1981. Biología y dinámica de una población de conejos (*Oryctolagus cuniculus* L.) en Andalucía occidental. Doñana, *Acta Vert.* 8-3. 379 pp.
- Sparklin B.D., 2009. Territoriality and habitat selection of feral pigs on Fort Benning, Thesis. The University of Montana, Missoula, MT. Georgia, USA.
- Sparklin B.D., Mitchell M.S., Hanson L.B., Jolley D.B., Ditchkoff S.S., 2009. Territoriality of feral Pigs in a Highly Persecuted Population on Fort Benning, Georgia. *J. Wildl. Manage.* 73(4): 497-502.
- Spitz F., 1984. Demographie du sanglier en Grésigne (Sud-ouest de la France. In: Les colloques de l'INRA nº 22. Ed. INRA Publ. Toulouse.
- Spitz F., Janeau G., 1990. Spatial strategies: an attempt to classify daily movements of wild boar. *Acta Theriol.* 35 (1-2): 129-149.
- Spitz F., Janeau G., Valet G., 1984. Eléments de démographie du sanglier (*Sus scrofa*) dans la région de Grésigne. *Acta Oecol.* 5(1): 43-59.
- Spitz F., Valet G., Brisbin L.J., 1998. Variation in body mass of wild boars from southern France. *J. Mammal.* 79(1): 251-259.
- SPSS Inc. 2004. SPSS for Windows (vers. 14.0). SPSS Inc. Chicago.
- Stegeman L.C., 1978. The European wild boar in Cherokee National Forest. Tennessee. *J. Mammal.* 19: 279-290.
- Stubbe W., Stubbe M., 1977. Vergleichende Beiträge zur Reproduktions und Geburtsbiologia von Wild- un Hausschwein. *Beitr. Jagd - Wildforsch.* 10: 153-179.
- Stubbe I., Stubbe, M., Stubbe W., 1980. Die Körperentwicklung des Schwarzwildes im Wildforschungsgebiet Hakel. *Beitr. Jagd - Wildforsch.* 11: 245-259.

Sweeney J.M., Sweeney J.R., 1982. Feral hog (*Sus scrofa*): 1099-1113 In: J.A Chapman & G.A. Feldhamer, Edit. Wild mammals of North America: Biology, management and economics. Baltimore, USA. 1147 pp.

Sweitzer R.A., González B.J., Gardner I.A., Vanvuren D., Waithman J.D., Boyce W.M., 1997. A modified panel trap and immobilization technique for capturing multiple wild pig. Wildl. Soc. Bull. 25: 699-705.

Sweitzer R.A., Van Vuren D., Gardner I.A., Boyce W.M., Whitman J.D., 2000. Estimating sizes of wild pig populations in the North and Central Coast of California. J.Wildl. Manage. 64: 521-543.

Swenson S.L., Hill H.T., Zimmerman J.J., Evans L.E., Landgraf J.G., Wills R.W., Sanderson T.P., McGinley J.M., Brevik A.J., Ciszewski D.K., Frey M.L., 1994. Excretion of porcine reproductive and respiratory síndrome virus in semen after experimentally induced infection in boars. J. Am. Vet. Med. Assoc. 204: 1943-1948.

Tae-Young Ch., Lee Y.S., Park Ch. H., 2006. Home-range of Wild Boar, *Sus scrofa* living in the Jirisan National park, Korea. J. Ecol. Field Biol. 29(3): 253-257.

Tagliabue S., Farina R., 1995. Inchiesta sieroepidemiologica sulla diffusione delle leptosirosi tra gli animali domestici ed alcune specie selvatiche. Selezione Veterinaria 36: 941-952.

Tatin D., Boisaubert B., 1992. Les tableaux de chasse nationaux. Grand gibier. Bull. Mensuel de l'O.N.C. 168: 27-37.

Tato A., 1999. Infecciones por *Mycobacterium* spp. en animales salvajes en la provincia de Cáceres. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad de Cáceres.

Tchamba M.N., Bauer H., Deiongh H.H., 1995. Application of VHF-radio and satellite telemetry techniques on elephants in northern Cameroon. Afr. J. Ecol. 33: 335-346.

Teillaud P., 1986. La vie sociale chez le sanglier: co-émergence collectivité-individualité. Cah. Etholog. Appl. 6(2): 157-184.

Tellería J.L., 1996. Manual para el censo de vertebrados terrestres. Ed. Raíces. Madrid.

Tellería J.L., Sáez-Royuela C., 1985. L'évolution démographique du sanglier (*Sus scrofa*) en Espagne. Mammalia 49(2): 195-202.

Thiermann A.B., 1984. Leptospirosis: current developments and trends. Javma 184: 722-725.

Thomas J.F., Engeman R.M., Tillman E.A., Fischer J.W., Orzell S.L., Glueck D.H., Felix R.K., Avery M.L., 2013. Optimizing line intercept sampling and estimation for feral swine damage levels in ecologically sensitive wetland plant communities. Environ. Sci. Pollut. Res. 20: 1503-1510.

Thrusfield M., 1990. Epidemiología veterinaria. Ed Acribia. Zaragoza. 339 pp.

Thurfjell H., 2011. Spatial Behaviour of Wild Boar. Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Umeå. Sweden.

Tisdell C.A., 1982. Wild pigs: environmental pest or economic resource?. Pregamon Press. 445 pp.

Tikhonov V.N., Troshina A. I., 1975. Chromosome translocations in the karyotypes of wild boars, *Sus scrofa* L, of the European and the Asian areas of USSR. Theor. Appl. Genet. 45: 304-308.

Trcka I., Lamka J., Kopečna M., Beran V., Parmova I., Pavlik I., 2006. Mycobacteria in wild boar (*Sus scrofa*) in the Czech Republic. Vet. Arch. 76: 527-532.

Tufto J., Andersen R., Linnell J., 1996. Habitat use and ecological correlates of home range size in a small cervid: The roe deer. J. Anim. Ecol. 65(6): 715-724.

Uvarov B.P., 1931. Insects and climate. Trans. Entomol. Soc. London 79: 1-247.

Valet G., Rosell C., Chayron L., Fosty P., Spitz F., 1994. Étude du régime alimentaire automnal du sanglier (*Sus scrofa*) en Ariège, France et en Catalogne, Espagne. Gibier, faune sauvage 11(4): 313-326.

Valle F., Lorite J., 2001. Vegetación. En Parque Nacional de Sierra Nevada. Canseco Editores. Talavera de la Reina. 300 pp.

Van Der Leek M.L., Becker H.N., Pirtle E.C., Humphrey P., Adams C.L., All B.P., Erikson G.A., Belden R.C., Frakenberger W.B., Gibbs P.J., 1993. Prevalence of pseudorabies (Aujeszky's disease) virus antibodies in feral swine in Florida. J. Wildl. Dis. 29: 403-409

Vanrompay D., Andersen A.A., Ducatelle R., Haesebrouck F., 1993. Serotyping of European isolates of *Chlamydia psittaci* from poultry and other birds. J. Clin. Microbiol. 31: 134-137.

Vargas J.M., Farfán A., Guerrero J.M., Barbosa A.M., Real A., 2007. Geographical and environmental correlates of big and small game in Andalusia (southern Spain). Wildl. Res. 34: 498-506.

Vassant J., Jullien J.M., Brandt S., Boisaubert B., 1987. La gestion du sanglier (*Sus scrofa*) de 1975 à 1985 dans le département de la Haute-Marne. *Ciconia* 11(2): 109-118.

Vassant J., Brandt S., Jullien J.M., 1992. Des sangliers encore plus sédentaires qu'il était imaginable de le croire. Bulletin Mensuel de l'Office National de la Chasse 165: 31-39.

Venero J.L., 1983. Gregarismo del jabalí (*Sus scrofa baeticus*) en el Parque Nacional de Doñana, España. XVº Congr. Int. de Fauna Cinegética Silvestre. Trujillo, España. pp. 331-339.

Venero J.L., 1984. Dieta de los grandes fitófagos silvestres del Parque Nacional de Doñana. Doñana, Acta Vert. 2(3): 19-130.

Vengust G., Valencak Z., Bidovec A., 2005. Presence of antibodies against Aujeszky's disease virus in wild boar (*Sus scrofa*) in Slovenia. J. Wildl. Dis. 41: 800-802.

Vericad J.R., 1971. Estudio faunístico y biológico de los mamíferos del Pirineo. Tesis doctoral. Publicaciones del Centro Pirenaico de Biología Experimental. Vol. 4.

Vericad J.R., 1983. Estimación de la edad fetal y períodos de concepción y parto del jabalí (*Sus scrofa*) en los Pirineos occidentales. XV Congr. Int. De Fauna Cinegética Silvestre 811-820. Trujillo, España.

Vericad J.R., Abaigar T., 1984. Données sur le sanglier (*Sus scrofa* L.) au Sudest ibérique. In: Les colloques de l'INRA n° 22. Ed. INRA Publ.Toulouse.

Vicente J., León-Vizcaíno L., Gortázar C., Cubero M.J., González M., Martín-Atance P., 2002. Antibodies to selected viral and bacterial pathogens in European wild boars from southcentral Spain. J. Wildl. Dis. 38: 649-652.

Vicente J., Segalés J., Höfle U., Balasch M., Plana-Durán J., Domingo M., Gortázar C., 2004. Epidemiological study on porcine circovirus type 2 (PCV2) infection in the European wild boar (*Sus scrofa*). Vet. Res. 35: 243-253.

Vicente J., Ruiz-Fons F., Vidal D., Hofle U., Acevedo P., Villanua D., Fernández de Mera I.G., Martín M. P., Gortázar C., 2005. Serosurvey of Aujeszky's disease virus infection in European wild boar in Spain. Vet. Rec. 156(13): 408-412.

Vicente J., Höfle U., Garrido J.M., Fernández de Mera I.G., Juste R., Barral M., Gortázar C., 2006. Wild boar and red deer display high prevalences of tuberculosis-like in Spain. Vet. Res. 37: 107-119.

Vicente J., Höfle U., Garrido J.M., Fernández de Mera I.G., Acevedo P., Juste R., Barral M., Gortázar C., 2007. Risk factors associated with the prevalence of tuberculosis-like lesions in fenced wild boar and red deer in south central Spain. Vet. Res. 38: 451-464.

Vieira-Pinto M., Aranha J.A, Arana J., Serejo J., Canto A., Cunha M.V., Botelho A., 2011. Combined evaluation of bovine tuberculosis in wild boar (*Sus scrofa*) and red deer (*Cervus elaphus*) from Central-East Portugal. Eur. J. Wildl. Res. 57: 1189-1201.

Virgós E., 2002. Factors affecting wild boar (*Sus scrofa*) occurrence in highly fragmented Mediterranean landscapes. Can. J. Zool. 80(3): 430-435.

Vtorov I.P., 1993. Feral pig removal: effects on soil microarthropods in Hawaiian rain forest. J. Wildl. Manage. 57(4): 875-880.

Wang Q., Chang B.J., Riley T.V., 2010: Erysipelothrix rhusiopathiae. Vet. Microbiol. 140: 405-417.

Wayne L.G., Kubica L., 1986. Family *Mycobacteriaceae*. En "Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Vol. 2, 9<sup>th</sup> ed. (P.H.Sneath, N.S. Mair, M.E. Sharpe, J.G. Holt, eds.) Williams & Wilkins, Baltimore, 1436-1457.

White P.C., Harris S., 1995. Bovine tuberculosis in badger (*Meles meles*) populations in southwest England: the use of a spatial stochastic simulation model to understand the dynamics of the disease. Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci. 349(1330): 391-413.



Wills R.W., Zimmerman J.J., Yoon K.J., Swenson S.L., Hoffman L.J., McGinley M.J., Hill H.T., Platt K.B., 1997. Porcine reproductive and respiratory syndrome virus: routes of excretion. *Vet. Microbiol.* 57: 69-81.

Wilson Ch.J., 2004. Rooting damage to farmland in Dorset, southern England, caused by feral wild boar *Sus scrofa*. *Mammal Rev.* 34 (4): 331-335.

Wilson D.E., Mittermeier R.A., 2011. Handbook of the Mammals of the World. Vol. Hoofed Mammals. Lynx Edicions. Barcelona.

Wood G.W., Brenneman R.E., 1980. Feral hog movement and habitat use in South Carolina. *J. Wildl. Manage.* 44: 420-427.

Yamamoto K., Kijima M., Takahashi T., Yoshimura H., Tani O., Kojyou T., Yamawaki, Y., Tanimoto T., 1999. Serovar pathogenicity and antimicrobial susceptibility of *Erysipelothrix rhusiopathiae* isolates from farmed wild boars (*Sus scrofa*) affected with septicemic erysipelas in Japan. *Res. Vet. Sci.* 67: 301-303.

Ziswiler V., 1980. Zoología especial. Vertebrados II. Amniotas. Ed. Omega. Barcelona. 413 pp.

Zupancic Z., Jukic B., Loikic M., Cac Z., Jemersic L., Staresina V., 2002. Prevalence of antibodies to classical swine fever, Aujeszky's disease, porcine reproductive and respiratory syndrome, and bovine viral diarrhoea viruses in wild boars in Croatia. *J. Vet. Med. Ser. B - Infect. Dis. Vet. Public Health.* 49: 253-256.