



UNIVERSIDAD DE MURCIA

FACULTAD DE VETERINARIA

Evaluación del Estado Sanitario del Jabalí en la
Sierra de Aracena (Huelva) y sus Factores de
Riesgo Asociados

D. Javier Vázquez Rodríguez

2015



UNIVERSIDAD DE MURCIA

Facultad de Veterinaria



**EVALUACIÓN DEL ESTADO SANITARIO DEL JABALÍ EN LA SIERRA DE
ARACENA (HUELVA) Y SUS FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS**

JAVIER VÁZQUEZ RODRÍGUEZ

2015

**A mis padres, Javier y Manoli, y
a mis abuelos, en especial a Antonio.**

**“... sin olvidar que nuestras experiencias
quedan siempre contrapesadas por un
conocimiento científico...”**

Félix Samuel Rodríguez de la Fuente

1.- INTRODUCCIÓN.....	7
2.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1.- EL JABALÍ.....	15
2.1.1.- Taxonomía.....	15
2.1.2.- Descripción de la especie	15
2.1.3.- Distribución.....	17
2.1.4.- Hábitat.....	17
2.1.5.- Comportamiento social.....	18
2.1.6.- Relación con el hombre.....	20
2.2.- PARÁSITOS DEL JABALÍ	
2.2.1.- Phylum Acanthocephala.....	21
2.2.2.- Phylum Platyhelminthes	
2.2.2.1.- Clase Trematoda.....	22
2.2.2.2.- Clase Cestoda.....	26
2.2.3.- Phylum Nematoda	
2.2.3.1.- Orden Trichurida.....	29
2.2.3.2.- Orden Rhabditida.....	32
2.2.3.3.- Orden Strongylida.....	34
2.2.3.4.- Orden Ascaridida.....	39
2.3.- AGENTES BACTERIANOS DEL JABALÍ.....	41
2.3.1.- Tuberculosis.....	42
2.3.2.- Clamidiosis.....	44
2.3.3.- Brucelosis.....	46
2.4.- AGENTES VÍRICOS DEL JABALÍ.....	48
2.4.1.- Enfermedad de Aujeszky.....	49
2.4.2.- Síndrome respiratorio reproductivo porcino (PRRS).....	51
2.4.3.- Circovirus porcino tipo 2 (PCV2).....	52
3.- OBJETIVOS.....	53
4.- MATERIAL Y MÉTODOS.....	57
4.1.- Área de estudio – La Sierra de Aracena.....	58

4.1.1.- Clima.....	59
4.1.2.- Suelo y orografía.....	59
4.1.3.- Red hídrica.....	60
4.1.4.- Flora.....	61
4.1.5.- Fauna.....	63
4.1.6.- La actividad agroganadera en la Sierra de Aracena.....	63
4.1.7.- La caza en la Sierra de Aracena.....	65
4.2.- Animales objeto de estudio.....	67
4.3.- Recogida y procesado de las muestras.....	72
4.4.- Metodología diagnóstica	
4.4.1.- Identificación taxonómica de parásitos respiratorios y digestivos...76	
4.4.2.- Análisis coprológico.....77	
4.4.3.- Detección de larvas de <i>Trichinella</i> spp. 77	
4.4.4.- Diagnóstico serológico de agentes bacterianos	
4.4.4.1.- Tuberculosis.....80	
4.4.4.2.- Clamidiosis..... 81	
4.4.4.3.- Brucelosis..... 82	
4.4.5.- Diagnóstico serológico de agentes víricos	
4.4.5.1.- Enfermedad de Aujeszky..... 82	
4.4.5.2.- PRRS.....83	
4.4.5.3.- Circovirus porcino tipo-2..... 83	
4.5.- Análisis epidemiológico..... 83	
5.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....89	
5.1.- PARÁSITOS..... 90	
5.1.1.- Parásitos por localizaciones..... 92	
5.1.2.- Parásitos por grupos taxonómicos 95	
5.1.2.1.- <i>Phylum</i> Acanthocephala	
<i>Macracanthorhynchus hirudinaceus</i> 95	
5.1.2.2.- <i>Phylum</i> Plathelminthes	
<i>Fasciola hepatica</i> 103	
<i>Dicrocoelium dendriticum</i> 104	
<i>Cysticercus tenuicollis</i> 105	
Quiste hidatídico 110	

5.1.2.3.- <i>Phylum</i> Nematoda.....	111
<i>Trichinella</i> spp	112
<i>Metastrongylus</i> spp.....	115
<i>Globocephalus urosobulatus</i>	125
<i>Ascaris suum</i>	132
<i>Ascarops strongylina</i>	140
<i>Physocephalus sexalatus</i>	146
<i>Trichuris suis</i>	152
<i>Oesphagostomum dentatum</i>	158
5.1.3.- Análisis coprológicos	163
5.2.- AGENTES BACTERIANOS	166
5.2.1.- Seroprevalencia frente a <i>Mycobacterium</i>	167
5.2.2.- Seroprevalencia frente a <i>Chlamydiaceae</i>	177
5.2.3.- Seroprevalencia frente a <i>Brucella suis</i>	184
5.3.- AGENTES VÍRICOS	192
5.3.1.- Seroprevalencia frente al virus de la enfermedad de Aujeszky..	194
5.3.2.- Seroprevalencia frente al virus del PRRS.....	201
5.3.3.- Seroprevalencia frente al circovirus porcino tipo II.....	207
5.4.- RESUMEN DE ANÁLISIS EPIDEMIOLÓGICOS	213
5.5.- ANÁLISIS DE COINFECCIONES	218
6.- CONCLUSIONES	223
7.- SUMMARY	227
8.- AGRADECIMIENTOS	243
9.- BIBLIOGRAFÍA	247

1.- INTRODUCCIÓN

Entre las especies de caza mayor, el jabalí es un animal de gran importancia dado que, además de ser una especie con un nicho ecológico exclusivo en el continente euroasiático en el que se encuentra, tiene un valor económico considerable en el ámbito regional, nacional o incluso internacional. Supone una importante fuente de ingresos a través de la caza, tanto por el consumo directo, como por la exportación de productos cárnicos, siendo éste un sector productivo con un peso creciente en la economía de determinadas zonas rurales de nuestro país (Garrido, 2012). Pero al mismo tiempo, el jabalí también es responsable de cuantiosas pérdidas debidas tanto a accidentes de tráfico como a daños provocados a la agricultura y la ganadería (Acevedo *et al.*, 2014).

Por otro lado, la fauna silvestre despierta un interés social cada vez mayor como patrimonio natural y como recurso económico, lo que justifica la creciente realización de estudios en el jabalí y otras especies silvestres. Durante las últimas décadas, son varios los trabajos que han abordado, principalmente, aspectos que repercuten sobre posteriores actuaciones de gestión (Fernández de Mera *et al.*, 2003). Además, en el ámbito sanitario, los estudios realizados para conocer las características de las enfermedades que afectan a especies que no reciben ningún manejo por parte del hombre permiten diseñar pautas de control, vigilancia o de intervención sobre posibles episodios epidémicos que pudieran aparecer en estas especies de vida libre (Vicente *et al.*, 2006).

El hecho de que el jabalí se comporte como reservorio y transmisor de múltiples enfermedades que afectan al ganado doméstico o incluso al hombre (Bengis *et al.*, 2004) es una de las razones que motiva el desarrollo de nuestro estudio. Los agentes infectocontagiosos que le afectan pueden ser de origen parasitario, bacteriano, vírico y

fúngico, si bien suelen presentarse coinfecciones en las que aparecen de manera simultánea patógenos de distinta naturaleza.

Algunos agentes infectocontagiosos de origen parasitario son bastante conocidos, como ocurre con *Trichinella spp.*, uno de los helmintos de mayor relevancia debido a su gran carácter zoonótico (Rodríguez de las Parras *et al.*, 2004). Sin embargo, existe además una gran cantidad de parásitos que el jabalí comparte con el cerdo ibérico debido a la cercanía filogenética entre ambas especies. Entre ellos figuran algunos tan importantes para la producción ganadera como *Ascaris suum* (Sánchez, 2003) y *Metastrongylus spp.* (Alcaide *et al.*, 2006).

Por su parte, entre las enfermedades de origen bacteriano que pueden afectar al jabalí, en el presente estudio se han seleccionado algunas de mayor interés por tratarse de procesos que pueden afectar al cerdo y otras especies domésticas, o en el caso de algunas de ellas, por ser zoonosis que pueden afectar a cazadores y otros colectivos que pudieran tener contacto más o menos asiduo con los jabalíes; dos de estas zoonosis son la tuberculosis (Bengis *et al.*, 2004) y la brucelosis (Meirelles-Bartoli *et al.*, 2012). Otros de los agentes infecciosos abordados en el presente estudio han sido seleccionados por ser agentes etiológicos de enfermedades que afectan a la producción ganadera, como ocurre con la clamidiosis, proceso responsable de abortos en cerdos ibéricos (Salinas *et al.*, 2012).

Algunas de las enfermedades de origen vírico que hemos escogido en nuestro estudio causan importantes brotes epidémicos con alta mortalidad de jabalíes, como la enfermedad de Aujeszky (Gortázar *et al.* 2002), responsables de brotes recurrentes en Sierra Morena central y oriental. Otros agentes víricos provocan importantes pérdidas

en los animales de abasto, como el caso del virus del síndrome respiratorio reproductivo porcino (PRRS) (Vicente *et al.*, 2002) o del circovirus porcino tipo 2 (PCV-2) (Boadella *et al.*, 2012b).

Los jabalíes analizados en nuestro estudio pertenecen a la población presente en la Sierra de Aracena (Huelva). En esta zona, esta especie se concentra frecuentemente en cotos de caza mayor, a los que se suele atraer mediante alimentación suplementaria. Por otra parte, el tercio norte de la provincia onubense es una de las zonas con mayor producción de cerdo ibérico en régimen extensivo de España, sector que constituye una de las principales industrias locales, además de un recurso alimenticio frecuentemente consumido por los habitantes de la zona. La cría del cerdo se lleva a cabo en grandes extensiones de terreno incluidas en entornos naturales, cuyos cerramientos suelen ser permeables a la entrada de fauna silvestre, lo que implica que el contacto entre cerdos y jabalíes sea frecuente en el medio rural. Parece lógico pensar que esta simpatria facilita la transmisión de patógenos infectocontagiosos entre ambos suidos, ya sea de manera directa o indirecta a través de vectores o fomites. Las patologías así causadas pueden generar bajas en la cabaña ganadera, además de pérdidas económicas debidas a una disminución en los índices de transformación, decomisos en matadero, tratamientos sanitarios, programas de saneamiento, etc.

Lo anteriormente expuesto indica que el jabalí es, entre las especies silvestres de interés cinegético, una de las que más relevancia tiene en el ámbito de la sanidad animal de especies silvestres y de ganaderías explotadas en régimen extensivo o semiextensivo. Por ello, los resultados que se obtengan en el presente estudio aportarán una valiosa información sobre la epidemiología de los principales agentes infectocontagiosos del jabalí, con la importancia añadida de que hasta el presente no ha

sido abordado ningún estudio similar en la Sierra de Aracena y de que, además, se trata de un área privilegiada para investigar la interacción epidemiológica entre ungulados domésticos y silvestres, puesto que están ampliamente distribuidos y las posibilidades de contacto entre ambos colectivos son mayores que en otras áreas naturales de la Península Ibérica.

2.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Considerando el binomio hospedador-patógeno, la revisión bibliográfica comienza con una breve exposición de las características del jabalí que más influyen en la ecopatología de los procesos infectocontagiosos que afectan a esta especie, entre las que destacan sus características biológicas, comportamiento, o relación con el medio y con el ser humano.

Seguidamente se revisarán aquellos trabajos publicados que aportan información sobre los patógenos descritos en el apartado de los objetivos. Se hará un recorrido tanto por aquellas enfermedades descritas en jabalíes del mundo, priorizando aquellos estudios llevados a cabo en Eurasia, que corresponde con el área geográfica en la que el jabalí presenta su distribución originaria. Cabe señalar que, para complementar la información obtenida sobre aspectos específicos de algunos de los agentes infectocontagiosos de los cuales no se han realizado estudios en jabalí, algunas de las publicaciones citadas en nuestro trabajo hacen referencia a otros ungulados silvestres o incluso al cerdo doméstico.

2.1.- EL JABALÍ

El jabalí (*Sus scrofa*, Linnaeus 1758) es una especie de suido versátil capaz de adaptarse a diferentes condiciones ambientales, lo que facilita su presencia en varias localizaciones a lo largo de todo el planeta, estando algunas de ellas incluso muy antropizadas. Ello, unido a su elevada prolificidad ha hecho que el jabalí sea incluido entre las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo (Rosell *et al.*, 2001) y que esté catalogado, en referencia a su conservación, como una especie de “riesgo menor” por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) (Oliver *et al.*, 2011).

2.1.1.- Taxonomía

La especie *Sus scrofa* está encuadrada dentro del Orden Cetartiodáctila, en la Familia Suidae. Dentro de la especie, se han descrito hasta 16 subespecies en su área de distribución nativa, no estando catalogadas las poblaciones híbridadas (Oliver *et al.*, 2011). En España, aparte del *S. scrofa*, algunos autores describieron dos subespecies más a principios del siglo XX: *S. scrofa castilianus* en los dos tercios septentrionales de la Península, y *S. scrofa baeticus*, al sur de Sierra Morena, de menor tamaño y sin borra bajo las cerdas (Blanco, 1998). Algunos autores consideran al jabalí como *Sus scrofa fera* para diferenciarlo del cerdo doméstico *Sus scrofa domestica* (Malmheden *et al.*, 2002).

2.1.2.- Descripción de la especie

El jabalí es el antepasado del cerdo doméstico, de cuerpo voluminoso, extremidades cortas y delgadas y con una cola pequeña terminada en un mechón. Está cubierto de pelos duros de color pardo oscuro casi negro. Estos pelos suelen terminar en

varias hebras abiertas en su extremo a modo de pincel y son conocidos como “cerdas”. El jabalí tiene una cresta de pelo más largo y rígido en la línea media que abarca desde la nuca hasta la mitad del lomo. La cabeza es cónica, con ojos pequeños, orejas erguidas y relativamente pequeñas, así como un hocico terminado en una “jeta” dotada de gran movilidad. La fórmula dentaria es 3.1.4.3/3.1.4.3; los caninos superiores se conocen como “moladeras” y los inferiores como “navajas” o “defensas”, ya que tienen función defensiva y llegan a alcanzar un gran tamaño en los machos. El dimorfismo sexual se basa, además de en esta última característica morfológica, en que los machos tienen un cuerpo y una cabeza ligeramente más robustos que las hembras, un vientre más recogido, así como una crin más patente. Las crías de jabalí tienen un color pardo-amarillento, con cinco bandas más oscuras a cada lado, además de la pequeña crin ya visible desde el nacimiento. Por este motivo, son conocidos como “rayones”. Esta coloración comienza a tornarse rojiza desde los seis meses hasta el año de edad, denominándose entonces “bermejós”. Posteriormente, en torno al año de edad, pasan a ser de color pardo oscuro casi negro, color que mantienen durante toda la etapa de adulto (Blanco, 1998).

El jabalí sufre un proceso de clina en su distribución euroasiática, ya que su tamaño disminuye hacia el sur y el oeste: mientras que en Europa se han citado especímenes de hasta 350 kg (Richarz *et al.*, 2003), en España rondan los 80-100 kg los machos y 45-50 kg las hembras (Rosell y Herrero, 2008). En este amplio margen de tamaños, el jabalí puede alcanzar los 130 cm de longitud cabeza-cuerpo, con unos 20 cm más de la cola (Blanco, 1998) y unos 60-80 cm de alzada a la cruz (Richarz *et al.*, 2003).

2.1.3.- Distribución

El jabalí está considerado como uno de los mamíferos terrestres con mayor distribución de todo el planeta (Oliver *et al.*, 2011), ya que se encuentra en Eurasia, norte de África y algunas islas de Oceanía como especie nativa. Además, se encuentra en Norteamérica, Sudamérica, Australia y archipiélagos índicos como especie introducida (Fig. 1). En este sentido, se considera que el jabalí nativo o “primitivo” es el que mantiene el morfotipo de jabalí clásico, mientras que las poblaciones introducidas suelen presentar modificaciones derivadas del cruce con diferentes razas de cerdo doméstico propias de cada uno de los continentes donde se encuentre.



Fig. 1 - Distribución mundial de jabalí y sus variedades (Rosell et al., 2011)

2.1.4.- Hábitat

El jabalí es capaz de ocupar casi cualquier tipo de medio siempre que tenga alimento, agua y tranquilidad; sin embargo, muestra cierta preferencia por ambientes

forestales. Requiere acceso al agua con relativa frecuencia, no sólo para beber sino también para darse baños con los que se refresca y reduce su carga de ectoparásitos. Tolera bien la nieve, llegando incluso a alcanzar cotas por encima de los 2400 m sobre el nivel del mar, aunque evita entornos donde el suelo se congela durante largos periodos (Blanco, 1998) debido a que gran parte de su alimento lo consigue hozando. Durante los últimos años ha alcanzado altas densidades en marismas, agrosistemas y periferias urbanas, en las que puede llegar a ocasionar conflictos con el hombre (Lavín *et al.*, 2010).

Los últimos estudios han revelado que son animales relativamente sedentarios, llegándose a recapturar animales a distancias de entre cinco y diez kilómetros del punto de captura inicial (Rosell *et al.*, 2001). No disponen de un territorio propio, ya que no lo marcan ni defienden frente a otros individuos. Sin embargo sí suelen tener áreas de campeo por las que se mueven y que conocen lo suficiente como para poder permanecer allí, incluso a pesar de que se realicen batidas de caza. Estas áreas de campeo parecen tener un tamaño bastante variable, ya que, aunque un estudio realizado con animales radiomarcados de Álava determinó áreas de campeo de unos 10 km² (Markina *et al.*, 2006), en otros trabajos realizados en Europa se describieron áreas de en torno a 150 km² para los machos, y 60 km² para las hembras (Rosell y Herrero, 2008).

2.1.5.- Comportamiento social

Los jabalíes son animales de hábitos preferentemente nocturnos, y la unidad social es el grupo matriarcal conocido como “piara”, formado por una o varias hembras junto con sus crías. Su composición varía a lo largo del año, en función de la etapa reproductiva, y durante el celo es frecuente ver estas piaras acompañadas por machos. Los machos jóvenes se unen en grupos, mientras que los individuos adultos suelen ser

solitarios. En algunas ocasiones se observan machos adultos acompañados por otro individuo más joven, conocido como “escudero” en la literatura cinegética.

La densidad de población es muy variable en función de factores como la disponibilidad de alimento, la presión cinegética o la fragmentación del territorio (Tabla 1). El único trabajo que estima un valor para la Sierra de Aracena, determina en base a modelos predictivos una densidad media-baja para nuestra área de estudio (entre 53,6 y 103,4 jabalíes/cazados/año/100km²), valores notablemente inferiores a los obtenidos en la cercana Sierra Norte de Sevilla, que presenta valores medios-altos (Acevedo *et al.*, 2014).

Tabla 1 - Densidades de población de jabalí (Rosell *et al.*, 2001)

LOCALIDAD	DENSIDAD (individuos/100ha)	REFERENCIA
España (Aragón)	2,8 - 4,2	Herrero <i>et al</i> 1995
España (Castilla y León, Burgos)	1,9 - 4,2	Tellería & Saez-Royuela 1986
España (Castilla y León, León)	1,7 - 11,4	Purroy <i>et al</i> 1988
España (Cataluña, Garrotxa)	3,6 - 8,5	Rosell, 1998
España (Cataluña, Alt Empordà)	7 - 12,5	Rosell, datos inéditos
España (Extremadura)	3	Garzón 1991
España (Navarra)	2,6 - 3,0	Leránoz & Castien 1996

Las hembras pueden quedar preñadas a partir del primer año si alcanzan los 30 kg de peso, con una media de tres a cuatro crías por camada, tras una gestación de cuatro meses. A pesar de que pueden parir en cualquier época del año, la mayor parte de los celos suelen aparecer en otoño, siendo muy escasos en la temporada estival. Todo ello hace que su dinámica poblacional se asemeje más a la de los micromamíferos que a la del resto de ungulados. Así, sus parámetros poblacionales corresponden a un “estratega r”, lo que hace que sus poblaciones puedan recuperarse fácilmente de las bajas causadas por la caza, predación, epizootias o atropellos (Blanco, 1998).

2.1.6.- Relación con el hombre

El jabalí es un animal cazado en toda la geografía peninsular desde tiempos antiguos. Hoy en día en España, se trata de la especie de caza mayor más abundante y accesible económicamente a una gran variedad de cazadores de poder adquisitivo muy diverso, por lo que supone una importante fuente de ingresos para el sector cinegético y para otras actividades indirectas, incrementando el número de actividades de gestión y manejo sobre la misma. Por el contrario, fuera de los cotos de caza genera conflictos económicos y sociales al provocar daños en cultivos y costes por colisiones con vehículos, además del riesgo que supone su presencia en áreas urbanizadas y periferias de grandes ciudades (Lavín *et al.*, 2010).

2.2.- PARÁSITOS DEL JABALÍ

El esquema del presente apartado de revisión bibliográfica de agentes infectocontagiosos del jabalí comienza por el capítulo de parásitos, de acuerdo con el planteamiento inicial de este trabajo de investigación.

2.2.1. Phylum Acanthocephala

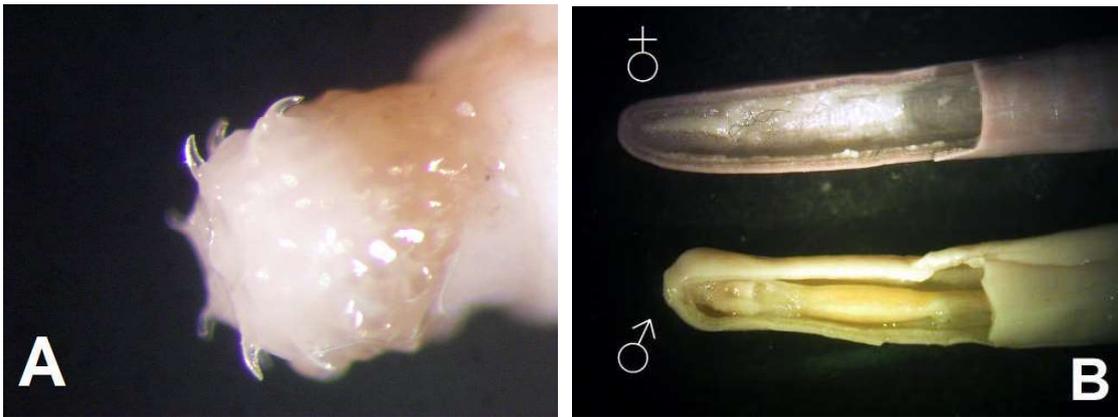


Fig. 2 – Probóscide (A) y extremo caudal (B) de hembra y de macho de *Macracanthorhynchus hirudinaceus*.

Hasta la fecha, la única especie de este phylum descrita en el jabalí es *Macracanthorhynchus hirudinaceus*, un parásito intestinal capaz de superar los 30 cm de longitud, de hecho, se han descrito ejemplares de hasta 65 cm de longitud. Tiene una morfología alargada, y presenta una coloración que va desde el blanco nacarado en los ejemplares de menor tamaño, hasta unos tonos violáceos pálidos en los más grandes. Posee estrías en su superficie que no se corresponden con divisiones de su morfología interna, sino que se trata de repliegues de la cubierta. Su extremo anterior consta de una probóscide dotada de varias hileras de ganchos (Fig. 2A), y el extremo posterior es romo, con una ligera dilatación en el caso de los machos. Este engrosamiento se debe a la presencia de un pene interno (Fig. 2B). En las hembras se distinguen dos ovarios

flotantes sujetos al extremo anterior mediante un ligamento único, que producen gran cantidad de huevos que se van acumulando en el interior hueco del parásito. Se trata de un parásito de ciclo indirecto, en el que intervienen como hospedadores intermediarios cucarachas y escarabajos coprófagos de varios géneros, especialmente, durante la fase de larva. El ciclo comienza con la liberación al medio ambiente, mediante las heces, de los huevos reconocibles microscópicamente por su color marrón-rojizo y su gruesa cubierta. Al ser ingeridos por los hospedadores intermediarios, se libera una *acanthela* que permanece en el interior del insecto hasta que es ingerido por el jabalí o cerdo, los cuales actúan como hospedador definitivo. Entonces, la *acanthela* se desarrolla hasta alcanzar el estadio adulto de uno u otro sexo, alojándose en el intestino delgado del suido, y, de esta forma, cierra así el ciclo (Barron, 2003). La acción patógena de *M. hirudinaceus* radica principalmente en las lesiones provocadas por los ganchos de la probóscide sobre la mucosa y submucosa del intestino delgado, causando graves ulceraciones y en ocasiones perforaciones que pueden dar lugar a pérdidas de rendimiento en ganado porcino por disminuir la ganancia de peso o causar procesos intestinales (García, 1999).

2.2.3. Phylum Plathyelminthes

2.2.2.1.- Clase Trematoda

A pesar de que el jabalí no es uno de sus hospedadores más frecuentes, este ungulado es susceptible de ser parasitado por trematodos tan conocidos como *Fasciola hepatica* o *Dicrocoelium dendriticum*.

Fasciola hepatica (Fig. 3) es un parásito bastante más frecuente en rumiantes que en suidos, aunque se comporta de manera similar en todos estos hospedadores. Son parásitos hermafroditas aplanados dorsoventralmente, que pueden llegar a medir 2 cm

de longitud, y 1 cm de anchura. Posee dos ventosas en la cara ventral y espinas en la cutícula para anclarse a los tejidos en los que se localiza. De su anatomía interna es importante destacar la presencia de unos ovarios ramificados que ocupan casi toda la extensión corporal y que le capacitan para producir gran cantidad de huevos, los cuales salen a través de las heces del hospedador, siendo liberados al medio sin embrionar (Soulsby, 1982).



Fig. 3 – Ejemplares de *Fasciola hepatica*.

El ciclo continúa cuando estos huevos caen en un medio acuático y liberan un *miracidio* a través de su opérculo. Esta forma larvaria, dotada de cilios, se desplaza por el agua hasta que penetra activamente en el interior del hospedador intermediario, que es un gasterópodo acuático de la familia Lymnaeidae. En las glándulas digestivas del hospedador intermediario, pasa por las fases de *esporocisto* y *redia*, destacando la capacidad de esta última de multiplicarse de manera autógena. La siguiente fase larvaria es la *cercaria*, dotada de un flagelo que le permite desplazarse por el medio acuático una vez que es liberada al exterior del caracol. En el medio externo, la cercaria tiene la capacidad de enquistarse en la superficie del agua y en la vegetación acuática, dando lugar a la *metacercaria*, que es la forma infectante para los hospedadores

definitivos que la ingieren, cerrando así el ciclo. Las *metacercarias* ingeridas se lisan y, en el tracto digestivo, liberarán las fasciolas hepáticas jóvenes, que tras realizar una migración por la cavidad abdominal, llegarán hasta el hígado, atravesando la cápsula de Glisson. La enfermedad causada por esta especie se debe, por un lado, a los trayectos causados por las formas inmaduras durante sus desplazamientos a través del parénquima hepático y, en menor medida, en otros tejidos; y, por otro lado, a la acción mecánico-irritativa y obstructiva de los adultos en su localización definitiva, que son los conductos biliares. Este parásito y su acción patógena tienen mayor trascendencia en rumiantes que en suidos, en los que son escasos los casos descritos de fasciolosis (Stewart, 1999; Cordero del Campillo *et al.* 1999).

Perteneciente a este género, *Fasciola gigantica* también se ha descrito en jabalí (Eslami *et al.*, 2009), aunque en el continente asiático principalmente. De similares características que *F. hepatica*, se diferencia por su mayor tamaño de hasta 75 mm de longitud (Carmona, 2012).



Fig. 4 – Especímenes de *Dicrocoelium dendriticum*.

Dicrocoelium dendriticum (Fig. 4) es también un parásito que puede afectar a un amplio abanico de especies, aunque de manera más frecuente a rumiantes. De menor tamaño que *F. hepatica*, no suele sobrepasar los 12 mm de longitud y los 3 mm de anchura (Otranto *et al.*, 2007). Posee una fina cutícula transparente, carente de espinas, que permite observar un oscuro útero ramificado en su interior. Los huevos eliminados al medio contienen un *miracidio*, que es liberado al ser ingerido por su primer hospedador intermediario, que es un caracol terrestre. En su intestino se producen dos generaciones de *esporocistos*, siendo los resultantes de la segunda los que migran al hepato-páncreas del gasterópodo, formando en este órgano las *cercarias* que serán liberadas al exterior junto con acúmulos de mucosidad. En este momento es necesaria la intervención de una hormiga como segundo hospedador intermediario, que ingiere las *cercarias* del medio, las cuales se enquistan en la cavidad celómica y sistema nervioso del insecto dando lugar a las *metacercarias* o formas infectantes. En ocasiones, provocan en la hormiga una reacción de tetania mandibular favoreciendo que queden sujetas a la hierba y, por tanto, su ingestión por parte del hospedador definitivo, cerrando así el ciclo. Las *adolescarias* resultantes de la ingestión por parte del hospedador definitivo de las *metacercarias* acceden al hígado a través del conducto colédoco, y se desarrollan hasta dar lugar a los adultos en el interior de los conductos biliares y vesícula biliar. Los signos clínicos suelen ser inaparentes incluso en los hospedadores más susceptibles, los rumiantes. De hecho, no existen citas de procesos clínicos patentes provocados por este parásito en suidos (Soulsby, 1982).

2.2.2.2.- Clase Cestoda

El jabalí se comporta como hospedador intermediario de *Taenia hydatigena*, albergando su forma larvaria llamada *Cysticercus tenuicollis*. En este estadio, es la fase de metacestodo, que morfológicamente se caracteriza por ser una vesícula blanquecina translúcida con un contenido acuoso de unos 2-7 cm de diámetro. Este cisticerco contiene, en el único punto opaco de su superficie, una dilatación invaginada, de longitud variable, con un protoescólex dotado de ventosas y ganchos que servirá de precursor de la forma adulta en el hospedador definitivo. En el caso de *T. hydatigena*, el hospedador definitivo es un cánido, en cuyo intestino se localizan los cestodos adultos que desprenden los proglótidos grávidos maduros repletos de huevos y, de esta forma, son excretados al medio con las heces. Los huevos, al ser ingeridos por los hospedadores intermediarios, liberan la forma larvaria que perforará la mucosa del intestino delgado y, por vía porta, llegará al hígado. Tras realizar unas migraciones intrahepáticas, alcanzará la cavidad abdominal y torácica, donde formará finalmente un cisticerco adherido a las serosas cavitarias y viscerales, donde se desarrollará. Este cisticerco debe ser ingerido por el cánido para cerrar el ciclo. Salvo en casos de infestaciones masivas, no suelen causar sintomatología en los hospedadores intermediarios como son los suidos y rumiantes (Soulsby, 1987; Cordero del Campillo, 1999).



Fig. 5 – Fragmentos del estróbilo de *Taenia solium*

La especie *Taenia solium* (Fig. 5) es un parásito cuya importancia radica en su capacidad para afectar a los humanos, que pueden actuar tanto como hospedadores intermediarios como definitivos. En los suidos, se desarrolla el metacestodo, que se denomina *Cysticercus cellulosae*; se trata de un cisticerco con morfología de vesícula translúcida llenas de fluido y con un protoescólex invaginado, que se localizan más frecuentemente en musculatura esquelética que en otros tejidos. Cuando las personas ingieren carne no cocinada o poco hecha con estos cisticercos, el protoescólex armado de ganchos se ancla en la mucosa intestinal y se desarrolla dando lugar al estadio adulto o cestodo (*T. solium*), que puede llegar a los 12 m de longitud. Esta comenzará a desprender proglótidos grávidos, repletos de huevos en el tracto digestivo, para ser expulsados con las heces con el fin de favorecer que sean ingeridos por el hospedador intermediario. Entonces, liberarán las oncosferas que contienen en su interior, las cuales se dirigirán perforando los diferentes tejidos a las distintas localizaciones musculares donde formarán los cisticercos. Como ocurría en el caso anterior, el hospedador intermediario no presenta habitualmente signos de enfermedad, salvo que la carga parasitaria sea excesivamente elevada. Es necesario destacar que son muy escasos los estudios que describen la presencia de *C. cellulosae* en el jabalí, siendo en Irán la única localización geográfica en la que se ha descrito esta especie en jabalí (Eslami y Farsad-Hamdi, 1992). La mayor parte de hallazgos en cerdos domésticos tiene lugar en países y áreas con pobres medidas higiénico-sanitarias (Chung, 2011).

Otro parásito descrito en el jabalí es la fase larvaria o metacestodo de *Echinococcus granulosus*, denominada quiste hidatídico. Los adultos parasitan a carnívoros silvestres y domésticos presentándose en forma de pequeño cestodo de unos 5-10 mm de longitud con sólo tres o cuatro segmentos. Como forma larvaria afecta a un amplio rango de especies, desde ungulados en general o marsupiales, hasta los propios

primates (Krull, 1969; Soulsby, 1987; Cordero del Campillo *et al.*, 1999). En estas especies de hospedador se presenta como quistes hidatídicos, es decir, a modo de quistes translúcidos localizados en cualquier tejido dando lugar a una reacción inflamatoria fibrótica por parte del hospedador. Estos quistes están formados por varias capas de membrana que le proporcionan la capacidad de producir mediante reproducción asexual, una gran cantidad de “vesículas hijas” y *protoescólices* (conocidas como “arenilla hidatídica”) que se almacenan en su interior. Este contenido es el elemento infectante para el hospedador definitivo que ingiera los órganos con quistes, cerrando así el ciclo del parásito (Walker, 2003). En España, el quiste hidatídico se ha descrito en jabalí (Gortázar, 2005), aunque no suele ser especialmente frecuente, dado que algunos estudios revelan prevalencias inferiores al 1% (Rojo-Vázquez *et al.*, 2011).

Otra especie de cestodo perteneciente a este género que parasita al jabalí es la fase larvaria de *Echinococcus multilocularis*. A pesar de ser un helminto cuyo ciclo biológico se mantiene en su mayor parte entre carnívoros y pequeños roedores, también se ha detectado en jabalíes de Francia y Alemania formando en estos hospedadores el denominado quiste multilocular (Boucher *et al.*, 2005). Al igual que *E. granulosus*, la zoonosis causada por esta especie puede llegar a ser mortal (Bristol *et al.*, 2012).

2.2.3. Phylum Nematoda

Según el Índice-Catálogo de Zooparásitos Ibéricos (Cordero del Campillo *et al.*, 1999), los nematodos parásitos del jabalí descritos en la Península Ibérica son *Ascaris suum*, *Capillaria garfiai*, *Metastrongylus pudendotectus*, *Physocephalus sexalatus* y *Trichinella spiralis*. No obstante los estudios realizados durante las dos últimas décadas

en este hospedador revelan una mayor comunidad de nematodos que le afectan, como seguidamente expondremos.

2.2.3.1.- Orden Trichurida



Fig. 6 – Larva 1 de *Trichinella spiralis*. Digestión artificial (10x)

Uno de los nematodos más destacados de este grupo es *Trichinella spp.* Conocido desde 1835 (Owen, 1835), se sabe que afecta principalmente a carnívoros y omnívoros, incluyendo al hombre, en el que puede llegar a ocasionar un potente proceso tóxico-alérgico (Gallardo *et al.*, 2007) que puede llevar a la muerte si no se diagnostica a tiempo (Rodríguez de las Parras *et al.*, 2004). En jabalí se han descrito las especies *T. spiralis*, *T. britovi* y *T. pseudospiralis*, incluso provocando parasitaciones mixtas (Pérez-Martín *et al.*, 2000; Nöckler *et al.*, 2006; Pozio, 2007; Rodríguez *et al.*, 2008). Su ciclo comienza cuando el hospedador ingiere carne en la que se encuentran enquistadas las larvas de primer estadio o L1 (Fig. 6). Tras la digestión del quiste muscular, la larva queda liberada y penetra en la mucosa del intestino delgado ocupando varias células (de forma intramulticelular, originando un sincitio celular), donde la larva madura hasta L4, L5 y adulto en apenas dos días, pudiendo copular y liberar una nueva generación de L1 a los vasos linfáticos. Estas larvas se distribuyen

por el organismo del hospedador y tienen capacidad de penetrar en el músculo esquelético, enquistándose (no en el caso de *T. pseudospiralis*, que es un parásito interfibrilar) a la espera de que otro hospedador la ingiera. La capacidad que tiene *Trichinella* spp de parasitar a un mismo individuo como hospedador intermediario y definitivo simultáneamente (ciclo autoheteroxeno), así como la baja especificidad de hospedador que tienen (ciclo eurixeno), facilitan que se hayan citado más de 150 especies susceptibles de verse parasitadas por este nematodo (Moskwa, 2006;). Aunque actualmente no se detectan prevalencias superiores al 1% en suidos ibéricos, anualmente se describen brotes puntuales en personas (Fig. 7) que hacen que se mantenga el nivel de alerta y las medidas de control de este parásito (Rodríguez de las Parras *et al.*, 2004). Los orígenes de estos brotes son el consumo de carne de jabalí (75,5%), de cerdos domésticos (14,3%) y desconocidos (10,2%).



Fig. 7 - Localización de los brotes de triquinelosis humana ocurridos entre 1990 y 2001 en España (Rodríguez de las Parras *et al.*, 2004)

Otro nematodo de esta familia descrito en suidos es *Trichuris suis*, perteneciente al grupo de los conocidos como “gusanos látigo”. Se caracteriza por poseer una forma típica de látigo, con el tercio caudal visiblemente más ancho que el extremo craneal, el cual se corresponde con la porción esofágica, que es muy alargada. *Trichuris suis* puede alcanzar los 6-7 cm de longitud. Los machos poseen el extremo caudal en espiral, con una espícula envainada (Fig. 8) mientras que las hembras sólo presentan una ligera curvatura en el extremo caudal, y una vulva situada en la zona de transición entre el esófago y el tercio posterior. Son parásitos de ciclo biológico directo, en el que los ejemplares adultos se localizan en el intestino grueso. En esta localización, las hembras liberan huevos operculados no embrionados a través de las heces. Al ser liberados en el medio ambiente, los huevos desarrollan en su interior la fase larvaria L1, que es la forma infectante mantenida dentro del huevo en el que puede sobrevivir hasta 10 años si las condiciones son adecuadas (Burden *et al.*, 1987). Cuando el huevo es ingerido por el hospedador y la larva L1 es liberada en el tracto digestivo, ésta sufre una serie de mudas hasta la fase L4 en la mucosa intestinal. Finalmente, regresa a la luz intestinal como adulto, cerrando así el ciclo. Pueden causar diarreas, anorexias y pérdidas de peso, lo que ocasiona pérdidas económicas en las explotaciones de ganado porcino, especialmente en aquellas condiciones en las que altas densidades de hospedadores favorezcan unas elevadas dosis infectantes (Pittman *et al.* 2010).



Fig. 8 – Extremo caudal de macho de *Trichuris suis*.

2.2.3.2.- Orden Rhabditida

Un nematodo con gran trascendencia en la producción porcina en extensivo es *Metastrongylus* spp., tanto por su poder patógeno como por su alta incidencia, lo que ha llevado a considerarlo como la segunda nematodosis más importante del cerdo doméstico a nivel mundial (Alcaide *et al.* 2006). Se han descrito seis especies repartidas por todo el mundo: *M. apri* (sin. *M. elongatus*), *M. pudendotectus* y *M. salmi*, *M. asymmetricus*, *M. madagascarensis* y *M. confusus* (Gassó *et al.*, 2014). Son parásitos que afectan a suidos, aunque de manera ocasional y experimentalmente, puede parasitar a gran variedad de especies de mamíferos, incluido el hombre (Krull, 1969). Son nematodos filiformes de color blanco nacarado, de unos 25 mm de longitud los machos y hasta 50 mm las hembras. En el extremo cefálico poseen dos labios trilobulados alrededor de una cápsula bucal pequeña, así como un extremo caudal que posee características de interés a la hora de diferenciar las distintas especies de *Metastrongylus* (Fig. 9).



Fig. 9 – Extremos caudales de hembras de *Metastrongylus elongatus* (izda) y *Metastrongylus pudendotectus* (dcha).

Metastrongylus spp. son nematodos de ciclo biológico indirecto, comenzando éste con la deglución y expulsión al medio de los huevos larvados que han sido expectorados desde los pulmones del hospedador. Una vez en el exterior, las lombrices de tierra, que se comportan como hospedadores intermediarios, ingieren los huevos o larvas L1 eclosionadas. Las fases larvarias mudan dos veces en el tracto digestivo del anélido mudan dos veces, hasta alcanzar la fase de L3 envainada. Esta es la forma infectante para el hospedador definitivo, el cual se verá parasitado cuando ingiera la lombriz. La fase L3 perfora el intestino del suido y, a través de los vasos linfáticos, llega a pulmón, pasando antes por los ganglios mesentéricos, donde muda a L4. Ya en el árbol bronquial se lleva a cabo la última muda y, posteriormente, se convierten en adultos maduros que al producir huevos, cierran el ciclo (Kauffman, 1996). En España, no es extraño encontrar este parásito en jabalíes o cerdos (en régimen extensivo) causando en el caso de animales jóvenes, molestias respiratorias que producen los retrasos en el crecimiento y, en consecuencia, numerosas pérdidas económicas (Alcaide *et al.* 2006).

2.2.3.3- Orden Strongylida



Fig. 10 – Detalle del extremo cefálico y morfología bucal de *Ascarops strongylina*

Ascarops strongylina es un nematodo que se localiza en la mucosa del estómago reconocible por medir hasta 22 mm de longitud, con un color rosado pálido y, además, el extremo caudal suele presentar forma de espiral. Se caracteriza por tener las paredes de la cavidad bucal en forma de “muelle espiral” (Fig. 10) (Krull, 1969; Soulsby, 1987; Cordero del Campillo *et al.* 1999). Los machos tienen una bolsa copuladora con alas asimétricas, al igual que las espículas, que son de diferente longitud. La vulva de las hembras se localiza hacia la mitad del cuerpo. El ciclo comienza con la eliminación de huevos embrionados en las heces del hospedador definitivo (jabalí y cerdo) que, una vez en el exterior, son ingeridos por larvas y adultos de coleópteros y ortópteros. En su interior, la larva L1 lleva a cabo dos mudas hasta la fase de L3, que es la forma infectante para el hospedador definitivo. Al ser ingeridas junto con el escarabajo, las larvas se liberan y en la mucosa del estómago se produce la tercera muda en la mucosa del estómago, donde maduran hasta alcanzar el estadio adulto que cierra el ciclo (Olsen, 1986). Su presencia en los organismos de los suidos suele pasar desapercibida, por lo que su diagnóstico es habitual que ocurra únicamente durante el examen *post-mortem* del hospedador. Cuando hay elevadas cargas parasitarias de *A. strongylina*, pueden

aparecer úlceras y gastritis catarral, provocando un adelgazamiento de los animales parasitados (Frontera *et al.*, 2008).



Fig. 11 – Porción cefálica de *Physocephalus sexalatus*.

De similares características que *A. strongylina*, otra especie que puede encontrarse en el estómago de los suidos es *Physocephallus sexalatus*, un nematodo de unos hasta 22 mm de longitud, y de color blanquecino. Esta especie de nematodo también presenta un engrosamiento de la pared bucal pero, a diferencia de *A. strongylina*, en forma de anillos paralelos. Además, posee alas cervicales con una estrangulación a modo de collar a la altura del extremo posterior de la faringe (Fig. 11), lo cual también le diferencia de *A. strongylina* (Lukešová *et al.*, 2009). El ciclo de vida es indirecto y es similar al descrito en el caso de ésta última especie (Olsen, 1986).

Otra especie de nematodo que puede localizarse en el estómago de los suidos es *Hyostrongylus rubidus*. Mide entre 4 y 10 mm de longitud, con un tono rojizo a consecuencia de la sangre de la que se alimenta. Tiene un ciclo de vida directo, en el que los huevos eliminados al medio con las heces del hospedador, liberan una larva que muda hasta una fase L3, que es la forma infectante para el siguiente hospedador definitivo. Cuando estas larvas infectivas llegan al estómago, penetran en las glándulas gástricas, permaneciendo en ellas un periodo variable, a la espera de que se den las

condiciones oportunas en el organismo hospedador para volver de nuevo a la luz estomacal, donde se desarrollan hasta llegar al estadio adulto, y cierran así el ciclo (Frontera *et al.*, 2009). Sin embargo algunas larvas permanecen en un estado inhibido en las glándulas de la mucosa gástrica durante varios meses, provocando la dilatación de las mismas, que terminan adquiriendo el aspecto de nódulos visibles en la mucosa del estómago (Lukešová *et al.*, 2009). Esta especie no suele provocar síntomas, salvo en el caso de parasitaciones masivas o mixtas con otros nematodos gastrointestinales, en las que el animal empieza a perder peso y a mostrar signos de diarrea y anemia (Kauffman, 1996).

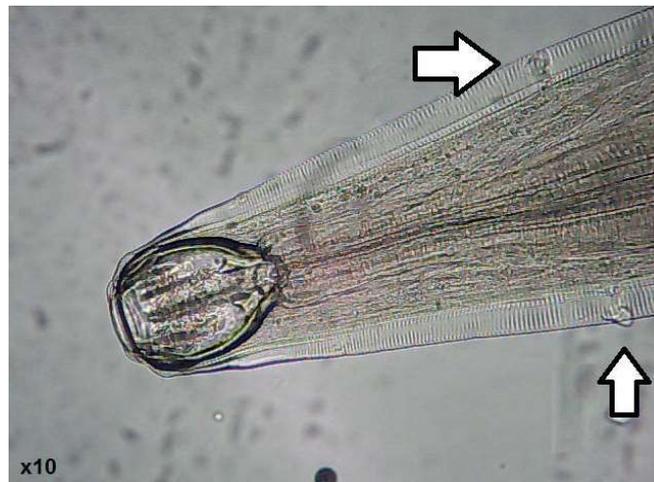


Fig. 12 – Extremo cefálico de *Globocephalus urosubulatus*, con las espinas cervicales (flechas)

Globocephalus urosubulatus es una especie también ampliamente distribuido en los suidos. Es un parásito de intestino delgado que posee una cutícula finamente estriada transversalmente. Tiene un extremo cefálico con dos espinas cervicales, así como una cápsula bucal amplia armada con una lámina cortante (Fig. 12). Su extremo posterior posee una bolsa copuladora en los machos. Tiene un ciclo biológico directo, en el que existe una fase exógena que comienza con la eliminación de huevos al exterior junto con las heces, y comprende el desarrollo de las larvas hasta el estadio L3, que es la forma infectante. La entrada en el hospedador tiene lugar por vía oral o

percutánea activa. A partir de este momento comienza la fase endógena, en la que tras la deglución, las larvas pasan a la circulación sanguínea, hasta llegar al corazón y, posteriormente, a los pulmones. Después de mudar en estos órganos, las larvas ascienden por el árbol bronquial y son deglutidas, regresando al intestino delgado, donde los nematodos adultos copularán y cerrarán el ciclo. Las infecciones por *G. urosubulatus*, en general, tienen poco efecto patógeno sobre el hospedador, salvo en condiciones de altas cargas parasitarias en colectivos más susceptibles, como en animales jóvenes, en los que pueden producir emaciación (Kauffman, 1996). Esta especie parece mostrar cierta resistencia frente a algunos antihelmínticos, según se desprende de los resultados de un estudio realizado en España, en el que se comprobó que *G. urosubulatus* fue uno de los pocos nematodos que sobrevivió al tratamiento con ivermectina aplicado a un grupo de 12 jabalíes (Fernández-de-Mera *et al.*, 2004).



Fig. 13 – Extremo cefálico de *Oesophagostomum dentatum*.

Oesophagostomum dentatum es un nematodo que se localiza en el intestino grueso de los suidos. Puede alcanzar los 20 mm de longitud, siendo las hembras mayores que los machos. Poseen un cuerpo ligeramente curvado. Los machos tienen una bolsa copuladora, y la característica más significativa de esta especie es la vesícula cefálica terminada en un estrechamiento a modo de collar, y la pequeña cápsula bucal

rodeada por una corona de láminas cortantes y papilas bucales (Fig. 13). Tiene un ciclo biológico directo, en el que los huevos son liberados con las heces, donde la larva L1 sale del huevo y muda dos veces hasta la fase L3, que es la forma infectante que persiste en el medio. Al ser ingerida por el hospedador definitivo, la larva perfora la mucosa digestiva, bajo la cual forma un nódulo en el que muda al estadio L4. Para cerrar el ciclo, estas larvas L4 eclosionan del nódulo que las contiene, y vuelven a la luz intestinal, para mudar a forma adulta, copular y dar lugar a huevos. Tras una primera parasitación que sensibiliza al sistema inmune del organismo hospedador, se produce una respuesta inmunitaria de tal magnitud que provoca que las larvas presentes en mucosa permanezcan enquistadas o incluso sean destruidas en determinadas ocasiones (Frontera *et al.*, 2009). No son parásitos especialmente importantes por su poder patógeno salvo en animales con cargas parasitarias elevadas, en los que producen diarreas y pérdidas de condición corporal (Krull, 1969; Stewart y Hale, 1988). En España es poco frecuente incluso en el cerdo doméstico (García, 1999), habiéndose detectado únicamente en dos jabalíes importados de Francia (Fernández-de-Mera *et al.*, 2003).

Además de los parásitos específicos de la familia *Suidae*, cerdos y jabalíes pueden verse infectados por otros nematodos del orden Strongylida que son más frecuentes en otras especies de ungulados, como es el caso de *Trichostrongylus axei*, habitual en rumiantes, y *Ollulanus tricuspis*, característico de félidos (Quiroz, 2002).

2.2.3.4.- Orden Ascarida



Fig. 14 – Extremo cefálico y huevo de *Ascaris suum*.

Ascaris suum es uno de los nematodos de suidos mejor estudiado, considerado por algunos autores como la parasitosis más importante del cerdo doméstico en régimen extensivo (García, 1999; Sánchez, 2003), aunque también se ha descrito en explotaciones de producción de jabalíes (Hälli *et al.*, 2010). Es un parásito de gran tamaño, alcanzando 50 cm en algunas ocasiones. Los machos son más pequeños que las hembras, y su extremo posterior se encuentra curvado en sentido ventral a modo de inicio de espiral. En su extremo anterior, la apertura bucal se encuentra rodeada por tres labios redondeados (Fig. 14A). Son parásitos de ciclo biológico directo, aunque se han descrito hospedadores paraténicos como lombrices (Roepstorff *et al.*, 2002). El ciclo comienza con los parásitos adultos situados en el intestino delgado de los suidos, que liberan huevos no larvados y caracterizados por una envuelta exterior rugosa y de color marrón (Fig. 14B). Estos huevos, que en ocasiones pueden presentar una morfología sin rugosidades, pueden llegar a sobrevivir en el medio ambiente hasta 5 años o incluso más (Mejer y Roepstorff, 2006), siendo resistentes a múltiples factores ambientales como la desecación, la congelación o la exposición a productos químicos. Dichos huevos contienen en su interior a la larva L1, que muda a L2 y, finalmente, a L3, que es

la forma infectiva (Frontera *et al.*, 2008). Una vez ingeridos estos huevos por parte del hospedador junto con el alimento o el agua, las larvas son liberadas en el intestino delgado y migran por vía porta hasta el hígado, donde vuelven a realizar otra muda hasta el estadio larvario L4. La siguiente migración la realizan por vía sanguínea hasta el pulmón, donde mudan al siguiente estadio larvario L5. Una vez aquí, se desplazan desde los bronquiolos hasta la tráquea, desde donde son deglutidas junto con la mucosidad respiratoria. Ello facilita que regresen al intestino delgado donde mudan al estadio adulto, cerrando así el ciclo. La transmisión de *A. suum* se ve favorecida por el hacinamiento y altas densidades de los hospedadores, más propias de ganaderías intensivas que en animales de vida libre (Sánchez, 2003). Afecta especialmente a animales jóvenes, en los que causa una reducción de los índices de conversión corporal que puede dar lugar a importantes pérdidas económicas (Stewart y Hale, 1988; Sánchez-Vázquez *et al.*, 2010). La sintomatología la producen al crear trayectos parasitarios e inflamaciones en los tejidos afectados durante la migración larvaria (con frecuencia se observan fibrosis en hígado), así como los parásitos adultos, que ocasionan obstrucciones, perforaciones y, habitualmente, un síndrome de malabsorción.

2.3.- AGENTES BACTERIANOS DEL JABALÍ

En el jabalí se han descrito una gran variedad de agentes bacterianos, algunos de los cuales tienen una gran relevancia para el hombre (Vicente *et al.*, 2002; Ruiz-Fons *et al.*, 2006; Closa-Sebastiá *et al.*, 2011). Además de ser responsables de importantes pérdidas económicas para el sector ganadero, algunas de ellas son también zoonosis que afectan con frecuencia al colectivo de personas que están en contacto con animales, tanto domésticos como silvestres (Muñoz-Mendoza *et al.*, 2013). Por estos motivos, para el presente estudio se han seleccionado tres de los agentes bacterianos con mayor repercusión en la ganadería de régimen extensivo, y que además, en mayor o menor medida, suponen un riesgo zoonótico para el hombre: la tuberculosis, la clamidiosis y la brucelosis (Cleaveland *et al.*, 2001; Gortázar *et al.*, 2007).

2.3.1. - Tuberculosis

La tuberculosis es un importante proceso zoonótico causado por microorganismos pertenecientes al género *Mycobacterium*. El agente etiológico es un bacilo corto gram-positivo y Ziehl-Neelsen positivo, presente en gran cantidad de vertebrados. Las especies de este género se clasifican en dos grupos: Complejo *M. tuberculosis* y Complejo *M. avium*. A pesar de que tanto en España, como en el resto de localizaciones, el jabalí suele verse afectado por *M. bovis*, perteneciente al primer complejo (Parra *et al.* 2003; Gortázar *et al.*, 2003; Naranjo *et al.*, 2008), también de manera esporádica puede albergar algunas subespecies del complejo *M. avium* (Álvarez *et al.* 2005). Este patógeno es especialmente frecuente en el medio rural (Palmer, 2007) y, según Meikle *et al.* (2011), el hecho de que el jabalí deba ser considerado como un importante reservorio de tuberculosis se debe a:

- La presencia de un mismo genotipo del complejo *M. tuberculosis* tanto en jabalí como en otras especies silvestres, ganado doméstico e incluso humanos.
- La elevada seroprevalencia de *M. bovis* observada en jabalíes de cotos cerrados y sin contacto con ganado doméstico y fauna silvestre.
- La frecuente presencia de lesiones en ganglios linfáticos respiratorios y en los pulmones, lo que justificaría un posible contagio por vía inhalatoria.
- La gran extensión de las lesiones tuberculosas encontradas en varias localizaciones anatómicas en individuos juveniles, que podría estar relacionada con una elevada excreción de bacilos al medio.

El contagio se produce por el contacto entre los individuos, bien a través de la propia exhalación, o bien con mucosidad nasal, saliva, orina, heces, leche, semen y fluidos vaginales de animales infectados.

Las infecciones por *M. avium* suelen pasar desapercibidas por no aparecer signo alguno, con excepción de pequeñas lesiones puntiformes en ganglios linfáticos traqueobronquiales, como se demostró en un reciente estudio realizado sobre un grupo de jabalíes a los que se administró experimentalmente dosis infectantes del bacilo (Garrido *et al.*, 2010). Sin embargo las infecciones por *M. bovis* pueden causar todo un cuadro respiratorio manifiesto caracterizado por debilidad, anorexia, disnea, emaciación, fiebre fluctuante y tos seca entre otros signos de enfermedad. Un tipo de lesión característico de la tuberculosis es el complejo primario (Spickler, 2009), que consiste en la presencia de lesiones caseosas granulomatosas en un órgano y en su ganglio linfático satélite (Fig. 15) que en conjunto se conoce como complejo primario. Este tipo de lesión muestra cierta tendencia a la calcificación cuando se da en ganglios submandibulares, mediastínicos, traqueobronquiales y mesentéricos. Otras lesiones que suelen aparecer en jabalí son pleuritis o peritonitis fibrinosas (Gortázar *et al.*, 2003; Zanella *et al.*, 2008).



Fig. 15 - Lesiones macroscópicas compatibles con tuberculosis en gánglios mediastínicos de jabalí.

2.3.2.- Brucelosis

El género *Brucella* está considerado como un grupo bacteriano que provoca una de las zoonosis más importantes, además de las considerables pérdidas económicas que causa en el sector ganadero (Zheludkov & Tsirelson, 2009). Comprende diez especies, de las cuáles *B. suis* es la que afecta con mayor frecuencia a los suidos, aunque no tiene una especificidad restrictiva (Ebani *et al.*, 2003). El agente patógeno es un cocobacilo gram-negativo que se comporta como patógeno intracelular facultativo. Se han descrito 5 biotipos, de los cuales los tres primeros son los que afectan a los suidos, mientras que los biotipos 4 y el 5 rara vez lo hacen, afectando sobre todo a cérvidos, cánidos y roedores (Meng *et al.*, 2009). El biotipo 2 está presente principalmente en jabalí y liebre europea (*Lepus europaeus*) (Risco *et al.*, 2013). Algunos autores han obtenido datos de hasta el 33% de seroprevalencia en el conjunto de jabalíes de la Península Ibérica, lo que ha supuesto que esta especie haya sido señalada como reservorio de riesgo de dicho biotipo para el cerdo doméstico en régimen extensivo (Muñoz *et al.*, 2010). El contagio entre animales se produce por la ingesta o contacto oral con material del aparato reproductor (fetos, placentas, fluidos fetales o vaginales), por contacto venéreo entre machos y hembras, y en menor medida por inhalación, por conjuntival o por heridas cutáneas (Spickler, 2006b). Los signos clínicos que causa suelen ser reproductivos tales como abortos, animales nacidos débiles, reabsorciones embrionarias, momificaciones y piometra. En ocasiones, algunos animales con brucelosis crónica pueden desarrollar alteraciones motoras del tercio posterior, con cojeras o incoordinación de miembros. Además, en los machos produce orquitis y epididimitis, aunque lo más frecuente es que se comporten como portadores asintomáticos, mostrando alteraciones del espermatozoides e incluso esterilidad (Grégorie *et al.*, 2012). La importancia de la brucelosis radica en las pérdidas económicas que ocasiona en las explotaciones ganaderas debido a las

alteraciones reproductivas, así como en el riesgo zoonótico que supone para el hombre (Meirelles-Bartoli *et al.* 2012).

2.3.3.- Clamidiosis

La clamidiosis es una enfermedad causada por bacterias de la familia *Chlamydiaceae*, que se caracterizan por ser bacterias gram-negativas intracelulares obligadas. Pueden presentar dos formas: una metabólicamente inactiva, resistente en el medio, que se conoce como *cuerpo elemental*; y otra metabólicamente activa, en el interior de células hospedadoras, llamada *cuerpo reticular* (Schautteet & Vanrompay, 2011). El ciclo comienza cuando el animal susceptible entra en contacto con los cuerpos elementales, que al ser fagocitados se activan en el interior de los monocitos y macrófagos presentes en los epitelios, transformándose en cuerpos reticulares que comienzan a multiplicarse. Las nuevas formas resultantes son cuerpos elementales que acaban provocando la lisis de la célula hospedadora, cerrando así el ciclo. Cuando estos cuerpos elementales son eliminados vía oronasal, conjuntival, intestinal o vaginal, según la especie clamidial, es cuando otros animales pueden infectarse (Spickler, 2005). Las 9 especies que pueden producir la clamidiosis en mamíferos y aves pertenecen al género *Chlamydia*, de las cuales sólo cuatro son capaces de afectar a los suidos: *C. abortus*, *C. psittaci*, *C. pecorum*, y *C. suis* (Salinas *et al.*, 2012). Los signos que pueden llegar a causar van desde infecciones asintomáticas o poco aparentes, hasta abortos y otras alteraciones reproductivas, coinfecciones urogenitales, conjuntivitis, y en menor medida enteritis, mastitis, poliartritis, neumonías infecciosas, pericarditis y encefalomiелitis (Englund *et al.*, 2012). En ungulados silvestres también ha sido descrito este agente con seroprevalencias relativamente elevadas, a pesar de que no suele desarrollar brotes epidémicos evidentes (Salinas *et al.*, 2009). Aunque no se han

detectado evidencias de que el jabalí juegue un papel importante como reservorio, la presencia de este agente en el suido apunta a que debería ser tenido en cuenta como un posible elemento de riesgo en áreas ganaderas por causar alteraciones reproductivas que en ocasiones no son diagnosticados o pasan desapercibidas (Hotzel *et al.*, 2004; Salinas *et al.*, 2009; Di Francesco *et al.*, 2011; Salinas *et al.*, 2012).

2.4.- AGENTES VÍRICOS DEL JABALÍ

El jabalí ha sido descrito como reservorio de varias enfermedades víricas relevantes, ya sea por sus efectos directos en la especie, o por las importantes pérdidas económicas que ocasiona al sector ganadero (Ruiz-Fons *et al.*, 2006). Tanto el carácter gregario de los cerdos domésticos, como el hacinamiento y manejo al que son sometidos en las explotaciones (traslocaciones, bebederos, comederos...), favorecen considerablemente el contagio de enfermedades que requieren contacto cercano para transmitirse, como son las víricas (Gortázar *et al.*, 2006). A continuación se describen las características de los agentes víricos que han sido estudiados en el presente trabajo: virus de la Enfermedad de Aujeszky, virus del Síndrome Respiratorio Reproductivo Porcino y Circovirus Porcino tipo 2.

2.4.1.- Virus de la Enfermedad de Aujeszky

El virus de la enfermedad de Aujeszky (ADV) es un alpha-herpesvirus porcino tipo I, de doble cadena de ADN que afecta a suidos, en los que no suele causar una sintomatología significativa (en condiciones naturales), a diferencia de otros mamíferos a los que también puede afectar (Enquist *et al.*, 1998). Entre estas otras especies están roedores, lagomorfos o carnívoros que, en determinadas condiciones, pueden actuar como vectores entre ganaderías distantes (Weigel *et al.*, 2000). Otras especies susceptibles son los cérvidos y los bóvidos (Plan Nacional de Vigilancia Sanitaria de la Fauna Silvestre, 2011). A pesar de que Tozzini *et al.* (1982) y Müller *et al.* (2001) han demostrado experimentalmente el contagio bidireccional entre cerdos domésticos y jabalíes, algunos autores han descartado la hipótesis de que el jabalí juegue un papel importante como reservorio del ADV en la naturaleza ya que existen diferencias moleculares entre los virus aislados de los dos hospedadores (Müller *et al.*, 1997). De hecho, en España, otros autores han llegado a esta misma conclusión en base a la diferencia de sus respectivas seroprevalencias y de su evolución a lo largo de un periodo determinado (Ruiz-Fons *et al.*, 2008b; Boadella *et al.*, 2012a). Aunque parece existir cierta división de opiniones entre los diferentes autores, en nuestro estudio se considerará al cerdo doméstico susceptible de ser contagiado a partir del contacto con jabalí y viceversa, como se apuntó en un trabajo en el que se señaló a los jabalíes como responsables de los focos de la ADV en explotaciones extensivas (Hars y Rossi, 2005).

Las principales vías de entrada del virus en el organismo son la vía oral y la respiratoria, siendo frecuente el contagio mediante el contacto de “jetas” durante las interacciones entre individuos. Además, el virus es capaz de transmitirse a través de aerosoles a más de 2 km, pudiendo permanecer en el aire hasta 7 horas cuando la

humedad relativa es superior al 55% (Spickler, 2006a). Sin embargo se ha sugerido que la transmisión venérea podría ser la vía más importante en suidos en libertad (Romero *et al.*, 1997). Otras vías de contagio son la transplacentaria o la galactógena, ya que durante las infecciones agudas, el virus puede aislarse en leche.

Tras la entrada en el organismo, el virus ADV puede quedar en estado latente hasta que las condiciones le son favorables para reactivarse y causar sintomatología. Cuando afecta a lechones, provoca signos nerviosos, fiebre, anorexia, postración y altas mortalidades en poco tiempo. En animales jóvenes de más edad, suele presentarse en forma de enfermedad respiratoria y digestiva, con tasas de mortalidad más bajas (Spickler, 2006a). Sin embargo, en cerdos adultos, jabalíes y cerdos cimarrones de cualquier edad, la enfermedad de Aujeszky tiende a presentar una forma asintomática o con síntomas que pasan desapercibidos, debido a que poseen un sistema inmune más desarrollado (Tozzini *et al.* 1982). En hembras preñadas causa signos reproductivos como reabsorciones, abortos, partos prematuros de lechones débiles, por lo que es una enfermedad que causa importantes pérdidas económicas en ganadería (Müller *et al.*, 1997; Müller *et al.*, 2011; Vicente *et al.*, 2012).

2.4.2.- Síndrome respiratorio reproductivo porcino (PRRS)

El PRRS es una enfermedad causada por un virus ARN (familia Arteriviridae género *Arterivirus*) específico de suidos que produce importantes pérdidas económicas sobre todo en poblaciones no expuestas que sufren una primoinfección (Holck y Polson, 2003). Se han descritos dos grupos diferentes del virus: el genotipo 1 o *Lelystad* responsable de la enfermedad en Europa, y el genotipo 2 o Americano, presente en Norteamérica (Ramírez, 2011). Es un virus muy resistente al frío, pudiendo sobrevivir a la congelación a -20°C durante años, aunque no resiste bien las altas temperaturas en ausencia de humedad (24 horas a 37°C y 20 minutos a 56°C) (Pitkin *et al.*, 2008). Las principales vías de transmisión son por contacto directo o por aerosoles, pudiéndose aislar de secreciones nasales, saliva, orina, semen y en menor medida, en heces. También se transmite por vía transplacentaria (Mengeling *et al.*, 1994). Como proceso clínico puede presentarse de dos formas, bien como alteración reproductiva o como proceso respiratorio. La forma reproductiva se presenta en hembras de cría, cursando con signos como partos prematuros, abortos, mortinatos, reabsorciones y otras alteraciones reproductivas. Y la segunda forma clínica suele cursar con signos respiratorios que aparecen en animales en destete y engorde, los cuales muestran inapetencia, conjuntivitis, estornudos, debilidad, taquipnea e infecciones respiratorias concomitantes por agentes como *Streptococcus* spp., *Actinobacillus* spp. o *Salmonella* spp. Estas coinfecciones se deben a que el virus del PRRS tiene un elevado tropismo por los monocitos y macrófagos, comprometiendo así la capacidad de respuesta inmunitaria de los pulmones (Allan *et al.*, 2000; Cruz *et al.*, 2006; Chang *et al.*, 2006). En verracos puede observarse un proceso febril con anorexia, somnolencia y alteraciones seminales que los imposibilitan para la función reproductiva a la que están

destinados, siendo el contagio a través del semen un factor de riesgo a tener en cuenta en el contagio entre diferentes explotaciones (Christopher-Hennings *et al.*, 1996).

2.4.3.- Circovirus porcino tipo 2 (PCV2)

El PCV2 es el agente responsable del síndrome de desmedro multisistémico post-destete. El virus, de estructura icosaédrica y sin envoltura, posee una cadena de ADN simple circular y pertenece a la familia Circoviridae, género *Circovirus*. Aunque es necesaria su presencia en el organismo para desarrollar este síndrome, por sí mismo no tiene suficiente potencial patógeno para desencadenar la enfermedad clínica, por lo que el proceso aparece cuando hay otros patógenos implicados (Schautteet *et al.*, 2010; Sinha *et al.*, 2011). La transmisión se produce por contacto directo entre individuos, por vía oro-nasal penetrando el virus en los tejidos linfoides y produciendo, a largo plazo, inmunosupresión. Produce un síndrome del desmedro que, cursa con pérdida de peso, dificultad respiratoria, diarrea, debilidad, palidez o ictericia. Por lo que respecta a las lesiones, a nivel macroscópico se observa una adenomegalia que se corresponde con la afección y depleción linfocítica, siendo característica la presencia de numerosos monocitos en los ganglios linfáticos (Hernández, 2011). Aunque el proceso clínico es bastante frecuente en las explotaciones porcinas en régimen intensivo, también se ha detectado en jabalíes silvestres de Europa, si bien de manera casi anecdótica (Schulze *et al.*, 2003; Vicente *et al.*, 2004; Boadella *et al.*, 2012b; Díez-Delgado *et al.*, 2014).

No obstante, la presencia del PCV2 es bastante frecuente tanto en ganado doméstico como en jabalí, sobre todo en aquellos países con una alta producción porcina (Reiner *et al.*, 2009). Así, se ha demostrado que este virus está ampliamente distribuido en los jabalíes de Europa (Petrini *et al.*, 2009), detectándose en España con seroprevalencias comprendidas entre el 47,9% (Vicente *et al.*, 2004) y el 85,7% (Díez-

Delgado *et al.*, 2014), por lo que se ha considerado que el PCV2 es endémico en jabalíes de nuestro país. Estos resultados indican que el virus PCV2 es uno de los agentes infectocontagiosos más ubicuos que existen en entornos naturales en los que el cerdo y el jabalí comparten espacios, como es el caso del área de estudio de nuestro trabajo.

3.- OBJETIVOS

La importancia que pueden llegar a tener los agentes infectocontagiosos del jabalí tanto para esta especie silvestre como para otras especies que viven en simpatria con ella, así como la ausencia de trabajos previos que hayan investigado la presencia de estos patógenos en la comarca de la Sierra de Aracén (Huelva), justifican el objetivo general de nuestro estudio, que consiste en estudiar la distribución de agentes infectocontagiosos (parásitos, bacterias y virus) en el jabalí de dicha área de estudio. Para alcanzar este objetivo general, se han planteado los siguientes objetivos específicos:

1.- Describir de los agentes parasitarios presentes en la población de los jabalíes en la comarca de la Sierra de Aracena.

Se pretende estudiar el conjunto de parásitos de los jabalíes abatidos en diferentes zonas del área de estudio determinando la prevalencia, abundancia e intensidad de cada una de las diferentes especies halladas.

2.- Determinar la seroprevalencia, en esta misma población, de agentes infecciosos relevantes para la sanidad animal y, en concreto, aquellos con mayor repercusión sobre el ganado porcino.

El estudio de bacterias y virus se realizarán mediante un diagnóstico indirecto, ya que se determinará la seroprevalencia de cada uno de los agentes infecciosos escogidos principalmente por su repercusión sobre los suidos.

3.- Identificar los factores epidemiológicos bióticos y abióticos asociados a la presencia de los agentes infectocontagiosos detectados en los jabalíes del área de estudio.

En el hábitat del jabalí, existen una serie de elementos que pudieran estar influyendo en la presencia de los agentes infectocontagiosos estudiados. Por ello, uno de los objetivos será identificar estos factores de riesgo, así como estudiar su influencia en la presencia y mantenimiento de dichos agentes patógenos.

4.- Analizar las posibles interacciones que pudieran existir entre distintos agentes infectocontagiosos detectados en la población de jabalíes estudiada.

Por último se pretende analizar la interacción existente entre helmintos, bacterias y virus, con el fin de determinar si la coinfección de estos agentes condiciona la presencia de algunos de los patógenos estudiados en el jabalí.

MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. - Área de estudio: la Sierra de Aracena

La Sierra de Aracena se localiza al norte de la provincia de Huelva (SE de España), correspondiendo a la franja más occidental de Sierra Morena. Limita al norte con Badajoz, al este con Sierra Norte de Sevilla, al oeste con Portugal, y al sur con las comarcas onubenses del Andévalo y la Cuenca Minera. Con un área de unos 3100 km², la Sierra está conformada por 31 términos municipales (Fig. 16): Alajar, Almonaster la Real, Aracena, Aroche, Arroyomolinos de León, Cañaveral de León, Cala, Campofrío, Castaño del Robledo, Corteconcepción, Cortesana, Cortelazor, Cumbres de Enmedio, Cumbres de San Bartolomé, Cumbres Mayores, Encinasola, Fuenteheridos, Galaroza, Granada de Riotinto, Higuera de la Sierra, Hinojales, Jabugo, Linares de la Sierra, Los Marines, La Nava, Puerto Moral, Rosal de la Frontera, Santa Ana la Real, Santa Olalla del Cala, Valdelarco y Zufre. Dentro de esta comarca, se encuentra el Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche, ocupando más de 186.000 Has.

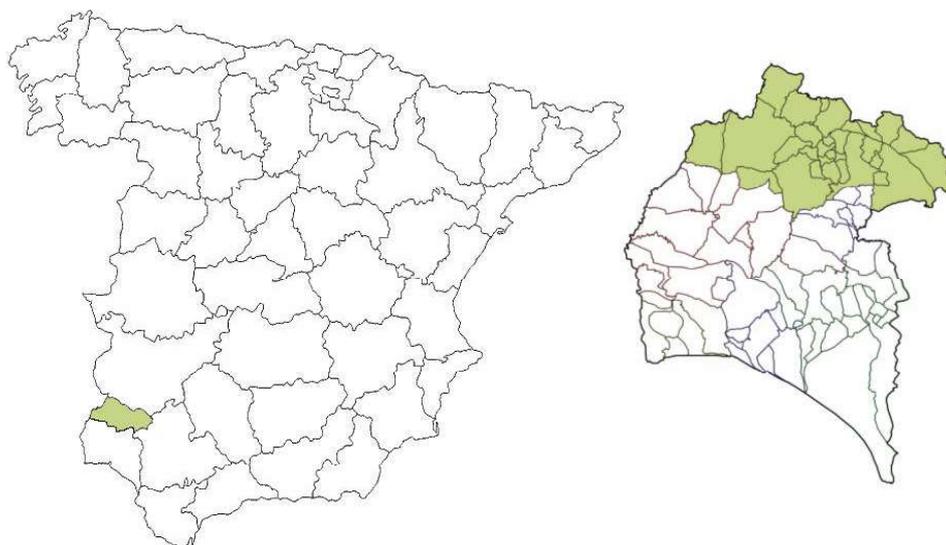


Fig. 166 – Localización de la Sierra de Aracena, y términos municipales que la componen.

4.1.1.- Clima

El clima de la Sierra de Aracena es típicamente mediterráneo, aunque con modificaciones locales debidas a la cercanía del océano Atlántico, el relieve abrupto y a la gran superficie de esta comarca. En el centro de la Sierra de Aracena predomina un clima de temperatura más baja y humedad más alta que en zonas periféricas de la Sierra debido a la mayor altitud, lo que representa una barrera para los vientos húmedos procedentes del océano. La zona periférica se caracteriza por temperaturas más altas y menos precipitaciones, debido a que presenta un relieve más suave. En la zona central, las precipitaciones medias suelen situarse por encima de los 1.000 mm anuales, frente a los 700 mm del resto de zonas de la Sierra. Las temperaturas medias estivales se sitúan en torno a los 23°C, mientras que las invernales rondan los 9°C. En invierno, suelen ser frecuentes fuertes oscilaciones térmicas que dan lugar a una media de 10 días al año de heladas, favorecidas en aquellas zonas donde el relieve abrupto crea puntos con una insolación casi nula durante largas temporadas invernales (Plan de Ordenación de Recursos Naturales, PORN, 2003).

4.1.2.- Suelo y orografía

La mayor parte de la Sierra de Aracena se corresponde con un relieve de baja montaña situado en la “Zona Ossa-Morena”, cuyos materiales más importantes son pizarras, grauvacas, cuarcitas, esquistos y filitas, así como rocas ácidas como granitos. Más de un 60% de la superficie se compone de materiales de origen metamórfico que ocupan laderas de orientación noroeste-sureste. El resto del territorio de la sierra está formado por materiales sedimentarios o rocas ígneas (plutónicas y volcánicas). Hay que

destacar la presencia de gran cantidad de cuevas que favorecen la presencia de un rico sistema acuífero debido al origen kárstico de algunas áreas de la sierra.

El relieve abrupto se centra principalmente en las formaciones noroeste-sureste que dan lugar a altas cumbres y llanos de manera alterna. La altitud varía entre los 130 y los 1040m en las formaciones situadas más al norte de la comarca. El paisaje es ondulado con altitud moderada, siendo la mayor parte de las pendientes suaves, de entre el 4,5 y el 34,5%. Las zonas más abruptas se corresponden con las dos fallas más importantes presentes en la zona, la de Beja-Valdelarco y la de Ficallo-Almonaster, ambas de orientación noroeste-sureste, aunque existen otras perpendiculares como la de Zufre-Santa Olalla del Cala.

Los suelos son, en general, pobres, ligeramente ácidos y poco evolucionados, siendo los más importantes los leptosoles y sus asociados (suelos poco desarrollados), así como cambisoles, frente a los menos abundantes regosoles y fluvisoles, que son más ricos en materia orgánica y se sitúan en laderas y cursos fluviales (PORN, 2003).

4.1.3.- Red hídrica

La red hídrica de la sierra se divide en los cursos situados en las Cuencas Hidrológicas del Guadalquivir, del Guadiana, y del Odiel, cuyos ramales discurren con una orientación este, oeste y sur respectivamente. El régimen de estos cursos es propio de la región mediterránea, con fuertes oscilaciones anuales entre los niveles mínimos estivales y los máximos invernales.

Los embalses principales son dos, el de Aracena y el de Zufre, aunque existen multitud de pequeños pantanos y balsas de riego en fincas privadas de mediano-gran extensión.

Los dos acuíferos más importantes se encuentran bajo las zonas de relieve más abrupto, por lo que tienen una orientación noroeste-sureste y una posición paralela, situándose el denominado Cañaveral de León-Santa Olalla más al norte que el Aroche-Galaroza-Zufre, cruzando este último la Sierra de Aracena casi en su totalidad. Estos acuíferos ocupan una superficie que supone aproximadamente el 25% de la Unidad Hidrogeológica Sierra Morena (PORN, 2003).

4.1.4.- Flora

La cubierta vegetal de la Sierra de Aracena se divide en tres pisos atendiendo a las características de clima y relieve de la zona (Fig. 17):

- **Piso supramediterráneo (A):** presente de manera anecdótica en las zonas con mayor altitud de la Sierra, representado por especies sub-alpinas como el roble melojo (*Quercus pyrenaica*).
- **Piso mesomediterráneo:** ocupa la mayor parte de la Sierra, con quercíneas como la encina (**B1**) (*Quercus ilex*), alcornoque (**B2**) (*Quercus suber*) y alcornoque sobre roca caliza (**B3**).
- **Piso termomediterráneo (C):** en este piso, poco representado en la sierra, están presentes las quercíneas antes citadas, aunque con mayor proporción de matorral mediterráneo.

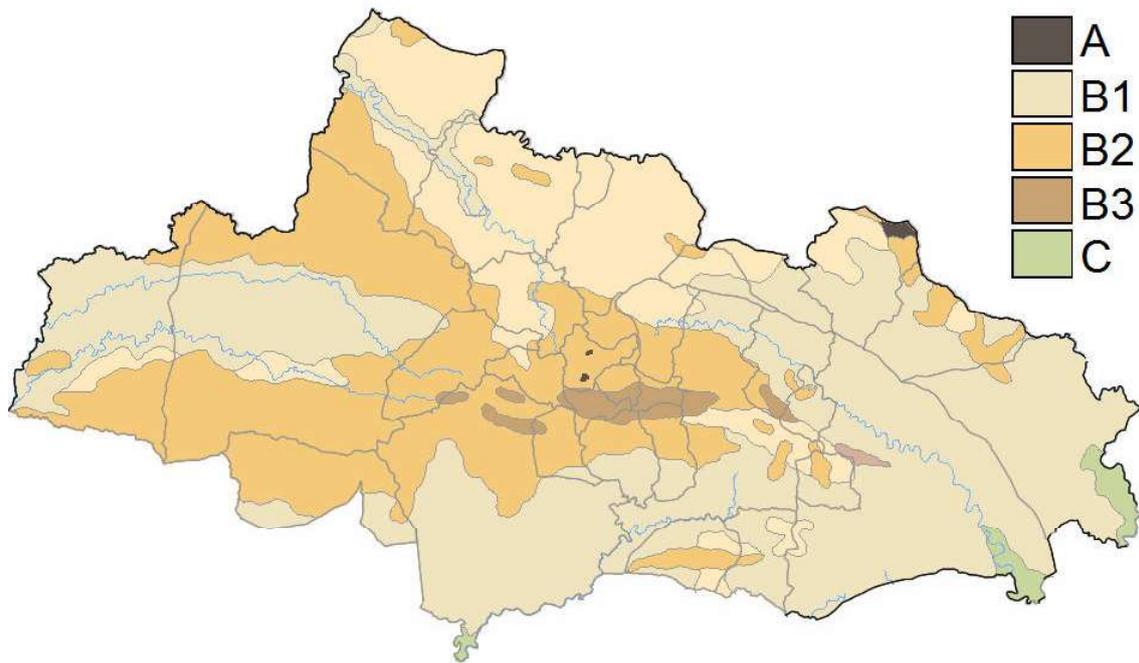


Fig. 17 – Distribución de los pisos de vegetación presentes en la Sierra de Aracena. A: supramediterráneo; B: mesomediterráneo; C: termomediterráneo.

La cubierta vegetal está compuesta en la mayor parte del territorio por cobertura arbórea, siendo la dehesa de quercíneas de cobertura media (20-40%) la más abundante. En segundo lugar las dehesas con arbolado menos denso (10-20%). También son poco abundantes los bosques densos con una cobertura arbolada del 40-70%, quedando reducidos a unas pocas zonas de dehesa densas de encinas, quejigos (*Quercus faginea*) y pinares de pino negral (*Pinus pinaster*).

En la actualidad, la vegetación de la zona ha sufrido importantes modificaciones. A pesar de que la dehesa sigue siendo el paisaje más abundante, los cultivos forestales de eucalipto han aumentado durante las últimas décadas, lo que ha provocado una disminución del desarrollo de sotobosque por la acidificación del suelo (González-García *et al.*, 2009). Otras formaciones vegetales de interés, aunque en menor medida, son el castañar, el pinar, el matorral, los roquedos boscosos (con encinas y quejigos), pastizales, bosques de ribera, y cultivos de regadío (PORN, 2003).

4.1.5.- Fauna

La fauna de la zona está compuesta por especies típicamente mediterráneas. Así, hay que destacar un importante conjunto de especies protegidas por la legislación, como la mariposa Doncella de ondas (*Euphydryas aurinia*), el barbo cabecicorto (*Barbus microcephalus*) endémico de la cuenca del Guadiana, así como otros peces autóctonos. También destacan los reptiles como el galápago europeo (*Emys orbicularis*), mamíferos como la nutria (*Lutra lutra*) o una importante comunidad de quirópteros de diferentes géneros. Por otra parte, es importante destacar que en la sierra hay una rica avifauna compuesta por especies tan emblemáticas como la cigüeña negra (*Ciconia nigra*), el águila real (*Aquila chrysaetos*), el águila culebrera (*Circaetus gallicus*) o el búho real (*Bubo bubo*), junto con una importante comunidad de aves necrófagas compuestas por milano real (*Milvus milvus*), buitres leonados (*Gyps fulvus*) y una importante colonia nidificante de buitre negro (*Aegypius monachus*).

De entre las especies de interés cinegético hay que destacar las poblaciones de jabalí y ciervo (*Cervus elaphus*), que son mucho más abundantes que las de gamo (*Dama dama*) y muflón (*Ovis aries*). En cuanto a la caza menor, apenas practicada en la zona, hay que destacar la disminución de las poblaciones de conejo (*Oryctolagus cuniculus*) y perdiz roja (*Alectoris rufa*), frente a las más o menos constantes densidades de liebres (*Lepus granatensis*), paloma torcaz (*Columba palumbus*) o el zorzal común (*Turdus philomelos*) (PORN, 2003).

4.1.6.- La actividad agroganadera en la Sierra de Aracena.

El entorno natural de la sierra donde se hace más patente la presencia del hombre es precisamente en el paisaje más abundante: la dehesa. Esta formación

agrosilvopastoral tiene gran importancia para la población rural, ya que es donde se lleva a cabo el aprovechamiento ganadero y del corcho, siendo ambas actividades agroganaderas muy relevantes en la economía de la zona.

Dentro de la actividad ganadera, Huelva es la provincia andaluza con más explotaciones porcinas de régimen extensivo, concentrándose la mayoría de ellas en la Sierra de Aracena (Secretaría General de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, 2007). Por este motivo, el cerdo es una de las piezas fundamentales de la agroindustria de la zona. Lejos de ser una producción competitiva en cuanto a cantidad, la ganadería del cerdo ibérico de la Sierra de Aracena es una actividad basada en la calidad del producto final determinada por la forma de manejo de una raza autóctona en un régimen extensivo, especialmente durante la montanera en sus últimos meses de vida.

El ganado ovino es el siguiente más abundante en cuanto a número de cabezas. Se explota en régimen extensivo y semiextensivo, concentrándose principalmente en algunos municipios concretos de la Sierra de Aracena, como Aroche. El ganado bovino de aptitud cárnica se encuentra más repartido por la sierra en explotaciones de carácter familiar, con pocos animales, no estando presente el vacuno lechero. Un caso similar se observa en el ganado caprino, el cual está distribuido de manera más o menos regular por toda la Sierra, en su mayoría, en explotaciones de pequeño-mediano tamaño de menos de 200 animales (PORN, 2003).

Otra de las actividades más arraigadas que desarrolla el hombre en la Sierra de Aracena es el aprovechamiento de cultivos forestales, ya sea mediante grandes plantaciones de pinos y eucaliptos para producir madera y celulosa, o bien en la recogida de la castaña en explotaciones pequeñas de castañares situados en las laderas

de las cumbres. Por otra parte, la recogida de setas es un sector que también va cobrando cada vez más importancia en la economía de la zona (PORN, 2003).

4.1.7.- La caza en la Sierra de Aracena

La caza es un sector que siempre ha estado presente en la sierra, aumentando su importancia durante las últimas décadas aunque sin llegar a ser una fuente primaria de ingresos para la zona. En torno a un 60-80% de la extensión de la comarca se encuentra acotada para el uso compartido de caza y otras actividades, como la ganadería o la silvicultura. De todas las fincas destinadas a la caza, una mínima parte se dedica exclusivamente a caza menor, siendo las aves migratorias (zorzales, palomas y tórtolas) las piezas más frecuentes, muy por encima de conejos, liebres y perdices. El resto son cotos de caza mayor destinados en su mayoría al ciervo y el jabalí, a los que hay que sumar el muflón y el gamo como especies cinegéticas introducidas por los propietarios de algunos cotos privados (PORN, 2003).

El modelo típico de coto de caza mayor, donde se encuentra la mayor parte de la población de jabalíes de la sierra, se corresponde con una superficie de tamaño variable en la que se encuentra una edificación o vivienda rural, normalmente situada en el centro de la misma, y cuyas lindes están claramente delimitadas en todo el perímetro, ya sea con muros de piedra, malla ganadera de diferentes tipos, o malla cinegética. En el interior del coto pueden realizarse otro tipo de actividades como ganadería o silvicultura, aunque siempre respetando amplias zonas de “mancha” o de vegetación densa (matorral y/o arboleda). Estas áreas que suelen localizarse en aquellas zonas más abruptas y se encuentran atravesadas por cortafuegos y carriles, sirviendo de refugio

para las especies cinegéticas que luego son abatidas en monterías, que es la modalidad de caza mayor más frecuente de la zona.

Dentro de este contexto, hay que tener en cuenta una serie de consideraciones cuando se acometen estudios epidemiológicos como el que hemos realizado en el presente trabajo:

- Por un lado, la facilidad que tiene la fauna silvestre para atravesar los perímetros de los cotos.
- En segundo lugar, la presencia constante de ganado en dichos cotos durante gran parte del año (Fig. 18), a excepción de los días en los que se realiza la caza, en los que se refugia en naves o fincas cercanas.
- Y por último, la concentración de cotos colindantes en determinadas zonas, creando así corredores de kilómetros de longitud en los que los animales se mueven libremente por amplias zonas, pudiendo tener acceso a diferentes explotaciones de varios términos municipales. A todo esto hay que sumar el disturbio al que son sometidas las especies cinegéticas durante la época de caza, lo que facilita que pasen de un coto a otro o incluso atraviesen carreteras y núcleos urbanos tras las monterías.



Fig. 18 – Presencia conjunta de fauna silvestre y ganado doméstico de manera simultánea en un mismo terreno de la Sierra de Aracena.

4.2.- Animales objeto de estudio: Recogida de datos

Los jabalíes analizados en el presente estudio pertenecen a la población presente en la Sierra de Aracena, la cual nunca anteriormente ha sido estudiada en lo que respecta a sus características y estado sanitario. De hecho, no se han encontrado trabajos previos sobre su dinámica poblacional, por lo que se desconocen las características demográficas de este grupo. Sin embargo, la frecuencia de avistamientos, los animales abatidos y la abundancia de rastros de jabalí hacen pensar que se trata de una especie bastante abundante en la zona de estudio. Del mismo modo, tampoco existen datos relacionados con el estado sanitario de los jabalíes procedentes de la zona.

Tabla 2 – Animales procedentes de las diferentes monterías, indicando el municipio de procedencia, nombre del terreno, el sexo y las tres categorías de edad de los animales muestreados.

ID	Municipio	Terreno	Machos			Hembras			TOTAL
			I*	II	III	I	II	III	
1	Alajar	El Cabezo		1		1		3	5
2	Aracena	Las Gordillas	1			1	2	1	5
3	Aroche	Los Andévalos				1	2		3
4	Aracena	Las Vaqueras			1			1	2
5	Aracena	Navafresno			3		1		4
6	Zufre	Jarrama		1				1	2
7	Aracena	Las Tumbas				1	1	1	3
8	Aracena	Las Indias	1	1	1	1	1		5
9	Aracena	Las Gordillas	1				2	1	4
10	Aracena	Majadal viejo / Vallecano					1	1	2
11	Zufre	Los Manchones	2			2		2	6
12	Aracena	La Pedrosa					5	1	6
13	Linares	Picachanes					1		1
14	Santa Olalla	Bembeje		1			1		2
15	Alajar-Linares	La Giralda	2					2	4
16	Aracena	Prado del Lobo				1	1		2
17	Corteconcepción	Viña de las Ánimas			1	1			2
18	La Nava	Murtiguillas	2		1		1		4
19	La Corte	Los Terrazos			1		1		2
20	Los Marines	San Ginés		2	1	1			4
21	Cortegana	Alcalabocinos	2	2	1	1			6
22	Aroche	La Contienda						1	1
23	Los Marines	Los Barrancos				1	2		3
24	Aracena	Las Indias					2		2
25	Los Marines	San Ginés	1		1	3		2	7
26	Zufre	Jarrama	1	2	2		1	3	9
27	Almonaster	La Estación	1						1
28	Aracena	Los Castellanos					1		1
29	Aracena	Cerca del Cojo			1				1
30	Aracena	La Granada			1		1		2
31	Zufre	Santana			1			1	2
32	Encinasola	Corrales		2		4	1	3	10
33	Los Marines	Los Castillejos	1		1	3	1	3	9
34	Aracena	Los Blanqueares			3	1	3	3	10
35	Aracena	Las Indias	3			1	1		5
36	Zufre	Jarrama		2	1		6	1	10
37	Encinasola	Sierra Herrera		3	2			1	6
38	Alajar	Montecandiles			2		1	2	5
39	Aracena	Zuazo	4	2	1	1	2		10
40	Zufre	El Encinar	1	1		1	1	3	7
41	Los Marines	Los Barrancos				1	1		2
42	Encinasola	La Baltasara	5	5		2	5	2	19
43	Alajar	La Giralda			1	1		1	3
TOTAL			28	25	27	30	49	40	199

*.- Grupos de edad: I – menores de 12 meses; II – 12-24meses; III - mayores de 24 meses.

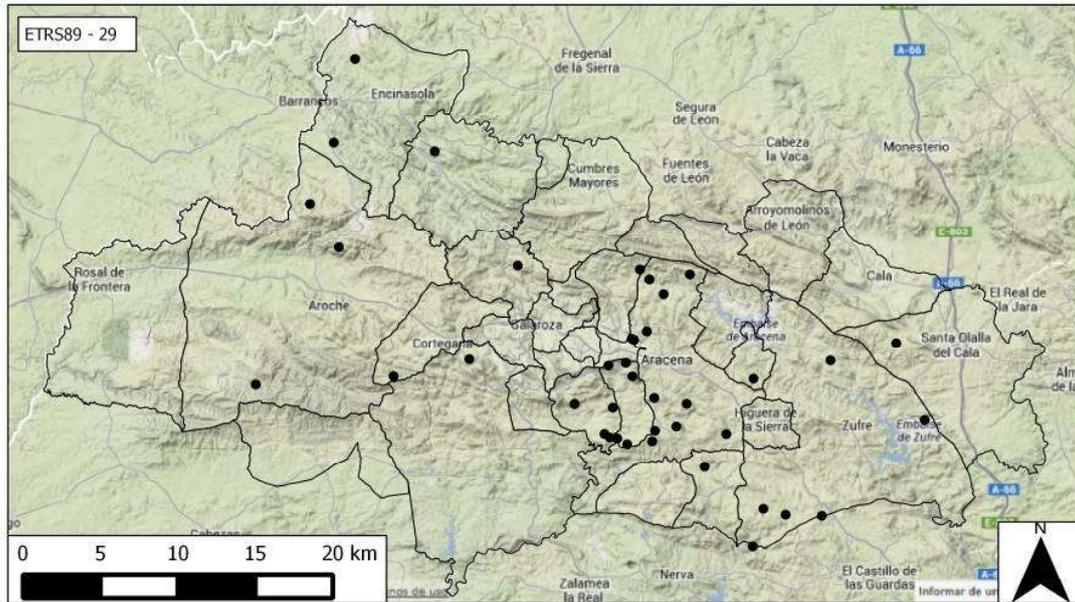


Fig. 19 – Localización de las monterías muestradas (algunas de ellas muestradas los dos años).

Los animales analizados procedían de un total de 43 monterías ordinarias (Tabla 2) llevadas a cabo entre los meses de octubre y febrero de las temporadas de caza 2010/2011 y 2011/2012 (Fig. 19). Las monterías fueron organizadas por sociedades de cazadores locales o por propietarios de cotos privados. En cualquiera de las dos situaciones, el planteamiento fue el mismo: tras una temporada proporcionando alimento suplementario (grano) en varios comederos, el día de la montería los cazadores se sitúan, a primera hora de la mañana, en puestos repartidos por la zona a batir. Tras las primeras horas en las que los primeros animales son abatidos, se sueltan desde diferentes direcciones, rehalas de perros cuya función es provocar la salida de los ejemplares que pudieran haber quedado ocultos entre la vegetación. Por este motivo, los jabalíes pueden llegar a desplazarse grandes distancias durante esta modalidad de caza. En torno al mediodía, se da por finalizada la jornada, siendo necesaria la actuación de un grupo de hombres ayudados de animales de tiro o vehículos para reunir las piezas abatidas en el punto conocido como “junta de carnes” (Fig. 20). En este lugar se lleva a

cabo, por parte de trabajadores de una empresa especializada, el eviscerado y la preparación de las canales para su aprovechamiento cárnico. Durante este proceso se generan una serie de despojos que comprenden patas (parte distal de la extremidad, desde carpos y tarsos), cabezas, así como vísceras torácicas y abdominales de las piezas. Todos estos despojos, después del faenado de las canales, son recogidos por una empresa autorizada para su destrucción mediante incineración.



Fig. 20 – “Junta de carnes” de una de las monterías muestreadas

Los datos referentes a los animales abatidos se recogieron en el momento del muestreo, una vez finalizada la montería. La información sobre la localización de la zona de caza fue facilitada por los propios cazadores y, posteriormente, las coordenadas georeferenciadas de dicha zona fueron obtenidas mediante la búsqueda sobre una ortofoto y un mapa topográfico 1:25.000 en la página web del Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (<http://sigpac.mapa.es/fega/visor/>). Con el fin de

homogeneizar la recogida de información y evitar errores a la hora de determinar la zona habitual de campeo de los jabalíes abatidos, se optó por situar la coordenada de referencia de cada montería muestreada en el centro del área donde ésta se realizó. Esta decisión es debida a dos razones: en primer lugar, tal y como se ha indicado anteriormente, la montería es una modalidad de caza que provoca que los animales se desplacen varios kilómetros de la zona habitual de campeo; y, en segundo lugar, se da la circunstancia de que, en una montería, las “armadas” o líneas de cazadores se encuentran dispersas por una amplia superficie, dentro de la cual se abaten gran cantidad de animales cuyo punto de caza puede estar considerablemente distanciado de su zona habitual de campeo.

Otra información tomada durante las juntas de carnes fue la derivada del examen de los cadáveres de los jabalíes abatidos. En concreto, se determinaron el sexo y la edad. Se establecieron tres grupos de edad: un grupo de animales menores de 12 meses (GRUPO I), individuos de entre 12 y 24 meses (GRUPO II), y, por último, jabalíes mayores de 24 meses (GRUPO III). La estima de edad se realizó en base al desarrollo dentario (Fig. 21) (Järvis *et al.*, 2007), así como al tamaño corporal y el color del pelaje (Richomme *et al.*, 2010), ya que, a medida que los jabalíes crecen, se aprecia un cambio en el pelaje. En concreto, durante los primeros meses de vida presentan bandas claras y oscuras en los flancos, denominándose entonces “rayones”; posteriormente pasan a ser “bermejós”, debido a que su capa es de color pardo-rojizo, permaneciendo esta tonalidad hasta el año de vida aproximadamente; y finalmente adquieren un color pardo-oscuro una vez superado el año de vida (Rosell y Herrero, 2008).

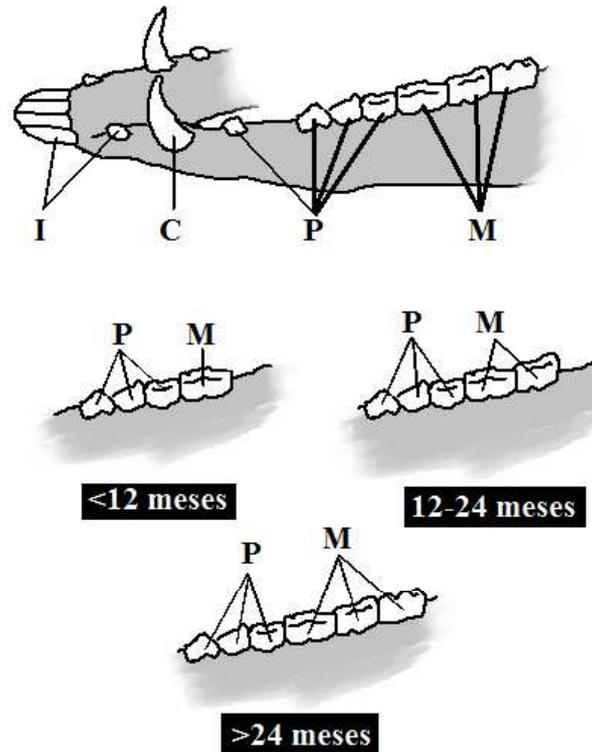


Fig. 21 – Esquema de los cambios de dentición del jabalí en función de la edad.

4.3.- Recogida y procesado de las muestras

Durante el eviscerado de las piezas abatidas, se procedió a la recogida de las muestras necesarias para la realización del presente estudio. Previo acuerdo con los responsables de la organización de la montería, el paquete visceral era apartado directamente por los carniceros encargados de dicha función. Éste abarcaba desde la porción terminal de la tráquea hasta casi la totalidad del recto, incluyendo pulmones, corazón, diafragma, hígado, estómago, intestino delgado y grueso, riñones, aparato reproductor (en el caso de las hembras) y vejiga. Se tomaba además una muestra de sangre de la cavidad interna (tórax + abdomen).

Los paquetes viscerales se introdujeron en bolsas de plástico de gran capacidad con una identificación numérica. La sangre se recogió en tubos de ensayo sin

anticoagulante. Las dos bolsas y el tubo de sangre de cada individuo se almacenaron conjuntamente en contenedores rígidos individuales de gran tamaño y, una vez finalizada la recogida de muestras, se trasladaron inmediatamente a un laboratorio de campo localizado en el municipio de Aracena, donde se procedió a congelar a -18°C las bolsas de vísceras. La muestra de sangre recogida se dividió en dos alícuotas de 1,5-2 ml, que se conservaron a -18°C , en tubos debidamente identificados hasta el momento de su análisis.

Los días posteriores a cada una de las monterías, se descongelaron secuencialmente las vísceras de cada jabalí con el fin de procesarlas. En un primer momento se llevó a cabo el examen macroscópico del paquete visceral para buscar lesiones compatibles con tuberculosis o cualquier tipo de alteración o lesión digna de mención. Además, este primer examen permitía buscar parásitos detectables macroscópicamente como es el caso del quistes hidatídicos, *Cysticercus tenuicollis*, *Cysticercus cellulosae* o *Sarcocystis* spp. A continuación, los órganos fueron separados para poder procesarlos de manera aislada:

- Se aislaron los pulmones eliminando los restos de pleura y separándolos del esófago y los grandes vasos del mediastino. Posteriormente se realizó la apertura del árbol tráqueobronquial, abarcando desde la glotis hasta los bronquios principales y sus ramificaciones, llegando a los bronquiolos más próximos al vértice de ambos pulmones. Los parásitos recogidos en las vías aéreas se lavaron en agua y, seguidamente, fueron conservados en recipientes con etanol al 70%.

- El corazón se separó de los pulmones, y se realizó la apertura de las aurículas, ventrículos y grandes vasos, con el fin de buscar la presencia de lesiones o *Sarcocystis* spp en su interior.
- De la porción de diafragma que quedaba unida al paquete visceral, se obtuvo una muestra de 25 g de tejido muscular que se conservó en congelación en una bolsa hermética de auto-cierre identificada. A partir de esta muestra se realizó posteriormente el diagnóstico de *Trichinella* spp. mediante una técnica de digestión, como seguidamente se explicará.
- El hígado se separó del resto del paquete gastrointestinal y, a continuación, se realizó el examen macroscópico del órgano, para buscar lesiones, trayectos o granulomas parasitarios, así como posibles parásitos adheridos a la cápsula de Glisson. Seguidamente se incidió sobre la vesícula biliar y se realizaron cortes seriados del parénquima hepático, con el fin de detectar la presencia de los trematodos *Dicrocoelium dendriticum* y *Fasciola hepatica* y, al mismo tiempo, la presencia de cualquier lesión o parásitos intraparenquimatoso.
- El estómago se separó del resto del tubo digestivo, y se seccionó a la altura del duodeno, y del cardias, y posteriormente se separó del omento mayor. Luego se realizó su apertura por la curvatura mayor, recogiendo el contenido, y procediendo al lavado y raspado de la mucosa para desprender los parásitos que hubieran podido quedar adheridos. Todo el contenido se filtró a través de un cedazo metálico de 0,3 mm de diámetro de luz de malla. Del total del filtrado retenido en dicho cedazo, se examinó el 30% bajo la lupa estereromicroscópica con el fin de detectar y recoger todos los parásitos

presentes. Todos los parásitos detectados fueron conservados en etanol 70% en recipientes de plástico a la espera de ser procesado.

- El procedimiento laboratorial seguido con el intestino delgado fue similar al descrito anteriormente. Así, tras separar las asas intestinales del mesenterio (Fig. 22), se realizó la apertura longitudinal del intestino delgado, lavado y raspado de la mucosa en tramos de unos 30 cm. Durante la manipulación y apertura de este órgano, se recogieron los macroparásitos que fueron detectados en este proceso, como *Ascaris suum* o *Macracanthorhynchus hirudinaceus*. Por último, el 30% del contenido intestinal recogido se lavaba y filtraba para ser procesado de idéntica manera a la descrita en el caso estomacal.



Fig. 22 – Corte del mesenterio para separar las asas del intestino delgado.

- El procesado de intestino grueso fue ligeramente distinto al descrito en el caso del intestino delgado, ya que el estudio parasitológico se realizó a partir del contenido de los dos primeros tercios de este órgano. Finalmente, del contenido del colon distal y del recto se tomó una muestra de heces para un posterior estudio coprológico.
- Una vez finalizado el procesado de todos los órganos del aparato digestivo, se llevó a cabo la búsqueda de parásitos en el contenido de cada tramo digestivo antes diseccionado. Este proceso se realizó depositando pequeñas cantidades del contenido filtrado en una placa de Petri, y tras añadirle agua para conseguir más transparencia y fluidez, se buscaron los helmintos bajo un estereomicroscopio y se recogieron con una aguja entomológica. Todos los parásitos así obtenidos se conservaron en recipientes con etanol al 70% convenientemente rotulados.

4.4.- Metodología diagnóstica

4.4.1.- Identificación taxonómica de parásitos respiratorios y digestivos

Los parásitos aislados fueron montados en una preparación no permanente con lactofenol, entre un portaobjetos y un cubreobjetos, para ser aclarados y poder observar sus diferentes estructuras. Sobre estas preparaciones se llevó a cabo la identificación morfométrica de las diferentes especies. Con este fin, se compararon los ejemplares obtenidos con las descripciones recogidas en Skrjabin *et al.*, 1987; Yamaguti *et al.* 1961; Soulsby 1982; Durette-Desset, 1983 y Anderson, 2000.

4.4.2.- Análisis coprológicos

El diagnóstico coprológico comenzó con la toma de 3 g de heces del último tramo del intestino grueso durante la necropsia. Estas heces eran homogeneizadas con aceto-acetato (10ml/g de heces), mediante maceración en mortero. Tras dejar reposar cinco minutos, la muestra se filtró a través de una gasa plegada dos veces para eliminar las partículas más groseras de la mezcla. El fluido resultante era depositado en tubos de ensayo que eran llenados hasta aproximadamente la mitad de su longitud. El resto de su capacidad se completó con éter de petróleo que se añadía hasta su borde aproximadamente. La función de añadir este compuesto al aceto-acetato es por diferencia de densidad, separar la fracción lipídica que pudiera haber en el contenido digestivo y que podría dificultar el examen coprológico (Bailinger, 1966). Tras agitar el tubo suavemente para homogeneizar su contenido, se centrifugó a 1500 revoluciones por minuto durante cinco minutos. Una vez desechado el sobrenadante resultante, el sedimento se resuspendió mediante agitación, y se añadieron 10 ml de solución de flotación de Sheather (640 ml de agua destilada + 1 kg de azúcar). Se homogeneizó todo suavemente, y con una pipeta Pasteur se introdujo en la cámara de McMaster para su examen a microscopio óptico tras 15 minutos de reposo (Dryden *et al.*, 2005). La identificación morfométrica de los huevos hallados se basó en las descripciones de Skrjabin *et al.* 1954, Yamaguti *et al.* 1961, Soulsby, 1987 y Cordero del Campillo *et al.*, 1999.

4.4.3.- Detección de larvas de *Trichinella* spp

El diagnóstico de *Trichinella* spp. se realizó siguiendo las recomendaciones de la Comisión Internacional de Trichinellosis (Gamble *et al.*, 2000) tomando como punto

de partida muestras de 5 g de tejido muscular diafragmático. Para cada una de las digestiones, se agruparon las muestras en lotes, cada uno de los cuales estaba formado por las muestras correspondientes a cinco jabalíes. Estas muestras se trocearon finamente en una picadora eléctrica doméstica (Fig. 23).



Fig. 23 - Troceado de las muestras de tejido muscular previo a la digestión artificial.

Posteriormente el material resultante fue vertidos en el líquido de digestión previamente preparado (Fig. 24) compuesto por:

- 500ml de agua destilada a 42-45°C en agitación a 200 revoluciones por minuto.
- 5 g de pepsina (Pepsin Panreac 1:10.000 NF RE)
- 5 ml de ácido clorhídrico (37% Panreac A-ACS-ISO)



Fig. 24 - Digestor artificial

Se mantuvieron estas condiciones de temperatura, pH y agitación durante 40 minutos, al final de los cuales se detuvo el proceso de digestión mediante la adición de agua y hielo para disminuir la temperatura y aumentar el pH de la solución. Una vez finalizada la digestión, y atemperada la solución a temperatura ambiente, se filtró la mezcla a través de un cedazo de 0,3 mm de diámetro de poro. El líquido resultante se depositó en un decantador durante 40 min. Pasado este tiempo, los primeros 10 ml sedimentados fueron recogidos y depositados en una cámara de Favatti para examinarlo mediante microscopio óptico (10x) hasta completar el volumen total recogido. En el caso de que se detectara alguna larva de *Trichinella* spp, hubiera sido necesario repetir el proceso de digestión artificial pero de forma individualizada, digiriendo por separado cada una de las cinco muestras integrantes del lote sospechoso, hasta localizar el animal o animales positivos a la digestión.

4.4.4.- Diagnóstico serológico de agentes bacterianos

4.4.4.1.- Tuberculosis

Para detectar la presencia de anticuerpos frente a *Mycobacterium*, se realizó una técnica inmunoenzimática de tipo ELISA empleando tres antígenos diferentes: en primer lugar, los derivados proteicos purificados de *M. bovis* (PPDBo) y de *M. avium* (PPDav), ambos de CZ Veterinaria (Jaroso *et al.*, 2010). Y en segundo lugar, para contrastar con los resultados obtenidos con el antígeno PPDBo, se empleó la proteína recombinante MPB70, amablemente cedida por Jim McNair (Agri-Food and Bioscience Institute Stormont, Belfast, Northern Ireland, United Kingdom), que se ha demostrado que es útil para distinguir las infecciones por *Mycobacterium bovis* de las causadas por *Mycobacterium avium* subespecie *paratuberculosis*, ya que se expresa en el primero pero no en el segundo (Wiker, 2009; Marassi *et al.*, 2010).

Las placas de 96 pocillos de fondo plano (Maxisorb, Nunc) fueron antigenadas con 100 µl de una solución de los antígenos purificados en tampón carbonato/bicarbonato pH 9,6. Las concentraciones fueron de 5 µg/ml para los dos primeros, y 1 µg/ml para la MPB70 (Boadella *et al.*, 2011b; Buendía *et al.*, 2013). Se incubaron las placas a 4°C durante 24h, periodo tras el cual se realizaron tres lavados consecutivos con 250 µl de PBS-Tween 20 al 0,05%, pH 7,2 (SIGMA). Una vez retirado el tampón de lavado se añadieron 100 µl, tanto de los sueros control como de los sueros a testar de jabalí, todos ellos diluidos al 1:100 en una solución específica (*ELISA diluyent solution* Bioscience). A continuación las placas se incubaron durante una hora a 37°C para favorecer la unión de anticuerpos a los antígenos adheridos al fondo de los pocillos. Pasado este tiempo, se realizaron cuatro lavados con PBS-Tween

20. El siguiente paso fue añadir 100 µl del conjugado anti-IgG de cerdo unido a la peroxidasa (SIGMA) a la dilución 1:2000 en el mismo diluyente utilizado para los sueros, e incubar de nuevo las placas durante una hora a 37°C. Tras los últimos cuatro lavados, se añadió el sustrato de la peroxidasa (SuerAqua Blue, eBioscience) para producir la reacción colorimétrica que aparece en unos 5-10 minutos. Transcurrido este tiempo, se realizó la lectura de la placa a 405nm en un espectrofotómetro (Labtex LT-4000 Microplate Reader).

El resultado obtenido de dicha lectura tuvo que ser recalculado para obtener valores expresados en porcentaje (E%). El E% representa la proporción entre la densidad óptica (DO) del suero problema, y el doble de la DO media de los controles negativos, multiplicado por 100. Los controles negativos se obtuvieron a partir de suero de fetos a término de algunas de las hembras de jabalí necropsiadas durante este estudio, siendo antes contrastados sus valores con los obtenidos de sueros de cerdos procedentes de explotaciones certificadas. Con este método, se consideran positivos aquellos animales con un valor de E% mayor de 100.

4.4.4.2.- Clamidiosis

La detección de anticuerpos frente a *Chlamydia spp.* se basó en el empleo de una técnica ELISA similar a la anterior, con la salvedad de que para antigenar las placas se utilizó una suspensión de cuerpos elementales purificados por centrifugación en gradiente de renografin. Estos antígenos fueron obtenidos mediante la inoculación de la cepa AB7 de *C. abortus* en sacos vitelinos de embrión de pollo, que tras la maceración, fueron centrifugados para extraer la porción intermedia rica en clamidias (Ortega, 2005). Tras la valoración proteica de las clamidias purificadas mediante el

método Lowry, las placas fueron antigenadas con una concentración de 2 µg/ml, siguiendo la misma metodología ya descrita para la técnica ELISA anterior.

El umbral de positividad también se calculó de igual manera que se ha descrito anteriormente en el caso de tuberculosis, expresando los resultados definitivos en E%.

4.4.4.3. - Brucelosis

Para detectar la presencia de anticuerpos frente a brucelosis, se utilizó un kit comercial (BRUCELLA PORCINO 1.1.BP.K.1, INGENASA) siguiendo las instrucciones proporcionadas por el fabricante. Se consideraron positivos aquellos sueros cuya proporción DO muestra/DO media de los controles positivos fuera superior a 0,25.

Tanto en este caso como en el de los patógenos víricos que se describen a continuación, es necesario destacar que no fueron analizadas las 199 muestras recogidas. En su lugar, únicamente pudieron ser analizados 184 muestras de jabalíes. Fueron seleccionados los 15 sueros que serían excluidos de los análisis según un criterio de representabilidad epidemiológica. Así, se eliminaron aquellos sueros procedentes de monterías con mayor número de jabalíes abatidos, concretamente, aquellos cuyo sexo y grupo de edad hubiera estado más representado.

4.4.5. – Diagnóstico serológico de agentes víricos

4.4.5.1. – Enfermedad de Aujeszky

La detección de anticuerpos frente al virus de la enfermedad de Aujeszky se hizo mediante el kit comercial INGEZIM ADV TOTAL 1.1.ADV.K.1 (INGENASA),

siguiendo las instrucciones del fabricante. En este caso, el umbral de positividad se fijó en un valor de 0,35 en la proporción DO muestra / DO media de controles positivos.

4.4.5.2. Síndrome respiratorio y reproductivo porcino (PRRS)

En el caso del virus del PRRS, se midió la presencia de anticuerpos específicos mediante un kit comercial de INGENASA (INGEZIM PRRS EUROPA 1.1.PRS.K). En este caso, siguiendo las instrucciones del fabricante, se consideró que había seropositividad en todas las muestras cuyos valores “DO muestra/DO media de los controles positivos” fueran iguales o mayores a 0,15.

4.4.5.3. – Circovirus porcino (PCV2)

Por último, para la detección de anticuerpos frente al PCV2, se utilizó el kit comercial INGEZIM CIRCO IgG 1.1.PCV.K.1 (INGENASA), en el cual se establece un valor de corte para los valores positivos, otro para los negativos y un rango de valores compatibles con sueros “dudosos”. Dichos puntos de corte se calcularon en función de los controles negativos proporcionados por el kit: Un punto de corte negativo (DO media de controles negativos + 0,2); otro punto de corte positivo (DO media de controles negativos + 0,25); y el rango de valores comprendido entre ambos puntos se corresponde con los animales considerados dudosos.

4.5.- Análisis epidemiológico

Los resultados obtenidos en el presente estudio se expresan según los parámetros epidemiológicos definidos a continuación (Margolis *et al.*, 1982; Bush *et al.*, 1997):

- Riqueza parasitaria: Número de especies de parásitos detectados en un hospedador concreto.
- Prevalencia/seroprevalencia: Proporción de animales positivos/seropositivos sobre el número total de animales muestreados.
- Intensidad media: número de especímenes de una especie concreta de parásitos hallados dividido entre el número de animales parasitados por dicha especie.

El análisis estadístico de estos resultados con respecto a los factores intrínsecos de los hospedadores (sexo y edad), el factor ambiental “explotaciones porcinas/Km²” así como el estudio de posibles interacciones entre patógenos que pudieran existir, se llevó a cabo mediante el software R (i386 2.15.0).

Para complementar el análisis epidemiológico a nivel geográfico, se han empleados Sistemas de Información Geográfica (SIG) los cuales se han mostrado útiles para estudiar determinados aspectos biológicos de especies como el jabalí (Park y Lee, 2003; Primi *et al.* 2009; Belda *et al.*, 2012). De este modo, para el presente estudio se ha diseñado un método que relaciona cualitativa y cuantitativamente la presencia o la seropositividad de los patógenos hallados con diferentes variables ambientales. Entre dichas variables se incluyen datos topográficos, datos climatológicos o categorías de uso del suelo (Tabla 3). El acceso a determinada información del área de estudio, como es el caso de la localización de explotaciones ganaderas o la densidad estimada de la población de jabalíes, ha sido limitada o nula, por lo que estos factores no han sido considerados en el análisis epidemio-geográfico, a pesar de que dicha información hubiese sido muy valiosa para el desarrollo del presente estudio.

Tabla 3 - Variables ambientales analizadas en el estudio epidemiológico-geográfico

VARIABLE	DEFINICIÓN
Altitud	Altitud sobre el nivel del mar
Orientación	Orientación norte-sur/este-oeste
Pendiente	Pendiente del terreno
Sombreado	Insolación
Relieve	Irregularidades del terreno
Escabrosidad	Irregularidades del sustrato
Tª invierno	Tª media invernal (1971-2000)
Tª primavera	Tª media primaveral (1971-2000)
Tª verano	Tª media estival (1971-2000)
Tª otoño	Tª media otoñal (1971-2000)
Uso de suelo 1	Explotaciones agrarias/ganaderas
Uso de suelo 2	Masas de agua
Uso de suelo 3	Balsas de aguas residuales
Uso de suelo 4	Bosque mixto
Uso de suelo 5	Bosque de ribera
Uso de suelo 6	Carretera o camino
Uso de suelo 7	Cultivo o huerta
Uso de suelo 8	Cultivo de pastizal
Uso de suelo 9	Quercíneas densas
Uso de suelo 10	Dehesa de quercíneas
Uso de suelo 11	Eucaliptal
Uso de suelo 12	Matorral con bosque mixto
Uso de suelo 13	Matorral
Uso de suelo 14	Cultivo de olivar
Uso de suelo 15	Parque periurbano
Uso de suelo 16	Pinar
Uso de suelo 17	Prado
Uso de suelo 18	Terreno sin vegetación
Uso de suelo 19	Suelo urbanizado
Uso de suelo 20	Vertedero

El procesamiento de los datos obtenidos comenzó con la determinación de la georreferencia, mediante coordenadas UTM, de los puntos centrales de las áreas abarcadas por las monterías (Fig. 24-1). Seguidamente, utilizando el software Quantum GIS (versión 1.8.0), se establecieron unas áreas de influencia o “*buffers*” de 0,6 km de radio (Fig.24-2), de acuerdo con el área media aproximada que ocupan las monterías en la Sierra de Aracena. Aquellos *buffers* que mostraron solapamientos se fusionaron en un solo “polígono de muestreo”, considerando probable que los jabalíes de ambas monterías perteneciesen al mismo grupo o subpoblación (Fig.24-3).

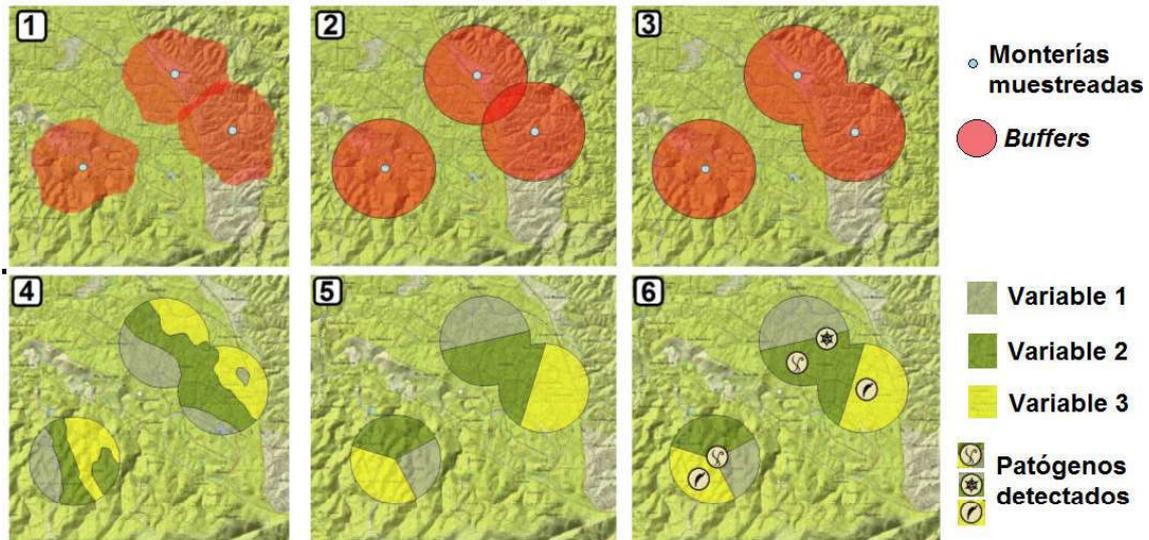


Fig. 24 – Esquema del análisis epidemiogeográfico - 1) Localización de monterías; 2) Creación de áreas *buffer*; 3) Fusión de *buffers* solapados en polígonos; 4) Caracterización de factores ambientales; 5) Cuantificación de dichos factores; 6) Inclusión de resultados de patógenos.

El siguiente paso consistió en caracterizar (Fig. 24-4) los diferentes factores ambientales existentes en cada una de estas áreas *buffer*, así como en cuantificar porcentualmente dichos factores (Fig. 24-5). Por último, se incluyeron también en el modelo los datos relativos a la presencia de parásitos o resultados de seropositividad frente a agentes infecciosos en cada una de las monterías, datos previamente obtenidos en las fases anteriores de nuestro estudio (Fig. 24-6).

Para interrelacionar los factores ambientales con los resultados epidemiológicos de cada uno de los patógenos se realizó un análisis de regresión logística con el software Epi Info 3.5.4. El objetivo fue determinar qué factores influyen en la aparición de cada uno de los agentes infectocontagiosos detectados en los jabalíes analizados. A continuación, se realizó otro análisis mediante regresión lineal, en este caso relacionando la frecuencia de aparición de los patógenos frente a las mismas variables; en este sentido, se seleccionaron aquellas que mostraron una relación estadísticamente significativa ($p < 0,05$), y se incluyeron en una función en la que la presencia de los patógenos estaba determinada por una constante (o intercepto) y una serie de variables o

factores cuantificados por un coeficiente “K” que indica la importancia que tiene dicho factor en el modelo:

$$\text{Patógeno} = \text{Constante} + (K_1 \times \text{Variable 1} + K_2 \times \text{Variable 2} + \dots + K_n \times \text{Variable n})$$

Esta función definió el modelo predictivo más acertado para determinar la aparición de cada uno de los patógenos en base a las variables consideradas. Para aplicar este modelo al conjunto de la Sierra de Aracena, ha sido necesario establecer una unidad de referencia que, en nuestro estudio, fue un sistema de cuadrículas 1 x 1 km, sobre el cual se calculó la presencia total de cada una de las variables (Fig. 25). Al aplicar la función del modelo predictivo a cada cuadrícula, se obtuvo como resultado un mapa que representa la adecuación de las características de cada cuadrícula con respecto a las condiciones idóneas para la aparición de un agente infectocontagioso. De este modo, las cuadrículas con mayor intensidad de color son aquellas que muestran las condiciones ambientales más favorables para que un jabalí se vea afectado por un determinado patógeno.

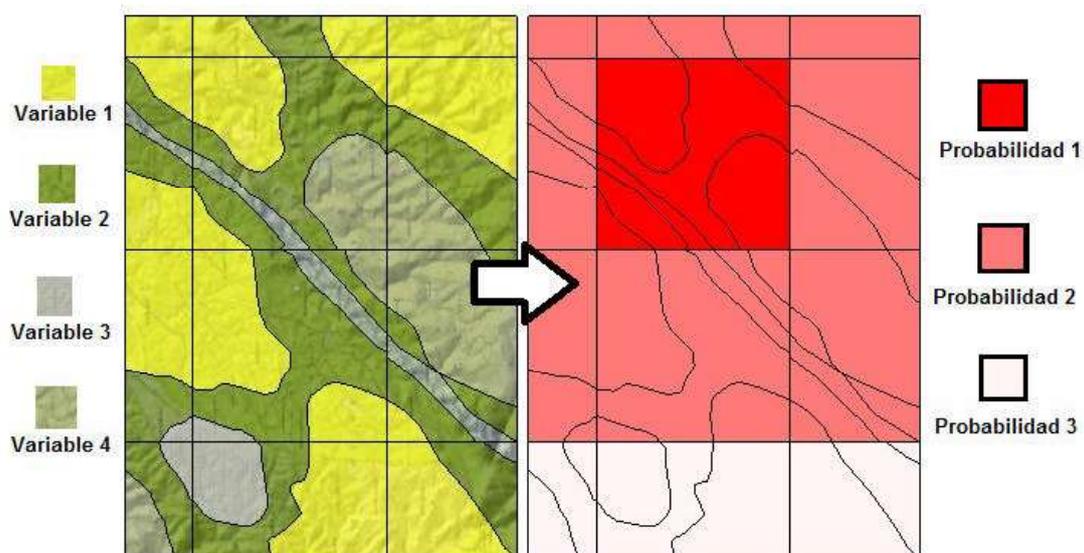


Fig. 25 - Esquema de elaboración de un mapa predictivo a partir de un mapa de factores

Por último, para realizar un análisis basado en inferencia Bayesiana, se utilizó el software Maxent v3.3.3. Este tipo de prueba permite calcular la probabilidad de hallar un determinado agente infectocontagioso en una zona, en este caso usando como referencia un 25% de los resultados obtenidos en la fase experimental, y no una línea recta hipotética (como el caso de la regresión lineal). Sin embargo este análisis sólo puede aplicarse a modelos de presencia/ausencia, por lo que no puede emplearse para predecir prevalencias. El software empleado permite, al mismo tiempo, seleccionar aquellas variables que condicionan de forma estadísticamente significativa, la presencia de un patógeno y, además, elaborar un mapa predictivo basado en la integración en una función de dichas variables. En este caso, se puede obtener un valor por debajo del cual la probabilidad de encontrar dicho patógeno es despreciable, apareciendo representados en el mapa resultante sin un color determinado.

Es necesario destacar que, debido a la mayor sensibilidad y especificidad de la técnica de la necropsia con respecto al análisis coprológico (Magi *et al.*, 2004; Martínez-Carrasco *et al.*, 2007; Martínez-Moreno *et al.*, 2007), los análisis estadísticos y epidemio-geográficos del presente estudio se llevarán a cabo tomando como base los resultados obtenidos mediante necropsia como método de detección de parásitos.

5.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1.- PARÁSITOS

De los 199 jabalíes analizados, todos excepto tres albergaron algún tipo de parásito. En base a la clasificación taxonómica, se han aislado 10 especies diferentes: una especie del Phylum Acantocephala, ocho especies del Phylum Nematelminthes y una especie de la clase Cestoda.

En relación a las especies de parásitos halladas, se detectó una especie de acantocéfalo (*Macracanthorhynchus hirudinaceus*), además del metacestodo *Cysticercus tenuicollis*, forma larvaria de *Taenia hydatigena*, de localización abdominal. Por otro lado, se aislaron nematodos de las especies *Metastrongylus elongatus* y *M. pudendotectus* de localización pulmonar, así como los nematodos *Ascarops strongylina*, *Physocephalus sexalatus*, *Ascaris suum*, *Globocephalus urosubulatus*, *Trichuris suis* y *Oesophagostomum dentatum* en aparato digestivo.

Por lo que respecta al número de especies de parásitos detectadas en cada hospedador (diversidad de especies), sólo hubo 3 jabalíes (1,5%) en los que no se aisló ninguna forma parasitaria (Fig. 26). Del resto de los 199 jabalíes, 16 (8,04%) estaban parasitados por una única especie, 25 jabalíes (12,56%) presentaron dos especies de parásitos, 43 (21,60%) 3 especies, 58 animales (29,16%) tuvieron 4 especies, 36 (18,09%) presentaron 5 especies de parásitos, 16 jabalíes (8,04%) estaban parasitados por 6 especies, 6 individuos (3,01%) albergaron 7 especies, 2 (1,00%) 8 especies y tan solo 1 (0,50%) presentó 9 especies de parásitos. Es destacable que no hubo ningún jabalí en el que se aislasen las 10 especies halladas en el presente estudio.

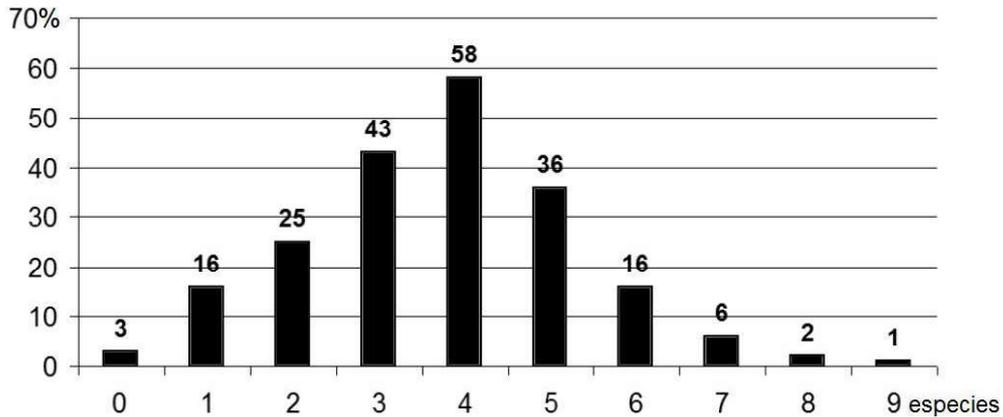


Fig. 26 – Número de jabalíes parasitados con respecto a la riqueza de especies (n=199)

Gran parte de los estudios relativos a parásitos de jabalí suelen ser descripciones de parasitofauna o lo que es lo mismo, obtienen y analizan datos de varias especies de parásitos. De este modo, es posible analizar la riqueza de especies descrita en estos trabajos y compararla con la del presente estudio. Al margen de aquellos trabajos focalizados en una única localización geográfica, la mayor riqueza de parásitos descrita en jabalí fuera de España la encontramos en Irán, con 16 especies citadas (Eslami y Farsad-Hamdi, 1992), mientras que la menor diversidad de especies se registra en Portugal, con 6 especies de parásitos (De Sousa *et al.*, 2004). En nuestro país, la riqueza más baja se obtuvo en Extremadura con tan solo 5 especies (Calero *et al.*, 2008), mientras que el valor más elevado se cita en Ciudad Real, con 11 especies (Fernández de Mera *et al.*, 2003). Sin embargo, este último valor se obtuvo a partir de animales tanto importados de Francia como autóctonos, albergando estos últimos únicamente 7 especies. Por tanto, nuestro estudio, en el que se describe la presencia de 10 especies de parásitos en jabalíes de la Sierra de Aracena, es el que ha descrito mayor riqueza parasitaria en jabalíes autóctonos en la Península Ibérica. Esto podría deberse a que el resto de trabajos similares no alcanzan un tamaño de muestra tan elevado como el de nuestro estudio, o bien, a que emplean menor número de métodos de diagnósticos o, en

otros casos, se limitan a examinar un determinado tipo de órganos o regiones, y no la totalidad de órganos internos, como es el caso del presente estudio.

5.1.1.-Parasitaciones halladas en función de la localización anatómica

Durante la necropsia reglada de los animales se procedió a la localización anatómica de los diferentes parásitos (Fig. 27). Considerando las cavidades abdominal y torácica de forma conjunta como una localización denominada “cavidades”, el 12,56% de los jabalíes presentaron el metacestodo *Cysticercus tenuicollis*, forma larvaria de *Taenia hydatigena*. En algunas ocasiones se observaron ejemplares de *M. hirudinaceus* o *A. suum* que habían abandonado la luz intestinal tras la muerte del animal, a través de las perforaciones provocadas por el disparo o cortes durante la evisceración. No obstante, estos hallazgos deben considerarse únicamente como una anécdota, ya que son parásitos de localización intraluminal. Los cisticercos encontrados se localizaban en la cápsula de Glisson de los lóbulos hepáticos, en las serosas del tracto digestivo, en los omentos y esporádicamente, en la cara visceral del diafragma. En ninguna de estas localizaciones se observaron lesiones ni reacciones más allá de las fibrosis y sinequias alrededor del cisticero y de los tejidos afectados.

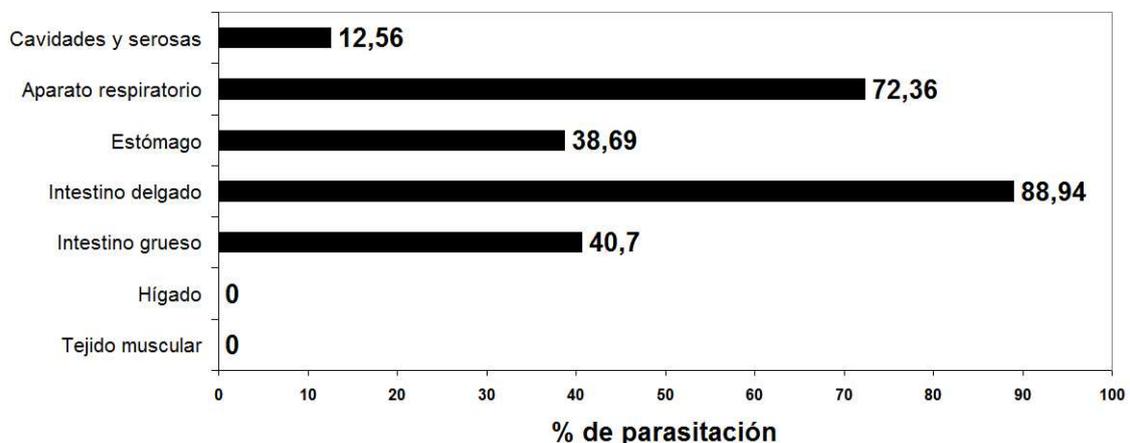


Fig. 27 – Prevalencias de la presencia de parásitos en cada una de las localizaciones anatómicas de los jabalíes analizados (n=199)

Con respecto al aparato respiratorio, se encontraron helmintos del género *Metastrongylus* en 144 de los 199 jabalíes estudiados (72,36%). Concretamente, la mayor parte de los especímenes se localizaban en las porciones del árbol bronquial de menor diámetro, correspondientes a zonas situadas en el extremo distal de los lóbulos pulmonares. La gran cantidad de nematodos encontrados en algunos jabalíes, es razón suficiente para deducir que en dichos animales es más que probable que existiese algún tipo de proceso de naturaleza traumático-obstructiva en los bronquios. Esta acción, en animales de vida libre, puede ser causa de una merma en su capacidad respiratoria y, en consecuencia, en su capacidad de huida, de movimiento o de resistencia.

El estómago de los jabalíes cazados estaba frecuentemente repleto de alimento debido a la práctica que se lleva a cabo por parte de los gestores de los cotos de caza del área de estudio, y que consiste en proporcionar alimento suplementario en determinados puntos de la zona los días anteriores a la montería, con el fin de atraer a un mayor número de piezas de caza. De los 199 jabalíes estudiados, en un total de 77 estómagos (38,69%) se aisló algún ejemplar de las especies *A. strongylina* y *P. sexalatus*.

De los intestinos delgados de los jabalíes analizados, 171 (88,94%) estuvieron parasitados por algún tipo de parásito. Este fue el órgano que con más frecuencia presentó lesiones anormales relacionadas con patologías parasitarias. Las más frecuentes fueron enteritis focales, consistentes en un proceso ulcerativo circunscrito por un engrosamiento de la mucosa y submucosa del intestino delgado; en ocasiones estos puntos de lesión presentaban una perforación y/o estaban hiperémicos. Esta lesión es compatible con la producida por la probóscide del acantocéfalo *M. hirudinaceus*, tal y como se pudo observar al hallar algunos ejemplares anclados a la mucosa durante la propia necropsia. En menor medida se observaron otras alteraciones en intestino, como

áreas congestivas u ocasionalmente, algún inicio de proceso de intususcepción. Sin embargo, en ningún animal se hallaron cantidades elevadas de grandes parásitos como *M. hirudinaceus* o *A. suum* que pudieran originar obstrucciones u otras consecuencias derivadas de su presencia en la luz intestinal. Tampoco se observaron alteraciones significativas de la mucosa intestinal que pudieran haber originado otros parásitos de pequeño tamaño como *G. urosubulatus*.

Con respecto a los 199 intestinos gruesos analizados, en 81 de ellos (40,70%) se aislaron parásitos. Sin embargo, no se detectaron lesiones macroscópicas que pudieran estar relacionadas con la presencia de estos agentes patógenos. El aspecto del contenido del intestino grueso no mostró indicios de que los animales examinados hubieran sufrido algún proceso diarreico.

Durante la realización de las necropsias y posteriores análisis parasitológicos no se evidenció la presencia de parásitos en el hígado ni en el sistema biliar, donde hubieran podido aislarse trematodos como *F. hepatica* o *D. dendriticum*.

Tampoco se detectó la presencia de *Trichinella spp.* u otros nematodos susceptibles de ser diagnosticados mediante la técnica de digestión artificial usada.

Por último, es necesario recordar, como se mencionó anteriormente, que el estudio estadístico y los análisis epidemiológico de los parásitos hallados se efectuaron tomando como referencia los resultados obtenidos únicamente mediante necropsia. Así mismo, la discusión de nuestros resultados con respecto a los hallados en otros estudios similares se llevará a cabo en el apartado de cada una de las especies halladas.

5.1.2.- Parasitación por grupo taxonómico

Si se comparan los datos de prevalencia de todos los parásitos hallados (Fig. 28), se observa cómo los nematodos son, además del grupo parasitario más representado en cuanto a riqueza de especies, el que mostró mayor prevalencia en la población de jabalíes de la Sierra de Aracena. Los acantocéfalos también están ampliamente distribuidos por la zona de estudio, representados por la especie *M. hirudinaceus*. Por último, los cestodos están presentes aunque con baja prevalencia y baja intensidad, con *C. tenuicollis* como única especie hallada.

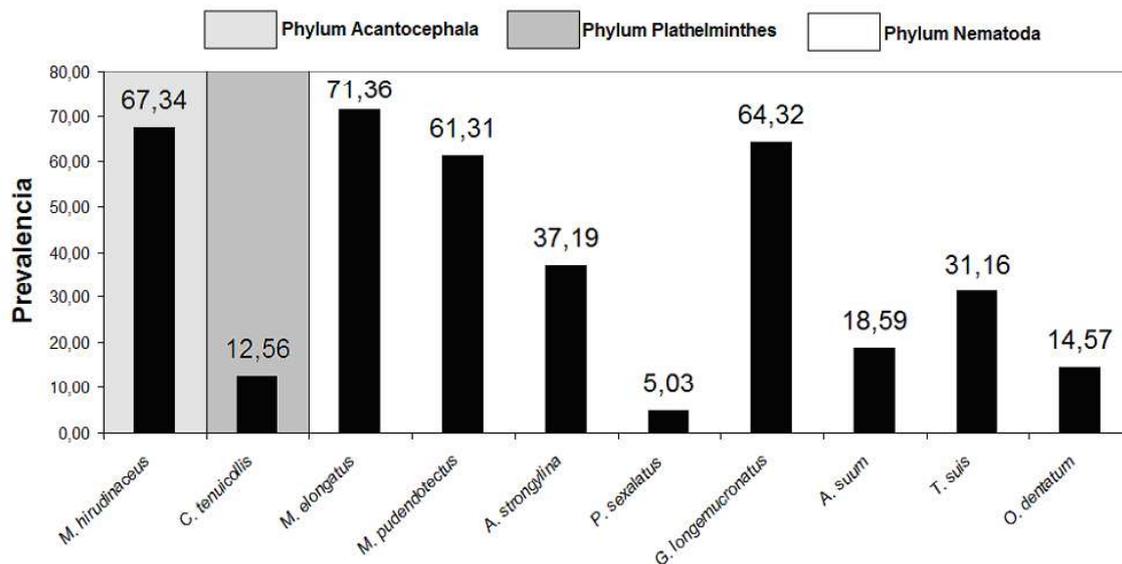


Fig. 28 – Prevalencias de los parásitos hallados de cada *Phylum*.

5.1.2.1- *Phylum Acantocephala*

De los 199 jabalíes analizados, en 134 se ha hallado el acantocéfalo *Macracanthorhynchus hirudinaceus* (Fig. 29), siendo, por tanto, la prevalencia del 67,34%. Del total de animales parasitados por este acantocéfalo, se aislaron un total de 782 ejemplares, de los cuales 230 eran machos y 552 hembras, con una sex-ratio de 1:2,4.



Fig. 29 – Especímenes machos y hembras de *M. hirudinaceus*

Por grupos de edad, el 26,12% de los jabalíes parasitados era menor de 12 meses, el 39,55% pertenecía al grupo de 12-24 meses, y, por último, el 34,22% de los jabalíes era mayor de 24 meses (Tabla 4). Por otro lado, en los animales parasitados, la sex-ratio fue de 1:1,98, es decir, por cada macho infectado, hubo dos hembras que también hospedaban este parásito.

Edad	POSITIVOS		NEGATIVOS			
<12 meses	15	8.15%	10	5.43%	Machos	25
	20	10.87%	13	7.07%	Hembras	33
12-24 meses	16	8.70%	9	4.89%	Machos	25
	38	20.65%	11	5.98%	Hembras	49
>24 meses	15	8.15%	14	7.61%	Machos	29
	30	16.30%	8	4.32%	Hembras	38
TOTAL	134	67.34%	65	32.66%		199

Tabla 4 – Distribución de animales parasitados por *Macracanthorhynchus hirudinaceus* en función de la categoría de edad y del sexo.

Los resultados de los análisis estadísticos apuntan a que no existe relación estadísticamente significativa entre estar parasitado por *M. hirudinaceus* y la edad, aunque sí con el sexo del hospedador según el test de Wilcoxon ($p=0,035$), siendo la prevalencia hallada en hembras (74,17%) significativamente mayor que la obtenida para machos (56,96%). En general, las variaciones en la parasitación de machos y hembras se pueden deber tanto a diferencias etológicas y ecológicas, como a diferencias fisiológicas (Zuk y McKean, 1996). En este sentido, se ha demostrado que las diferencias fisiológicas basadas en la influencia de la testosterona sobre el sistema

inmune, suponen una mayor predisposición de los machos a verse parasitados (Klein, 2004). Por ello, en nuestro estudio, una hipótesis que podría justificar que las jabalinas estén más parasitadas por *M. hirudinaceus* son causas de naturaleza etológica o comportamental, y no de índole fisiológica. Puesto que en el ciclo de este acantocéfalo intervienen escarabajos coprófagos como hospedadores intermediarios, y considerando que las hembras de jabalí, en especial durante la gestación, suelen hozar en mayor medida que los machos (Fernández-Llario, 2006), parece lógico pensar que es el factor que determina un mayor consumo de larvas de escarabajos y, por tanto, una mayor parasitación por *M. hirudinaceus* en las hembras.

Con respecto a la edad de los hospedadores, otros autores han señalado a la edad de los jabalíes como uno de los factores de riesgo para la parasitación por *M. hirudinaceus*, al no haberse detectado en jabalíes mayores de 1 año en la provincia de Valencia (De la Muela *et al.*, 2001). La ausencia en nuestro estudio de diferencias significativas entre distintos grupos de edad sugiere que los animales menores de 12 meses de nuestra población estudiada tienen contacto con el parásito en mayor magnitud que en la citada localización; debido quizás a diferencias ambientales entre ambas regiones o al mayor número de jabalíes jóvenes muestreados en nuestro trabajo.

La presencia de *M. hirudinaceus* en los jabalíes de la Sierra de Aracena también parece estar influenciada por el ganado porcino doméstico, ya que, en nuestro estudio se ha podido demostrar que existe correlación positiva débil ($\rho=0.25$, $p=5.325^{-15}$) entre la cantidad total de especímenes y la densidad de explotaciones porcinas (explotaciones/km²). Esto podría significar que dichas explotaciones podrían estar comportándose en cierto modo como reservorios del parásito, ya que casi en su totalidad se trata de explotaciones de régimen extensivo o semi-extensivo y que, por

tanto, mantienen sus animales en simpatria con el jabalí. El motivo podría ser que la acumulación de excrementos propia de las ganaderías favorecería la atracción y aumento de la densidad de los escarabajos coprófagos que se comportan como hospedadores intermediarios (Truman *et al.*, 1970; Tshikae *et al.*, 2008), favoreciendo así el ciclo de *M. hirudinaceus* en las inmediaciones de las explotaciones porcinas.

La abundancia máxima fue hallada en un animal que contuvo hasta 35 individuos de *M. hirudinaceus*, siendo la abundancia media –a.m.- de $3,93 \pm 5,41$ especímenes por animal analizado –eaa-, mientras que la intensidad media –i.m.- fue de $5,84 \pm 1,81$ especímenes por animal parasitado –eap-.

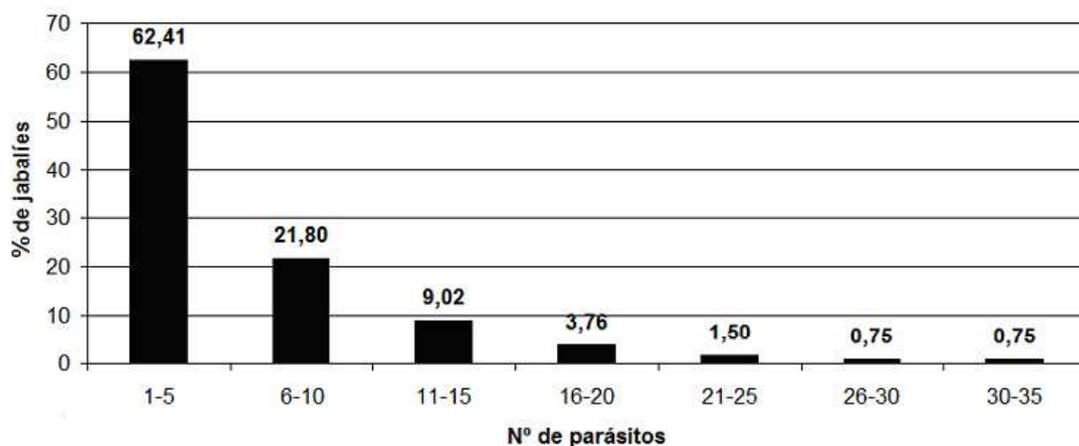


Fig. 30 – Intensidades de parasitación por *Macracanthorhynchus hirudinaceus* (n=199)

La elevada prevalencia que presentó esta especie contrasta con la baja intensidad de parasitación encontradas (Fig. 30), ya que el 62,41% de los jabalíes parasitados por *M. hirudinaceus* presentaba únicamente entre 1 y 5 ejemplares.

De los 35 polígonos muestreados en las dos temporadas de caza del presente estudio, en 34 de ellos se detectó la presencia *M. hirudinaceus* en al menos uno de los jabalíes analizados (Fig. 31). La ausencia en uno de los polígonos se debe a que sólo se

pudo muestrear un jabalí en dicha montería. Sea como fuere, se puede observar cómo este parásito está ampliamente distribuido en el conjunto de la Sierra de Aracena.

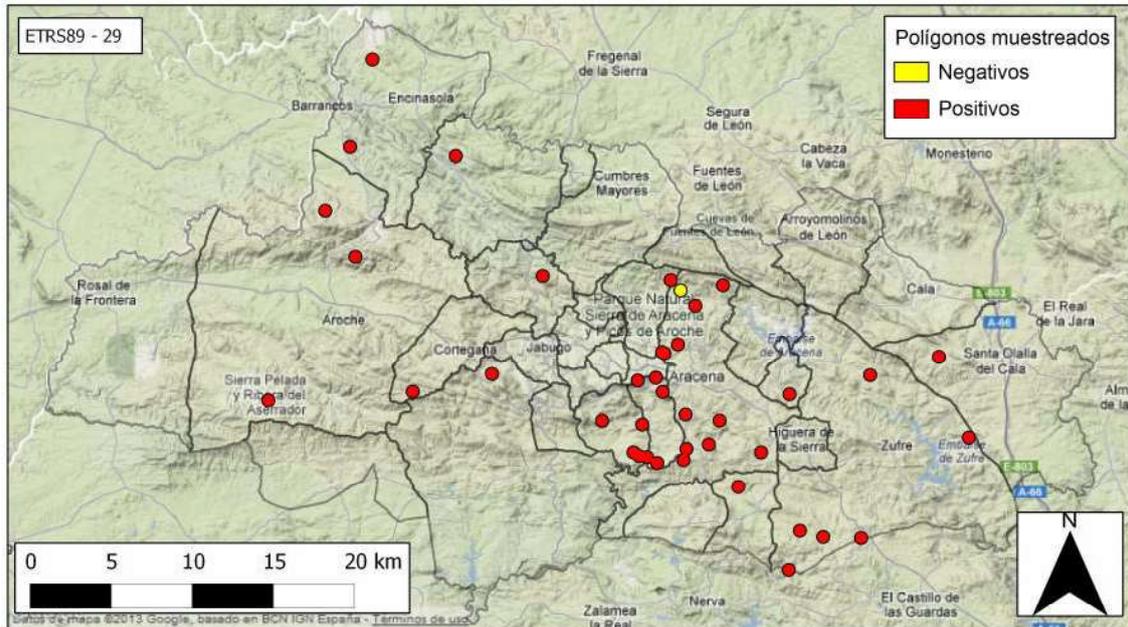


Fig. 31 – Distribución de los polígonos positivos y negativos a *Macracanthorhynchus hirudinaceus* en la Sierra de Aracena.

El análisis de regresión lineal aplicado a *M. hirudinaceus* ha permitido averiguar que los factores que tienen una relación estadísticamente significativa con prevalencias elevadas son la distancia media a explotaciones agro-ganaderas (Dist1Mean) y el porcentaje de terreno con uso de suelo destinado a pastizal (Area_8).

Variable	Coefficient	Std Error	F-test	P-Value
dist1mean	0.001	0.000	8.2640	0.004561
area_8	0.000	0.000	8.2111	0.004689
CONSTANT	61.193	5.101	143.8900	0.000000

Correlation Coefficient: $r^2 = 0.08$

Sin embargo, a pesar de que al incluir ambos factores en el análisis se obtiene un modelo más robusto ($R^2=0,08$), debido al bajo peso que tiene el segundo factor, éste desaparece de la función, obteniéndose un modelo predictivo en el que sólo tiene influencia el factor “distancia a explotaciones agro-ganaderas” (Fig. 32).

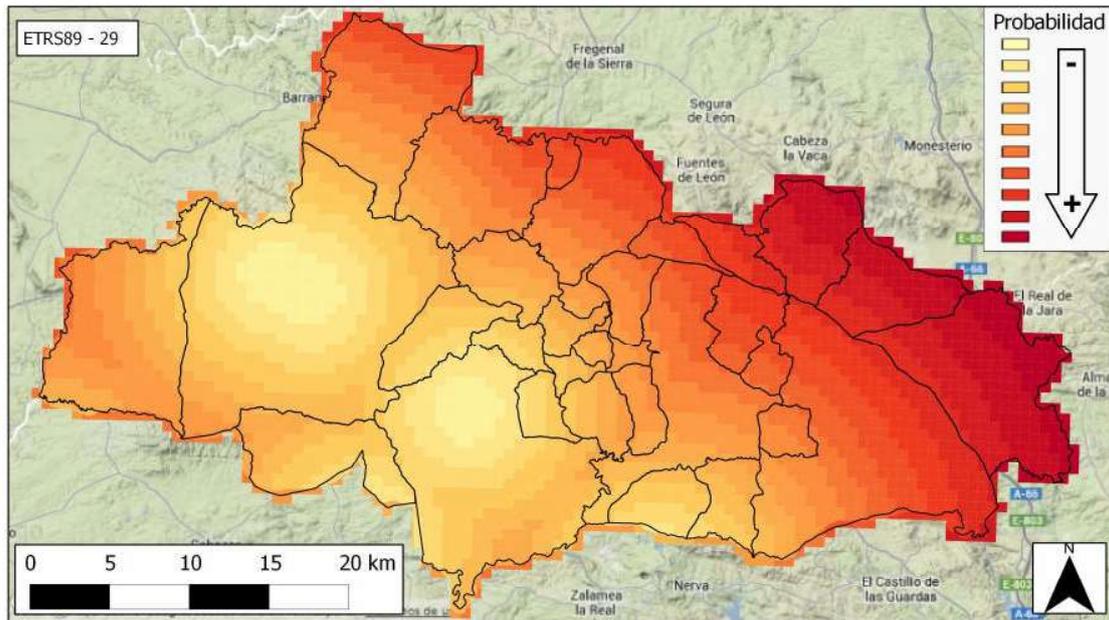


Fig. 32 – Mapa predictivo de la presencia de *Macracanthorhynchus hirudinaceus* en la Sierra de Arcena mediante el software QGIS.

Al llevar a cabo el otro tipo de análisis, mediante el software Maxent basado en el principio de máxima entropía, se obtiene que los factores influyentes en la presentación de esta parasitosis son la altitud (Altim), el porcentaje de áreas de caminos y carreteras (Area6) y la distancia media a zonas agro-ganaderas (Dist1Mean), estando dos de ellos íntimamente relacionados con la producción de ganado (Fig. 33).

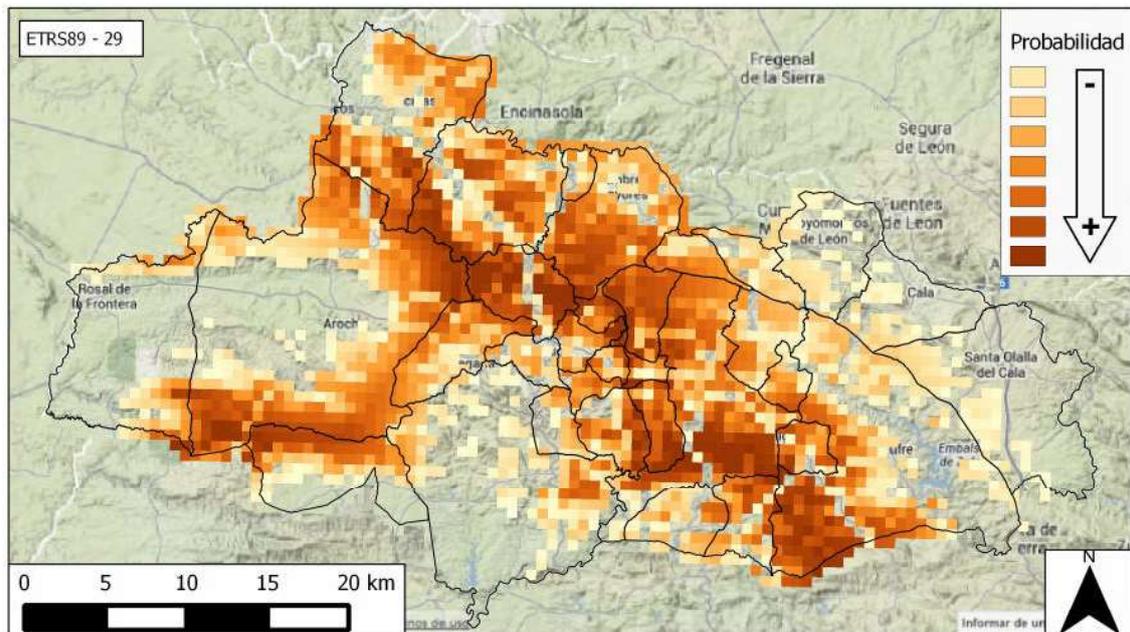


Fig. 33 - Mapa predictivo de la presencia de *Macracanthorhynchus hirudinaceus* en la Sierra de Aracena según el software Maxent

El mapa predictivo obtenido de estas tres variables muestra amplias áreas con alta probabilidad de encontrar animales parasitados por este acantocéfalo. Estas zonas se sitúan especialmente sobre las principales áreas montañosas, como son las sierras de orientación este-oeste, extremo occidental de Sierra Morena, y los picos y peñas de Aroche en el suroeste de la comarca. En estas zonas es donde se concentran gran cantidad de núcleos urbanos y viviendas rurales, por lo que podría deducirse que es donde en mayor cantidad se encuentran las ganaderías. Por otro lado, destaca el hecho de que estas zonas se vean interrumpidas por finas franjas donde la probabilidad decae hasta ser despreciable (cuadrículas transparentes) y que coinciden con las principales carreteras y vías de comunicación de la Sierra, indicando esto que dicho factor influye en esta parasitosis negativamente.

No son muchas las citas de *M. hirudinaceus* en jabalí que aparecen la bibliografía revisada. Sin embargo, frecuentemente aparece con prevalencias relativamente elevadas. Así, por ejemplo, ha sido detectado en el 19% de los jabalíes

analizados en Turquía (Senlik *et al.*, 2011), y en el 47 y 64% de los jabalíes examinados en dos estudios realizados en Irán (Eslami & Farsad-Hamdi, 1992; Mowlavi *et al.*, 2006).

En España, *M. hirudinaceus* se ha aislado en el 9,4% de las muestras fecales obtenidas de jabalíes analizados en Extremadura (Calero *et al.*, 2008), siendo una prevalencia considerablemente baja. Por otro lado, con respecto a los estudios basados en un método más fiable como es la necropsia, se detectó en jabalíes abatidos en la provincia de Valencia con una prevalencia del 21% (De la Muela *et al.*, 2001) y en Ciudad Real, un 53,3% (Fernández de Mera *et al.*, 2003). Estos datos sitúan a los jabalíes de la Sierra de Aracena, con un 66,83% de prevalencia, como la población con la prevalencia más alta de este acantocéfalo de las que se tiene constancia. Esto podría deberse a que con respecto a Ciudad Real y Valencia, las condiciones ambientales y epidemiológicas en la comarca de la Sierra de Aracena son notablemente distintas, al ser la producción de ganado porcino en régimen extensivo bastante más elevada que en dichas localizaciones, y por tanto suponiendo una mayor presencia del parásito en la comarca. Además, el número de animales muestreados en el presente trabajo supera con creces los 47 y 15 jabalíes analizados respectivamente en los estudios citados anteriormente, aumentando así la probabilidad de detección del acantocéfalo.

5.1.2.2.- Phylum Plathyelminthes

Fasciola hepatica

En el presente estudio, no se ha detectado la presencia de ninguna especie de trematodo en ninguno de los animales analizados, a pesar de que el jabalí ha sido señalado como posible hospedador de trematodos como *Fasciola hepatica* y *Dicrocoelium dendriticum* (Cordero del Campillo, 1994; Senlik *et al.*, 2011). Los hospedadores más susceptibles de verse parasitados por estos trematodos suelen ser rumiantes, aunque también han sido aislados en suidos (Otranto *et al.*, 2007).

Contrasta con nuestro resultado que en un territorio tan cercano a nuestra área de estudio como es Portugal, se haya descrito una prevalencia de hasta el 60,8% de *F. hepatica* en hígado de jabalí (De Sousa *et al.*, 2004). En otro estudio realizado sobre jabalíes de Bielorrusia, se aisló este parásito con una prevalencia del 7,1%, muy inferior al dato de Portugal (Shimalov *et al.*, 2000). Otra especie de trematodo es *Fasciola gigantica*, encontrada únicamente en jabalíes de Irán, con una prevalencia del 4% (Eslami & Farsad-Hamdi, 1992).

La ausencia de estos parásitos en nuestro estudio difiere de los resultados obtenidos en los trabajos antes mencionados. No se tienen datos de la presencia de *F. hepatica* en otras especies de la Sierra de Aracena. Esto podría estar justificado porque, como señalan algunos autores, la escasez de zonas húmedas en zonas montañosas, como en sierras de Córdoba y Granada, podrían ser responsables de la baja prevalencia hallada en ganado caprino, más sensible a la parasitación por *F. hepatica*, con una prevalencia inferior al 3% (Zafra, 2007). La mayor sensibilidad de los rumiantes a estos helmintos se hace patente en estudios sobre ciervos de León, en los cuales la

prevalencia se elevó hasta el 90% (Martínez *et al.*, 2006). Por tanto, sería necesario en primer lugar, estudiar la presencia del parásito en especies más susceptibles en el área de estudio, y en segundo lugar, investigar factores como el consumo de hierba que pudiera estar contaminada por metacercarias, por parte de los jabalíes de la Sierra de Aracena. Además, tomando como base la baja incidencia de parasitaciones naturales por helmintos de este grupo en cerdos y jabalíes, algunos autores han sugerido el desarrollo de una especial resistencia de estos hospedadores frente a la parasitación por trematodos (Capucchio *et al.*, 2009).

Dicrocoelium dendriticum

Con respecto a *D. dendriticum*, los únicos datos que se tienen en jabalí provienen de Estonia, donde se pudo localizar en el 9% de jabalíes de la isla de Saaremaa analizados (Järvis *et al.*, 2007) y en Turquía, con el 33% de jabalíes parasitados (Senlik *et al.*, 2011). Como ocurría en el caso anterior, la especial resistencia que algunos autores sugieren que tienen los suidos a este grupo de parásitos (Capucchio *et al.*, 2009), justificaría las bajas prevalencias halladas en los jabalíes analizados, así como necesidad de que existan en el entorno los dos hospedadores intermediarios del complejo ciclo de *D. dendriticum*, un limaco y una hormiga.

Cysticercus tenuicollis

En nuestro trabajo, tan sólo se ha podido evidenciar la presencia de una especie de este *Phylum* en los jabalíes estudiados: *Cysticercus tenuicollis* (Fig. 34), forma larvaria de *Taenia hydatigena*.



Fig. 34 – Cisticercos (*Cysticercus tenuicollis*) extraídos de las serosas de la cavidad abdominal de los jabalíes analizados

En concreto, se han aislado únicamente 29 especímenes de 25 jabalíes parasitados (prevalencia = 12,56%), siendo la a.m. de $0,15 \pm 0,44$ eaa, y la i.m. de $1,16 \pm 0,62$ eap. Todas las parasitaciones fueron por un único cisticerco, exceptuando dos de los jabalíes que hospedaban 2 y 4 formas parasitarias respectivamente.

Edad	POSITIVOS		NEGATIVOS			
<12 meses	2	1.09%	23	12.50%	Machos	25
	0	0.00%	33	17.93%	Hembras	33
12-24 meses	2	1.09%	23	12.50%	Machos	25
	9	4.89%	40	21.74%	Hembras	49
>24 meses	7	3.80%	22	11.96%	Machos	29
	5	2.72%	33	17.93%	Hembras	38
TOTAL	25	12.56%	174	87.44%		199

Tabla 5 – Distribución de animales parasitados por *Cysticercus tenuicollis* en función de la edad y del sexo.

No se ha observado una relación estadísticamente significativa entre la presencia de este cestodo con el sexo del hospedador (Tabla 5), aunque sí con la edad ($p=0,02$). Así, el porcentaje de animales positivos menores de 12 meses fue muy inferior al de los otros dos grupos de edad. Otros trabajos han revelado que las diferencias de prevalencias según la edad del hospedador dependen de la especie del parásito, como ocurre, por ejemplo, con *Globocephalus urosubulatus* y *Metastrongylus sp.* en jabalíes de Córcega, en los que las prevalencias eran significativamente superiores en animales mayores y menores de un año respectivamente (Foata *et al.*, 2006). Sin embargo, parece lógico pensar que los jabalíes de menor edad tienen menos probabilidades de haber contactado con heces de un carnívoro parasitado por *T. hydatigena*, y aún habiéndose parasitados, la detección macroscópica de cisticercos en desarrollo tiene una baja sensibilidad, sobre todo cuando hay un escaso número de cisticercos, por lo que podrían haber pasado desapercibidos.

Esta especie de cestodo estuvo presente en animales abatidos en 14 de los 35 polígonos de muestreo, siendo su distribución en la Sierra de Aracena amplia, aunque de manera irregular, intercalando zonas de presencia y ausencia en el área muestreada (Fig. 35).

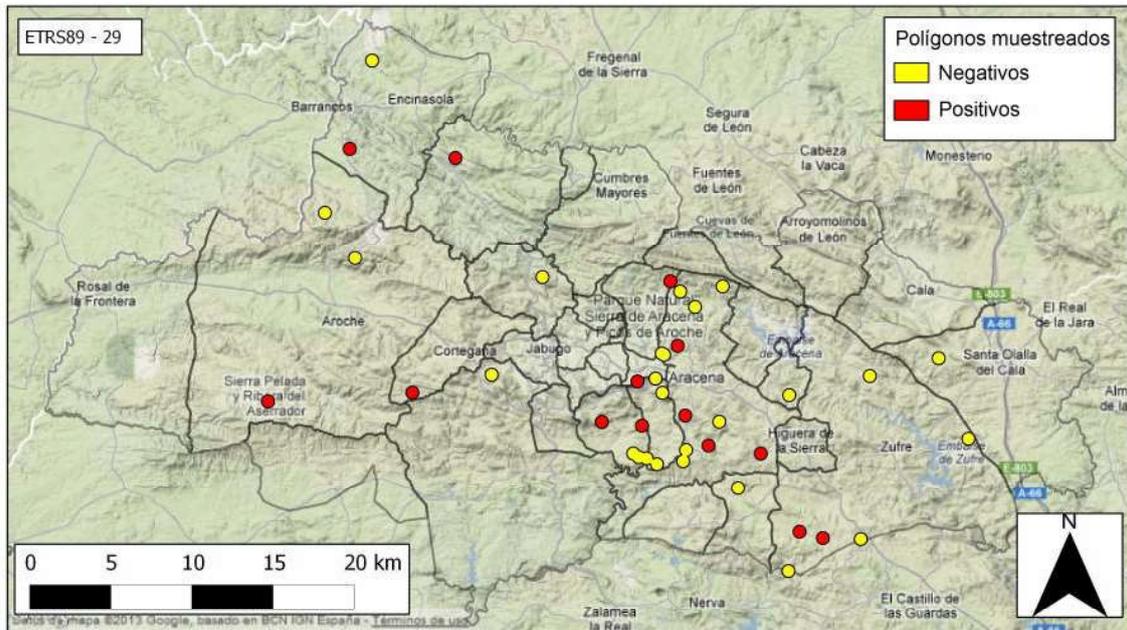


Fig. 35 - Distribución de los polígonos de muestreo positivos y negativos a *Cystucercus tenuicollis* en la Sierra de Aracena.

Los factores ambientales que han mostrado una relación estadísticamente significativa con la presencia de *C. tenuicollis* han sido la distancia media a masas de agua (Dist2Mean), a bosques de ribera (Dist5Mean) y a pinares (Dist16Mean). Así se obtiene un modelo robusto ($R^2=0,23$) con una función que contiene estas tres variables. Ello implica que la probabilidad de encontrar este parásito es más elevada en zonas alejadas de masas de agua, aunque cercanas a bosques de ribera y a pinares, lo que en un principio podría considerarse hasta cierto punto contradictorio. Lo que sí está demostrado es que la menor insolación y la mayor humedad ambiental presentes en estos entornos cubiertos por vegetación podrían favorecer la persistencia de heces contaminadas con huevos de *T. hydatigena* en el medio, favoreciendo así el contagio de los jabalíes (Cordero del Campillo, 1994).

Variable	Coefficient	Std Error	F-test	P-Value
CONSTANT	10.582	5.055	15.0057	0.000153
DIST2MEAN	0.002	0.000	12.8455	0.000442
DIST5MEAN	-0.008	0.001	29.0113	0.000000
DIS16MEAN	-0.002	0.001	6.4438	0.012037

Correlation Coefficient: $r^2= 0.23$

En el mapa predictivo resultante de aplicar el modelo al conjunto del área de la Sierra de Aracena, se observa un patrón multifocal de zonas con mayor probabilidad de encontrar una prevalencia más elevada de este parásito (Fig. 36).

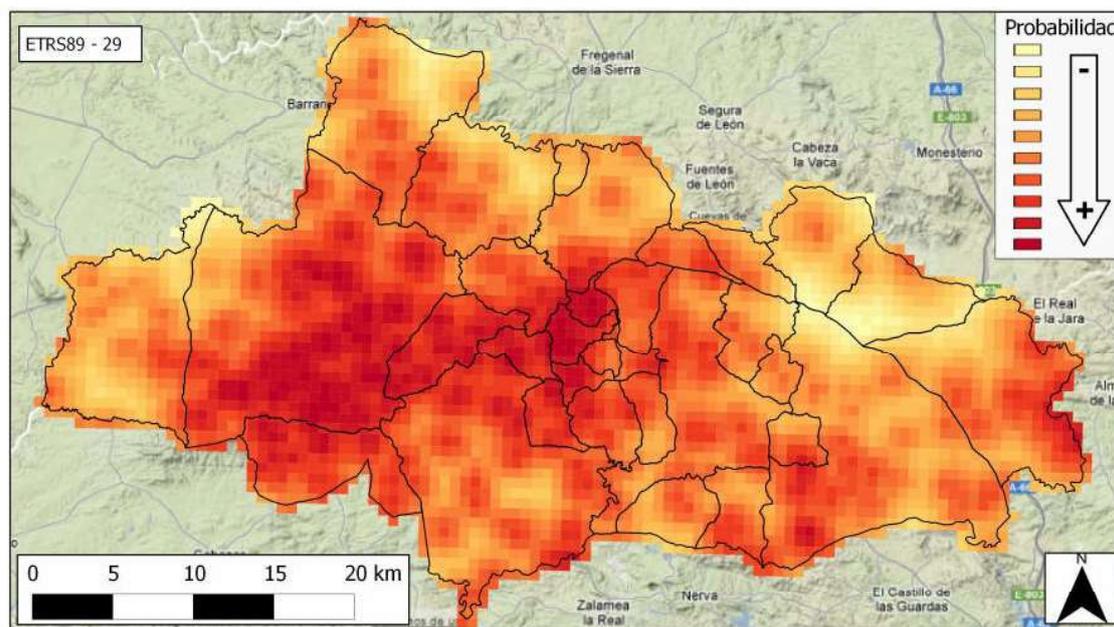


Fig. 36 – Mapa predictivo de la presencia de *Cystucercus tenuicollis* en la Sierra de Aracena.

Mediante el análisis de variables ambientales aplicando el software Maxent, los factores de riesgo influyentes en la presencia de este metacestodo han sido la altitud (Altim), la distancia media a zonas agro-ganaderas (Dist1Mean) y a bosque de ribera (Dist5Mean). Por otro lado, el papel del bosque de ribera mencionado en el caso anterior, en esta ocasión se añadiría el de las explotaciones ganaderas, en las que es habitual la presencia de perros, lo que supone el principal factor de riesgo para el mantenimiento del ciclo del parásito en el entorno rural. Con respecto al papel de la altitud, podría deberse a que en las zonas más altas suelen situarse las formaciones vegetales más densas que servirían de refugio tanto a jabalíes como a los

mesocarnívoros silvestres que se comportarían como hospedadores definitivos del parásito, manteniendo así el ciclo. El mapa resultante (Fig. 37) obtenido muestra un aspecto muy similar al obtenido con el método anterior, con un patrón multifocal de pequeñas áreas donde la probabilidad de encontrar animales parasitados es más elevada.

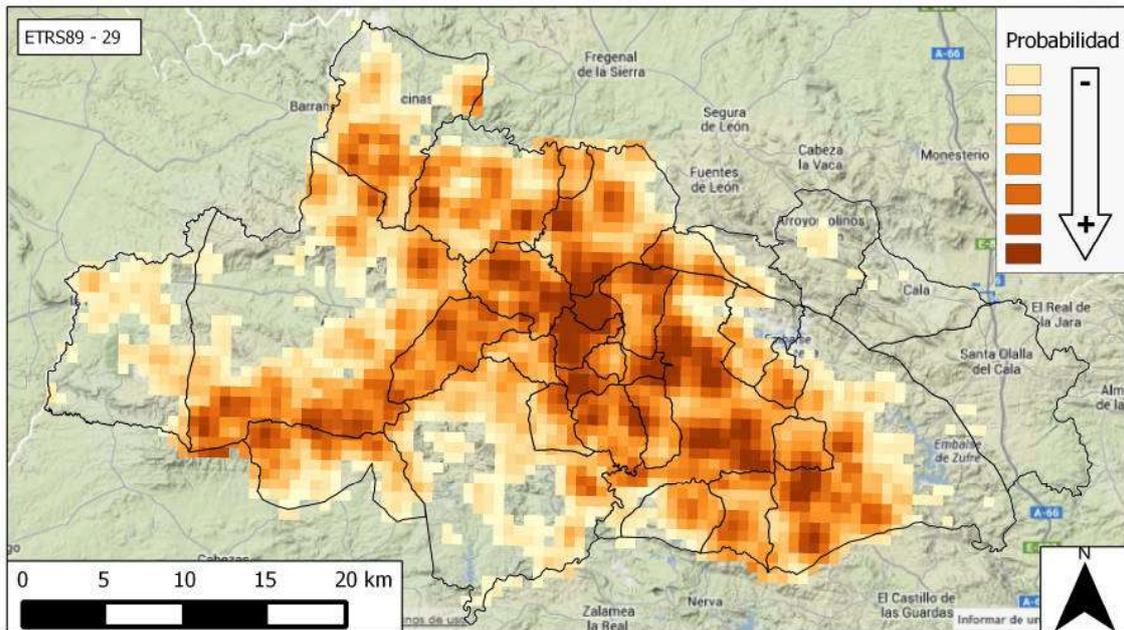


Fig. 37 – Mapa predictivo de la presencia de *Cysticercus tenuicollis* en la Sierra de Aracena según el software MAXENT

Durante las necropsias se ha podido comprobar que los cisticercos de *C. tenuicollis* suelen encontrarse con más frecuencia en mesenterio, como ya se observó en un estudio en el que se aislaron metacestodos de esta especie en el 4% de los pulmones y en el 14% de los mesenterios de jabalíes analizados en Irán (Eslami & Farsad-Hamdi, 1992). Estas frecuencias de aparición relativamente bajas también se han detectado en otros países como Italia, donde se aisló en el 2,9% de jabalíes analizados (Mignone *et al.*, 2005); Turquía, donde la prevalencia de *C. tenuicollis* en el mesenterio de los jabalíes necropsiados fue del 4% (Senlik *et al.*, 2011); o Estonia, con un 20% de prevalencia (Järvis *et al.*, 2007). Una prevalencia mucho más alta se localizó en jabalíes de Hungría, donde alcanzó el 71% (Murai & Sugar, 1979). En España, el único dato

relativo a jabalí menciona una prevalencia media-baja, como la observada en un estudio realizado en Valencia, en el que se aisló *C. tenuicollis* en el 19% de jabalíes analizados (De la Muela *et al.*, 2001).

Uno de los factores ambientales de riesgo imprescindible para que se produzca la parasitación por *C. tenuicollis* es la presencia de cánidos y otros carnívoros que puedan desarrollar el papel epidemiológico de hospedadores definitivos de *T. hydatigena*. No ha sido posible incluir esta variable en los análisis epidemiogeográficos al no existir la información necesaria para poder procesarla. Por ello, sería necesario obtener datos sobre la presencia de perros en fincas de toda la Sierra, de la comunidad de carnívoros silvestres presentes (Amaya y Palomares, 2013), así como la parasitación en las principales especies de hospedadores intermediarios que pudieran albergar cisticercos.

Quieste hidatídico

No se han encontrado quiste hidatídico (metacestodo de *E. granulosus*) en los jabalíes analizados. En España se han descrito casos en jabalí, aunque son escasos. En una serie de datos históricos de varios años del conjunto de España, se observó cómo desde 2004 hasta 2007, la prevalencia nacional aumentó ligeramente de un 0,04 a un 0,17% (Rojo-Vázquez *et al.* 2011). Estos valores indican que el quiste hidatídico es un parásito poco extendido en los jabalíes de la Península Ibérica. Sin embargo, en otros países se han hallado con prevalencias más altas, como Irán con el 5% de jabalíes positivos a este metacestodo (Eslami & Farsad-Hamdi, 1992) o Hungría con el 36% (Murai & Sugar, 1979).

5.1.2.3.- Phylum Nematoda

De los 196 jabalíes parasitados, 194 (97,48%) de ellos tenían algún tipo de nematodo. Además, ha sido el grupo taxonómico más representado en este estudio, aislándose hasta 8 especies diferentes de parásitos en los jabalíes analizados: *Metastrongylus elongatus* (Dujardin, 1845), *M. pudendotectus* (Wostokow, 1905), *Ascarops strongylina* (Rudolphi, 1819), *Physocephalus sexalatus* (Molin, 1860), *Ascaris suum* (Goeze, 1782), *Globocephalus urosubulatus* (Molin, 1861), *Trichuris suis* (Schrank, 1788) y *Oesophagostomum dentatum* (Rudolphi, 1803). El nematodo que mayor prevalencia ha presentado ha sido *M. elongatus*, frente a *P. sexalatus*, que ha presentado la prevalencia más baja de todo el estudio (Fig. 38).

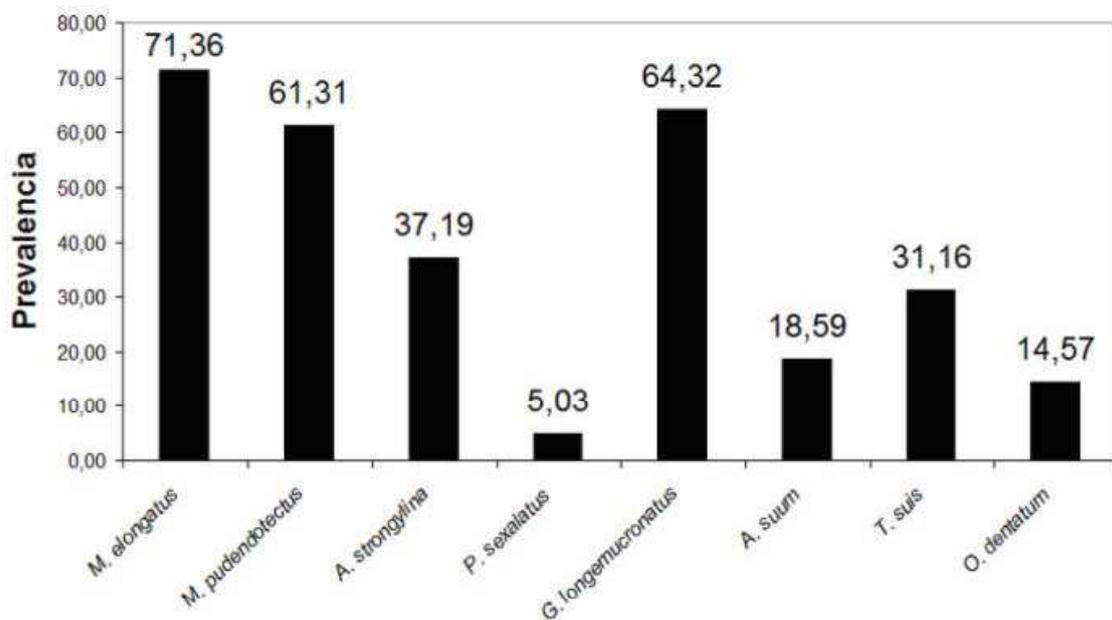


Fig. 38 – Especies y prevalencias de nematodos hallados en los jabalíes de la Sierra de Arcena (n=199)

Trichinella spp.

En el presente estudio, no se han detectado larvas de este género en los animales analizados mediante la técnica de digestión artificial (Gamble *et al.*, 2000). No obstante, se tienen datos de la presencia reciente de este nematodo en la Sierra de Aracena: en concreto, se trata de tres casos detectados en los últimos años durante inspecciones rutinarias. El primero de los casos data de 2009, cuando fue detectada mediante examen triquinoscópico con placas de compresión en cerdos de una matanza domiciliaria del municipio de Los Marines (F. J. Fernández González, comunicación personal). En este mismo municipio, se detectó un segundo caso en uno de los jabalíes abatidos en una de las monterías muestreadas en la temporada 2011-2012. Sin embargo, el animal no fue muestreado por haberse cubierto el número máximo de muestras recogidas dicha semana; después de la montería fue cuando, a través de los gestores de la montería, se tuvo conocimiento del resultado positivo del jabalí, cuando la canal fue analizada en el matadero de destino. Y, recientemente, se ha detectado un tercer otro caso en un jabalí abatido en un coto de Almonaster la Real en la temporada 2013-2014 (Jose L. Martín Mohedano, comunicación personal). Es decir, estos hallazgos confirman que *Trichinella spp.* es un parásito presente en los jabalíes del área de estudio.

En determinadas matanzas domiciliares, así como en cacerías mediante rececho en las que la pieza abatida está destinada a autoconsumo, el método de diagnóstico de triquinelosis más empleado en la Sierra de Aracena es el examen mediante triquinoscopio o microscopio sobre porciones de musculatura comprimidas entre placas de compresión. Sin embargo, tanto aquellos animales destinados a la industria cárnica como los muestreados para el presente estudio se han analizado mediante la técnica oficial que rutinariamente se aplica en mataderos, es decir, la

digestión artificial enzimática, recomendado por la Comisión Internacional de Trichinellosis (Gamble *et al.*, 2000). Experimentalmente, se han desarrollado métodos serológicos para detectar la presencia de *Trichinella spp.* (Møller *et al.*, 2005), aunque factores como el coste económico y el ritmo de producción impiden que estos métodos desplacen a la digestión artificial en la industria cárnica.

Este parásito se presenta con prevalencias especialmente altas en jabalíes de países de balcánicos como Rumania o Serbia, donde se detectó con una prevalencia del 8,6% y un 11,7% respectivamente (Blaga *et al.*, 2009; Zivojinovic *et al.*, 2013). Sin embargo, por lo general en Europa se encuentran prevalencias notablemente más bajas, con valores que rara vez superan el 1%. Estos bajos niveles son consecuencia de las medidas de lucha y control frente a *Trichinella* implementadas por la Unión Europea que, al reducir la prevalencia en ganado doméstico, también se ha reducido considerablemente, en ocasiones erradicándola a nivel regional, en otros hospedadores silvestres. Este sería el caso de Bélgica, donde se consiguió erradicar la triquinelosis a pesar de que se partía de un 6,7% de prevalencia larvaria (Famerée *et al.*, 1981). Otros países con bajas prevalencias son Eslovaquia, con un 0,11% mediante digestión artificial (Hurijová & Dubinský, 2009), o Estonia, donde con el mismo método no fue detectada en jabalíes de la isla de Saaremaa (Järvis *et al.*, 2007). Sin embargo, en la isla de Córcega no fueron detectadas larvas mediante digestión artificial, aunque se detectó mediante ELISA que un 2,01% de los jabalíes analizados era seropositivos a *Trichinella spp.* (Richomme *et al.*, 2010).

En España encontramos prevalencias relativamente bajas a *Trichinella spp.* En jabalíes de Extremadura, la prevalencia hallada mediante la técnica de ELISA fue del 0,15% (Calero *et al.*, 2008). Sin embargo, esta misma técnica fue empleada en un

estudio sobre 47 jabalíes de Valencia, obteniéndose resultados negativos en todos ellos (De la Muela *et al.*, 2001). En Ciudad Real se obtuvo una prevalencia por digestión artificial del 0,2% de 95.070 jabalíes cazados en toda la provincia durante 12 años. Posteriormente, una muestra de estos animales (n=1432) fue además sometida análisis mediante técnica ELISA sobre suero sanguíneo, obteniéndose un 7% de animales seropositivos frente al 0,08% de animales positivos a la técnica de digestión artificial. A pesar de la diferencia de porcentajes, los autores no hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de ambos métodos (Boadella *et al.*, 2012c).

A pesar de que el jabalí puede verse parasitado por las especies *T. spiralis*, *T. britovi* y *T. pseudospiralis* (Nöckler *et al.*, 2006; Rodríguez *et al.*, 2008), en jabalíes de España sólo se han descrito las dos primeras, en proporciones variables según la localización. Este sería el caso de un estudio realizado de manera paralela en Castilla y León, donde se detectó una proporción del 33,3% de parasitaciones por *T. spiralis* y un 66,7% por *T. britovi*; y en La Rioja, donde *T. britovi* apareció en un 16,7% de parasitaciones, frente al 83,3% de parasitaciones causadas por *T. spiralis* (Fonseca-Salamanca *et al.*, 2009).

De acuerdo a los resultados de los estudios antes citados, todo apunta a que la ausencia de resultados positivos a *Trichinella spp.* en los jabalíes analizados en nuestra área de estudio se debe principalmente a dos factores: por un lado, una baja prevalencia estimada en la comarca de la Sierra de Aracena, siendo la más cercana geográficamente Extremadura con una prevalencia de apenas un 0,15% (Calero *et al.*, 2008); y por otro lado, la existencia de otras técnicas diagnósticas más sensibles que la digestión artificial

(Boadella *et al.*, 2012c), ya que se sabe que su sensibilidad es variable en función de la cantidad de muestra analizada (Gamble *et al.*, 2000).

Metastrongylus spp.

El género *Metastrongylus* (Fig. 39) ha sido el que mayores cargas parasitarias ha presentado en todo el estudio, con un total de 9548 nematodos aislados, de los cuales, 2220 fueron machos y 7328 hembras, siendo la sex-ratio 1:3,30. La a.m. del género fue $47,98 \pm 63,55$ eaa, mientras que la i.m. fue de $66,31 \pm 66,52$ eap.



Fig. 39 – Extremo caudal de hembra (imagen izquierda) y espículas de macho (imágenes de la derecha) de *Metastrongylus elongatus* (1) y *Metastrongylus pudendotectus* (2) (x10)

Concretando por especies, *M. elongatus* ha sido el parásito con una mayor prevalencia de nuestro estudio, con 142 individuos parasitados (prevalencia = 71,36%), mientras que la especie *M. pudendotectus* ha presentado una prevalencia algo menor, estando presente en 119 jabalíes (prevalencia = 59,80%). De la primera de ellas se han aislado 6452 especímenes, de los cuales 1168 fueron machos y 5284 hembras, con una

sex-ratio de 1:4,52. En el caso de *M. pudendotectus*, la sex-ratio fue 1:1,92, lo que indica que la diferencia entre nematodos de macho y hembra no es tan acusada como en el caso de *M. elongatus* (de los 3096 ejemplares aislados, 2044 fueron hembras y 1052 machos). Por lo que respecta a abundancias e intensidades, *M. elongatus* presentó una a.m. de $32,42 \pm 45,84$ eaa y una i.m. de $45,44 \pm 48,18$ eap, que es superior a los valores de *M. pudendotectus*, con una a.m. de $15,56 \pm 26,45$ eaa y una i.m. $25,38 \pm 31,54$ eap. La intensidad máxima fue de 219 nematodos para *M. elongatus* y 168 para *M. pudendotectus*. Sólo 4 de los jabalíes analizados presentaron más de 200 nematodos broncopulmonares, concretamente de la especie *M. elongatus* (Fig. 40).

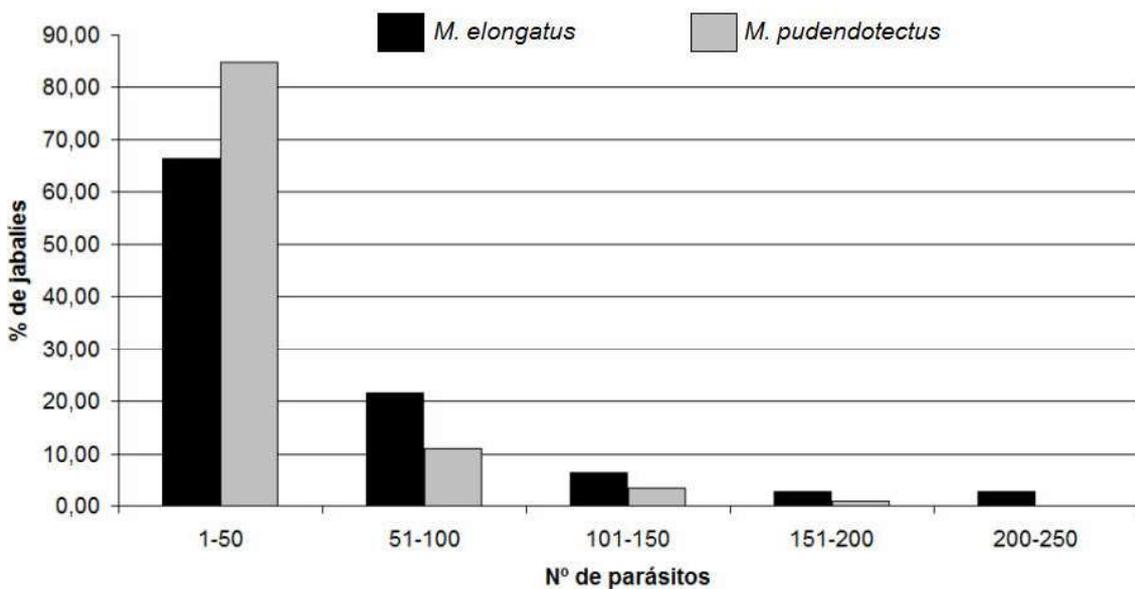


Fig. 40 – Intensidad de parasitación por *Metastrongylus* spp.

No se ha evidenciado relación estadísticamente significativa entre la presencia de ninguna de las dos especies de *Metastrongylus* y el sexo o edad de los jabalíes analizados (Tablas 6 y 7).

Edad	POSITIVOS		NEGATIVOS			
<12 meses	16	8.70%	9	4.89%	Machos	25
	25	13.59%	8	4.35%	Hembras	33
12-24 meses	17	9.24%	8	4.35%	Machos	25
	36	19.57%	13	7.07%	Hembras	49
>24 meses	22	11.96%	7	3.80%	Machos	29
	26	14.13%	12	6.52%	Hembras	38
TOTAL	142	71.36%	57	28.64%		199

Tabla 6 - Distribución de animales parasitados por *Metastrongylus elongatus* en función de la categoría de edad y del sexo (n=199).

Edad	POSITIVOS		NEGATIVOS			
<12 meses	16	8.04%	9	4.52%	Machos	25
	25	12.56%	8	4.02%	Hembras	33
12-24 meses	15	7.54%	10	5.03%	Machos	25
	30	15.08%	19	9.55%	Hembras	49
>24 meses	17	8.54%	12	6.03%	Machos	29
	16	8.04%	22	11.06%	Hembras	38
TOTAL	119	59.80%	80	40.20%		199

Tabla 7 - Distribución de animales parasitados por *Metastrongylus pudendotectus* en función de la categoría de edad y del sexo (n=199).

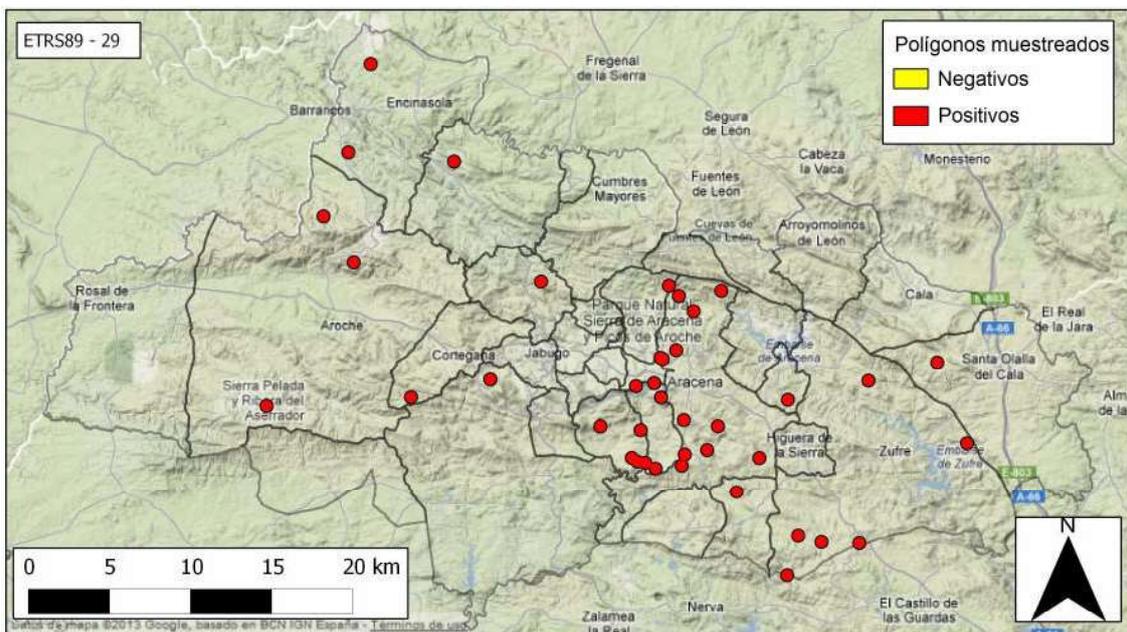


Fig. 41 - Distribución de los polígonos de muestreo positivos y negativos a *M. elongatus* en la Sierra de Aracena.

El único nematodo hallado en la totalidad de los polígonos muestreados fue *M. elongatus* (Fig. 41), teniendo *M. pudendotectus* una distribución más reducida al estar presente en 31 polígonos de los 35 muestreados (Fig. 42)

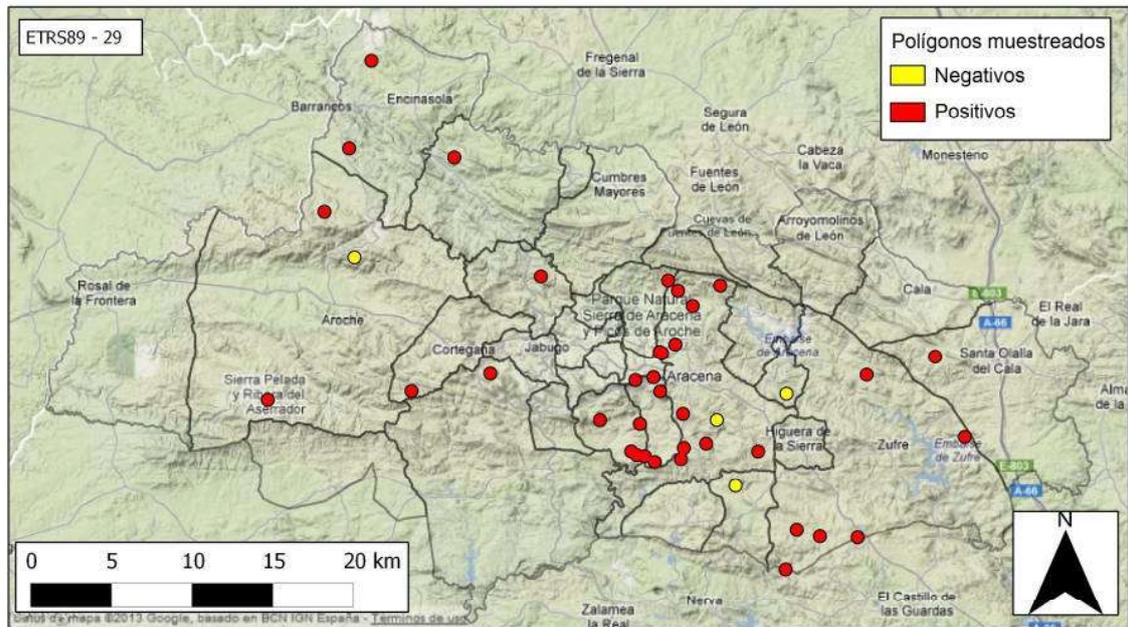


Fig. 42 - Distribución de los polígonos de muestreo positivos y negativos a *M. pudendotectus* en la Sierra de Aracena

El análisis de factores ambientales no puede aplicarse en el caso de la especie *M. elongatus* debido a que ha sido detectado en todos los polígonos de muestreo, motivo por el cual no existe ningún criterio que permita elaborar modelos de adecuación de hábitat. Por el contrario, sí es posible realizar dicho análisis con los factores que afectan a *M. pudendotectus*, obteniéndose un modelo ($R^2=0,14$) que incluye tres variables: el porcentaje de área de suelo sin vegetación (Area_18), la distancia media a dichas áreas (dis18mean), y la existente a carreteras y caminos (dist6mean). Como se ha indicado anteriormente, la función sólo tiene en cuenta a aquellas variables con mayor peso, sugiriendo este modelo que la probabilidad de encontrar *M. pudendotectus* estaría en las áreas alejadas de suelo sin vegetación y de a carreteras y caminos, es decir, zonas donde la falta de cobertura vegetal, y por tanto de biomasa en el subsuelo, afectaría negativamente a la presencia de lombrices de tierra que se comportan como hospedadores intermediarios.

Variable	Coefficient	Std Error	F-test	P-Value
area_18	0.000	0.000	13.9945	0.000251
dis18mean	0.004	0.001	15.3497	0.000130
dist6mean	0.002	0.001	5.8725	0.016434
CONSTANT	37.664	5.338	49.7811	0.000000

Correlation Coefficient: $r^2 = 0.14$

El mapa predictivo obtenido de aplicar esta función muestra las zonas de mayor probabilidad de detectar altas prevalencias de *M. pudendotectus*: en concreto, dichas zonas se sitúan principalmente en los límites más al norte de la Sierra, limítrofes con el sur de la provincia de Badajoz, así como el límite sur-oriental del área de muestreo (Fig. 43).

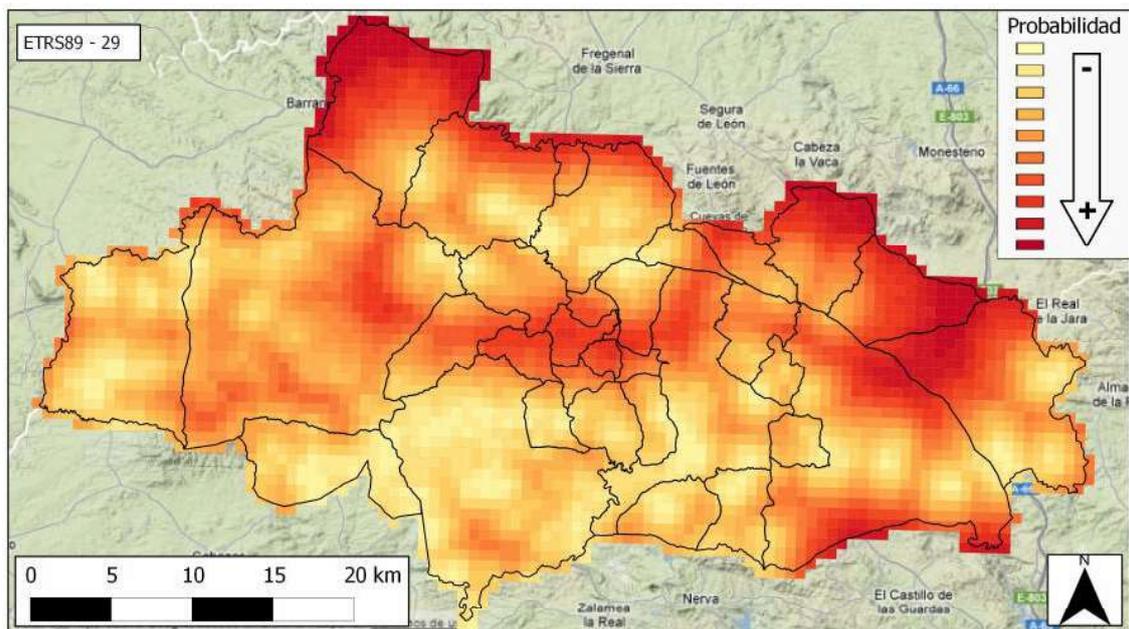


Fig. 43 - Mapa predictivo de la presencia de *M. pudendotectus* en la Sierra de Aracena.

El análisis de variables ambientales mediante Maxent, ha permitido trabajar con los resultados obtenidos en ambas especies debido a que al estar basado en el principio de máxima entropía, este análisis sólo tiene en cuenta aquellas monerías con presencia del parásito, obviando las monerías negativas. Así, se obtiene en primer lugar un mapa para *M. elongatus* a partir de las variables altitud (Altim) y distancia media a zonas agro-ganaderas (Dist1Mean), en el que se observan amplias zonas de mayor probabilidad de encontrar esta especie en las formaciones del extremo occidental de Sierra Morena, y los Picos de Aroche. Por el contrario, aparecen también amplias zonas donde la probabilidad disminuye con un patrón de fractal que se corresponde con los valles fluviales más importantes, relacionado esto con el factor de la altitud (Fig. 44).

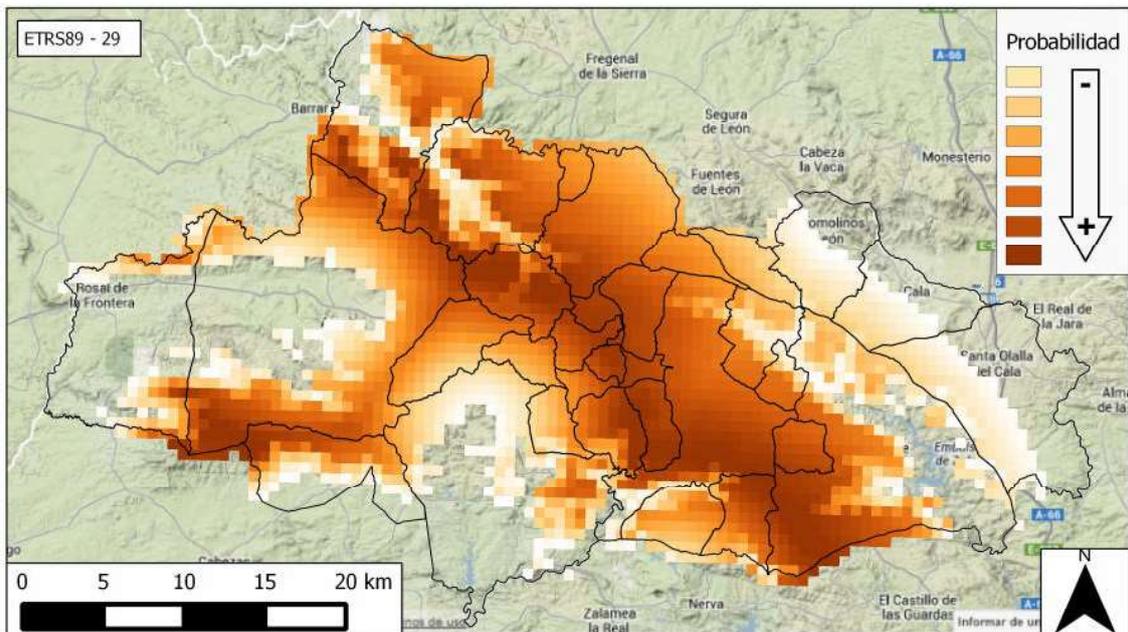


Fig. 44 - Mapa predictivo de la presencia de *M. elongatus* en la Sierra de Aracena según el software Maxent

Por otro lado, el mapa predictivo de *M. pudendotectus* obtenido con las variables altitud (Altim), distancia media a zonas agro-ganaderas (Dist1Mean), a eucaliptal (Dis11Mean), así como el porcentaje de área con caminos y carreteras (Area_6), da lugar a un mapa similar al obtenido para *M. hirudinaceus*, con amplias

áreas surcadas por zonas donde la probabilidad disminuye por la presencia de carreteras (Fig. 45).

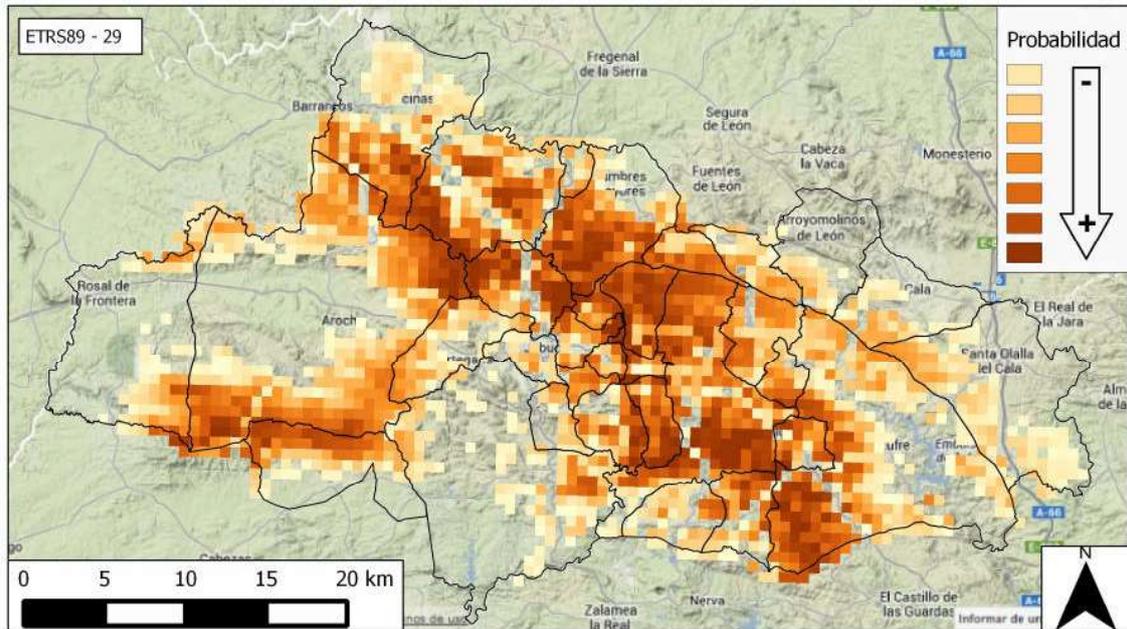


Fig. 45 - Mapa predictivo de la presencia de *M. pudendotectus* en la Sierra de Aracena según el software MAXENT.

Metastrongylus elongatus ha sido la especie con la prevalencia más elevada de todo nuestro estudio, con hasta un 72,36% de los jabalíes analizados parasitados. La prevalencia de *M. pudendotectus* ha sido algo menor, con un 59,80% de animales positivos. En conjunto, la prevalencia de parasitación por el género *Metastrongylus* fue del 72,36%, al hallarse 144 jabalíes parasitados. Algunos autores señalan que las prevalencias de *Metastrongylus* halladas en EEUU se mantienen por debajo del 80%, mientras que en Europa, suelen ser superiores al 80% (Humbert y Henry, 1989). Otros estudios que apoyan estos resultados, con prevalencias también elevadas, son los realizados en la isla Saaremaa de Letonia, con el 82% de jabalíes analizados parasitados por *Metastrongylus* (*M. pudendotectus*, 78%; *M. elongatus*, 41%; *M. salmi*, 77%) (Järvis *et al.*, 2007), o el estudio coprológico llevado a cabo en jabalíes de Polonia, con un 62% de muestras positivas (Popiolek *et al.*, 2010). En algunos casos llegan a ser

superiores, como en Francia, donde un análisis coprológico de la población de jabalíes de la reserva de caza de Chambord obtuvo una prevalencia de *Metastrongylus* spp. del 92% (Humbert & Henry, 1989).

Sin embargo, en Turquía se han encontrado las mismas especies con prevalencias sensiblemente más bajas: 59% para *M. elongatus*, 52% para *M. salmi* y 52% para *M. pudendotectus* (Senlik *et al.*, 2011). Y en Irán, se vio que las prevalencias para estas disminuían hasta un 16, 14 y 14% respectivamente (Eslami y Farsad-Hamdi, 1992).

En la Península Ibérica, *Metastrongylus* spp. estuvo presente en 8 de los 19 (42,1%) jabalíes analizados del Parque Tapada Nacional de Mafra, en Portugal (De Sousa *et al.*, 2004). Sin embargo en España, concretamente en la provincia de Valencia, la prevalencia se elevó hasta el 85% (De la Muela *et al.*, 2001), asemejándose a los valores antes citados para Europa. Una prevalencia similar se encontró en Álava, donde un 84% de jabalíes analizados presentaba en heces huevos de este género de nematodo (Barral, 2005). Sin embargo, en Ciudad Real, la prevalencia detectada fue del 46,6% (Fernández de Mera *et al.*, 2003). Un resultado similar se observa en el cuadrante suroeste del país, donde se evidenció la presencia de *Metastrongylus* spp en el 57% de 356 jabalíes abatidos en las provincias de Badajoz, Cáceres y Toledo (Alcaide *et al.* 2006). Otros estudios de jabalíes cazados en la comunidad extremeña, han obtenido prevalencias para el género *Metastrongylus* del 50,78% (Calero *et al.*, 2008) y del 41,1% (García-González *et al.*, 2011), destacando de este último el hecho de que el 0,6% de los ejemplares aislados pertenecían a la especie *M. salmi*, la cual no ha sido detectada en el presente estudio.

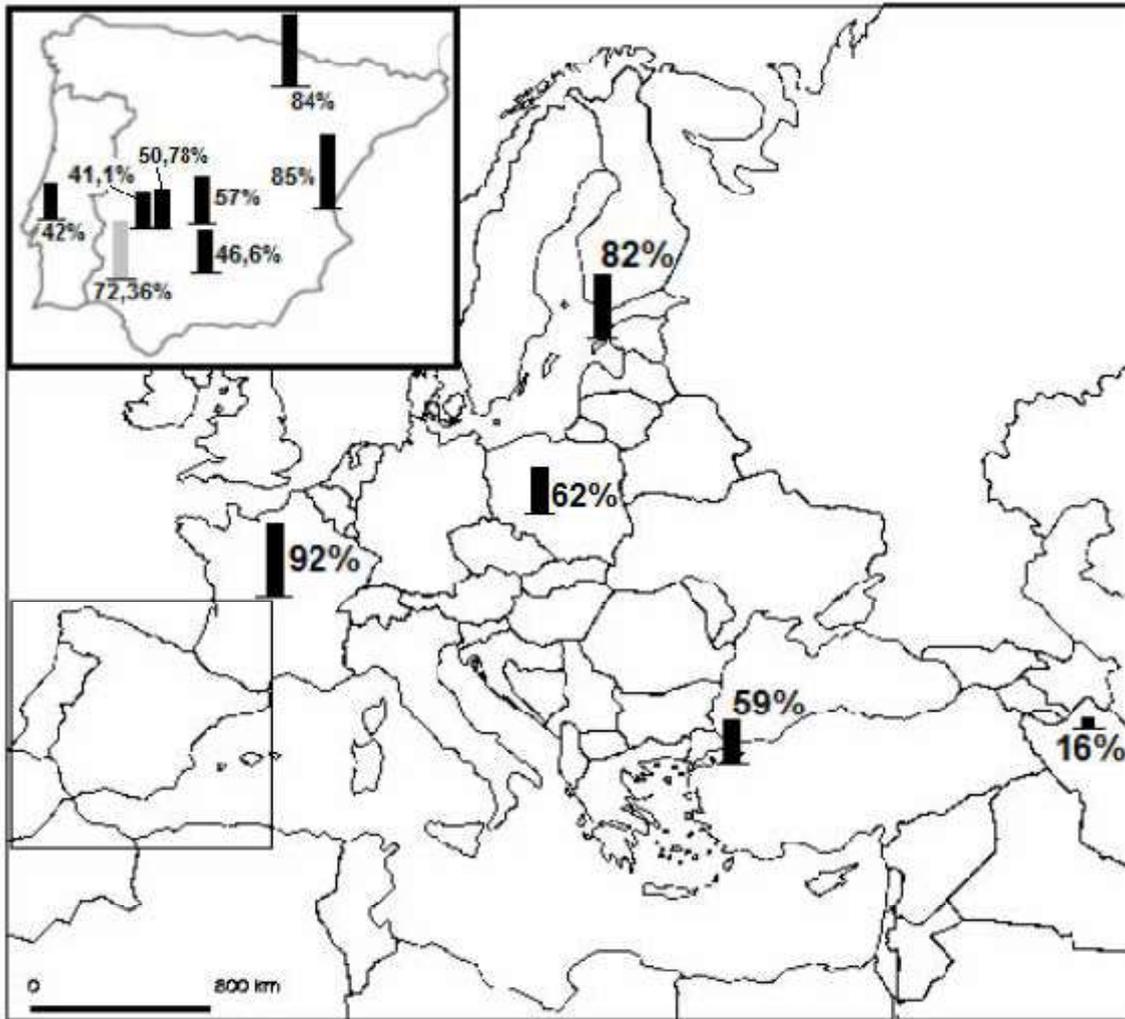


Fig. 46 – Localización y prevalencias de *Metastrongylus spp.* en el presente estudio (gris) y otros estudios (negro).

Al visualizar en un mapa estos datos (Fig. 46), se observa cómo los mayores valores parecen obtenerse en países del norte de Europa, encontrándose valores inferiores a medida que la localización del estudio se aleja dirección sur. Del mismo modo, en la Península Ibérica se observa cómo a excepción del resultado de nuestro estudio, los valores de prevalencia frente a *Metastrongylus* decrecen en sentido NE-SO. Por ello destaca que los jabalíes de la Sierra de Aracena muestren una prevalencia superior a la observada en otras localizaciones más cercanas como Extremadura, Ciudad Real o Portugal. Entre los factores que podrían estar influyendo en la parasitación por *Metastrongylus* estaría en primer lugar la mayor densidad de

hospedadores presente en las explotaciones porcinas de régimen extensivo de nuestra comarca, que favorecería el ciclo de este helminto; y en segundo lugar, las condiciones ambientales, ya que algunos autores han demostrado una relación estadísticamente significativa entre la presencia de este nematodo y zonas con mayor altitud y pluviometría (García-González *et al.*, 2011). En este aspecto, es necesario recordar que la Sierra de Aracena registra pluviometrías altas al actuar como primera barrera frente a la humedad del océano Atlántico (P.O.R.N., 2003). Estas condiciones parecen ser favorables para la presencia de aquellas especies de lombrices que se comportan como hospedadores intermediarios de este nematodo. Sin embargo, esta combinación de factores contrasta con las características de Valencia, donde la prevalencia de *Metastrongylus spp.* observada fue superior a la de nuestro estudio (De la Muela *et al.*, 2001). Por ello se puede deducir que a pesar de que las condiciones ambientales de la cuenca mediterránea son notablemente distintas a las de las de la Sierra de Aracena, las condiciones permiten la existencia de hospedadores intermediarios de *Metastrongylus spp.*

Globocephalus urosubulatus

Otra de las especies que ha presentado una alta prevalencia en los jabalíes de la Sierra de Aracena ha sido el nematodo del intestino delgado *G. urosubulatus* (Fig. 47), que fue detectado en 128 jabalíes (prevalencia = 64,32%). Se aislaron hasta 6372 especímenes, 1707 machos y 4665 hembras, siendo la sex-ratio 1:2,73. La a.m. hallada fue de $32,02 \pm 20,16$ eaa, y la i.m. de $49,78 \pm 69,38$ eap.

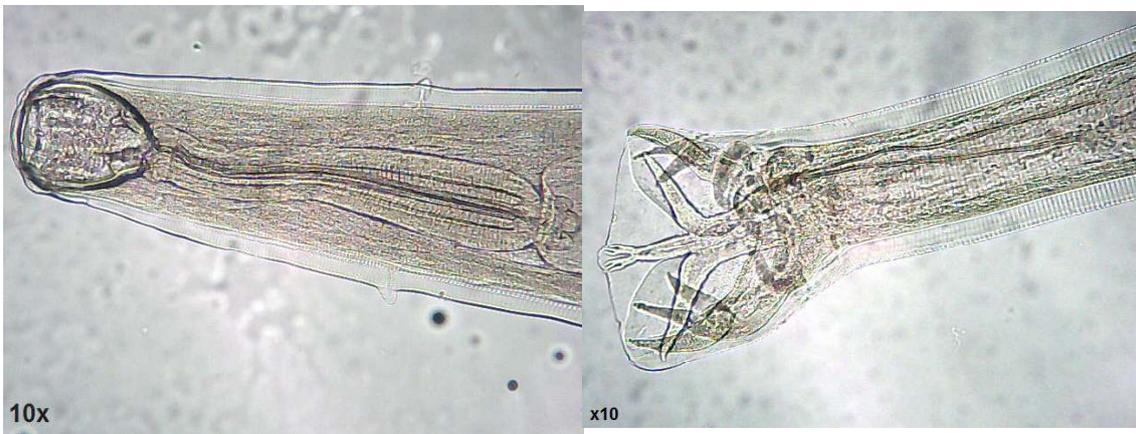


Fig. 47 – Extremo cefálico y bolsa copulatriz de un macho de *Globocephalus urosubulatus* (x10)

Este parásito ha sido el que con más intensidad se ha presentado de todo el estudio, con un valor máximo de 435 ejemplares en uno de los jabalíes analizados (Fig. 48). Sin embargo, la mayor parte de los animales parasitados por esta especie contenían menos de 100 ejemplares (84,38%).

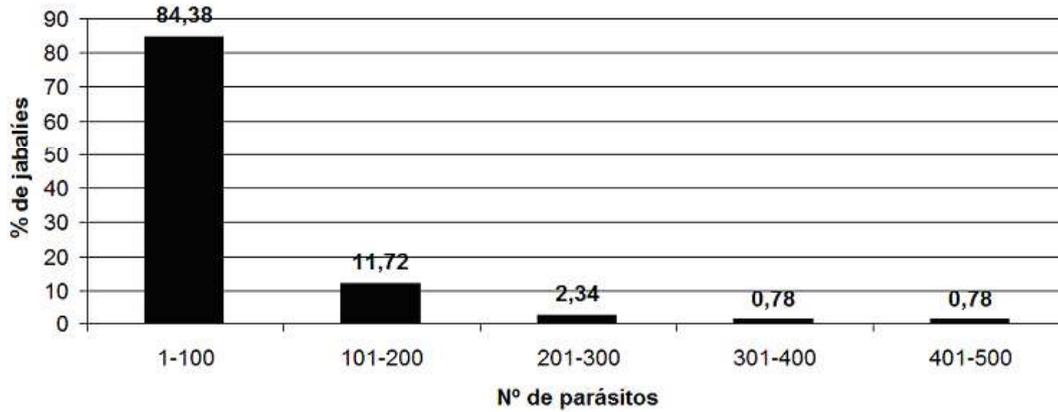


Fig. 48 - Intensidad de parasitación por *Globocephalus urosubulatus*.

Esta especie de nematodo ha presentado, en el presente estudio, una relación estadísticamente significativa con respecto a la edad (Tabla 8), aunque no con respecto al sexo. Mediante la prueba de Kruskal-Wallis se ha comprobado que los animales mayores de 12 meses son más susceptibles de estar parasitados por este agente parasitario ($p=0,002$). Este mismo resultado se obtuvo en un estudio llevado a cabo en jabalíes de Córcega, en los que evidenciaron parasitaciones significativamente más altas en animales mayores de un año (Foata *et al.*, 2006). En dicho estudio, los autores se basaban en resultados similares en cerdos domésticos para plantear la hipótesis de que los helmintos podrían causar la muerte a algunos jabalíes jóvenes, eliminando así parte de los animales parasitados. Además, en este mismo estudio también se observó que los animales mayores de un año eran los menos susceptibles de verse parasitados por *Mestastromylus spp.*, por lo que es posible que el comportamiento de los parásitos con respecto a la edad del hospedador dependa de características intrínsecas específicas de cada especie.

Edad	POSITIVOS	NEGATIVOS		
<12 meses	17	9.24%	8	4.35%
	15	8.15%	18	9.78%
12-24 meses	11	5.98%	14	7.61%
	35	19.02%	14	7.61%
>24 meses	23	12.50%	6	3.26%
			Machos	25
			Hembras	33
			Positivos	25
			Negativos	49
			Positivos	29

	27	14.67%	11	5.98%	Negativos	38
TOTAL	128	64.32%	71	35.68%		199

Tabla 8 - Distribución de jabalíes parasitados por *Globocephalus urosubulatus* en función de la edad y del sexo.

Globocephalus urosubulatus fue encontrado en 32 de los 35 polígonos de muestreo, mostrando una distribución más o menos regular a lo largo de toda la Sierra de Aracena (Fig. 49).

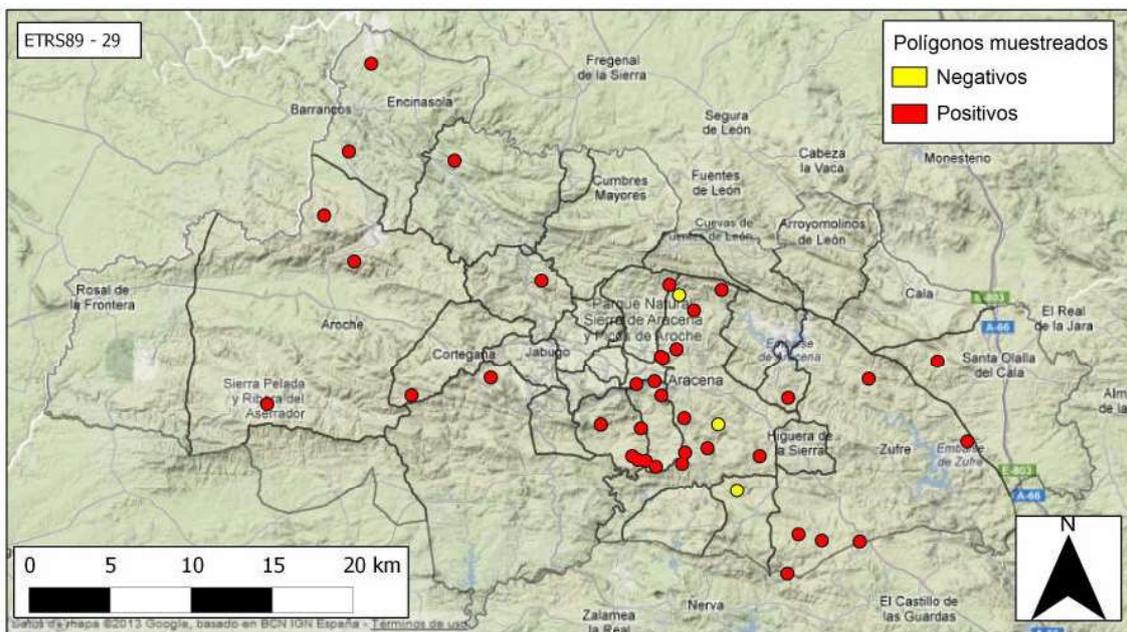


Fig. 49 - Distribución de los polígonos positivos y negativos a *Globocephalus urosubulatus*

El análisis estadístico de los factores ambientales muestra que hasta 5 son los factores que podrían llegar a influir en la presencia de este nematodo: la distancia a zonas de pinar (Dis16mean), el porcentaje de área de bosque de ribera (Area_5), de áreas de matorral (Area_13), temperatura media estival (tem_ve) y otoñal (tem_ot). Sin embargo, en la función obtenida del modelo solo aparecen las 3 que tienen un peso significativo en el mismo ($R^2=0.50$), indicando que la probabilidad más alta de encontrar este parásito se daría en zonas alejadas de pinares con temperaturas suaves en verano y cálidas en otoño. Esta tendencia podría estar condicionada por un lado por la

sensibilidad que tienen los huevos a las bajas temperaturas y a la sequedad (Junquera, 2014), factores que se presentan en veranos extremadamente cálidos. Y por otro lado, por el papel excluyente que suele tener el suelo ocupado por pinar para la producción de porcino en régimen extensivo, y para la ganadería en general (P.O.R.N., 2003).

Variable	Coefficient	Std Error	F-test	P-Value
dis16mean	-0.009	0.001	103.3749	0.000000
area_5	0.000	0.000	11.3747	0.000925
tem_ot	16.984	5.608	9.1705	0.002850
tem_ve	-19.459	4.467	18.9787	0.000023
AREA_13	0.000	0.000	13.7805	0.000280
CONSTANT	281.181	34.011	68.3484	0.000000

Correlation Coefficient: $r^2= 0.50$

El mapa predictivo obtenido muestra dos áreas con los mayores niveles de probabilidad de hallar este nematodo: por un lado el extremo oeste contiguo a la frontera portuguesa y, por otro lado, la franja montañosa central de la Sierra, aunque de manera menos intensa (Fig. 50).

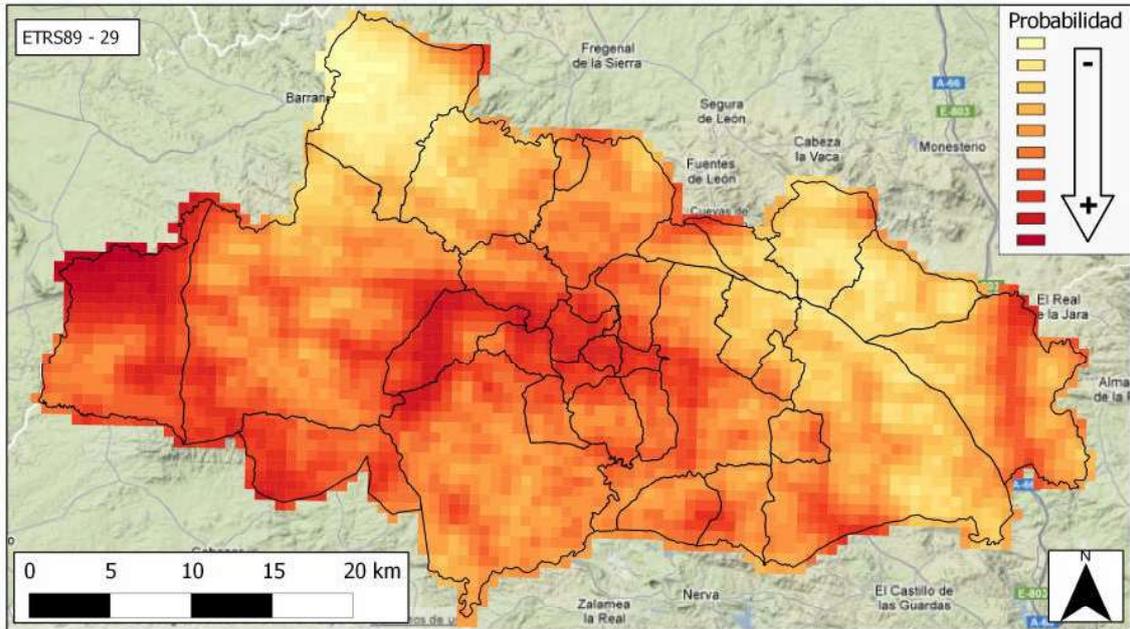


Fig. 50 - Mapa predictivo de la presencia de *Globocephalus urosbulatus* en la Sierra de Aracena

Con respecto al análisis con Maxent (Fig. 51), los factores que influyen en la presencia de *G. urosbulatus* han sido la altitud media (Altim), la distancia media a zonas agro-ganaderas (Dist1Mean) y a eucaliptales (Dis11Mean), dando lugar a un mapa donde se representan amplias áreas con alta probabilidad de encontrar este nematodo, en las que se pueden observar zonas donde la probabilidad disminuye en las depresiones de valles fluviales y embalses, las cuales poseen una menor altitud.

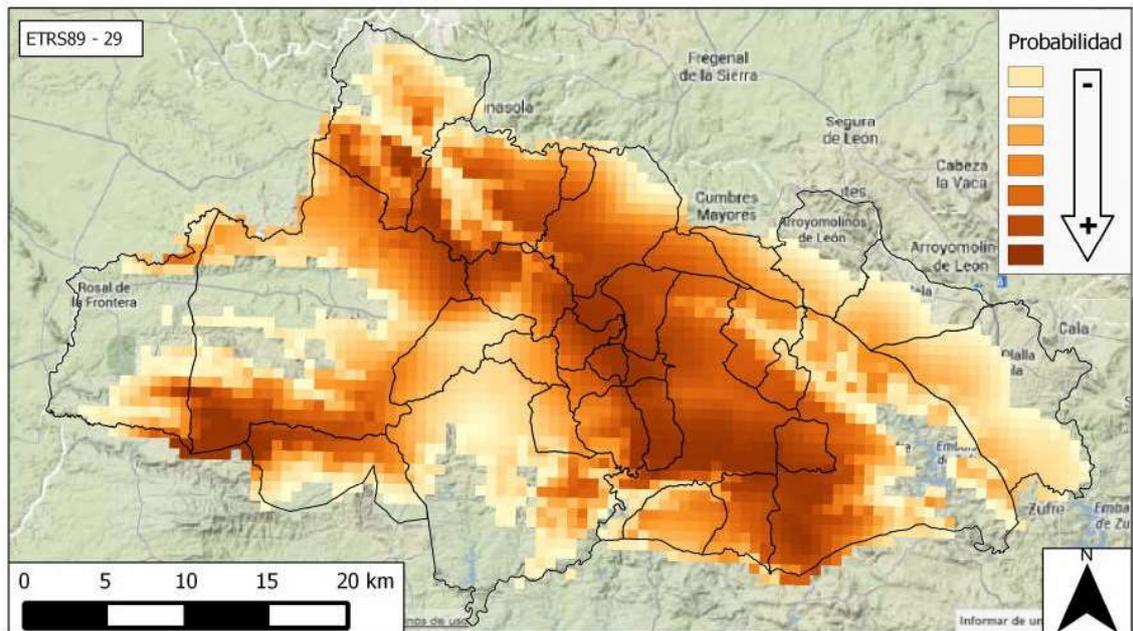


Fig. 51 - Mapa predictivo de la presencia de *Globocephalus urosubulatus* según el software Maxent

Los datos bibliográficos ponen de manifiesto que el género *Globocephalus* suele presentarse con prevalencias considerablemente altas, como se observó en Irán, con un 74% de 57 jabalíes positivos a *G. urosubulatus* (Eslami & Farsad-Hamdi, 1992). En Bulgaria y Turquía, las prevalencias son menores, en concreto del 21,35% (Nanev et al., 2007) y el 22% (Senlik et al., 2011), respectivamente. En Portugal se halló en 5 de 8 jabalíes (62,5%) de la Tapada Nacional de Mafra (De Sousa *et al.*, 2004), mientras que en España, Fernández de Mera *et al.* (2003) encontraron este parásito en el 4 de 15 jabalíes de Ciudad Real analizados (26,7%).

En nuestro estudio se ha comprobado que la presencia de *Globocephalus spp.* es significativamente superior en zonas con una elevada densidad de explotaciones porcinas ($p = 4,219^{-6}$). Esto podría deberse a que el ciclo biológico directo del parásito se vería favorecido por la alta densidad de hospedadores que se alcanzan dentro de las explotaciones (Chowdhury *et al.*, 2001), ya que la forma infectiva de este género de nematodo es la larva de tercer estadio (L3), poco resistente en el medio por ser vulnerable a la luz directa del sol, la sequedad y las bajas temperaturas (Junquera,

2014). Ello se traduciría en que la presencia de este nematodo se vería especialmente incrementada en aquellos puntos donde una alta densidad de hospedadores garantizase un rápido contagio de un número elevado de los mismos. Además, la hipótesis de la persistencia de *Globocephalus* en explotaciones porcinas se vería apoyada por la resistencia que este helminto parece mostrar a los tratamientos antiparasitarios con ivermectina, como se pudo comprobar en un estudio en el que un 16,7% de los casos sobrevivió al tratamiento sobre un grupo de 12 jabalíes en cautividad (Fernández de Mera *et al.*, 2004).

Ascaris suum

Ascaris suum (Fig. 52), el otro nematodo hallado en intestino delgado, ha estado presente en sólo 37 de los 199 jabalíes analizados (prevalencia = 18,59%). Debido a que este ascárido ha sido señalado como uno de los parásitos más frecuentes e importantes del ganado porcino (Nansen y Roepstorff, 1999), incluso en explotaciones de régimen extensivo (García, 1999; Sánchez, 2003) con las que tendrían contacto los jabalíes analizados, hubiera sido esperable haber obtenido una prevalencia superior.



Fig. 172 – Especímenes de *Ascaris suum*. Detalle del extremo cefálico.

En total, fueron aislados 113 especímenes, de los cuales 38 fueron machos, y 75 hembras, siendo la sex-ratio 1:1,97.

De los 37 animales parasitados por *A. suum*, sólo 5 (13,51%) presentaron más de 5 especímenes de este nematodo (Fig. 53). En general, estuvo presente en bajas cantidades, siendo la a.m. de $3,05 \pm 1,63$ eaa, y la i.m. de $3,05 \pm 2,60$ eap. Esto coincide con los valores obtenidos en un estudio llevado a cabo sobre 9 jabalíes importados a Ciudad Real, que reveló una i.m. de $3,00 \pm 5,06$ eap (Fernández de Mera *et al.*, 2003).

En cerdos ibéricos de Extremadura, también se han hallado intensidades de parasitación bajas, con el 72,2% de animales parasitados solo por 1 a 5 eap (García, 1999).

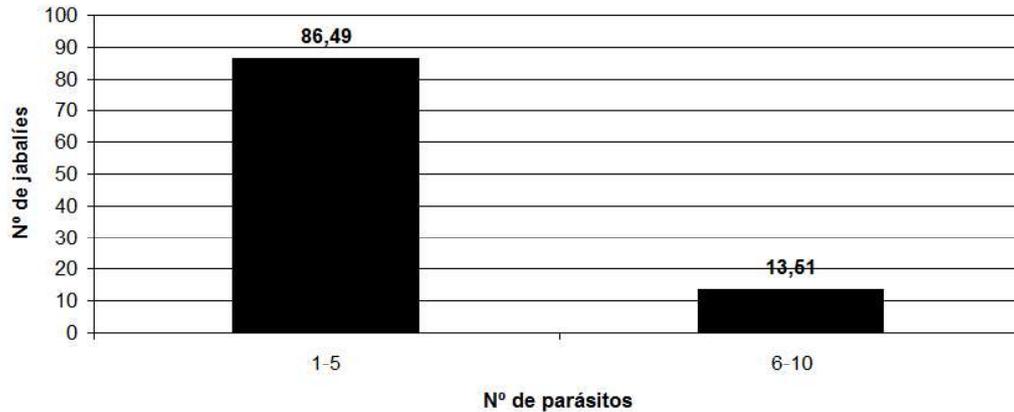


Fig. 53 - Intensidad de parasitación por *Ascaris suum*.

Tras realizar los análisis estadísticos, no se ha podido hallar ninguna relación estadísticamente significativa entre el factor “sexo” ni el factor “edad” con la prevalencia de *A. suum* en los jabalíes muestreados (Tabla 9).

Edad	POSITIVOS		NEGATIVOS			
<12 meses	7	3.80%	18	9.78%	Machos	25
	3	1.63%	30	16.30%	Hembras	33
12-24 meses	5	2.72%	20	10.87%	Machos	25
	10	5.43%	39	21.20%	Hembras	49
>24 meses	6	3.26%	23	12.50%	Machos	29
	6	3.26%	32	17.39%	Hembras	38
Pos	37	18.59%	162	81.41%		199

Tabla 9 - Distribución de animales parasitados por *Ascaris suum* en función de la edad y del sexo.

Por lo que respecta a la distribución de *A. suum*, se ha detectado en jabalíes cazados en 16 de los 35 polígonos muestreados, con una distribución que abarca gran parte del área de muestreo, aunque con polígonos positivos y negativos intercalados a modo de “mosaico” (Fig. 54). Ello sugiere que este nematodo se encuentra ampliamente distribuido en el área de muestreo, aunque con cargas parasitarias moderadas en jabalíes.

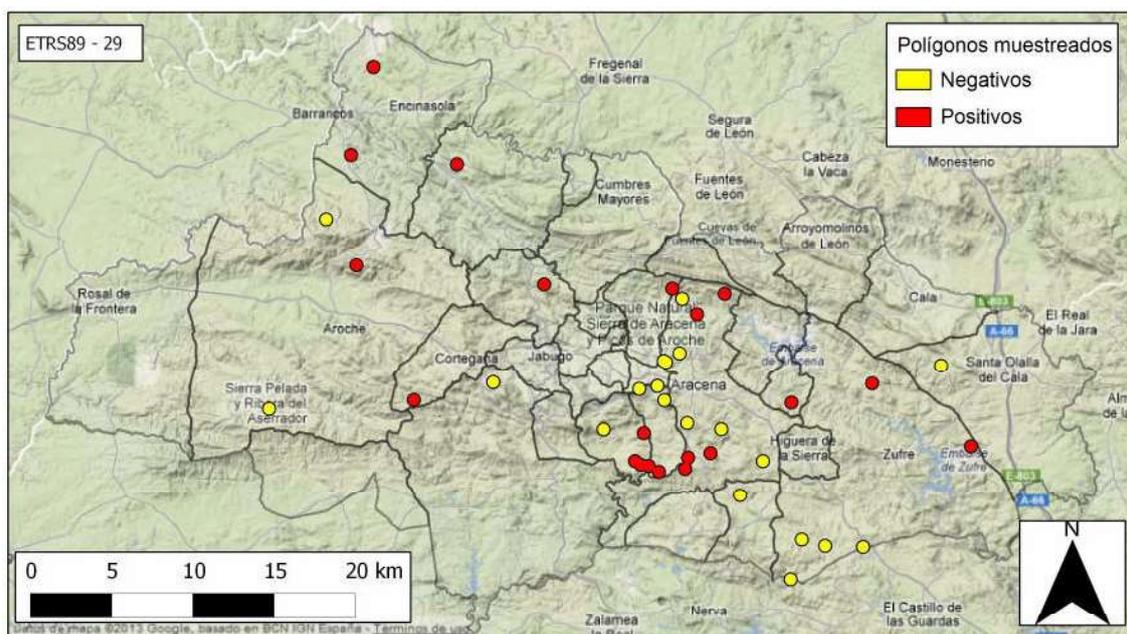


Fig. 54 - Distribución de los polígonos positivos y negativos a *Ascaris suum*

Los factores que tienen influencia en la prevalencia de *A. suum* son la altitud media (ALTIMmean), la temperatura media estival (tem_ve) y la distancia media a zonas de pinar (Dis16Mean) recogidos en un modelo ($R^2=0,14$) que da lugar a una función que incluye las tres variables. Dicha función indica que las probabilidades más altas de hallar *A. suum* ocurre en zonas de baja altitud alejadas de pinar y con temperaturas estivales no elevadas.

Variable	Coefficient	Std Error	F-test	P-Value
ALTIMmean	-0.063	0.020	10.2463	0.001636
tem_ve	-4.249	1.361	9.7540	0.002106
dis16mean	0.002	0.001	5.0711	0.025616
CONSTANT	146.961	39.055	14.1597	0.000231

Correlation Coefficient: $r^2= 0.14$

El mapa predictivo obtenido al aplicar dicho modelo muestra un patrón en el que las zonas con mayor probabilidad de encontrar prevalencias más altas se sitúan en el

noroeste de la Sierra de Aracena (Fig. 55). Estas zonas se corresponden con los valles y cuencas fluviales en las que hay menor altitud, parámetro que ha resultado afectar negativamente a la presencia de *A. suum*, aunque manteniendo unas temperaturas moderadas en verano y alejadas de pinar. Esto podría deberse a que los jabalíes podrían estar seleccionando negativamente los pinares por motivos etológicos o ecológicos, y a que las temperaturas estivales extremadamente altas podrían afectar al contagio de los animales con heces infectadas con huevos del nematodo.

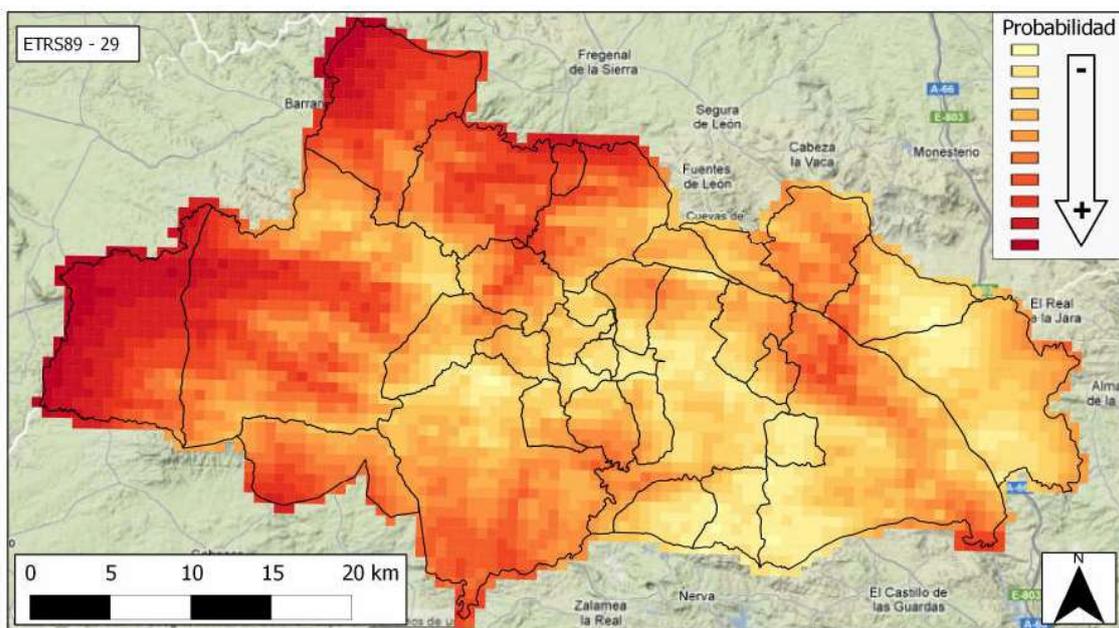


Fig. 55 - Mapa predictivo de la presencia de *A. suum* en la Sierra de Aracena.

Con respecto al análisis según el principio de máxima entropía, los factores que influyen son la distancia media a masas de agua (Dist2Mean), a bosques de ribera (Dist5Mean) y a suelo urbanizado (Dis19Mean), obteniéndose un patrón bastante irregular con áreas dispersas por toda la Sierra, donde la probabilidad de hallar prevalencias elevadas de *A. suum* se incrementa especialmente en áreas alejadas de núcleos urbanos de gran tamaño (Fig. 56). El motivo por el que aparece este patrón alejado del suelo urbano podría ser el papel que juegan las explotaciones ganaderas en

la epidemiología de este nematodo. Por lo general, la mayor parte de explotaciones porcinas se sitúan en las proximidades de los núcleos urbanos. Concretamente, las explotaciones más cercanas a las poblaciones son de tipo semi-intensivo (ya que las de régimen intensivo son casi inexistentes en la comarca), mientras que las más alejadas son de régimen extensivo, con una menor densidad de animales. Estas últimas tienen tendencia a presentar prevalencias superiores que las de régimen intensivo (Nansen y Roepstorff, 1999). Este mismo modelo es el que hemos observado en nuestro estudio, ya que se ha observado una relación estadísticamente significativa entre la presencia de *A. suum* y la densidad de explotaciones porcinas, siendo dicha relación inversa, es decir, favoreciendo las bajas densidades de ganaderías la presencia del nematodo ($\rho=-0,17$, $p=0,01$). Otro argumento que apoya esta hipótesis es el hecho de que la mayor parte de las monterías negativas (Fig. 54) se localizan en las áreas con menor probabilidad de hallar *A. suum* (zonas transparentes), siendo esto más patente en la región central de la Sierra, donde se concentran más núcleos urbanos.

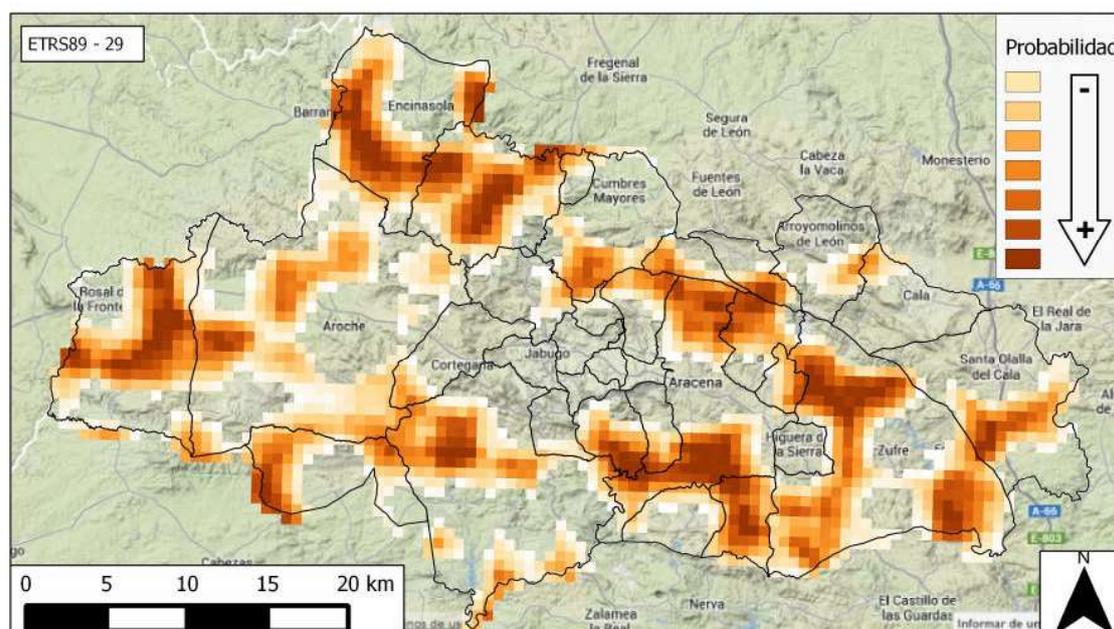


Fig. 56 - Mapa predictivo de la presencia de *A. suum* en la Sierra de Aracena según el software MAXENT.

En el presente estudio, la prevalencia de *A. suum* es relativamente baja e inesperada si tenemos en cuenta la alta proporción de animales a los que suele afectar en las explotaciones porcinas, como las que abundan en la comarca de la Sierra de Aracena. Así, algunos autores indican que *A. suum* es el nematodo gastrointestinal más frecuente de explotaciones porcinas de régimen extensivo (Nansen y Roepstorff, 1999; Jarvis y Mägi, 2008). En el caso del jabalí, también parece verse influenciado por condiciones similares a las de las explotaciones ganaderas, habiéndose detectado en el 100% de jabalíes del zoológico de Zirakpur (India) (Singh *et al.* 2009). También se ha aislado este parásito en la forma hibridada del jabalí con cerdo doméstico en Estados Unidos, donde se aisló hasta en 5 de los 10 animales analizados (Coombs & Springer, 1979). En poblaciones de jabalíes en libertad, se observa un ligero aumento de la prevalencia en hábitats insulares, como por ejemplo Córcega, donde el 34% de 160 jabalíes abatidos estaba parasitado por *A. suum* (Foata *et al.* 2006). Sin embargo, en jabalíes de zonas continentales de Eurasia son más frecuentes prevalencias más reducidas, como las observadas en Letonia, con un 14% de animales parasitados (Medne *et al.* 2009), y en la isla estona de Saaremaa, con un 9% (Jarvis *et al.*, 2007). Por último, en un estudio realizado en 57 jabalíes de Irán, se obtuvo una prevalencia del 5% para este parásito (Eslami & Farsad-Hamdi, 1992).

En un estudio realizado en jabalíes de Ciudad Real, no se encontró *A. suum* en ninguno de los jabalíes autóctonos analizados, aunque sí que se aisló en 6 de los 9 (44,4%) jabalíes importados ilegalmente desde Francia con fines cinegéticos (Fernández de Mera *et al.*, 2003). Sin embargo, en España suelen ser más habituales prevalencias inferiores, como revela el estudio coprológico realizado en jabalíes de la Sierra Morena jiennense, que obtuvo un 2,99% de muestras positivas (Respaldiza, 2007). También con dicha metodología se obtuvo una prevalencia similar en jabalíes de

Extremadura, donde el 4,25% de 447 jabalíes contenían huevos de este nematodo (Calero *et al.*, 2008). Estos últimos resultados contrastan con las prevalencias del 28,7% (García, 1999) y la seroprevalencia del 17,6% obtenida mediante ELISA (Sánchez, 2003) en cerdos ibéricos de régimen extensivo también de Extremadura. Esta diferencia de resultados se debe a que la coprología es un método menos sensible que la necropsia (Magi *et al.*, 2004; Martínez-Carrasco *et al.*, 2007; Martínez-Moreno *et al.*, 2007) y la técnica de ELISA (Roepstorff, 1998).

De la interpretación de los datos citados en los párrafos anteriores se obtiene un patrón variable de la prevalencia de *A. suum* en función de la cercanía al hombre. En primer lugar, las prevalencias más elevadas se observan en cerdos ibéricos domésticos. Al no haberse conseguido datos para la Sierra de Aracena, se ha tomado como modelo los estudios realizados en explotaciones de Extremadura. Al mismo tiempo, tanto el análisis estadístico como el modelo obtenido mediante Maxent (Fig. 55) sugieren que las prevalencias en jabalíes aumentan en áreas con baja densidad de explotaciones porcinas, es decir, existe una tendencia negativa de la prevalencia de *A. suum* a medida que la distancia a ganaderías se reduce. Esta hipótesis contrastaría con el resultado obtenido en el caso del nematodo antes citado, *Globocephalus*, también de ciclo directo, el cual muestra una tendencia contraria favorecida por la cercanía de explotaciones porcinas. Estos resultados aparentemente contradictorios podrían deberse a tres aspectos fundamentales que marcarían la diferencia entre ambos nematodos. En primer lugar, la capacidad de *A. suum* para depositar hasta 1-2 millones de huevos diarios (Cordero del Campillo e Hidalgo, 2000; Frontera *et al.*, 2009), superior a la de *Globocephalus* spp., como se ha comprobado en los análisis coprológicos, en el que ni tan siquiera han sido detectados sus huevos. Además, la elevada resistencia de los huevos de *A. suum* en el medio (Frontera *et al.*, 2000; Mejer y Roepstorff, 2006), frente

a la labilidad de las larvas L3 de *Globocephalus* spp. (Junquera, 2014), supondrían una mayor distribución y persistencia de los huevos de *A. suum* en zonas donde las formas infectivas de *Globocephalus* spp. no serían tan abundantes. Y por último, el papel de las lombrices de tierra como hospedadores paraténicos de *Ascaris* (Roepstorff *et al.*, 2002), que favorecería un mayor contagio de jabalíes especialmente donde no tuvieran que competir con cerdos por el consumo de lombrices y, por tanto, estos invertebrados fuesen más abundantes.

Ascarops strongylina

Este nematodo de estómago (Fig. 57) ha sido detectado en 74 de los 199 jabalíes analizados ($p = 37,19\%$), estando ampliamente distribuido en el área de estudio, en concreto, en 33 de los polígonos muestreados (Fig. 58).



Fig. 57 – Extremo cefálico (izquierda) y caudal (derecha) de ejemplar macho de *Ascarops strongylina* (x10)

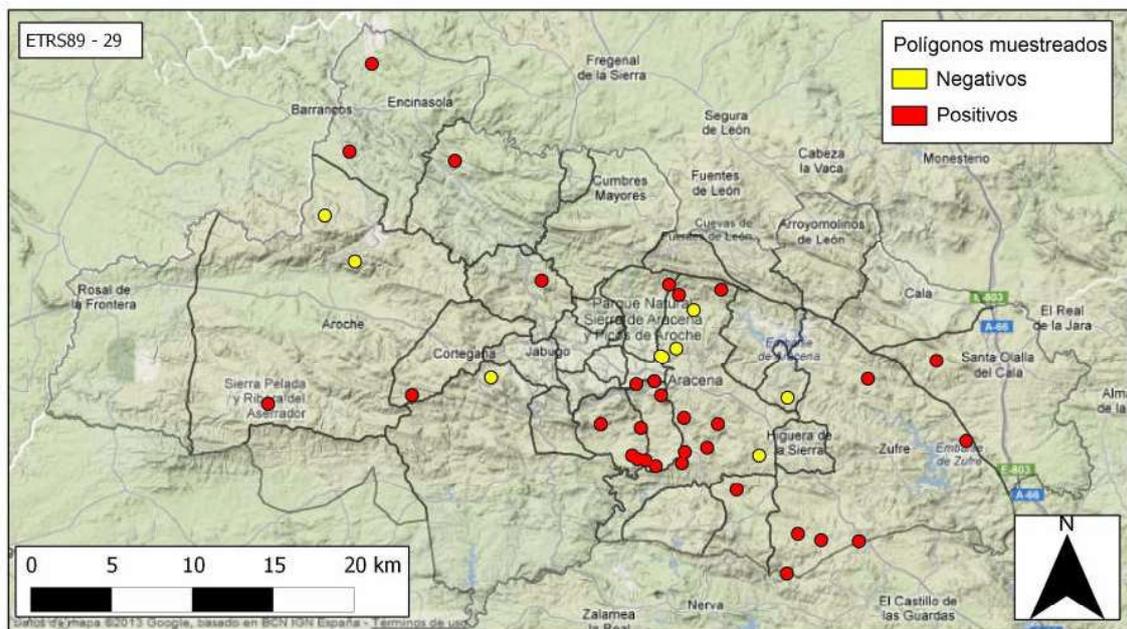


Fig. 58 - Distribución de los polígonos positivos y negativos a *Ascarops strongylina*

De los 887 especímenes obtenidos, 267 fueron machos y 620 hembras, resultando una sex-ratio de 1:2,32. La a.m. hallada para esta especie fue de $11,37 \pm 20,62$ eaa, y la i.m. fue de $13,25 \pm 36,01$ eap. La mayor parte de jabalíes parasitados por *A. strongylina* albergaban 10 parásitos o menos (Fig. 59).

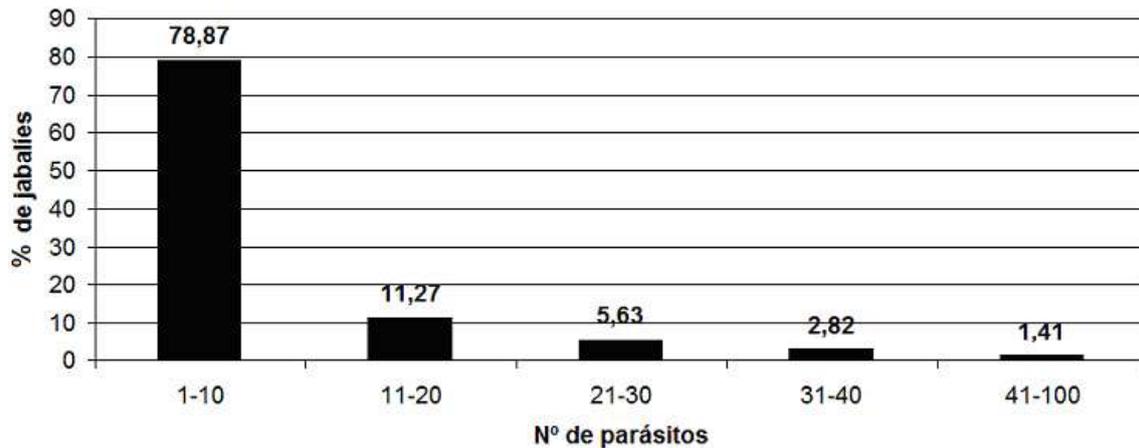


Fig. 59 - Intensidad de parasitación por *Ascarops strongylina*.

No se ha podido demostrar que exista relación estadísticamente significativa entre la parasitación por *A. strongylina* y el sexo o la edad del individuo (Tabla 10).

Edad	POSITIVOS		NEGATIVOS			
<12 meses	7	3.80%	18	9.78%	Machos	25
	9	4.89%	24	13.04%	Hembras	33
12-24 meses	9	4.89%	16	8.70%	Machos	25
	20	10.87%	29	15.76%	Hembras	49
>24 meses	10	5.43%	19	10.33%	Machos	29
	19	10.33%	19	10.33%	Hembras	38
TOTAL	74	37.19%	125	62.81%		199

Tabla 10 - Distribución de animales parasitados por *Ascarops strongylina* en función de la categoría de edad y del sexo (n=199).

Al analizar los factores ambientales que influyen, se obtiene que mediante regresión lineal, tanto la altitud media (AltimMean) como la distancia media a las áreas de explotación agro-ganadera (Dist1Mean) tienen una relación estadísticamente significativa con prevalencias más elevadas de esta especie, obteniéndose un modelo y

una función que incluyen ambos factores. Es decir, la probabilidad más elevada de encontrar *A. strongylina* se sitúa en zonas de baja altitud alejadas de áreas agroganaderas.

Variable	Coefficient	Std Error	F-test	P-Value
ALTIMMEAN	-0.086	0.021	16.7322	0.000066
DIST1MEAN	0.002	0.000	35.5508	0.000000
CONSTANT	50.344	12.999	14.9985	0.000153

Correlation Coefficient: $r^2= 0.29$

El mapa resultante muestra las diferentes probabilidades de hallar *A. strongylina* con un patrón relativamente homogéneo, con cierta tendencia al aumento de los valores en el cuadrante suroeste (Fig. 60). En dicha zona es donde la altitud es menor, y donde además, el suelo destinado a explotaciones es sustituido por áreas más naturalizadas y forestales (eucaliptal). A pesar de que la acumulación de purines en las explotaciones tiene efecto atrayente sobre insectos coprófagos (Truman *et al.*, 1970; Tshikae *et al.*, 2008), de este mapa se desprende la idea de que la densidad de escarabajos no se trata del factor de riesgo más importante para la presencia de *A. strongylina*. Entre las hipótesis que podrían justificar el patrón observado podrían estar la mayor influencia de otros factores ambientales, concretamente de la altitud, sobre el ciclo del nematodo que la existencia de hospedadores intermediarios, así como una irregular distribución de los mismos.

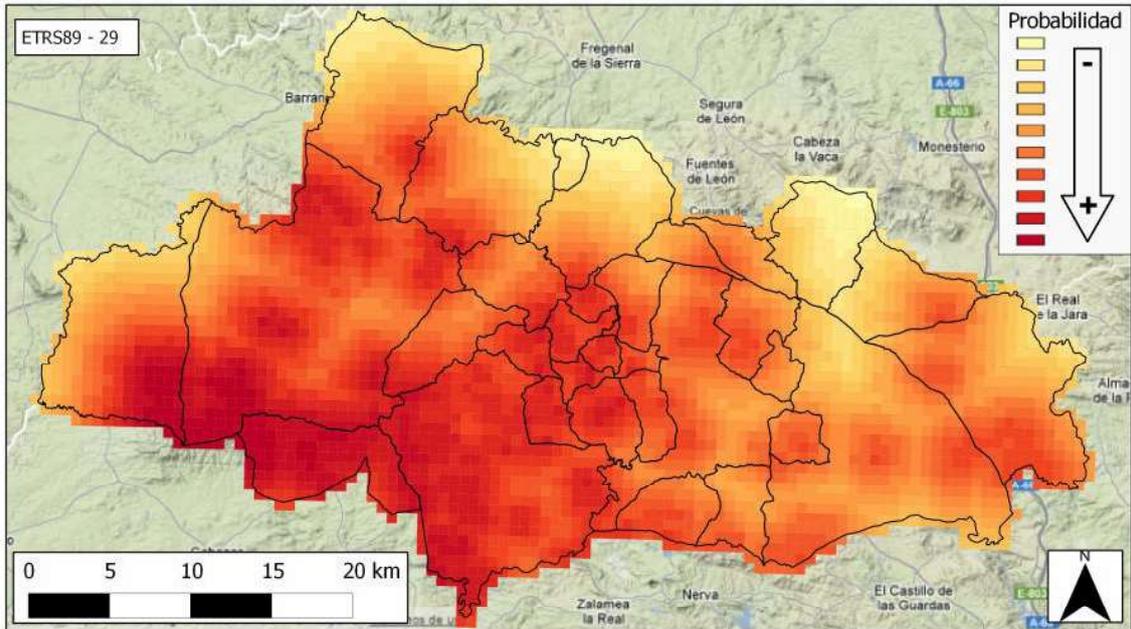


Fig. 60 - Mapa predictivo de la presencia de *Ascarops strongylina* en la Sierra de Arcena.

El segundo método empleado para estudiar los factores ambientales, revela que los factores que influyen en la presencia de este parásito son también la altitud media (ALTIM) y la distancia media a zonas agro-ganaderas (Dist1Mean), así como la distancia a eucaliptales (Dis11Mean). El mapa resultante se observan dos grandes áreas en las que la probabilidad de encontrar este nematodo es despreciable, a la vez que hay amplias zonas donde dicha probabilidad es relativamente alta. Sin embargo, en el centro de estas áreas aparecen pequeños agrupamientos de cuadrículas en localizaciones en las que esta probabilidad disminuye considerablemente (Fig. 61), en lugar de alcanzar los valores máximos que se podrían esperar de acuerdo con la progresión de aumento de la probabilidad que se observa. No se ha encontrado ningún argumento que justifique la presencia de *A. strongylina* en estas zonas. Sin embargo, la inclusión de la altitud y de la distancia a zonas agro-ganaderas en ambos modelos parece señalar el papel determinante de ambos factores en el anidamiento de este helminto en la población de jabalíes analizada.

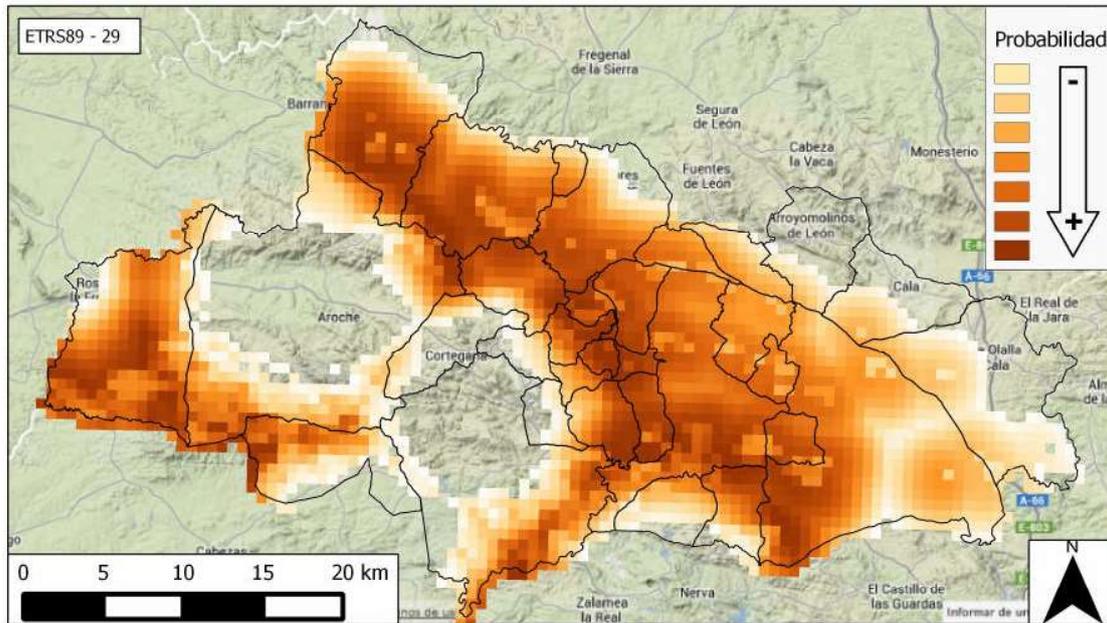


Fig. 61 - Mapa predictivo de la presencia de *Ascarops strongylina* en la Sierra de Aracena según el software Maxent

No son muchos los trabajos que han detectado *A. strongylina*, y además las prevalencias descritas son muy variables. Así, en Croacia, se detectaron huevos de este nematodo en heces de 2 de los 20 rayones mantenidos en cautividad (Rajkovic'-Janje *et al.*, 2004). Hay que destacar de este estudio que a pesar de que las hembras reproductoras eran desparasitadas anualmente, los rayones estaban parasitados por este y otros nematodos. En Polonia, la prevalencia en excrementos con huevos de *A. strongylina* fue del 23% (Popiolek *et al.*, 2010). En Turquía, la prevalencia fue menor, con el 4% de jabalíes analizados mediante necropsia positivos a la presencia de *A. strongylina* (Senlik *et al.*, 2011), mientras que en Irán, se encontró hasta un 56% de jabalíes afectados por esta especie de nematodo (Eslami & Farsad-Hamdi, 1992). En la Península Ibérica también se han detectado prevalencias bastante dispares. En Portugal, se aisló en sólo 1 de los 8 animales analizados en la Tapada Nacional de Mafra (Sousa *et al.*, 2004). Por el contrario, en Ciudad Real, se detectó en 9 de los 15 animales analizados (prevalencia de 60%) (Fernández de Mera *et al.*, 2003) y en Valencia, hasta

el 87% de los 57 jabalíes necropsiados (De la Muela *et al.*, 2001). La prevalencia encontrada en la Sierra de Aracena demuestra que a pesar de que el parásito está presente, no alcanza prevalencias tan elevadas como las detectadas en otras áreas de España.

Physocephalus sexalatus

Physocephalus sexalatus (Fig. 62), la otra especie hallada en estómago, ha sido el nematodo que menor prevalencia ha presentado de todo el estudio, habiéndose aislado de tan solo 10 jabalíes de los 199 individuos analizados (prevalencia = 5,03%).

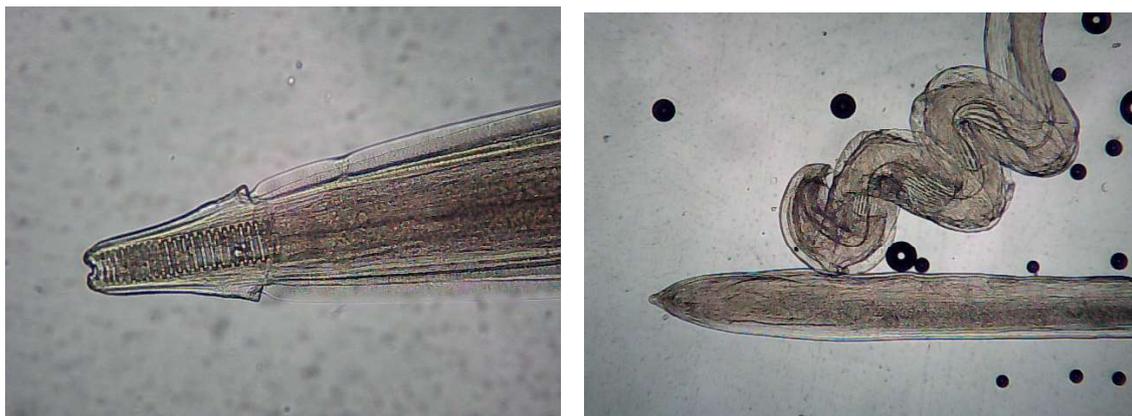


Fig. 62 - Extremo cefálico (izquierda) y caudal de macho (arriba) y hembra (abajo) de *Physocephalus sexalatus* (x10)

Además, solo fueron aislados 38 ejemplares, 7 machos y 31 hembras, con una sex-ratio de 1:4,42. La a.m. fue de $0,49 \pm 2,55$ eaa, y la i.m. $3,80 \pm 6,46$ eap. De los 10 jabalíes, 9 albergaban entre 1 y 3 nematodos, sin embargo hubo un único jabalí del que se aislaron hasta 22 ejemplares (Fig. 63).

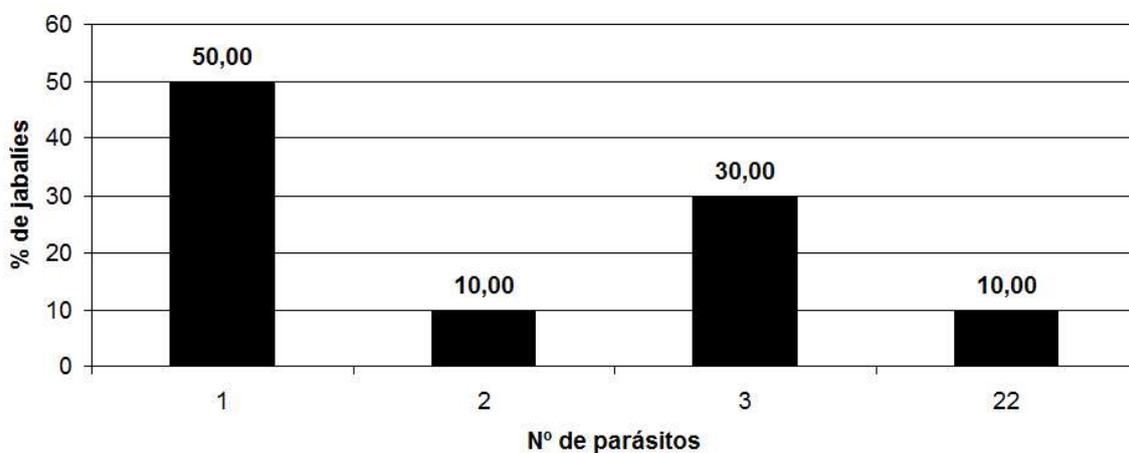


Fig. 63 – Intensidad de parasitación por *Physocephalus sexalatus*

Ni el factor “sexo” (Fisher test, $p=0,43$) ni el factor “edad” (Fisher test, $p=1$) han tenido una relación estadísticamente significativa con la parasitación por este nematodo, debido a las reducidas prevalencias halladas por grupos de edad y sexos (Tabla 11).

Edad	POSITIVOS		NEGATIVOS			
<12 meses	0	0.00%	25	13.59%	Machos	25
	1	0.54%	32	17.39%	Hembras	33
12-24 meses	2	1.09%	23	12.50%	Machos	25
	2	1.09%	47	25.54%	Hembras	49
>24 meses	2	1.09%	27	14.67%	Machos	29
	3	1.63%	35	19.02%	Hembras	38
TOTAL	10	5.03%	189	94.97%		199

Tabla 11 - Distribución de animales parasitados por *Physocephalus sexalatus* en función de la categoría de edad y del sexo (n=199).

Relacionado con esta baja prevalencia, solo se ha detectado en cinco de los 35 polígonos muestreados, con una distribución bastante dispersa, localizándose únicamente en focos aislados situados en la mitad sur de la comarca (Fig. 64).

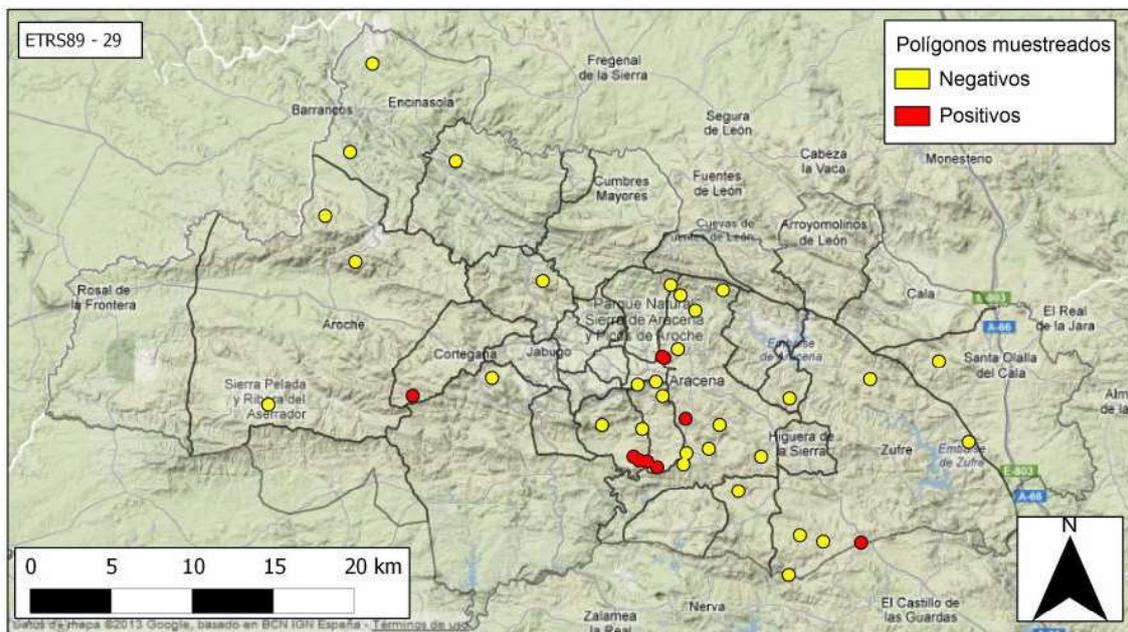


Fig. 64 – Distribución de polígonos positivos y negativos a *Physocephalus sexalatus* en la Sierra de Aracena.

El análisis de factores ambientales reveló que los factores distancia media a zonas de matorral con bosque mixto (Dis12mean), a matorral (Dis13mean) y la temperatura media en primavera (tem_pr) afectan a la prevalencia de este parásito, en un modelo relativamente robusto ($R^2=0,29$) que da lugar a una función con las tres variables, siendo la temperatura media en primavera el factor con mayor relevancia. Así, la probabilidad más alta de encontrar *Physocephalus* se encontraría en aquellas zonas cercanas a bosque mixto y alejadas de matorral, aunque unas bajas temperaturas medias primaverales son el factor de mayor relevancia.

Variable	Coefficient	Std Error	F-test	P-Value
DIS12MEAN	-0.001	0.000	20.7209	0.000010
DIS13MEAN	0.005	0.001	33.2558	0.000000
TEM_PR	-4.252	0.723	34.5561	0.000000
CONSTANT	61.751	9.915	38.7868	0.000000

Correlation Coefficient: $r^2= 0.29$

El mapa predictivo resultante muestra áreas con mayor probabilidad de tener prevalencias más elevadas del parásito únicamente en el extremo más occidental del área de muestreo, una zona limítrofe con Portugal (Fig. 65). No se ha tenido acceso a jabalíes abatidos en dicha zona, aunque destaca la ausencia de casos en aquellos polígonos muestreados de localización más occidental (Fig. 64).

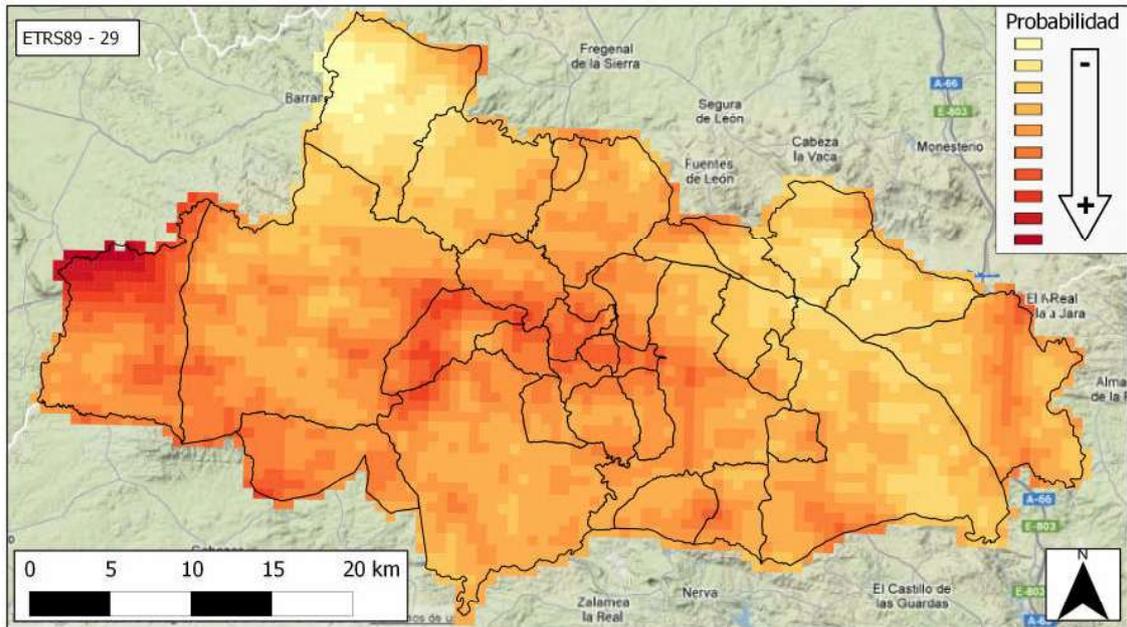


Fig. 65 – Mapa predictivo de la presencia de *Physocephalus sexalatus* en la Sierra de Aracena

Los factores que influyen en la presencia de mayores prevalencias de *P. sexalatus*, según el método basado en el principio de máxima entropía, son la distancia media a matorral con bosque mixto (Dis12Mean) y la temperatura media en primavera (tem_pr). Concretamente, seleccionando positivamente las zonas de matorral con bosque mixto y áreas afectadas por temperaturas primaverales extremas, se obtiene un mapa predictivo donde se observa una clara concentración de las zonas con la probabilidad más alta en la franja sur-occidental del área de muestreo, siendo nula en todo el extremo norte de la Sierra (Fig. 66). Esta previsión de detectar una mayor probabilidad en la zona sur coincide con la distribución de monterías en las que se han abatido jabalíes parasitados por *P. sexalatus* (Fig. 64).

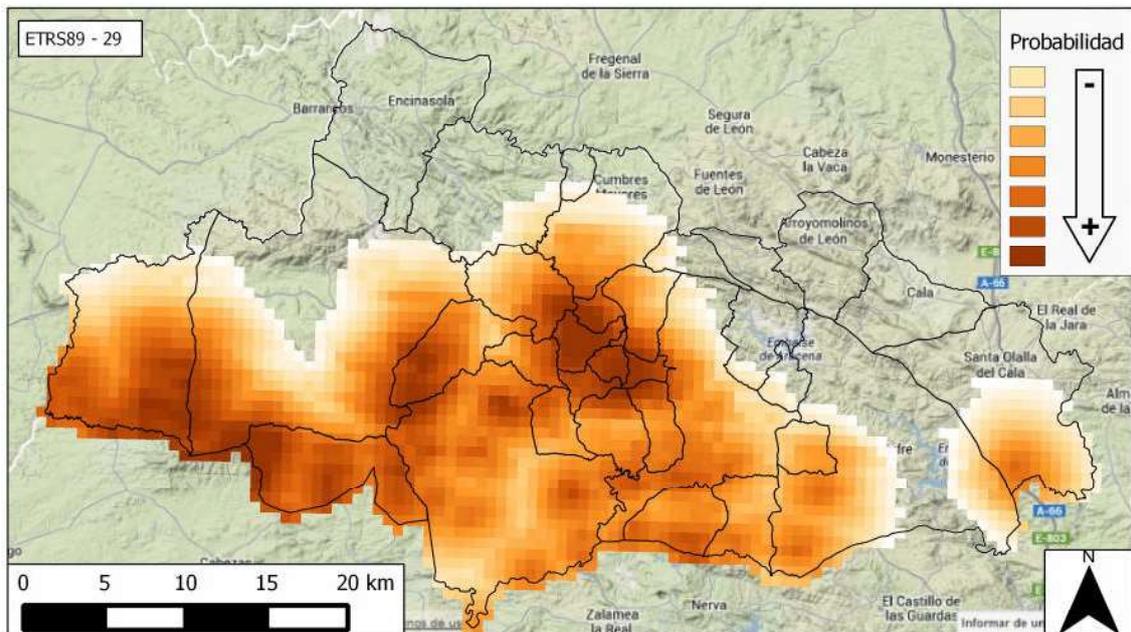


Fig. 66 – Mapa predictivo de la presencia de *Physocephalus sexalatus* en la Sierra de Aracena según el software Maxent

Una prevalencia similar a la obtenida en nuestro estudio fue hallada en Estados Unidos, con sólo 1 de los 10 cerdos cimarrones, híbridos de jabalí, infectados por este nematodo (Coombs & Springer, 1979). Por otro lado, en Eurasia, las prevalencias son dispares, con valores comprendidos entre el 7% en jabalíes de Turquía parasitados (Senlik et al., 2011) y el 56% de Irán (Eslami & Farsad-Hamdi, 1992). En Croacia, la prevalencia detectada en rayones nacidos en cautividad fue del 20% (Rajkovic'-Janje *et al.*, 2004). En España se han registrado prevalencias muy diferentes, detectándose el 6% de los jabalíes parasitados por *P. sexalatus* en Valencia (De la Muela *et al.*, 2001), y el 35,7% en Ciudad Real (Fernández de Mera *et al.*, 2003). Este último dato se obtuvo en animales necropsiados que habían sido mantenidos en cautividad, y cuyos resultados se contrastaron con los de otro grupo de jabalíes importados de Francia, los cuales tuvieron mediante el mismo método, un 22,2% de prevalencia (Fernández de Mera *et al.*, 2004). En general, *P. sexalatus* es poco frecuente, ya que existen bastantes estudios sobre parásitos de jabalí que no han detectado su presencia.

En nuestro estudio, *P. sexalatus* ha sido detectado únicamente en la temporada 2010-2011, y no en los 121 jabalíes del muestreo de 2011-2012 (Fig. 67), a diferencia de *A. strongylina*, que posee similares características en lo que a su ciclo biológico se refiere, y que estuvo presente en las dos temporadas. Todo apunta a que de los factores ambientales comunes a los dos modelos predictivos de la especie, la distancia media a matorral con bosque mixto y la temperatura media en primavera, es éste último el que más afecta a la detección de *P. sexalatus*. En este aspecto, las temperaturas medias en abril y mayo de 2011 superaron los máximos históricos, con temperaturas de 3,9 y 2,9°C superiores a los valores medios registrados entre 1971 y 2000 (Informe Climatológico Mensual Abril-Mayo 2011). Por lo tanto, se deduce que *P. sexalatus* es significativamente más sensible a incrementos de temperatura que *A. strongylina*, quizá debido a la labilidad de la larva 3 infectante en el medio. Esta sensibilidad también dificultaría la propagación de este nematodo por la comarca, de ahí el patrón focal que han mostrado los jabalíes positivos (Fig. 63).

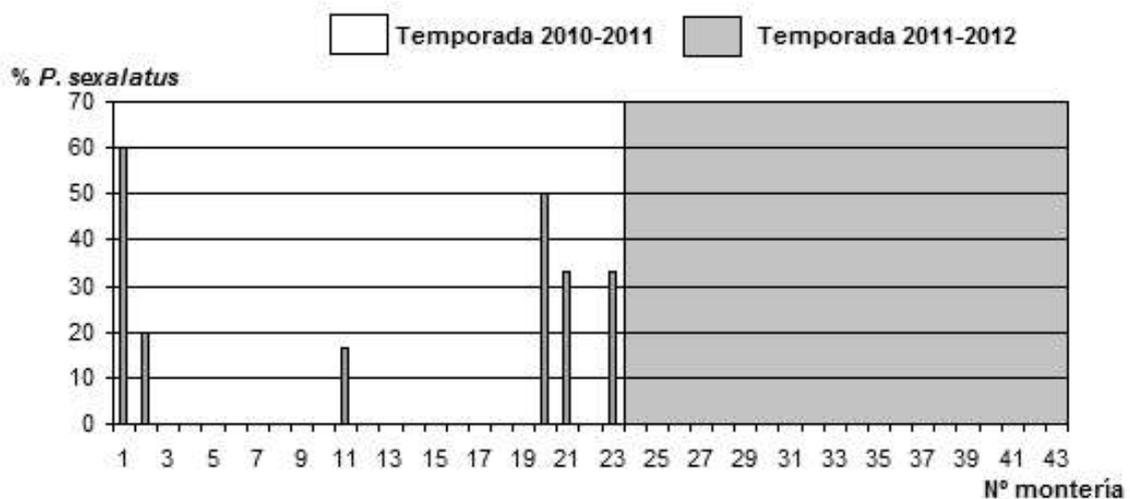


Fig. 67 – Prevalencia de *Physocephalus sexalatus* en las dos temporadas de caza de muestreo.

Trichuris suis

Trichuris suis (Fig. 68) ha sido aislado de 62 jabalíes (31,16%), con 335 ejemplares obtenidos, de los cuales 161 eran machos y 174 hembras (sex-ratio 1:1,08).

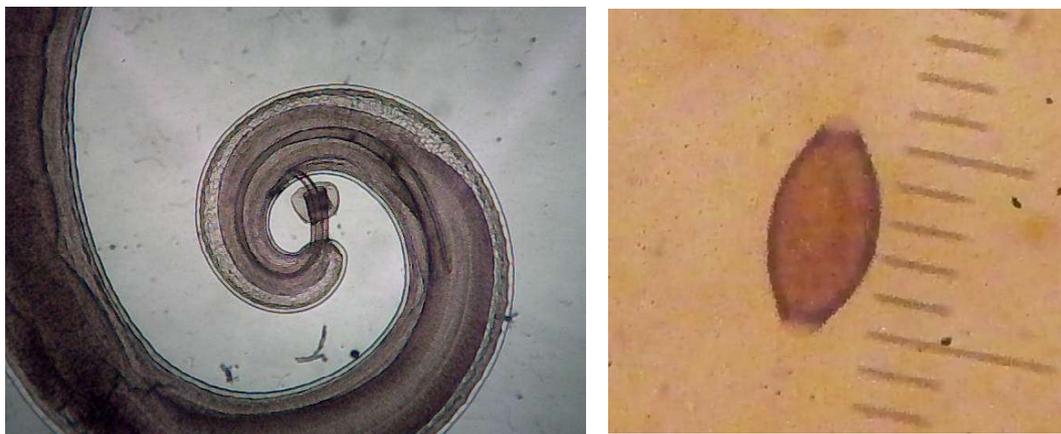


Fig. 68 – Extremo caudal de un ejemplar macho de *Trichuris suis* (izquierda, x10) y huevo (derecha, x40) obtenido mediante una técnica coprológica de flotación

La mayor parte de los jabalíes presentaba una baja carga parasitaria de este nematodo, ya que de la mayor parte de ellos se aislaron entre uno y cinco especímenes. La mayor carga fue de 26 nematodos. La a.m. fue de $1,68 \pm 4,24$ eaa, y la i.m. de $5,40 \pm 6,16$ eap. Como en el caso de los nematodos gastrointestinales anteriormente comentados, las bajas cargas parasitarias de *T. suis* (menores a 10 especímenes) fueron las más frecuentes en los jabalíes parasitados (Fig. 69).

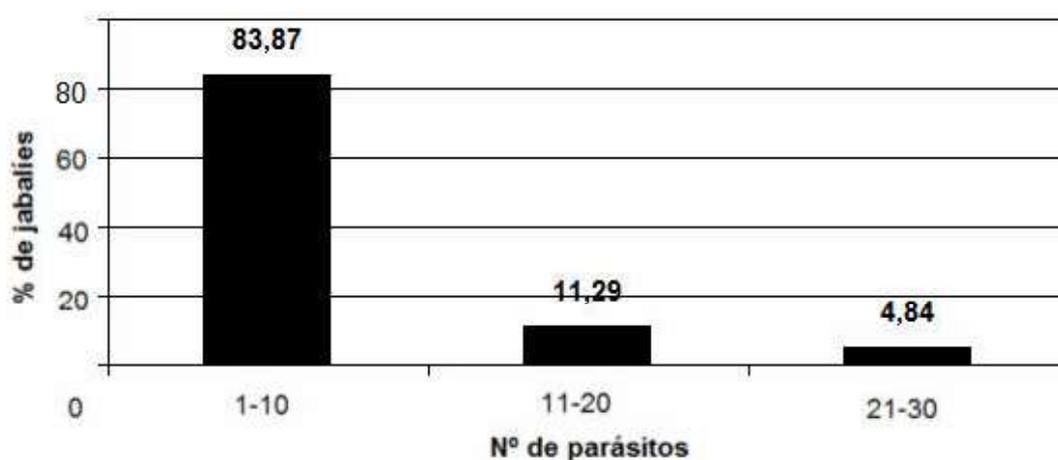


Fig. 69 – Intensidad de parasitación por *Trichuris suis*

Sólo el factor “edad” está relacionado significativamente la presencia de este nematodo en los jabalíes analizados ($p=0,01$), existiendo una mayor proporción de animales menores de 12 meses parasitados por *T. suis* (Tabla 12). Esta relación también ha sido observada en cerdos domésticos, sugiriendo algunos autores que se debe a la mayor producción de anticuerpos específicos y a la reacción tisular local del colon en animales de mayor edad (Jacobs y Dunn, 1969; Nansen y Roepstorff, 1999; Pedersen y Saeed, 2002; Kringel *et al.*, 2006).

Edad	POSITIVOS		NEGATIVOS			
<12 meses	8	4.35%	17	9.24%	Machos	25
	18	9.78%	15	8.15%	Hembras	33
12-24 meses	11	5.98%	14	7.61%	Machos	25
	11	5.98%	38	20.65%	Hembras	49
>24 meses	12	6.52%	17	9.24%	Machos	29
	2	1.09%	36	19.57%	Hembras	38
TOTAL	62	31.16%	137	68.84%		199

Tabla 12 - Distribución de animales parasitados por *Trichuris suis* en función de la edad y del sexo

Respecto a su distribución en la Sierra de Aracena, *T. suis* ha estado presente en 14 de los 35 polígonos analizados, mostrando una distribución territorial amplia, aunque con aspecto de mosaico, debido a la presencia de polígonos sin presencia del parásito intercalados dentro de la extensión de la comarca (Fig. 70).

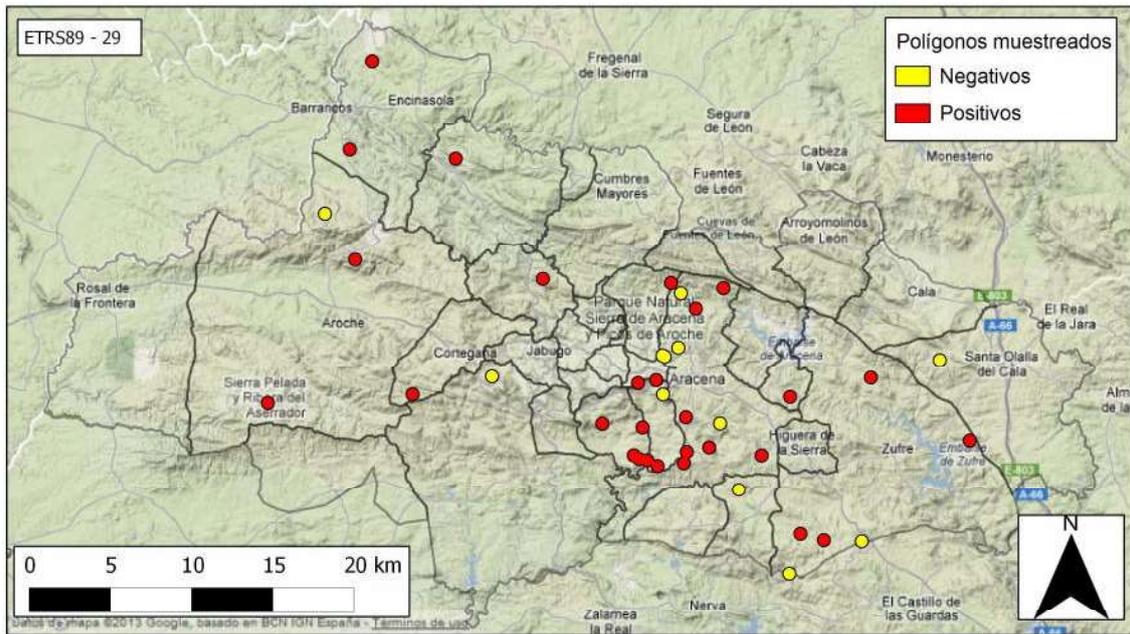


Fig. 70 – Distribución de polígonos positivos y negativos a *Trichuris suis* en la Sierra de Aracena

Al analizar mediante regresión lineal los factores ambientales que influyen en la prevalencia de este parásito, se obtiene un modelo ($R^2=0,16$) que tiene en cuenta tres variables: el porcentaje de área de pinar (Area_16), la distancia media a bosque de ribera (Dist5mean) y la distancia media a suelo urbanizado (Dis19mean). La función resultante sigue manteniendo estos tres factores, aunque con bajo peso de los mismos, siendo incluso nulo en el primero de ellos. Por tanto, las zonas con mayor probabilidad de encontrar este parásito se situarían en zonas próximas a bosque de ribera y alejadas de suelo urbanizado. Estas zonas más húmedas y frescas, pudieran estar actuando como puntos de concentración puntual de jabalíes, favoreciendo la supervivencia de los huevos y, por tanto, el contagio de este parásito.

Variable	Coefficient	Std Error	F-test	P-Value
AREA_16	0.000	0.000	10.9381	0.001151
DIST5MEAN	-0.006	0.002	11.6015	0.000823
DIS19MEAN	0.002	0.001	6.1574	0.014064
CONSTANT	29.194	5.370	29.5549	0.000000

Correlation Coefficient: $r^2= 0.16$

El mapa predictivo obtenido muestra un patrón irregular multifocal o “en mosaico” de las zonas con mayor probabilidad de encontrar esta especie, apreciándose una leve disminución de la misma en la franja norte del extremo oriental de la Sierra (Fig. 71).

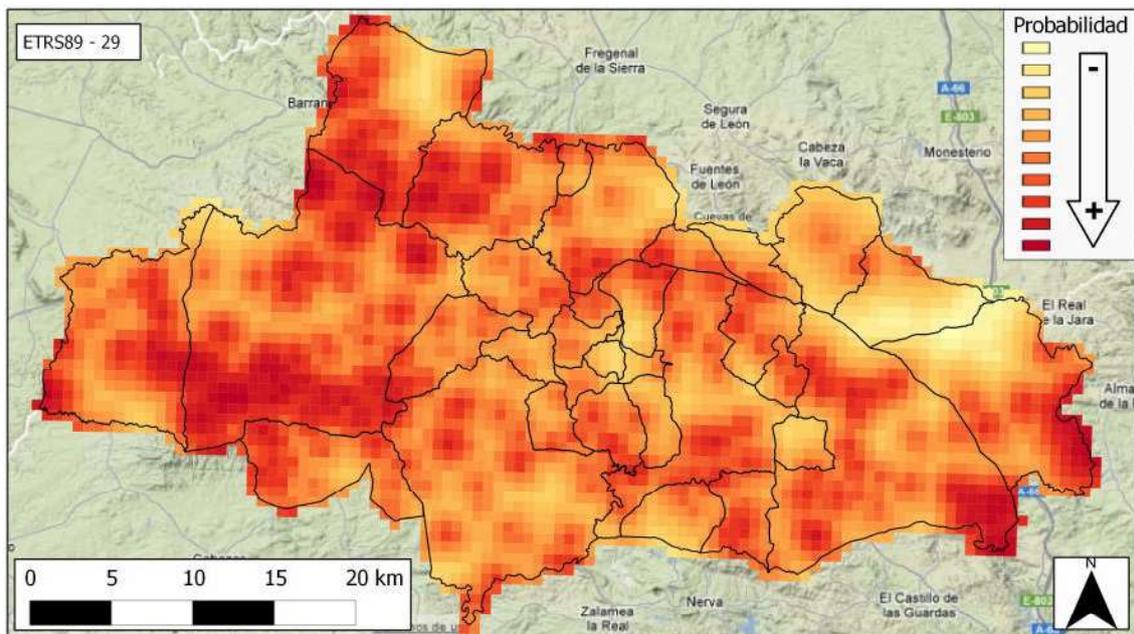


Fig. 71 - Mapa predictivo de la presencia de *T. suis* en la Sierra de Aracena.

El análisis basado en el principio de máxima entropía de los factores ambientales muestra que son cuatro las variables a tener en cuenta: la distancia media a zonas agro-ganaderas (Dist1Mean), a zonas de bosque de ribera (Dist5Mean), de matorral (Dis13Mean) y la altitud media (Altim). La integración conjunta de estos factores, cada uno con su peso relativo en el modelo, da lugar a un mapa resultante que

muestra zonas con máxima probabilidad de encontrar el parásito con un patrón irregular dentro de las áreas de la Sierra de Aracena y por otro lado, de los picos de Aroche al suroeste (Fig. 72).

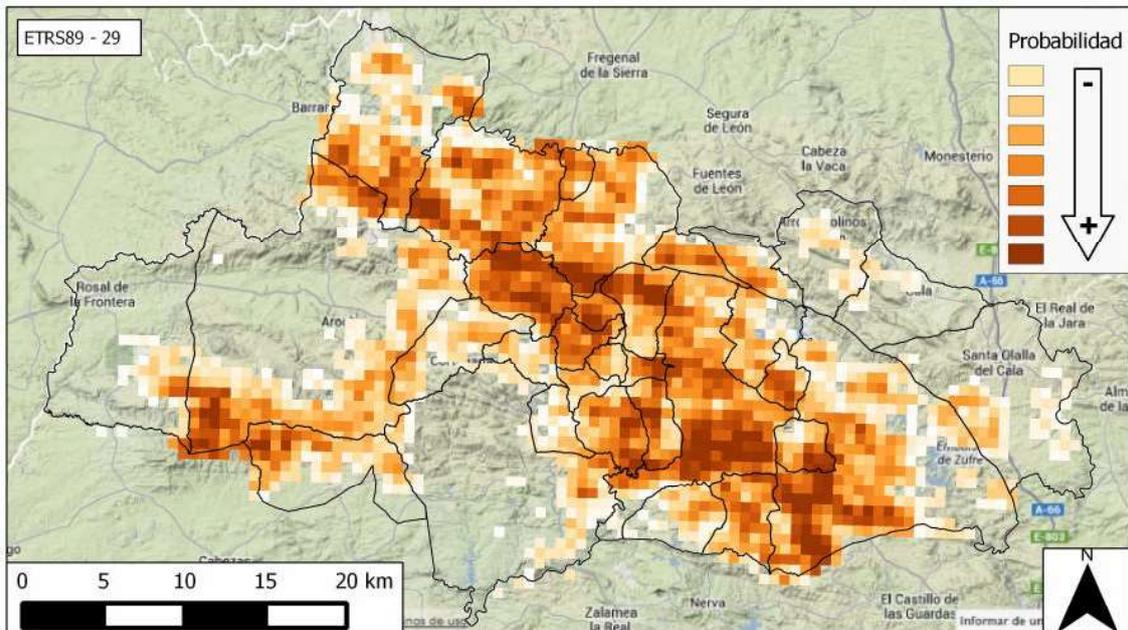


Fig. 72 – Mapa predictivo de la presencia de *Trichuris suis* en la Sierra de Aracena según el software Maxent.

Entre los parásitos de intestino grueso, *T. suis* ha sido la especie más prevalente en los jabalíes analizados en nuestro estudio. Es una especie ampliamente distribuida en cerdos domésticos, siendo responsable de grandes pérdidas en la producción porcina; de hecho, ocupa el cuarto lugar entre los nematodos más prevalentes del cerdo ibérico en la provincia de Badajoz, contigua a nuestra área de estudio (Rueda & Montes, 1989). En Oriente Próximo, se han registrado prevalencias del 7% en Turquía (Senlik *et al.*, 2011), o del 4% en Irán (Eslami & Farsad-Hamdi, 1992). Por otro lado, en el continente europeo las prevalencias obtenidas se elevan al 21% en jabalíes de Estonia (Järvis *et al.*, 2007), llegando al 50% en Croacia, siendo la prevalencia más elevada encontrada en Europa (Rajkovic'-Janje *et al.*, 2004). En la Península Ibérica únicamente se tienen tres

referencias de la presencia de este parásito en el jabalí. Por un lado, sólo uno de los 8 jabalíes analizados (prevalencia del 12,5%) mostraron este parásito en la Tapada Nacional de Mafra de Portugal (Sousa *et al.*, 2004); por otro lado, en España, se detectó en un grupo de 21 jabalíes trasladados de Francia a Ciudad Real en los que estuvo presente en el 33,3% de ellos (Fernández de Mera *et al.*, 2004); y, por último, se detectaron huevos de *T. suis* en el 4,7% de muestras fecales tomadas de Extremadura (Calero *et al.*, 2008). Llama la atención que el parásito no se ha detectado en ningún otro estudio realizado en España, a pesar de que es un parásito relativamente frecuente en la producción porcina a nivel mundial (García, 2003). Quizás esto pueda deberse al estrecho contacto que presentan los jabalíes y los cerdos domésticos en la comarca de la Sierra de Aracena, donde las explotaciones de régimen extensivo son fácilmente permeables para la fauna silvestre.

Oesophagostomum dentatum

La especie detectada de intestino grueso hallada en menor proporción, *O. dentatum* (Fig. 73), se ha aislado en 29 (prevalencia del 14,57%) de los 199 jabalíes analizados.



Fig. 73 – Extremo cefálico y caudal de macho de *Oesophagostomum dentatum* (x10)

Se han obtenido un total de 380 especímenes de esta especie a partir de los jabalíes analizados. La sex-ratio fue de 1:1,28, ya que de todos los encontrados, 166 fueron machos y 214 hembras. La a.m. fue similar a la hallada en *T. suis*, con $1,91 \pm 9,09$ eaa, no siendo así la i.m., que llegó hasta los $13,10 \pm 20,80$ eap.

Como se ha descrito en algunos de los nematodos gastrointestinales anteriormente citados, 21 de los 29 animales parasitados albergaban 10 ejemplares o menos de *O. dentatum*. Seguidamente, un grupo de siete jabalíes mostraron parasitaciones de entre 11 y 50 nematodos. Por último, cabe destacar el caso de uno de los animales, en el que se encontraron 90 especímenes (Fig. 74).

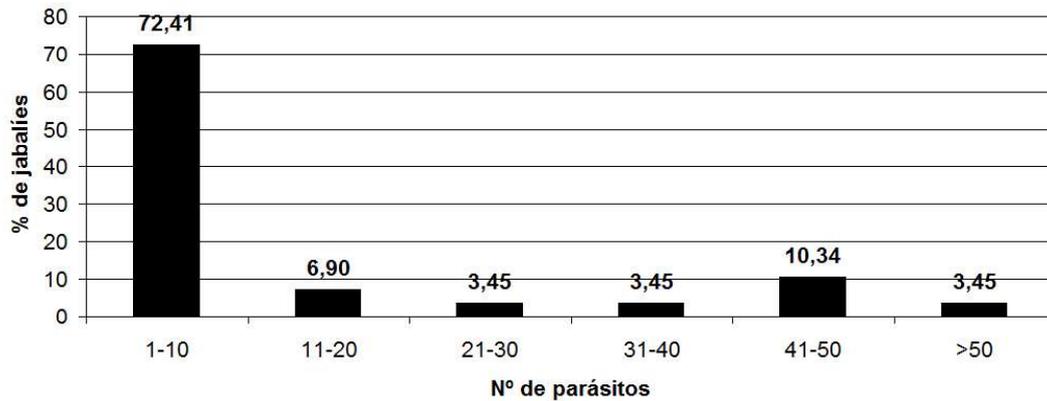


Fig. 74 – Intensidad de parasitación por *Oesophagostomum dentatum*

Al igual que se ha descrito en el caso de *T. suis*, la presencia de *O. dentatum* también presenta una relación estadísticamente significativa con la edad ($p=0,00024$), aunque no con el sexo (Tabla 13). La proporción de animales jóvenes parasitados por este nematodo ha sido inferior a la hallada en otros grupos de edad. Esta misma relación fue observada en parasitaciones de *O. dentatum* en cerdos domésticos de Burkina Faso (Tamboura *et al.*, 2006). Aunque como ya apuntaban otros autores con el caso similar de *Globocephalus* y *Metastrongylus* (Foata *et al.*, 2006), la influencia del factor edad en la prevalencia parece estar mediada por la capacidad inmunógena concreta de cada especie de parásito.

Edad	POSITIVOS	NEGATIVOS			
<12 meses	0	0.00%	25	13.59%	Machos 25
	2	1.09%	31	16.85%	Hembras 33
12-24 meses	3	1.63%	22	11.96%	Machos 25
	5	2.72%	44	23.91%	Hembras 49
>24 meses	12	6.52%	17	9.24%	Machos 29
	7	3.80%	31	16.85%	Hembras 38
TOTAL	29	14.57%	170	85.43%	199

Tabla 13 – Distribución de animales parasitados por *Oesophagostomum dentatum* en función de la categoría de edad y del sexo (n=199).

Este nematodo fue hallado en 15 de los 35 polígonos analizados, con una distribución bastante irregular (Fig. 75).

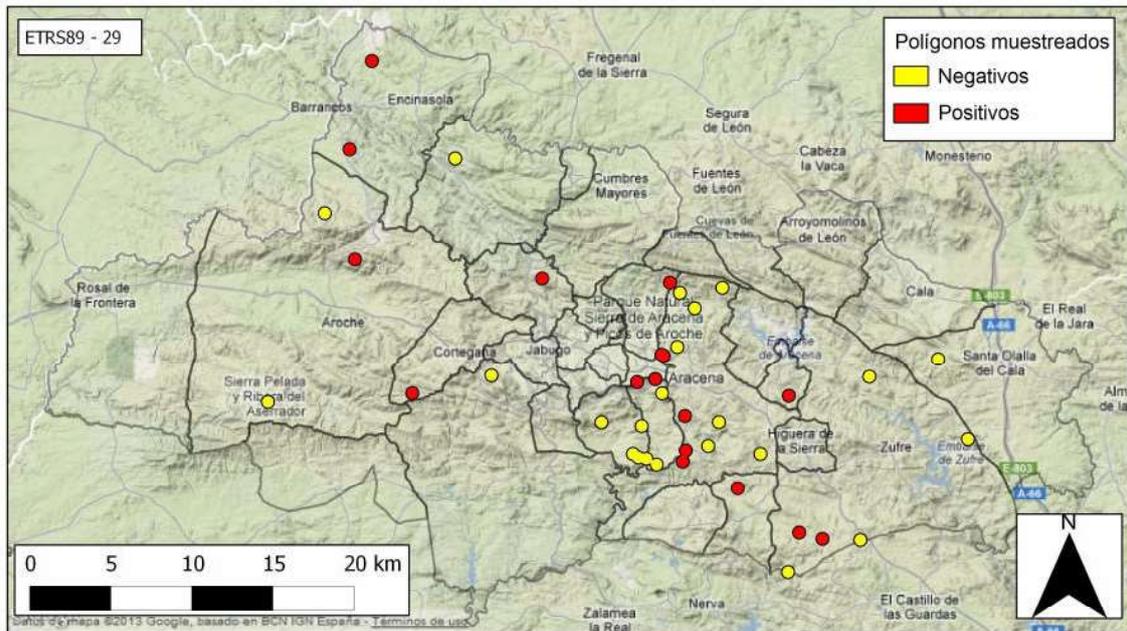


Fig. 75 – Distribución de polígonos positivos y negativos presencia de *Oesophagostomum dentatum* en la Sierra de Aracena.

Entre los factores que influyen en la distribución de *O. dentatum* se encuentran la temperatura media invernal (tem_in), la distancia media a zonas agro-ganaderas ($Dist1Mean$) y la distancia media a carreteras y caminos ($Dist6Mean$). Es decir, las zonas con mayor probabilidad de detectar este nematodo serían aquellas cercanas a zonas agro-ganaderas y a carreteras o caminos en las que las temperaturas medias invernales se mantuvieran bajas. Este resultado, que es aparentemente contradictorio con los obtenidos para otras especies de nematodos gastrointestinales podría, deberse a las características intrínsecas de *O. dentatum*, cuyo ciclo podría verse favorecido por el papel que ejercen las explotaciones ganaderas como reservorio de este helminto. Con respecto a la baja temperatura invernal, este factor puede que esté favoreciendo la permanencia en el medio de las larvas 3 infectantes hasta su posterior contagio. El modelo obtenido ($R^2=0.15$) da lugar a la fórmula que determina un mapa predictivo que muestra las zonas con mayor probabilidad de encontrar este parásito en las áreas centrales del área de muestreo principalmente (Fig. 76).

Variable	Coefficient	Std Error	F-test	P-Value
DIST1MEAN	-0.001	0.000	7.5556	0.006633
TEM_IN	-4.626	1.759	6.9179	0.009322
DIST6MEAN	-0.002	0.001	7.7840	0.005877
CONSTANT	69.401	15.990	18.8391	0.000024

Correlation Coefficient: $r^2 = 0.15$

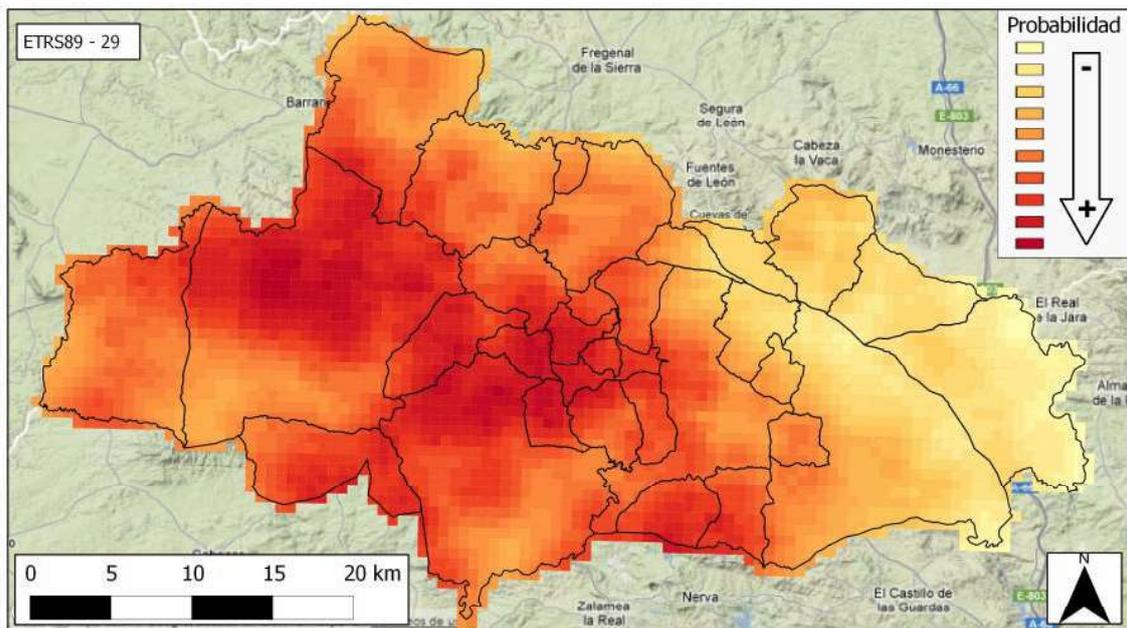


Fig. 76 – Mapa predictivo de la presencia de *Oesophagostomum dentatum* en la Sierra de Aracena.

Mediante el software Maxent, se obtuvo que los factores que influyen en la prevalencia de *O. dentatum* son la distancia media a zonas agro-ganaderas (Dist1Mean), la temperatura media estival (tem_ve) e invernal (tem_in). El mapa obtenido muestra amplias zonas de probabilidad media-baja con dos núcleos en el sureste de la Sierra donde la probabilidad es máxima. Este resultado se correspondería con una tendencia a aumentar la probabilidad de detectar *O. dentatum* en zonas que, además de estar relativamente alejadas de explotaciones ganaderas, tendrían una combinación concreta de temperaturas estivales e invernales bajas que favorecerían la supervivencia de este nematodo. Este patrón (Fig. 77), diametralmente opuesto al obtenido con el modelo

obtenido con el método anterior, se debe principalmente a una influencia inversa de los factores comunes a ambos modelos.

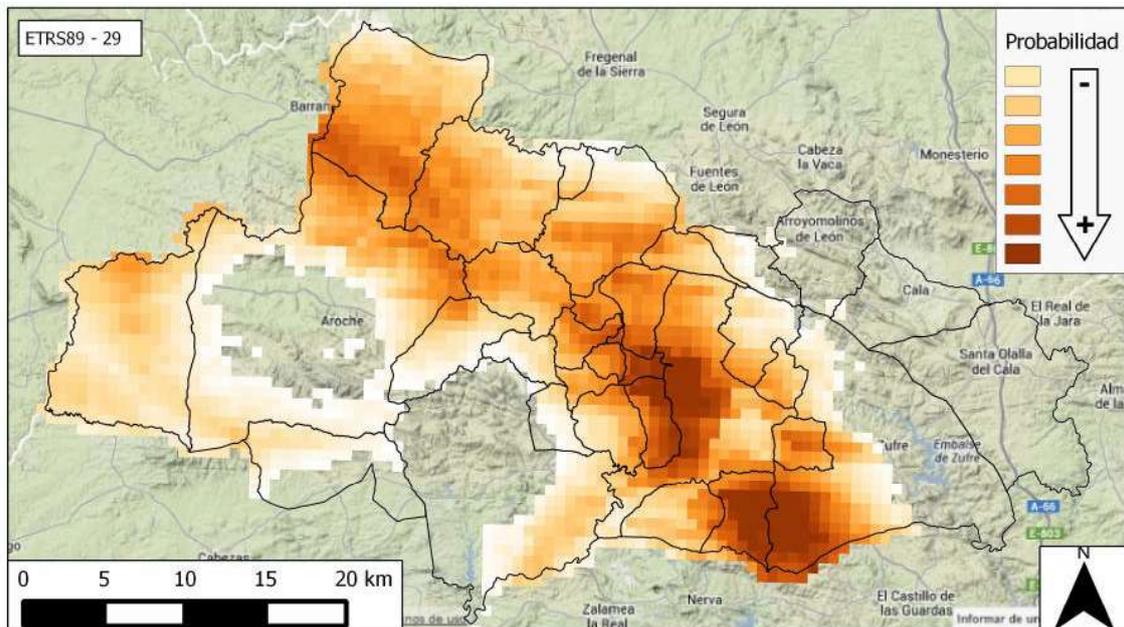


Fig. 77 – Mapa predictivo de la presencia de *Oesophagostomum dentatum* en la Sierra de Arcena según el software Maxent.

En general, las prevalencias con las que se ha detectado esta especie en jabalíes de diferentes zonas del mundo no han sido especialmente altas, con un máximo de 47% de animales parasitados en Irán (Eslami & Farsad-Hamdi, 1992). El siguiente dato más alto es del 10% (1/10) en rayones en cautividad de Croacia (Rajkovic'-Janje *et al.*, 2004), y del 8% en los jabalíes de la Estonia continental (Järvis *et al.*, 2007). Con esta misma prevalencia del 8% fue detectado en Portugal (Sousa *et al.*, 2004). De nuevo, como ocurría con otras especies de parásitos, vuelve a observarse una prevalencia más elevada en los jabalíes de Ciudad Real importados ilegalmente desde Francia, donde el 22,2% de los animales estuvieron parasitados, disminuyendo este valor hasta un 16,7% tras el tratamiento con ivermectina, sugiriendo ello cierta resistencia a este antiparasitario (Fernández de Mera *et al.*, 2004). Los resultados obtenidos en el conjunto de Europa no difieren mucho de los obtenidos en nuestro estudio (prevalencia del 14,57%).

5.1.3.- Análisis coprológicos

De las 10 especies de parásitos encontradas en estetrabajo, únicamente podrían llegar a detectarse 9 tipos de huevos diferentes en las heces de los animales, dado que *C. tenuicollis* es la forma larvaria de un cestodo. Por otro lado, los huevos de algunas especies no son distinguibles unos de otros, como ocurre con el caso de las dos especies de *Metastrongylus* obtenidas, así como los huevos de *A. strongylina* de los de *P. sexalatus*, y los de *O. dentatum* y *G. urosubulatus* una vez iniciada la segmentación (Soulsby, 1982; Kassai, 2002). Así, de los 6 tipos de huevos que podrían ser detectados mediante análisis coprológico (Fig. 78), sólo se han hallado cuatro pertenecientes a *Metastrongylus spp.*, de *A. suum*, *M. hirudinaceus* y de *T. suis*. Por otro lado, tampoco se han detectado huevos ni larvas de otra morfología que pudieran corresponder con otras especies no evidenciadas durante la necropsia.

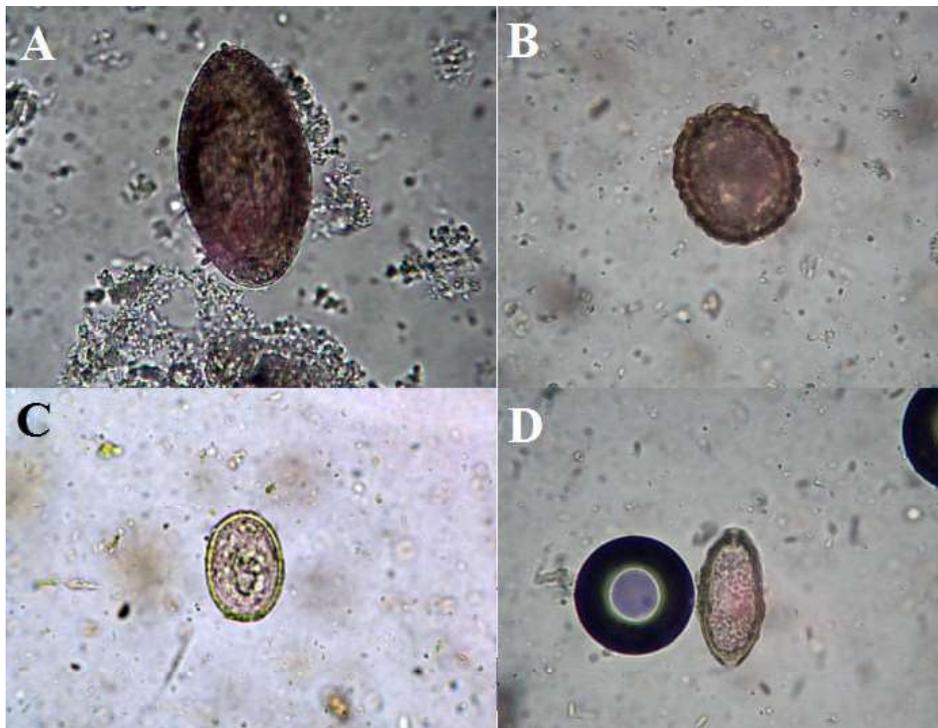


Fig. 78 – Imágenes de los huevos detectados mediante coprología (40x): (A) - *M. hirudinaceus*; (B) - *A. suum*; (C) - *Metastrongylus spp.*; (D) - *T. suis*

El empleo de dos técnicas diagnósticas diferentes permite calcular la sensibilidad de la coprología con respecto a la necropsia, ya que esta última se ha mostrado más sensible en cuanto a la capacidad de detección de parásitos (Magi *et al.*, 2004; Martínez-Carrasco *et al.*, 2007; Martínez-Moreno *et al.*, 2007). Además de que sólo se han observado huevos de 4 de los 6 tipos de parásitos posibles, llama la atención que no se evidenciaron huevos en 82 de los jabalíes, traducándose esto en que sólo el 58,79% estaba parasitado atendiendo a los resultados de los análisis coprológicos (Tabla 14), mientras que durante la realización de las necropsias, la prevalencia de parásitos fue del 98,5%. Al crear una tabla de contingencia, el nivel de concordancia media de la sensibilidad de las dos técnicas empleadas es del 62,31%.

Tabla 14 - Resultados de necropsia (N) y coprología (C) obtenidos.

	<i>M. hirudinaceus</i>		<i>A. suum</i>		<i>Metastrongylus spp.</i>		<i>T. suis</i>	
	C +	C -	C +	C -	C +	C -	C +	C -
N +	6	128	7	30	86	58	16	46
N -	1	64	13	149	14	41	10	127
Concordancia	35,18%		78,39%		63,82%		71,86%	

En general, los resultados de las técnicas coprológicas muestran niveles de concordancia relativamente bajos con respecto a los obtenidos en las necropsias. Son frecuentes los estudios en los que se realizan ambas técnicas en paralelo y evidencian una mayor sensibilidad de la necropsia tanto en jabalí (Magi *et al.*, 2004) como en otras especies (Martínez-Carrasco *et al.*, 2007). En una de las especies detectada, *M. hirudinaceus*, encontramos un porcentaje de concordancia visiblemente inferior al resto probablemente debido a que sus huevos tienen una densidad elevada que dificulta su flotación en la mayoría de soluciones de alta densidad empleadas en el diagnóstico coprológico (Dangjin, 1996). Por otro lado, la intensidad de parasitación media era sólo de $5,84 \pm 1,81$ especímenes por animal parasitado, lo cual reduciría considerablemente

la cantidad de huevos eliminados en heces, y por tanto, la sensibilidad de la técnica coprológica.

Por otra parte, llama la atención el hecho de que hay jabalíes positivos al análisis coprológico en los que no se ha hallado ningún parásito adulto durante la necropsia; incluso en el caso de animales parasitados por *M. hirudinaceus* y *A. suum*, que son parásitos fácilmente detectables durante la necropsia. Esto podría deberse a que, como consecuencia del disparo o debido al propio faenado de los cadáveres durante el eviscerado, con relativa frecuencia aparecían rotos ciertos tramos del tracto digestivo, con la consiguiente salida del contenido; por tanto, es plausible que, con la pérdida de contenido, también se perdiesen algunos especímenes de parásitos y, en animales poco parasitados, podría ser la causa de que fuesen dados por no parasitados durante la necropsia. Además, el origen de bajas cargas de huevos en alguno de los animales positivos podría deberse al consumo de algún alimento contaminado con heces de algún otro jabalí parasitado. Dichos huevos podrían haberse detectado en el tracto digestivo de un hospedador que aún no hubiera desarrollado las formas adultas. El único caso de este tipo descrito en jabalíes sucedió en Ciudad Real, donde dos jabalíes negativos mediante la necropsia, presentaron huevos de *Capillaria garfiai* en el análisis de sus heces, debido probablemente a que es un nematodo que se localiza en la lengua (Fernández de Mera *et al.*, 2003).

5.2.- AGENTES BACTERIANOS

En el presente estudio, se han detectado anticuerpos frente a los 6 agentes patógenos seleccionados en la población de jabalíes de la Sierra de Aracena. En el caso de los agentes bacterianos (Fig. 79), las seroprevalencias fueron similares para *Mycobacterium* spp. (tuberculosis) y *Chlamydia* spp. (clamidiosis), y algo más bajas en el caso de *Brucella suis* (brucelosis). Por otro lado, los valores máximos y mínimos de seroprevalencias las observamos entre los virus, con el 51,09% de circovirus tipo 2 y el 6,52% del PRRS, respectivamente.

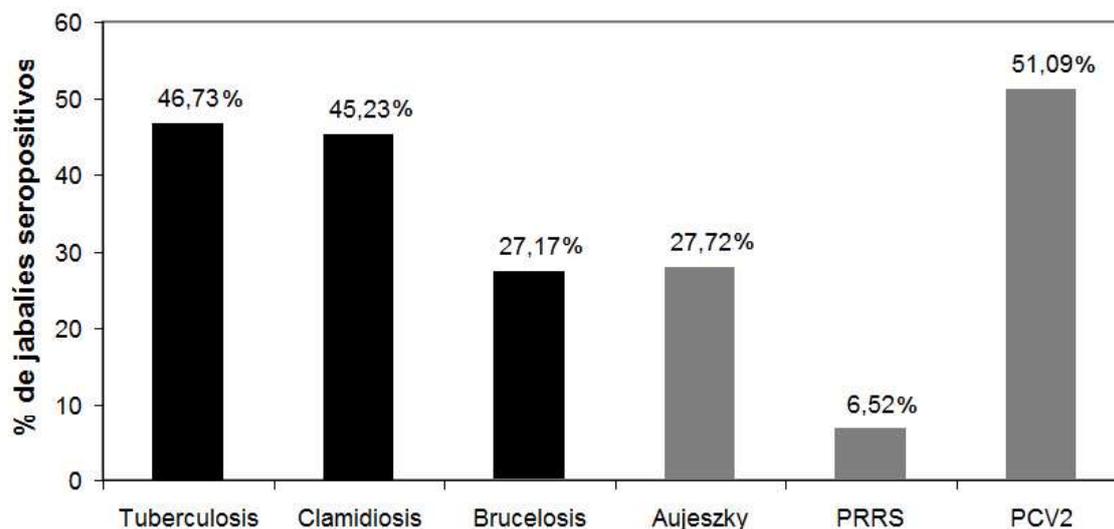


Fig. 79 – Seroprevalencias de los seis patógenos bacterianos (negro) y víricos (gris) analizados en los jabalíes de la Sierra de Aracena.

5.3.1. – Seroprevalencia frente a *Mycobacterium*

Durante el eviscerado de los animales, en contadas ocasiones se evidenciaron lesiones compatibles con tuberculosis (Fig. 80), apareciendo algunas más durante el procesado de los órganos por separado. No obstante, es necesario recordar que el presente estudio no contempla el estudio de lesiones entre sus objetivos, motivo por el que no se tomaron datos sobre la presencia y naturaleza de las lesiones compatibles con este proceso, y solo se prestó atención puntualmente a algunas lesiones de gran tamaño que fueron detectadas durante la necropsia.



Fig. 80 – Lesión en ganglio mediastínico compatible con tuberculosis.

Para el diagnóstico de la tuberculosis, se han empleado tres tests ELISA, cada uno de ellos con un antígeno distinto que han revelado diferentes resultados. Así, la seroprevalencia obtenida ha sido de un 51,26% para PPD aviar (PPDAv), 46,23% para PPD bovina (PPDBo) y 46,73% para la proteína recombinante MPB70 (Fig. 82). Es necesario recordar que los rangos de positividad se establecieron tomando como controles negativos los sueros obtenidos de fetos a término de los propios jabalíes muestreados, los cuales se demostró que eran válidos como referencia al compararlos con los resultados de sueros procedentes de cerdos domésticos de explotaciones controladas negativas a tuberculosis (Abellán, 2012).

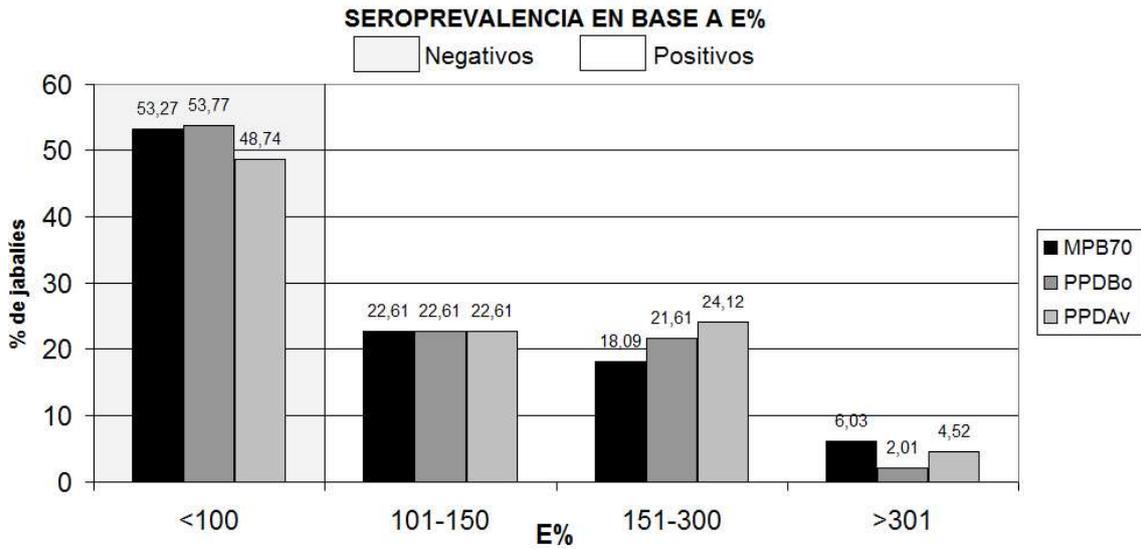


Fig. 81 – Resultados serológicos obtenidos con los tres antígenos empleados en los ELISAs, expresados en E% (porcentaje de DO).

Como puede verse en la Figura 81, la mayoría de los sueros positivos se encontraban en el rango establecido entre uno y tres veces el nivel de corte establecido, siendo escasos los jabalíes que mostraron títulos elevados frente a los tres antígenos empleados para este patógeno.

El uso conjunto de pruebas frente a *M. bovis* y *M. avium* se establece para determinar la presencia de reacciones cruzadas entre estos complejos (Boadella *et al.*, 2011b). En nuestro estudio, el nivel de concordancia entre ambos antígenos fue del 88,95% (Tabla 15).

Tabla 15 – Tabla de contingencia de resultados de PPDAv y PPDBo.

PPDBo \ PPDAv	PPDAv	
	+	-
+	86 43,22%	6 3,02%
-	19 9,55%	91 45,73%

Al enfrentar los resultados del antígeno PPDBo con los de MPB70, específico de *M. bovis*, el nivel de concordancia fue del 89,45%, mientras que si enfrentamos los resultados obtenidos con el PPDAv, los resultados de concordancia fueron del 85,42% (Tablas 16 y 17).

Tabla 16 y 17 - Tablas de contingencia de resultados de PPDBo/MPB70; y PPDAv/MPB70.

		MPB70		PPDAv	
		+	-	+	-
PPDBo	+	82 41,21%	10 5,03%	83 41,71%	10 5,03%
	-	11 5,53%	96 48,24%	19 9,55%	87 43,72%

Debido a que el antígeno MPB70 es útil y específico para la detección de anticuerpos frente a *M. bovis* (Wiker, 2009; Marassi *et al.*, 2010), a partir de ahora se considerarán sus resultados los indicadores de seropositividad frente a tuberculosis para los sucesivos análisis que se realicen en el presente documento.

En el conjunto de 199 jabalíes estudiados, 54 de las 120 hembras muestreadas eran seropositivas (45%), mientras que en los machos lo eran 39 (46,36%) de los 79 analizados. La distribución por grupos de edad mostró que 24 (25,80%) pertenecían al grupo menor de 12 meses, 37 (39,78%) al grupo de 12-24 meses, y 32 (34,40%) al grupo mayor de 24 meses (Tabla 18).

Edad	POSITIVOS		NEGATIVOS			
<12 meses	9	4.52%	16	8.04%	Machos	25
	15	7.54%	18	9.05%	Hembras	33
12-24 meses	13	6.53%	12	6.03%	Machos	25
	24	12.06%	25	12.56%	Hembras	49
>24 meses	17	8.54%	12	6.03%	Machos	29
	15	7.54%	23	11.56%	Hembras	38
TOTAL	93	46.73%	106	53.27%		199

Tabla 18 – Distribución de los animales seropositivos y seronegativos a la proteína MPB70 en función de la categoría de edad y del sexo (n=199).

El análisis de factores intrínsecos del hospedador no ha revelado relación significativa alguna entre la presencia de seropositividad a MPB70 y el sexo o grupo de edad determinado de los jabalíes. Otros autores tampoco han detectado relación entre dichos factores y la presencia de lesiones compatibles con tuberculosis (Vicente *et al.*, 2006; Martín-Hernando *et al.*, 2007), ni con la seroprevalencia obtenida con el mismo antígeno MPB70 en jabalíes procedentes de diferentes regiones de España (Abellán, 2012).

Por el contrario, en otros estudios se menciona el papel influyente de la edad de los jabalíes en la seroprevalencia frente a este patógeno ($p > 0,001$); en concreto, García-Bocanegra *et al.*, (2012) empleando una técnica ELISA con los antígenos MPB83 y PPDBo, indicaron que los animales de mayor edad son los que presentaron prevalencias más elevadas. Otro estudio también mostró que la presencia de lesiones compatibles con tuberculosis tenía correlación con la edad cuando ésta era incluida en un modelo conjunto con factores ambientales (Vicente *et al.*, 2007).

En el conjunto del territorio de la Sierra de Aracena, la tuberculosis parece estar presente ampliamente, con 30 de los 35 polígonos muestreados con animales seropositivos (Fig. 82), destacando el hecho de que a excepción de uno, todos los polígonos negativos a *M. bovis* se encuentran en la periferia del área de estudio.

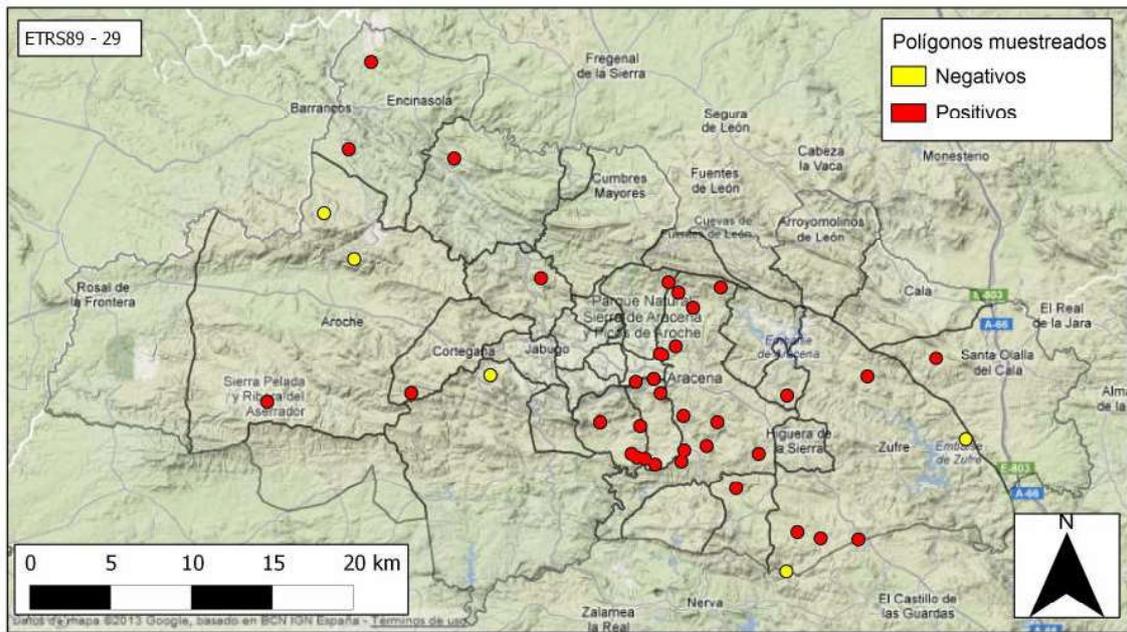


Fig. 82 – Distribución de polígonos con jabalíes seropositivos y seronegativos a tuberculosis (MPB70) en la Sierra de Aracena.

En cuanto al análisis epidemiológico, los factores que influyen resultado ser influyentes en la seroprevalencia de tuberculosis obtenida han sido dos según el análisis de regresión lineal: el uso de suelo de pinar (Area_16) y la distancia media a áreas de dehesa (Dis10Mean). A pesar de que el primero de ellos aumenta la precisión del modelo cuando se incluye en el análisis ($R^2=0,15$), en la función del mismo no tiene una influencia representativa. Como resultado, en la función del modelo de la tuberculosis sólo se incluiría el segundo factor (distancia media a áreas de dehesa) aunque de manera negativa, es decir, una mayor distancia media a zonas de dehesa afectaría negativamente a la presencia de tuberculosis.

Variable	Coefficient	Std Error	F-test	P-Value
AREA_16	0.000	0.000	15.8243	0.000103
DIS10MEAN	-0.007	0.004	4.1180	0.043989
CONSTANT	58.489	3.345	305.8290	0.000000

Correlation Coefficient: $r^2= 0.15$

Al aplicar la función resultante de este modelo al área total de la Sierra de Aracena, se obtendría un mapa en el que únicamente la seroprevalencia esperada dependería de la distancia media a las áreas con uso de suelo dehesa (Fig. 83).

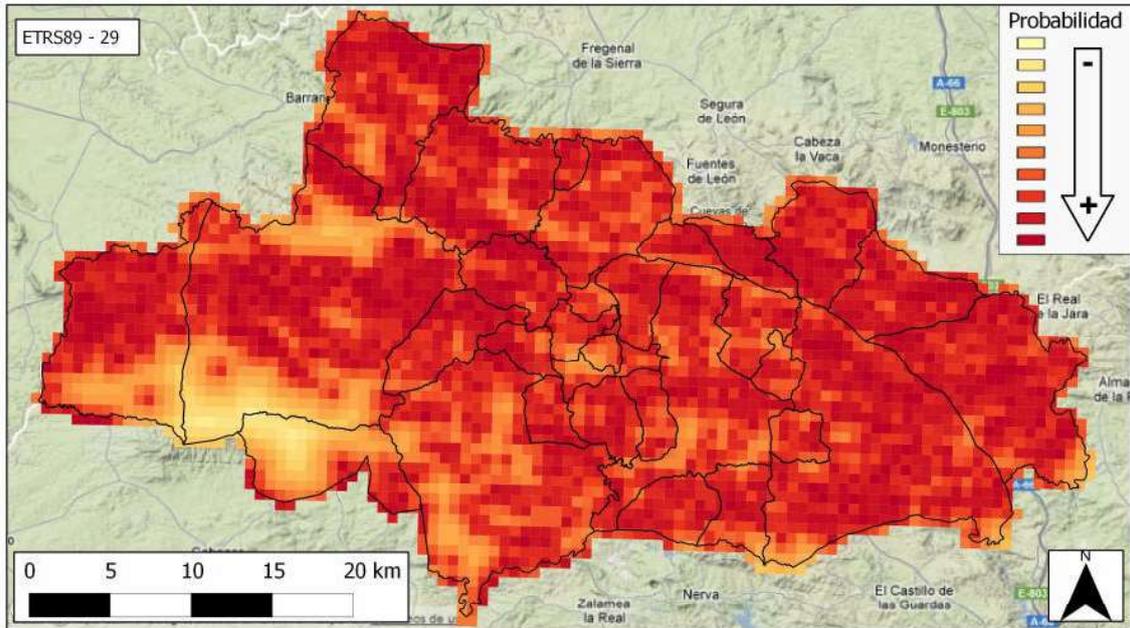


Fig. 83 – Mapa predictivo de la presencia de jabalíes seropositivos a tuberculosis (MPB70) en la Sierra de Aracena.

El mapa obtenido mediante el software Maxent según modelos de máxima entropía, muestra un patrón regido por dos variables principales: la altitud (ALTIM) y la distancia media a áreas con uso de suelo destinado a explotaciones agro-ganaderas (DIST1MEAN). Así, se observa que las franjas montañosas de Sierra Morena y por otro lado los Picos de Aroche, concentran las mayores probabilidades de detectar jabalíes seropositivos a MPB70 (Fig. 84). En este caso, la región suroeste cercana al municipio de Aroche aparece como una zona de alta probabilidad, mientras que en el modelo previo, es la zona con menor probabilidad del mapa. Esto se debe a que en dicha región se corresponde con un macizo montañoso boscoso en el que es inexistente la superficie destinada a dehesa, el único factor de relevancia en el modelo obtenido mediante el método anterior.

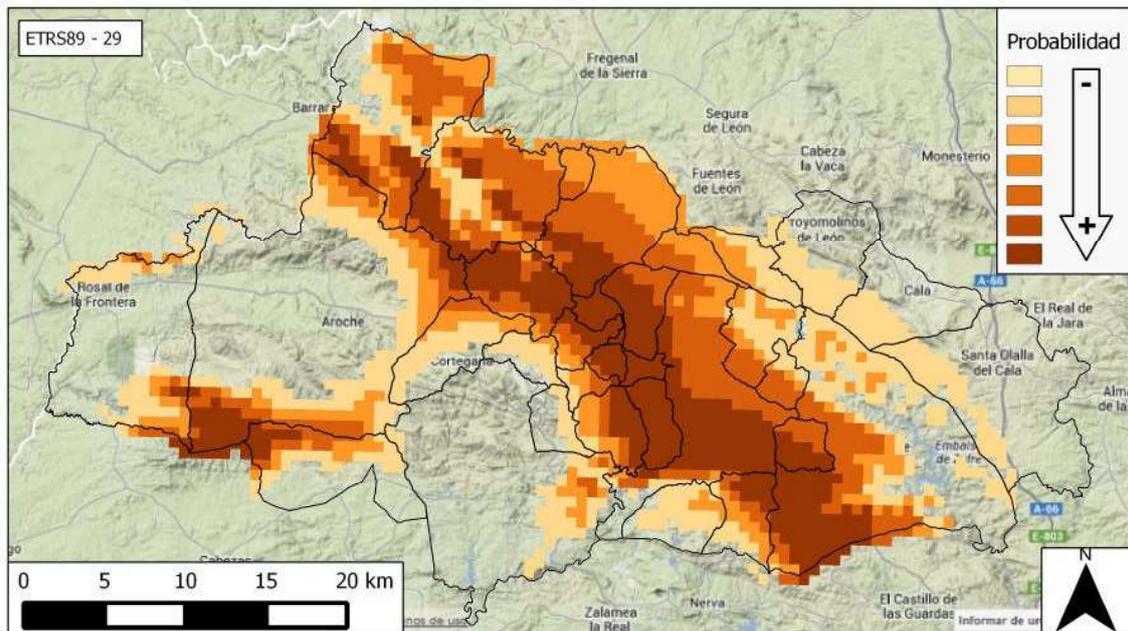


Fig. 84 – Mapa predictivo de la presencia de jabalíes positivos a tuberculosis (MPB70) en la Sierra de Aracena según el software MAXENT.

En la bibliografía consultada solo se ha encontrado una referencia que haga mención a las variables ambientales influyentes sobre la tuberculosis; en ella, se indica que los puntos de agua, el bosque de quercíneas y el monte bajo (este último negativamente) son factores de riesgo para la presencia de lesiones tuberculosas en jabalíes (Vicente *et al.*, 2007). El modelo que se obtiene en dicho trabajo alcanza la misma significación que nuestro modelo (R^2 : 0,15), con la salvedad de que también considera el factor “edad” de los jabalíes. Tanto esta excepción, como la diferente catalogación de variables analizadas, dificultan enormemente poder contrastar los resultados del modelo obtenido en dicho trabajo con el de la Sierra de Aracena. De hecho, el modelo de la Sierra de Aracena no considera como variables el bosque de quercíneas o el monte bajo (matorral), mientras que el modelo de Vicente *et al.* (2007) no considera la dehesa.

La tuberculosis es una importante zoonosis que afecta tanto a los animales domésticos como a la fauna silvestre, siendo de especial relevancia el papel de esta última como reservorio del patógeno en el medio rural (Palmer, 2007). Además, algunos autores señalan al jabalí como una importante fuente de *M. bovis* para el ganado vacuno (Naranjo *et al.*, 2008; Meikle *et al.*, 2011).

El jabalí también puede verse infectado por *M. avium* (Garrido *et al.*, 2010), habiéndose descrito la subespecie *paratuberculosis* en ejemplares abatidos en España, aunque sin lesiones observadas (Álvarez *et al.*, 2005). De hecho, algunos autores apuntan a que en el jabalí, únicamente *M. bovis* puede causar las típicas lesiones tuberculosas (Parra *et al.* 2003; Gortázar *et al.*, 2003). La alta concordancia existente entre los resultados de las diferentes pruebas de nuestro estudio, es un ejemplo claro de la elevada capacidad que tiene el complejo *M. avium* para producir reacciones cruzadas con el complejo *M. bovis* en los diagnósticos serológicos, tal y como se ha descrito previamente por otros autores (Boadella *et al.*, 2011b). Sin embargo, los datos obtenidos con la MPB70, proteína altamente expresada en *M. bovis* pero ausente en *M. avium* (Wiker, 2009), demuestran que gran parte de los jabalíes de la Sierra de Aracena, han tenido contacto con *M. bovis*, por lo que es muy probable que los casos de lesiones tuberculosas detectadas en jabalíes del área de muestreo, se corresponden a reacciones frente a infecciones causadas por este agente concreto. Por este motivo, los resultados obtenidos mediante la técnica ELISA MPB70 son los que hemos tomado como referencia de seropositividad frente a *M. bovis*, ya que se ha demostrado la eficiencia de esta técnica en la detección de la enfermedad (Acosta *et al.*, 2000). De hecho, un reciente estudio llevado a cabo en ganado caprino demuestra el alto grado de correlación que existe entre la presencia de anticuerpos frente a MPB70 y la presencia de lesiones tuberculosas en los animales necropsiados (Buendía *et al.*, 2013).

Al estudiar la tuberculosis en jabalíes del conjunto de España, todos los trabajos parecen indicar que la zona centro-sur de nuestro país es una zona endémica (Boadella *et al.*, 2011a), con unas prevalencias sensiblemente más elevadas que las halladas en el norte de la Península. Concretamente, una de las áreas que registra las prevalencias más elevadas es Sierra Morena, con prevalencias de hasta el 92,3%.

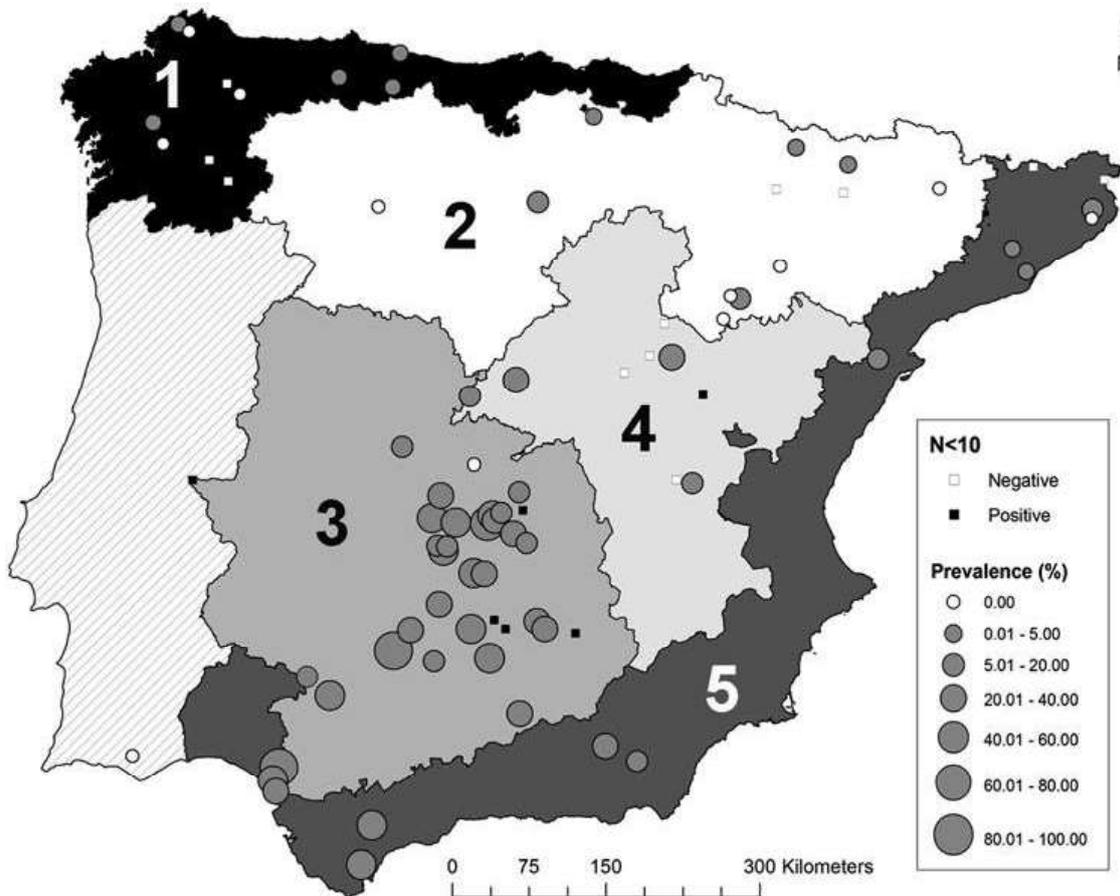


Fig. 85 – Distribución espacial del contacto de jabalíes con el complejo *M. tuberculosis* en España (Boadella *et al.*, 2011a).

En el mapa de la Figura 85 puede observarse cierto incremento de la seroprevalencia frente a *M. bovis* a medida que el punto de muestreo está más cercano al sur. Dicho gradiente lo han justificado algunos autores con factores de riesgo derivados de la actividad cinegética “intensiva” de ungulados llevada a cabo en el sur, lo que provoca mayores densidades de animales, translocaciones o el papel que ejercen los puntos de agua y alimento como fuentes de contagio (Vicente *et al.*, 2007). Por otro

lado, las condiciones de los cotos cerrados también favorecerían un aumento de homocigosis en la población de jabalíes, que a su vez afectaría negativamente a la resistencia genética frente a este patógeno (Acevedo-Whitehouse *et al.*, 2005).

En Extremadura, se detectó una prevalencia media de lesiones compatibles con tuberculosis del 47,64% (Risco, 2014). El dato más cercano a la Sierra de Aracena, extremo occidental de Sierra Morena, proviene de la contigua Sierra Norte de Sevilla, con un 67,5% de jabalíes positivos (García-Bocanegra *et al.*, 2012). Los resultados del presente estudio han sido inferiores, hecho que podría deberse a que en el área de estudio, las prácticas de manejo cinegético no alcanzan el nivel de desarrollo que tiene en otros territorios de Sierra Morena, siendo casi nulos los posibles manejos intensivos de riesgo, tales como las translocaciones o los vallados impermeables de los cotos en la Sierra de Aracena.

Nuestros resultados indican que el jabalí, señalado como el principal reservorio silvestre de la tuberculosis en la Península ibérica (Naranjo *et al.*, 2008), podría suponer un importante factor de riesgo sanitario que debe ser tenido en cuenta en la Sierra de Aracena, ya que el área muestreada se ubica en una zona donde la ganadería predominante es la practicada en régimen extensivo.

5.2.2. – Seroprevalencia frente a *Chlamydiaceae*

La seroprevalencia encontrada frente a *Chlamydia* spp. fue similar a la hallada frente a tuberculosis, alcanzando un valor total para el conjunto de la población muestreada de 45,23%, con 90 sueros seropositivos a la prueba de ELISA (Tabla 19). Se detectaron anticuerpos en el 45,83% de las hembras y el 44,3% de los machos analizados. En cuanto a grupos de edad, de todos los animales seropositivos, el 25,55% eran menores de 12 meses, el 37,78% tenían entre 12 y 24 meses y el 36,67% eran mayores de 24 meses.

Edad	POSITIVOS		NEGATIVOS			
<12 meses	9	4.52%	16	8.04%	Machos	25
	14	7.04%	19	9.55%	Hembras	33
12-24 meses	10	5.03%	15	7.54%	Machos	25
	24	12.06%	25	12.56%	Hembras	49
>24 meses	16	8.04%	13	6.53%	Machos	29
	17	8.54%	21	10.55%	Hembras	38
TOTAL	90	45.23%	109	54.77%		199

Tabla 19 – Distribución de los jabalíes seropositivos y seronegativos a *Chlamydia* en función de la categoría de edad y el sexo (n=199).

En nuestro estudio, la seropositividad frente a este patógeno no ha tenido una relación estadísticamente significativa con el sexo o la edad del animal. Este mismo resultado ha sido obtenido por otros autores tanto en jabalíes de España (Salinas *et al.*, 2009) como de Italia (Giovannini *et al.*, 1988).

La mayor parte de los animales positivos (E%>100) presentaron títulos por debajo de 200, teniendo únicamente dos jabalíes títulos superiores a 400 (Fig. 86).

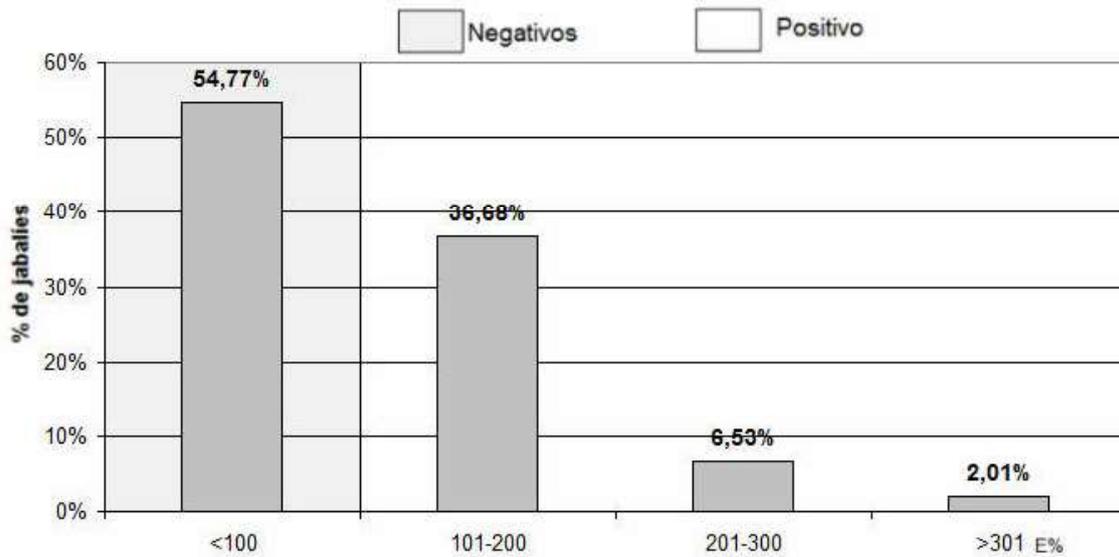


Fig. 86 – Resultados serológicos de clamidiosis obtenidos mediante ELISA expresados en E%.

La elevada seroprevalencia de *Chlamydia* spp. se distribuye ampliamente por todo el área de estudio, apareciendo jabalíes seropositivos en 29 de los 35 polígonos de muestreo (Fig. 87).

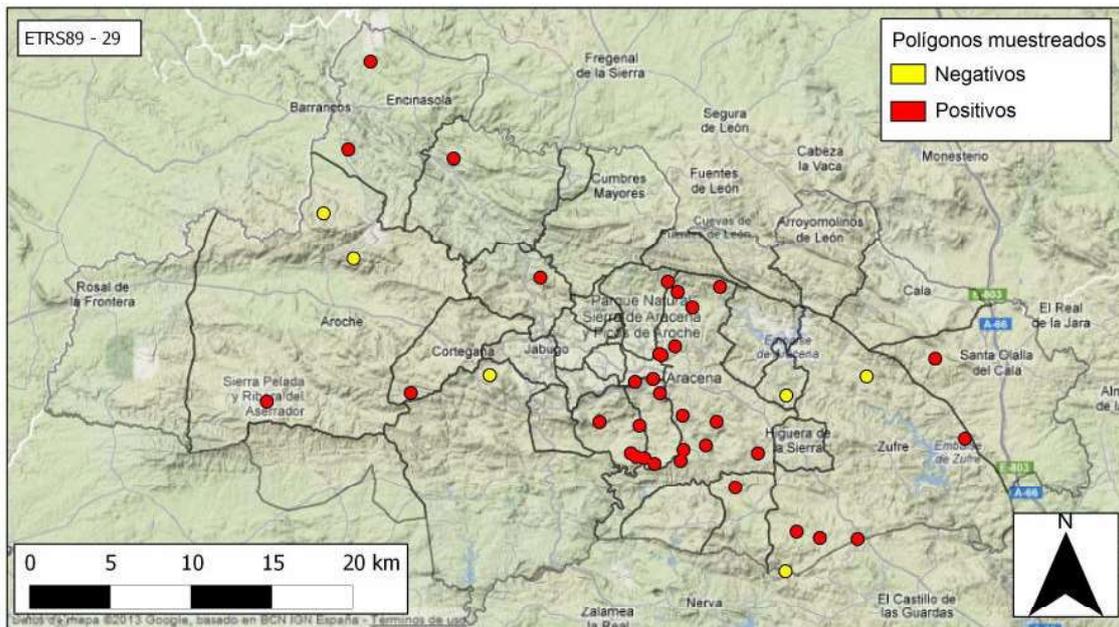


Fig. 87 – Distribución de polígonos con jabalíes seropositivos y seronegativos a *Chlamydia* spp. en la Sierra de Aracena.

Según el análisis de regresión lineal, la seroprevalencia frente a *Chlamydia* spp. está influenciada por hasta cuatro factores ambientales: presencia de pinar (Area_16), distancia media a explotaciones agro-ganaderas (Dist1Mean), distancia a carreteras o caminos (Dist6Mean) y distancia a matorral con bosque mixto (Dis12Mean). Estos factores son necesarios para obtener un modelo más preciso ($R^2=0,31$), aunque posteriormente, en la función del mismo desaparece uno de ellos debido a su bajo grado de influencia. La integración de estos datos implica que la probabilidad de detectar jabalíes seropositivos a *Chlamydia* spp. aumentaría en zonas alejadas de explotaciones, con cercanía de bosque mixto y de carreteras o caminos. Este patrón podría corresponderse con el papel que ejercen los bosques mixtos como lugares de refugio y concentración de los eventos reproductivos de los jabalíes, y que suelen localizarse lejos de las explotaciones que se ocupan las dehesas de quercíneas.

Variable	Coefficient	Std Error	F-test	P-Value
AREA_16	0.000	0.000	7.6856	0.006195
DIST1MEAN	0.002	0.000	28.3165	0.000000
DIST6MEAN	-0.004	0.001	12.4733	0.000533
DIS12MEAN	-0.002	0.000	18.9182	0.000024
CONSTANT	45.042	6.377	49.8889	0.000000

Correlation Coefficient: $r^2= 0.31$

Tras obtener el modelo, el mapa predictivo de la seroprevalencia esperada a *Chlamydia* revela determinadas zonas, concretamente en el tercio este del área de muestreo, donde aumenta la probabilidad de encontrar jabalíes seropositivos (Fig. 88).

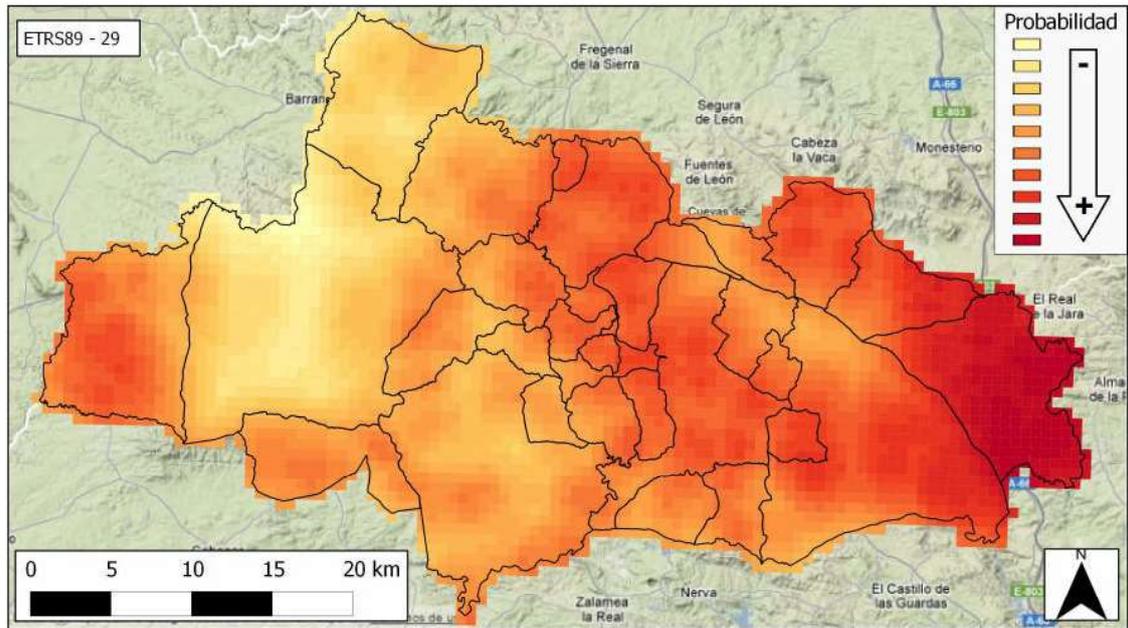


Fig. 88 – Mapa predictivo de la presencia de jabalíes seropositivos a *Chlamydia* en la Sierra de Arcena.

Sin embargo, mediante el principio de máxima entropía, se obtiene que son 4 los factores que influyen en la seroprevalencia de este proceso: la distancia media a áreas destinadas a explotaciones agro-ganaderas (Dist1Mean), la altitud (ALTIM), la temperatura media estival (tem_ve) y la temperatura media de primavera (tem_pr). El mapa resultante muestra un patrón bastante similar al obtenido para la tuberculosis, donde las zonas con mayor probabilidad se corresponden con la franja montañosa de la Sierra de Arcena y con los Picos de Aroche (Fig. 89), sugiriendo una importancia predominante del factor “altitud” sobre el resto.

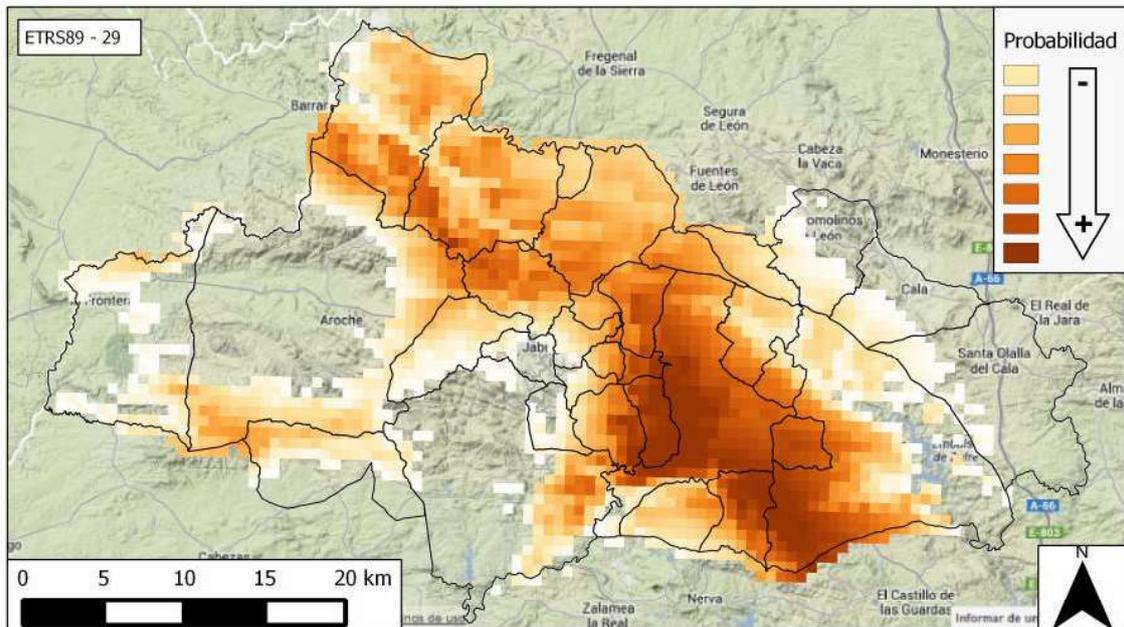


Fig. 89 – Mapa predictivo de la presencia de la jabalíes seropositivos a *Chlamydia* en la Sierra de Aracena según el software MAXENT.

La clamidiosis es un proceso que afecta a suidos de todo el planeta (Schautteet & Vanrompay, 2011) y, por lo tanto, también afecta a la especie objeto de este estudio. En Alemania, se obtuvo una prevalencia del 57,1% en jabalíes de Thuringia analizados mediante PCR (Hotzel *et al.*, 2004). En Italia, en la reserva de San Rossore (Toscana), no se detectaron anticuerpos en ninguno de los 20 animales estudiados mediante ELISA (Giovannini *et al.*, 1988), mientras que en jabalíes del norte del país, se detectó un 50% de los animales positivos mediante PCR (Di Francesco *et al.*, 2013). Por otro lado, la seroprevalencia conjunta obtenida en jabalíes abatidos en tres reservas de caza diferentes de Italia (una de ellas en Cerdeña) se elevó hasta el 63,3% (Di Francesco *et al.*, 2011).

En nuestro país, sobre una muestra de jabalíes cazados en diferentes regiones, la seroprevalencia varió entre el 10-36% dependiendo de la técnica ELISA empleada (Salinas *et al.*, 2009). En el primer caso se empleó como antígeno una proteína recombinante específica de *C. abortus*, mientras que en el

segundo se empleó el lipopolisacárido específico del género *Chlamydia*, que además de *C. abortus*, también reconoce a otras especies como *C. suis* o *C. pecorum*, que igualmente pueden afectar a los suidos. En nuestro estudio hemos empleado como antígeno a cuerpos elementales de *C. abortus*, que contienen no solo a las proteínas específicas sino también al lipopolisacárido de grupo, lo que explicaría que nuestros valores se asemejen más a los valores máximos obtenidos en el citado trabajo. Finalmente, el valor máximo de dicho estudio se asemeja al detectado en Extremadura mediante PCR, con un 37,1% de jabalíes positivos (Gil *et al.*, 2012), donde además, se ha llegado a describir un caso clínico de queratoconjuntivitis por este patógeno en un jabalí joven (Risco, 2014).

La convivencia del cerdo ibérico con los jabalíes en la dehesa de la Sierra de Aracena es evidente y visible, lo que favorece el contacto entre ambos. En este sentido, los modelos epidemiológicos sugieren que la probabilidad de encontrar jabalíes seropositivos aumenta gradualmente a la vez que lo hace la distancia a explotaciones. Este hecho podría deberse a que los jabalíes, así como otras especies silvestres susceptibles de verse infectadas por *Chlamydia* spp., tienden a llevar a cabo determinados comportamientos reproductivos (la cópula o el parto) alejados de núcleos urbanos y explotaciones, estando dichos comportamientos íntimamente relacionados con el contagio de este patógeno.

A pesar de esta tendencia, no hay que olvidar que la elevada seroprevalencia de *Chlamydia* en el jabalí de la Sierra de Aracena podría ser un factor de riesgo para los cerdos ibéricos presentes en la zona. Este podría ser uno de los motivos por los que se han evidenciado importantes brotes de abortos

ocasionados por *Chlamydia* en cerdos ibéricos criados en régimen semiextensivo en el suroeste de España (Salinas *et al.*, 2012).

5.2.3. – Seroprevalencia frente a *Brucella suis*

La seroprevalencia frente a *Brucella suis* detectada en el conjunto de animales analizado fue del 27,17%, con 50 animales seropositivos (Fig. 90). En este momento es necesario recordar que el método empleado para el diagnóstico de este y los siguientes patógenos víricos, sólo pudo ser aplicado en 184 de los 199 jabalíes analizados, con lo que el tamaño de muestra utilizado se reduce en 15 animales.

La seroprevalencia obtenida para este patógeno se corresponde con una proporción de rangos de títulos de anticuerpos detectados con diferencias leves, no superando ninguno de los grupos positivos, el 10% de los animales examinados.

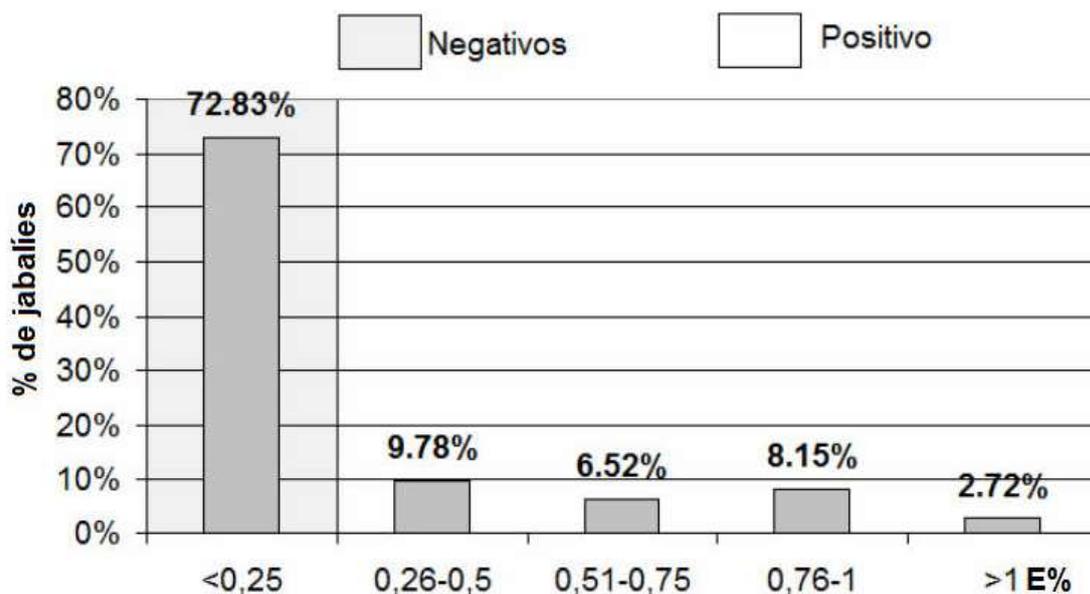


Fig. 90 – Resultados serológicos de *Brucella suis* obtenidos mediante ELISA expresados en rangos de densidad óptica (DO)

Se han detectado anticuerpos presentes en el 25,67% de los machos y en el 28,18% de las hembras. Con respecto a los grupos de edad, el 6% de los animales

positivos eran menores de 12 meses, el 46% tenían entre 12 y 24 meses y el 48% eran mayores de 24 meses (Tabla 20).

Edad	POSITIVOS		NEGATIVOS			
<12 meses	1	0.54%	22	11.96%	Machos	23
	2	1.09%	25	13.59%	Hembras	27
12-24 meses	7	3.80%	15	8.15%	Machos	22
	16	8.70%	29	15.76%	Hembras	45
>24 meses	11	5.98%	18	9.78%	Machos	29
	13	7.07%	25	13.59%	Hembras	38
TOTAL	50	27.17%	134	67.34%		184

Tabla 20 – Distribución de los jabalíes seropositivos y seronegativos a *Brucella suis* en función de la categoría de edad y del sexo (n=199)

Coincidiendo con estos valores, en el presente estudio, la seropositividad frente a *B. suis* es, entre todos los patógenos bacterianos, el único que ha mostrado una relación estadísticamente significativa positiva con la edad ($p=0.0001$). Sin embargo, el parámetro correlacionado con este factor no es la seroprevalencia, sino los niveles de títulos frente a este patógeno. Así, el grupo I de jabalíes de menos de 12 meses de edad es el que tiene títulos más bajos frente a *Brucella suis*. A excepción de un estudio de Italia que no halló relación alguna entre la brucelosis y el sexo o la edad de los jabalíes (Giovannini *et al.*, 1988), la mayoría de estudios muestran que las seroprevalencias más elevadas frente a brucelosis suelen obtenerse en animales de edad adulta, como se pudo observar en jabalíes de Suiza y Bélgica (Leuenberger *et al.*, 2007; Grégorie *et al.*, 2012). En España también se observó que la seroprevalencia en jabalíes de más edad era significativamente mayor (Muñoz *et al.*, 2010, Risco, 2014); los autores de dicho estudio plantean como hipótesis que los animales de mayor edad muestran una seroprevalencia más elevada debido a la mayor participación reproductiva, y por tanto, mayor riesgo de contacto con el patógeno. Este mismo argumento justificaría que los jabalíes más jóvenes de nuestro trabajo mostrasen títulos significativamente inferiores.

La elevada seroprevalencia de *B. suis* en nuestra área de estudio se corresponde en el ámbito geográfico con una distribución amplia, con hasta 31 de los 35 polígonos de muestreo con animales seropositivos (Fig. 91).

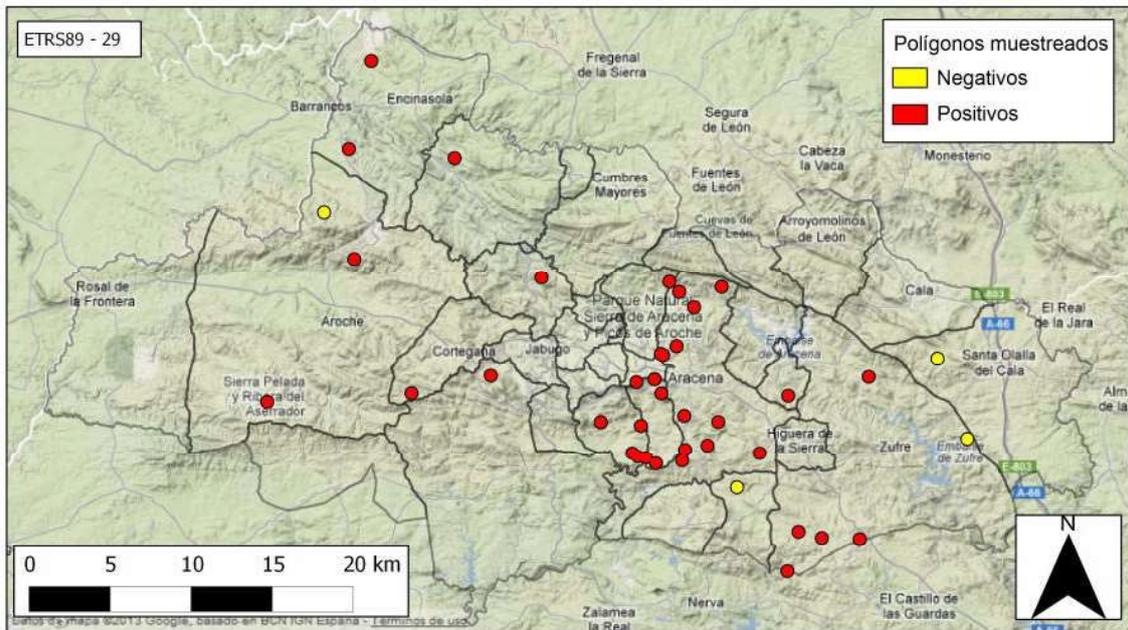


Fig. 91 – Distribución de polígonos con jabalíes seropositivos y seronegativas a *Brucella suis* en la Sierra de Aracena.

El análisis de variables ambientales revela que tres factores son influyentes mediante regresión lineal: la distancia media a masas de agua (Dist2Mean), a bosque mixto (Dist4Mean) y a masas densas de quercíneas (Dist9Mean). El modelo obtenido determina así que las zonas con mayor probabilidad de encontrar jabalíes seropositivos a *B. suis* serían aquellas alejadas de masas de agua, cercanas a bosques mixtos y a masas de quercíneas densas.

Variable	Coefficient	Std Error	F-test	P-Value
DIST2MEAN	0.004	0.001	30.7395	0.000000
DIST4MEAN	-0.001	0.000	9.5104	0.002387
DIST9MEAN	0.010	0.003	9.2315	0.002757
CONSTANT	47.333	7.257	42.5380	0.000000

Correlation Coefficient: $r^2 = 0.32$

El mapa resultante de aplicar la función obtenida muestra un patrón en el que la mayor probabilidad de encontrar jabalíes seropositivos frente a *B. suis* se localiza en amplias zonas del oeste-centro del área de muestreo (Fig. 92).

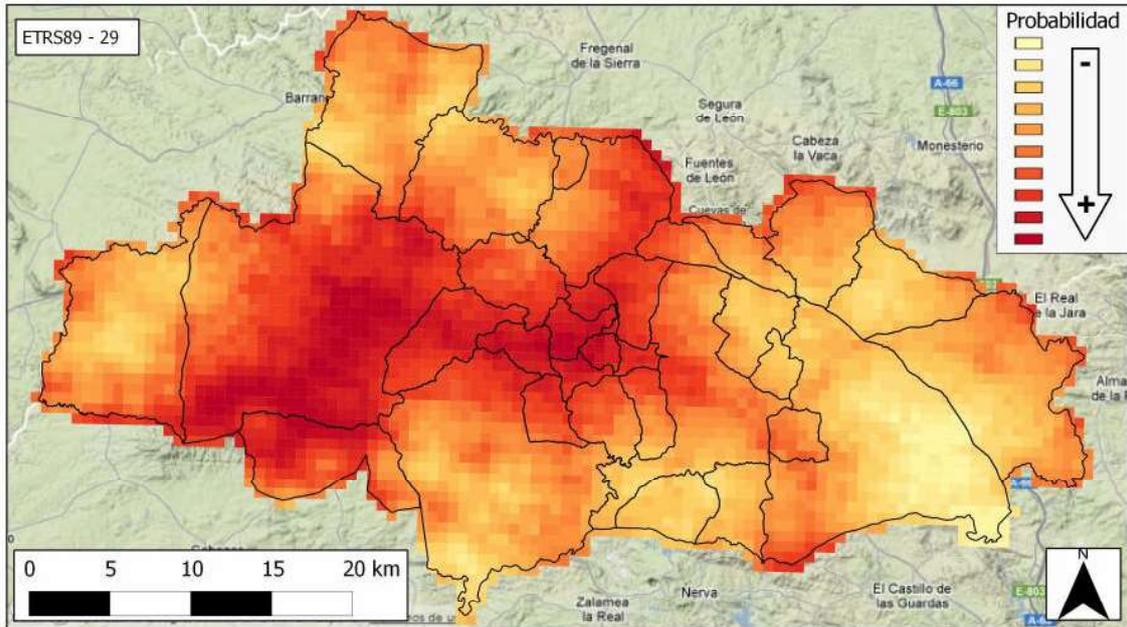


Fig. 92 – Mapa predictivo de la presencia de jabalíes seropositivos frente a *Brucella suis* en la Sierra de Arcena.

Por otro lado, el análisis Maxent muestra que los factores que influyen son la distancia a áreas agro-ganaderas (Dist1Mean) y la altitud media (Altim), siendo el mapa predictivo resultante similar a los de los dos patógenos anteriores (Fig. 93).

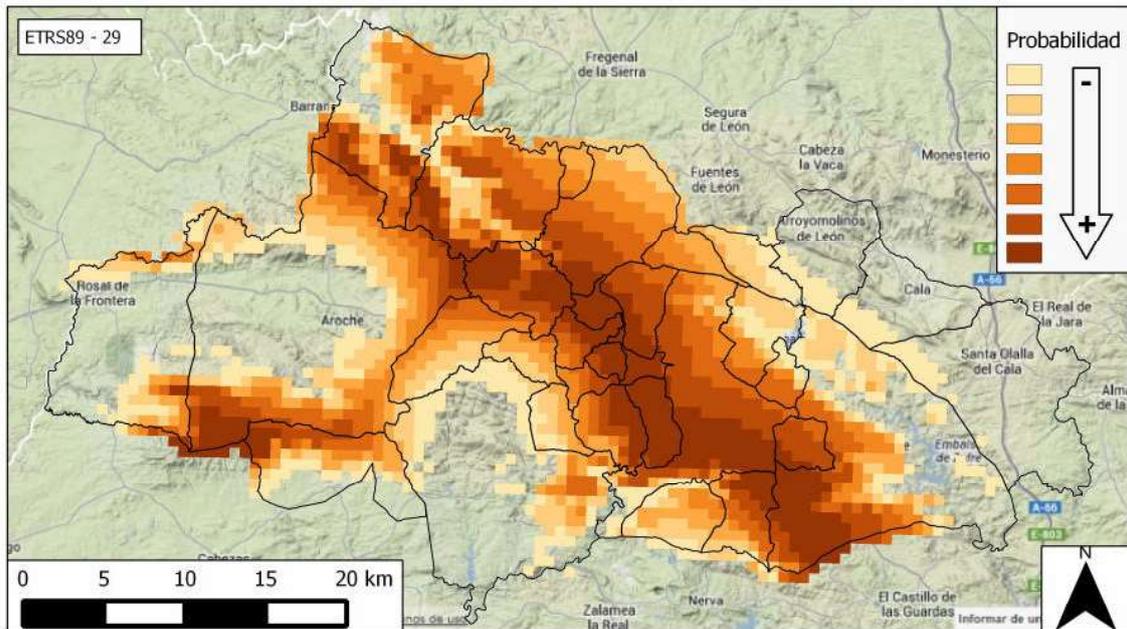


Fig. 93 - Mapa predictivo de la presencia de jabalíes seropositivos a *Brucella suis* en la Sierra de Aracena según el software MAXENT.

El único estudio que analiza la correlación existente entre la brucelosis y factores ambientales, obtiene como resultado un modelo en el que incluye varias variables: idoneidad de hábitat para liebres, presencia de cultivos, tanto de secano como de regadío, de carreteras y de suelo urbano como factores positivos; y presencia de bosque y precipitaciones medias anuales elevadas como factores negativos (Muñoz *et al.*, 2010). El primer factor citado se debe al conocido papel que tiene la liebre como reservorio de la brucelosis (Garin_Bastuji & Delcueillerie, 2001). A pesar de que no se disponen de datos sobre la población de liebres en la Sierra de Aracena, los escasos avistamientos, el hábitat montañoso y la escasa práctica de caza menor en la comarca (PRUG, 2003) sugieren que la densidad de estos lagomorfos no es especialmente elevada. Por lo tanto, en un primer momento podría descartarse que la presencia de liebres fuera uno de los factores de riesgo de la brucelosis en la Sierra de Aracena. Con respecto al resto de factores, al igual que ocurría con el caso de la tuberculosis, la diferente catalogación de los factores ambientales impide realizar una correcta discusión

de los resultados. Aún así, de todos los factores mencionados en el estudio de Muñoz y colaboradores, el factor denominado “bosque” podría estar relacionado con el factor que se ha denominado “distancia media a bosque mixto” de nuestro modelo, sugiriendo una posible influencia de ciertas masas forestales en la brucelosis. La justificación de esta hipótesis sería que en las áreas boscosas es donde con más frecuencia ocurriesen eventos reproductivos, los cuales se sabe que favorecen el contagio a partir de fetos, placentas y cualquier otro tipo de material relacionado con el aparato reproductor (Spickler, 2006b).

La brucelosis es una importante zoonosis que parece estar ampliamente distribuida en la población de jabalíes de toda Europa, aunque con seroprevalencias muy variables. Así, en Croacia, mediante ELISA se detectaron entre un 22,6 y 29,46% de jabalíes seropositivos dependiendo de la zona (Cvetnic *et al.*, 2003). En Alemania, las seroprevalencias halladas eran similares, de entre 12,9 y 28,5% (Mezler *et al.*, 2007). Por otro lado, en Bélgica, los jabalíes seropositivos alcanzaron hasta el 54,88% de los animales estudiados (Grégorie *et al.*, 2012). Sin embargo, un trabajo realizado sobre la población de jabalíes de Suiza no encontró más de un 18,1% de animales positivos (Leuenberger *et al.*, 2012), siendo la mayoría de los valores sensiblemente más bajos (entre el 0 y 10%) debido, según su autor, al aislamiento poblacional que producen los Alpes frente al resto de países de Europa. En Italia, el único dato que se tiene pertenece a la región de la Toscana, donde no se detectó ningún animal con anticuerpos mediante la técnica ELISA ni la de Rosa de Bengala (Ebani *et al.*, 2003).

Por lo que respecta a nuestro país, en un estudio llevado a cabo sobre jabalíes de Montes de Toledo y Sierra Morena, no se detectó ningún animal seropositivo de los 78 abatidos en la temporada 1999/2000 (Vicente *et al.*, 2002). Sin embargo, otro trabajo

que analizó jabalíes abatidos en diferentes localizaciones de toda España, incluyendo el área de muestreo del estudio antes citado, obtuvo resultados muy diferentes. Para el conjunto de España, se detectó mediante ELISA una seroprevalencia del 33% (Muñoz *et al.*, 2010). En este mismo trabajo se evidenció que las mayores frecuencias se obtuvieron precisamente en la región centro de la Península, alcanzando hasta el 80%, y siendo inferiores en la región pirenaica (Fig. 94). Otro estudio corroboraba estas inferiores seroprevalencias del cuadrante noreste al detectar un 10,9% de animales seropositivos a ELISA en Cataluña (Closa-Sebastiá *et al.*, 2010). Por el contrario, en Extremadura se detectó hasta un 59,3% de jabalíes seropositivos (Risco *et al.*, 2013).

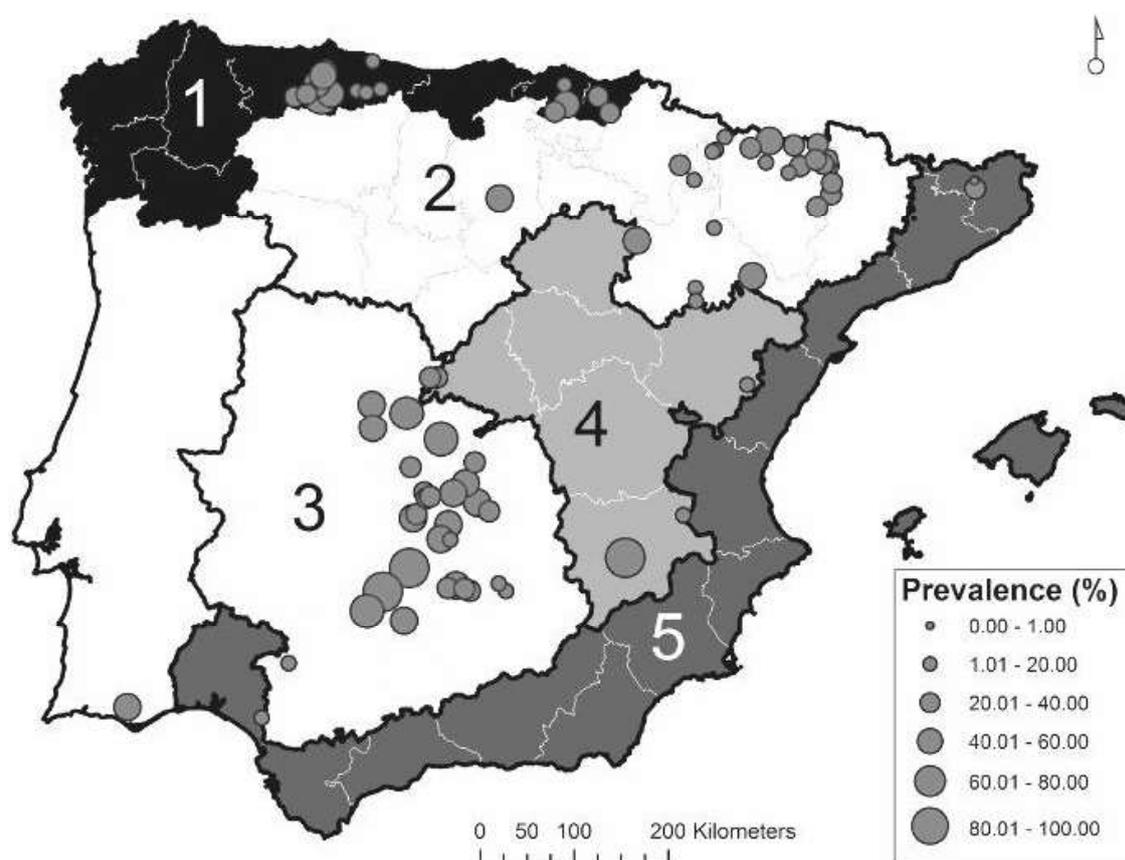


Fig. 94 – Seroprevalencia de *Brucella* en jabalíes de España y Portugal (Muñoz *et al.*, 2010)

En el área de muestreo del presente trabajo, la seroprevalencia del 27,17% hallada no difiere mucho de los valores obtenidos en el resto de la Península Ibérica. Los datos más cercanos al área de nuestro estudio pertenecen a los jabalíes muestreados en la Sierra Norte de Sevilla (contigua a la Sierra de Aracena) y en el Entorno Natural de Doñana, cuyas seroprevalencias no superaron el 20% (Muñoz *et al.*, 2010). Estas medias-bajas seroprevalencias coinciden con las obtenidas en jabalíes del cuadrante noreste de la Península Ibérica, a diferencia de las mayores seroprevalencias del área central. Sin embargo, en primer lugar es necesario considerar que, como apuntan algunos autores, la ausencia temporal de anticuerpos frente a *Brucella* spp. podría afectar a la sensibilidad de las técnicas serológicas (Ruiz-Fons *et al.*, 2006). Y además, que debido al frecuente contacto de jabalíes con cerdos domésticos del área de estudio, el posible contagio del ganado porcino a raíz de cópulas y contacto con jabalíes podría suponer un factor de riesgo para el mantenimiento de la brucelosis como enfermedad en la ganadería porcina extensiva de la Sierra de Aracena. En este caso, habría que hablar del papel del jabalí como reservorio de *B. suis*, el cual ya ha sido sugerido en trabajos previos (Godfroid y Käsbohrer, 2002).

5.3.- AGENTES VÍRICOS DEL JABALÍ

En la población de jabalíes de la Sierra de Aracena se han detectado anticuerpos frente a los tres agentes víricos seleccionados en el presente estudio (Fig. 80): Virus de la enfermedad de Aujeszky, virus del PRRS y circovirus porcino tipo 2. Es necesario recordar en este punto que, como ocurría con el serodiagnóstico de la *Brucella suis*, las técnicas diagnósticas empleadas para los agentes víricos se han aplicado a 184 de los 199 jabalíes muestreados. De estos 184 animales, no se han detectado anticuerpos frente a ninguno de los tres patógenos en 72 animales (39,13%). De los 112 animales restantes, 72 (39,13%) fueron seropositivos a uno de los patógenos, 35 (19,02%) a dos de ellos, y sólo 5 jabalíes (2,72%) mostraron seropositividad a los tres agentes víricos (Fig. 95).

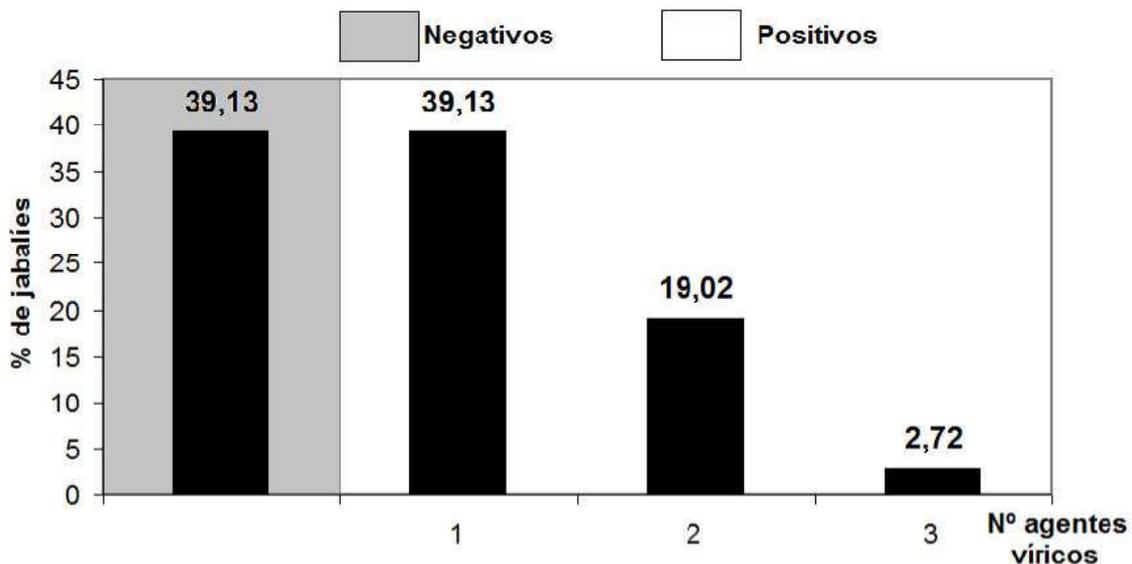


Fig. 95 – Proporciones de jabalíes seropositivos y seronegativos a los tres agentes víricos estudiados.

El jabalí es reservorio de varias enfermedades víricas relevantes ya sea por sus efectos directos en la especie, o por la importancia económica al afectar a cerdos domésticos (Ruiz-Fons *et al.*, 2008a). Además, la elevada densidad de animales que suele haber debido a las condiciones de manejo a las que son sometidos por motivos cinegéticos (translocaciones, bebederos, comederos...), así como la propia estructura social del jabalí, favorecen el contagio de agentes infectocontagiosos que requieren contacto cercano para transmitirse (Gortázar *et al.*, 2006).

5.3.1.- Seroprevalencia frente al virus de la enfermedad de Aujeszky

De los 184 animales sometidos a las pruebas diagnósticas frente al virus de la enfermedad de Aujeszky (ADV), se han detectado 51 (27,72%) seropositivos. El 24,32% de los machos y el 30,91% de las hembras analizadas tuvieron anticuerpos frente a ADV, y por grupos de edad, el 19,23% de los jabalíes positivos pertenecía al primer grupo de menores de 12 meses, el 32,69% pertenecía al grupo de entre 12-24 meses y el 48,08% al grupo de más de 12 meses (Tabla 21).

Edad	POSITIVOS		NEGATIVOS			
<12 meses	3	1.63%	20	10.87%	Machos	23
	7	3.80%	20	10.87%	Hembras	27
12-24 meses	4	2.17%	18	9.78%	Machos	22
	13	7.07%	32	17.39%	Hembras	45
>24 meses	10	5.98%	19	9.78%	Machos	29
	14	7.61%	24	13.04%	Hembras	38
TOTAL	51	27.72%	133	72.28%		184

Tabla 21 – Distribución de animales seropositivos y seronegativos al virus de la enfermedad de Aujeszky en función de la edad y del sexo.

En los jabalíes seropositivos se observa una disminución paulatina del porcentaje de animales a medida que aumentan los rangos de DO (Fig. 96).

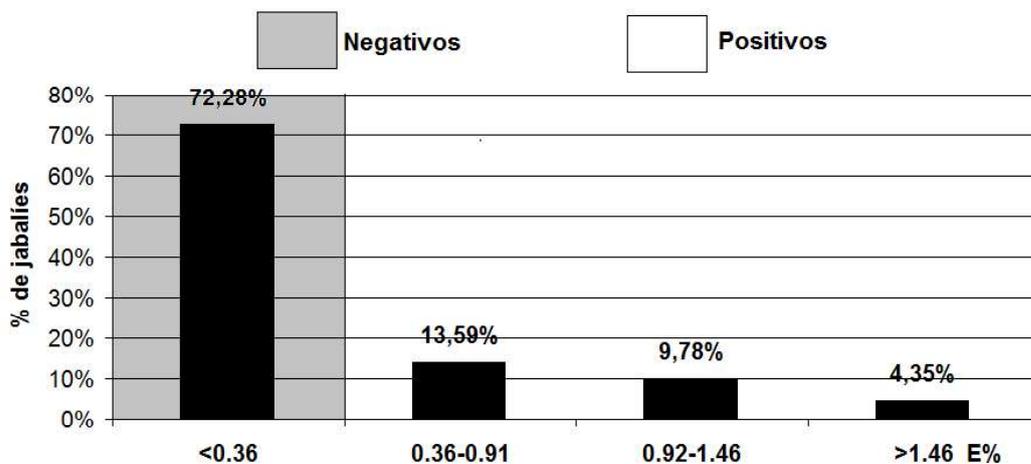


Fig. 96 – Resultados serológicos frente a virus de la enfermedad de Aujeszky obtenidos mediante ELISA expresados en rangos de DO.

A pesar de un visible incremento de seroprevalencia acorde con el aumento de la edad de los jabalíes, el análisis estadístico reveló que la presencia del ADV no tiene correlación con el sexo o la edad de los jabalíes, coincidiendo con los resultados obtenidos en un estudio llevado a cabo en jabalíes de Cataluña (Closa-Sebastiá *et al.*, 2011). Sin embargo, la mayoría de los estudios han obtenido relaciones significativas entre la seropositividad y los factores dependientes del individuo. Con respecto al sexo, las hembras muestran seroprevalencias más elevadas, justificando algunos autores estos resultados con los hábitos grupales de las hembras, en contraste con el carácter solitario de los machos reproductores que podría suponer un menor contagio (Jridi *et al.*, 1996; Ruiz-Fons *et al.*, 2008b; Vicente *et al.*, 2012). En relación con la edad de los jabalíes, de nuevo la mayoría de estudios coinciden en que la seroprevalencia frente a la AD se incrementa conforme aumenta la edad del individuo (Ruiz-Fons *et al.*, 2006; Leuenberger *et al.*, 2007; Ruiz-Fons *et al.*, 2008b; Müller *et al.*, 2011; Vicente *et al.*, 2012).

En nuestro estudio, se han detectado animales seropositivos frente al ADV en 23 de los 35 polígonos muestreados, con una distribución en forma de mosaico en el área de muestreo intercalando zonas positivas con negativas. Aparentemente, no se observa ningún patrón visible de distribución por zonas del ADV (Fig. 97).

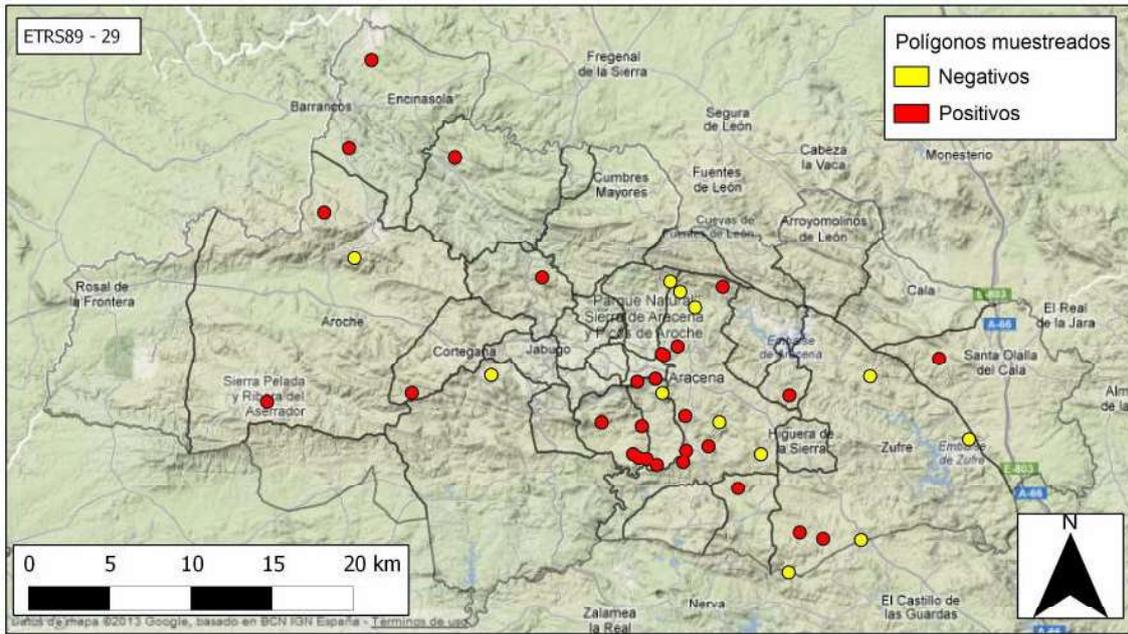


Fig. 97 – Distribución de polígonos con jabalíes seropositivos y seronegativos al virus de la enfermedad de Aujeszky en la Sierra de Aracena.

El análisis estadístico revela que los factores ambientales que influyen en la aparición de la enfermedad son la distancia media a las áreas con suelo urbanizado (Dis19Mean), la temperatura media estival (tem_ve) y el porcentaje de áreas con masas de agua dentro del polígono (Area_2). Se obtiene, por tanto, un modelo ($R^2=0.29$) que plantea la hipótesis de que la mayor probabilidad de encontrar jabalíes seropositivos al ADV se situaría en aquellas zonas no urbanizadas y próximas a masas de agua en las que no se alcanzasen temperaturas muy altas en verano.

Variable	Coefficient	Std Error	F-test	P-Value
DIS19MEAN	0.006	0.001	52.8598	0.000000
TEM_VE	-3.362	1.280	6.8935	0.009445
AREA_2	-0.003	0.001	6.9323	0.009250
CONSTANT	80.332	31.525	6.4932	0.011720

Correlation Coefficient: $r^2= 0.29$

El mapa predictivo resultante de aplicar la función obtenida muestra un patrón en el que se aprecian con mayor o menor definición, las grandes masas de agua y embalses (Fig. 98), que se corresponden con una menor probabilidad de que aparezcan jabalíes seropositivos al virus de la enfermedad de Aujeszky, debido a que dicho factor, tiene un coeficiente negativo en el modelo.

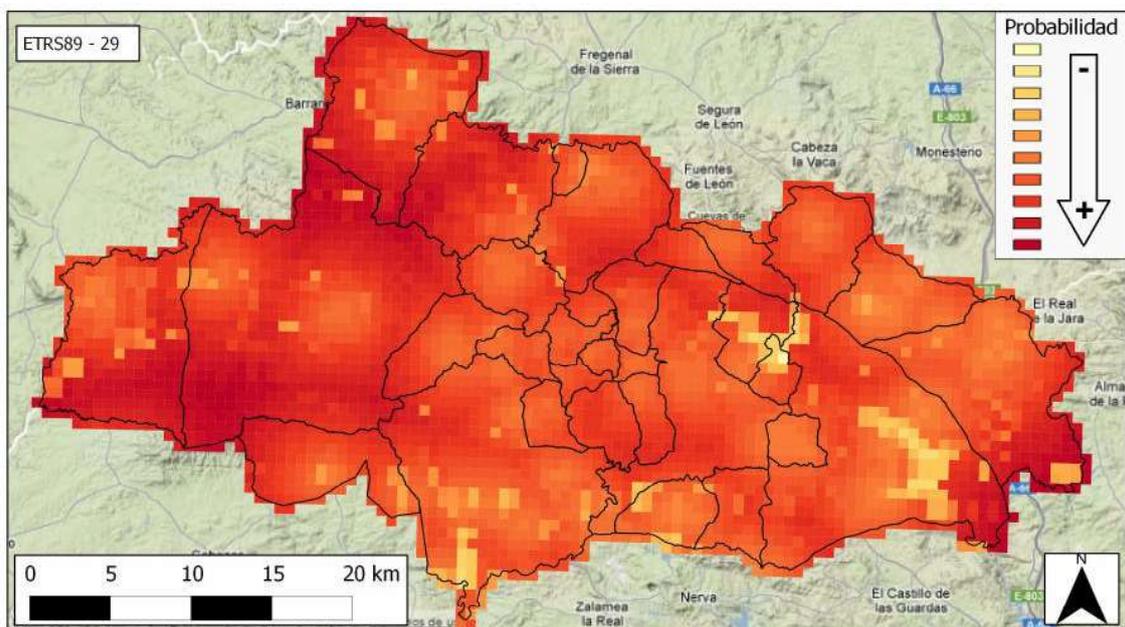


Fig. 98 – Mapa predictivo de la presencia de jabalíes seropositivos al virus de la enfermedad de Aujeszky en la Sierra de Arcena.

Mediante el software Maxent, el mapa resultante muestra las zonas con mayor probabilidad de encontrar animales con anticuerpos frente al virus de Aujeszky en las masas montañosas que forman parte de Sierra Morena (Fig. 99). Este mapa es el resultado de incluir en el modelo las variables altitud (Altim), áreas de quercíneas densas (Area_9) y distancia media a zonas agro-ganadero (Dist1Mean). Estos tres factores podrían estar señalando las zonas de refugio y descanso de los jabalíes, donde al concentrarse, favorecerían el contagio de este virus entre unos y otros.

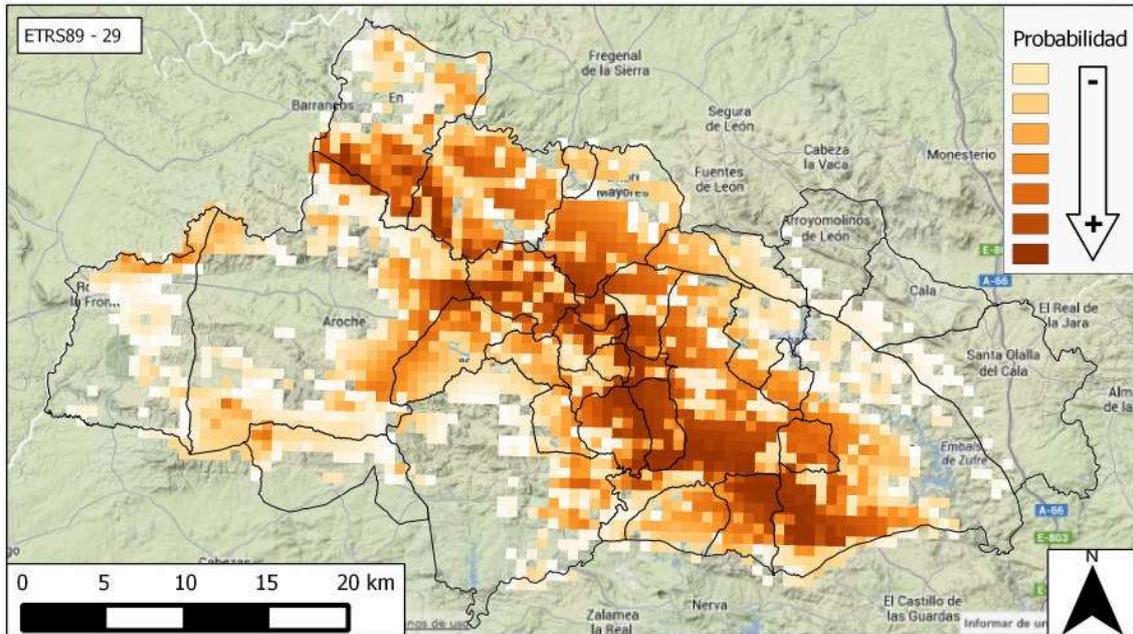


Fig. 99 – Mapa predictivo de la presencia de animales seropositivos al virus de la AD en la Sierra de Aracena según el software MAXENT.

El único estudio encontrado que hace referencia a los factores de riesgo ambientales asociados a la presencia del virus de Aujeszky en jabalíes, indica que dichos factores son la presencia de cotos cercados, el porcentaje de uso de suelo de pasto, de zona agrícola, matorral menor de 50cm de altura y de arbolado en dichos cotos (Ruiz-Fons *et al.*, 2008b). Estos autores denominaban de forma diferente los factores ambientales seleccionados, motivo por el cual el estudio de estos factores da lugar a unos resultados que no son comparables al del presente estudio, por no ser idéntica la clasificación de factores ambientales que se han utilizado en nuestros análisis.

En países como Alemania, el virus de Aujeszky (AD) se comporta como un patógeno emergente, debido a que en 1987 aparecieron focos aislados que aumentaron hasta llegar al 15% de seroprevalencia en 1994 en la zona más oriental (Hans-Hermann *et al.*, 2005). En el año 2000, la prevalencia en la misma zona se incrementó hasta el 23,5% (Luzt *et al.*, 2003). Un aumento similar pudo observarse en jabalíes de Croacia, donde la seroprevalencia creció del 28,1 al 57,4% entre 2005 y 2010 (Roic *et al.*, 2008).

En Francia, hasta 1998 la seroprevalencia máxima fue del 14% (Albina *et al.*, 2000). En un trabajo llevado a cabo en Suiza, sólo se detectaron anticuerpos en la temporada de caza 2002-2003, en tan solo entre el 0,5 y 1,8% de los jabalíes abatidos respectivamente (Leuenberger *et al.*, 2007); esta baja seroprevalencia, unida a la ausencia del virus en cerdos domésticos, llevó a los autores a sugerir que el virus realmente no tenía una circulación bien establecida en los jabalíes de Suiza.

Por otro lado, en España la situación de la AD parece ser diferente. Aunque en general las seroprevalencias observadas son superiores a las anteriormente indicadas, varían en función de las zonas de muestreo. Así, en un estudio realizado en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha, se detectó una prevalencia del 36,63% de jabalíes seropositivos (Ruiz-Fons *et al.*, 2008b). En esta misma región se describió el único caso clínico de AD en jabalí en un brote detectado en 2000 (Gortázar *et al.*, 2002), en el que se analizaron los sueros de 16 animales, siendo positivos nueve individuos (56,25%). También en el sur-centro de la Península, se han encontrado seroprevalencias del 52% en Toledo y del 23% en Sierra Morena (Vicente *et al.*, 2002). En esta misma localización, años después se detectó una seroprevalencia considerablemente superior, en concreto del 49% (Vicente *et al.*, 2012). En un estudio posterior que analizó 1659 sueros de jabalíes de toda España abatidos entre 2000 y 2010, la seroprevalencia total fue del 49,6% (Boadella *et al.*, 2012); debemos señalar que la población de Sierra Morena estudiada en dicho trabajo presentó una seroprevalencia del hasta el 56,4%. En este sentido, debemos destacar la similitud orográfica y epidemiológica entre nuestra área de estudio y las de Sierra Morena muestreadas en los estudios antes citados, en las cuales el jabalí comparte hábitat con explotaciones en régimen extensivo. En general, los resultados obtenidos en los distintos trabajos, tanto los que abarcan gran parte de la superficie de España como en los realizados en áreas concretas de la zona centro-sur de

la Península Ibérica, sugieren que esta última zona es un área endémica de enfermedad de Aujeszky.

La seroprevalencia del 27,72% hallada en nuestro estudio es ligeramente inferior a la mayoría de los datos del resto de España y, en especial, a los resultados obtenidos en otras zonas de Sierra Morena. Ello podría sugerir que el extremo occidental de esta cadena montañosa, la Sierra de Aracena se encuentra lo suficientemente aislada geográficamente y, de esta forma, mantiene unos valores de seroprevalencia inferiores a las indicadas. Por otro lado, existen autores que han obtenido correlación entre la seroprevalencia a la AD y las prácticas de manejo cinegético (translocaciones) que se realizan en el jabalí (Vicente *et al.*, 2012). Este podría ser otro de los motivos por los que los resultados de nuestro estudio hayan sido inferiores, ya que son poco frecuentes o casi nulas las acciones de este tipo en la Sierra de Aracena.

5.3.2.- Seroprevalencia frente al virus del PRRS

De los 184 jabalíes analizados mediante una técnica ELISA para el síndrome respiratorio reproductivo porcino (PRRS), sólo han resultado seropositivos 12 ejemplares (prevalencia = 6,52%), de los cuales 3 eran machos y 9 hembras (Tabla 22). En cuanto a los grupos de edad, 6 animales (50%) tenían entre 12 y 24 meses, y otros 6 tenían más de 24 meses. Ninguno de los 50 animales menores de 12 meses, ha sido seropositivo a PRRS.

Edad	POSITIVOS		NEGATIVOS			
<12 meses	0	0.00%	23	12.50%	Machos	23
	0	0.00%	27	14.67%	Hembras	27
12-24 meses	0	0.00%	22	11.96%	Machos	22
	6	3.26%	39	21.20%	Hembras	45
>24 meses	3	1.63%	23	12.50%	Machos	26
	3	1.63%	35	19.02%	Hembras	38
TOTAL	12	6.52%	169	91.85%		184

Tabla 22 – Distribución de los jabalíes seropositivos y seronegativos al virus del PRRS en función de la categoría de edad y del sexo (n=199).

La baja seroprevalencia hallada frente a este virus coincide, además, con bajos porcentajes de representación de los intervalos de títulos obtenidos en los jabalíes seropositivos (Fig. 100).

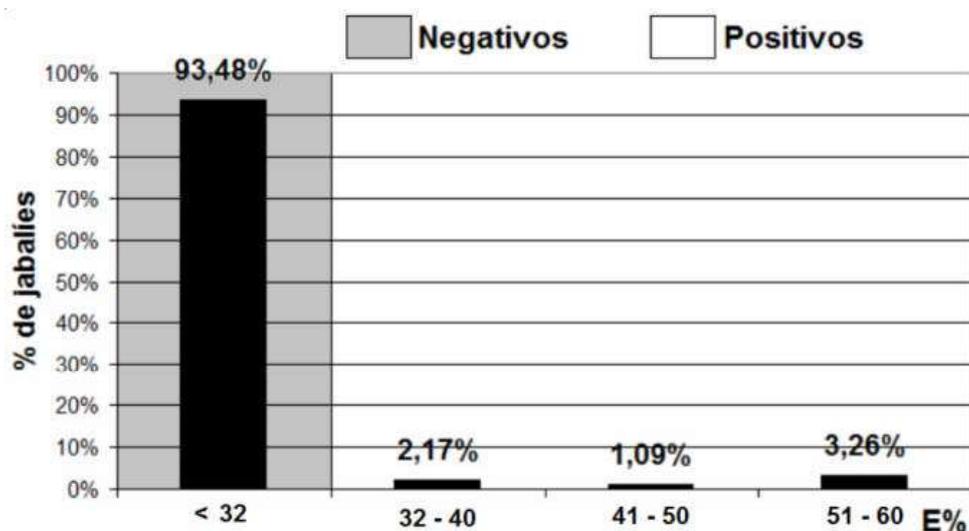


Fig. 100 – Resultados serológicos frente al virus del PRRS mediante ELISA expresados en rangos de DO.

No se han observado diferencias significativas entre las seroprevalencias encontradas en los grupos de edad o sexo, coincidiendo en este aspecto con otro estudio realizado recientemente en jabalíes de Cataluña (Closa-Sebastiá *et al.*, 2011). Sin embargo, en nuestro trabajo, el título sérico del virus PRRS que se ha obtenido tiene una relación estadísticamente significativa con el sexo, apareciendo los títulos más elevados en las hembras que en los machos ($p = 0.009$). No obstante, nuestros resultados deben ser considerados con precaución, ya que el reducido número de animales positivos (únicamente 3 machos y 9 hembras) dificulta obtener cualquier conclusión sólida.

Los 12 animales seropositivos fueron abatidos en 9 polígonos aislados de los 35 muestreados (Fig. 101) por lo que se puede concluir que el virus del PRRS no tiene una distribución amplia y continua dentro del área de muestreo, a excepción de algunos de ellos situados en la zona central de la Sierra.

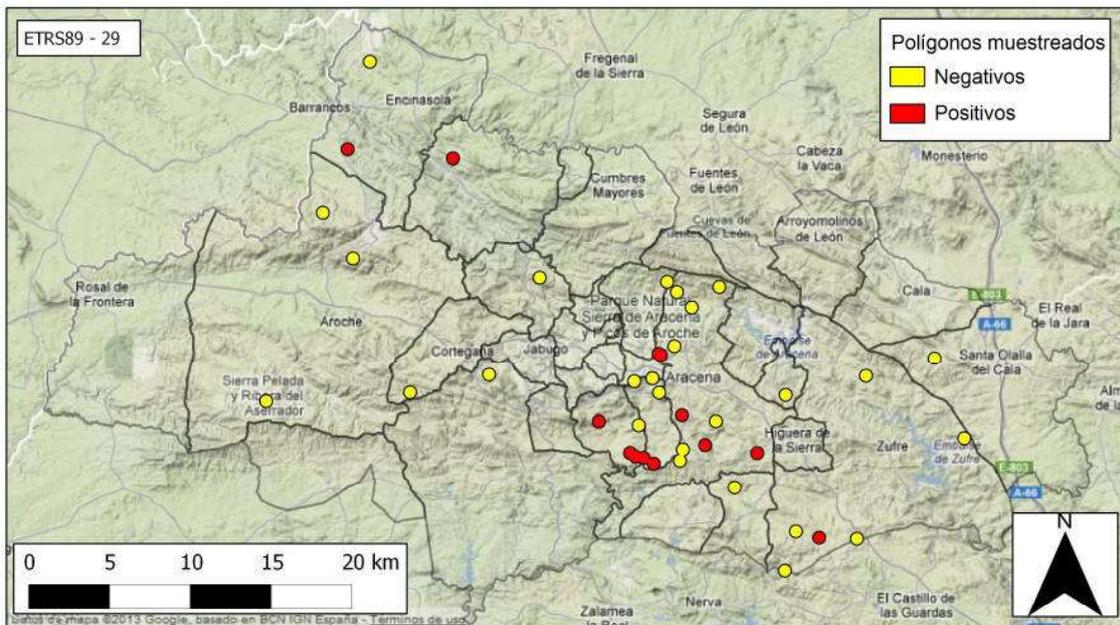


Fig. 101 – Distribución de polígonos con jabalíes seropositivos y seronegativos al virus del PRRS en la Sierra de Aracena.

El análisis de variables ambientales mediante regresión lineal muestra que los factores que influyen en la seroprevalencia frente a este virus son la distancia media a áreas de bosque de ribera (Dist5Mean) y la distancia a caminos y carreteras (Dist6Mean). El modelo obtenido ($R^2=0,10$) da lugar a una función que no excluye a ninguno de estos factores, determinando que las zonas con mayor probabilidad de detectar jabalíes seropositivos al virus del PRRS serían aquellas cercanas a bosques de ribera y a caminos y carreteras. Ambas variables tienen una estructura lineal en el conjunto de usos de suelo de la comarca; sin embargo, no encontramos ninguna razón que justifique que estos factores puedan suponer un riesgo de contagio.

Variable	Coefficient	Std Error	F-test	P-Value
DIST5MEAN	-0.003	0.001	11.0454	0.001089
DIST6MEAN	-0.001	0.000	8.6477	0.003731
CONSTANT	13.704	2.013	46.3474	0.000000

Correlation Coefficient: $r^2= 0.10$

A pesar de los escasos polígonos de muestreo donde ha sido detectado este patógeno, el mapa predictivo obtenido de dicha función revela un patrón multifocal de puntos de riesgo con una gran cantidad de zonas donde la probabilidad de encontrar jabalíes seropositivos a PRRS es considerablemente elevada (Fig. 102).

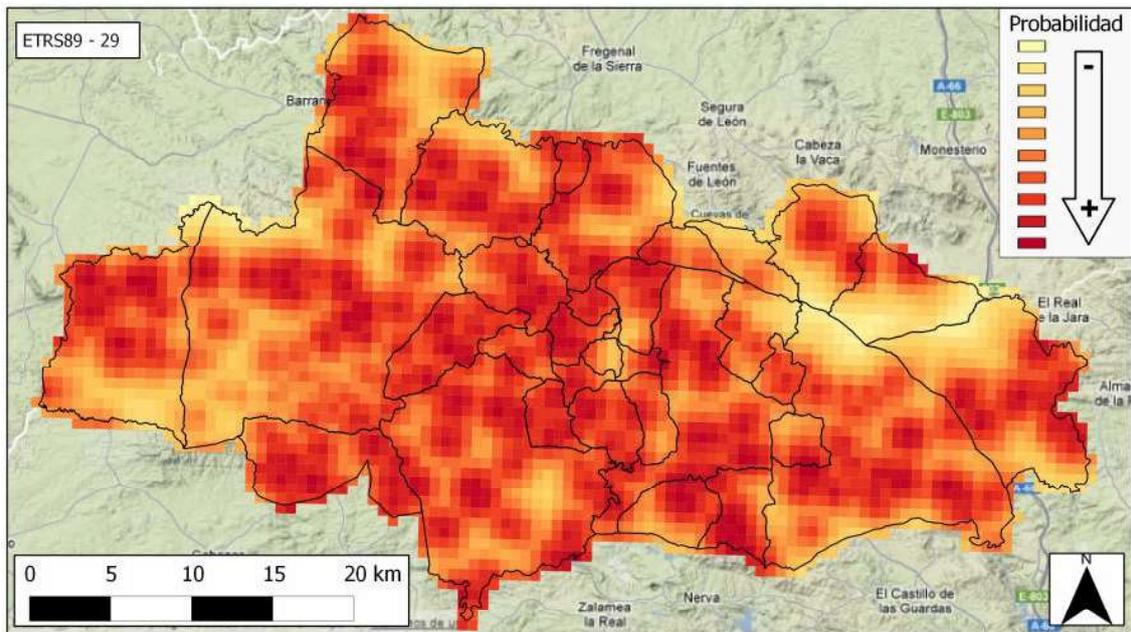


Fig. 102 - Mapa predictivo de la presencia jabalíes seropositivos al virus del PRRS en la Sierra de Aracena.

Del mismo modo, el análisis predictivo basado en el principio de máxima entropía mediante el software Maxent revela un conjunto de zonas irregulares donde la probabilidad de detectar al virus puede llegar a ser puntualmente elevada, especialmente en las cadenas montañosas del centro y oeste de la Sierra de Aracena (Fig. 103). Este mapa se corresponde con el modelo que incluye los factores distancia media a áreas agro-ganaderas (Dist1Mean), a quercíneas densas (Dist9mean) y a prados (Dis17Mean).

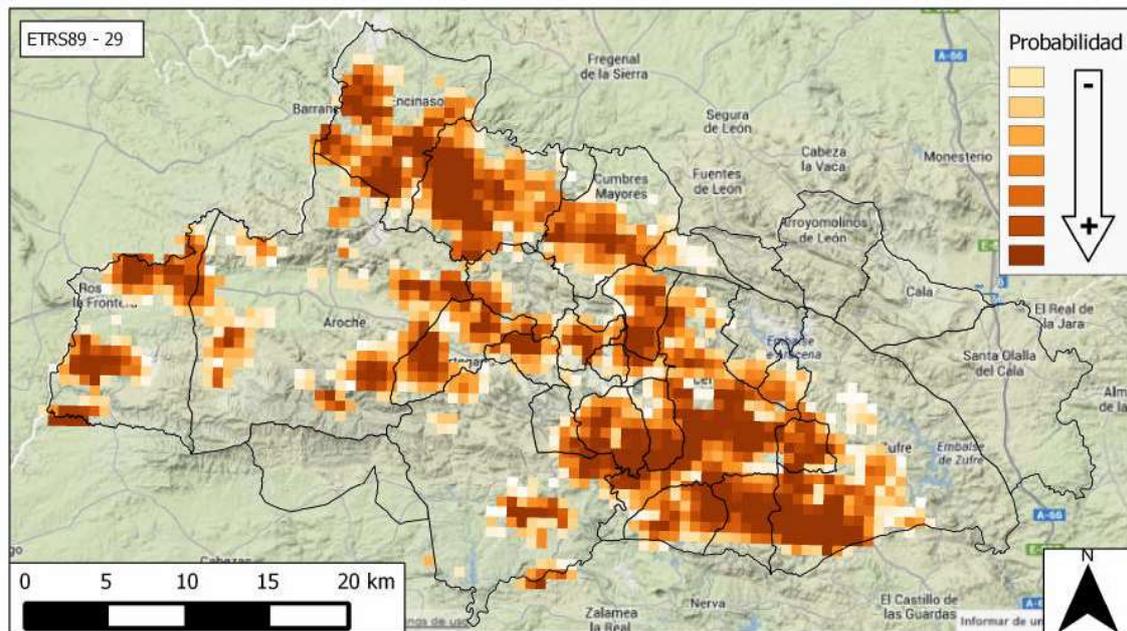


Fig. 103 – Mapa predictivo de la presencia de jabalíes seropositivos al virus del PRRS en la Sierra de Aracena según el software Maxent.

En general, los estudios realizados acerca de PRRS en poblaciones de jabalí indican que las prevalencias son bajas por lo general. Una de las prevalencias más elevadas fue detectada en China con el 27,2% de seropositividad en jabalíes híbridos (Wu *et al.*, 2011). En el continente europeo parece ser mucho menos frecuente, con seroprevalencias aparentemente más bajas, como la del 9,7% obtenida en jabalíes de Croacia (Roic *et al.*, 2008) o del 6,5% (Stankevicius *et al.*, 2011) en los de Lituania. En ejemplares abatidos en Francia, sólo el 1,3% fue seropositivo (Albina *et al.*, 2000), mientras que en Alemania esta proporción fue del 0,4% (Oslage *et al.*, 1994). Sin embargo trabajos más recientes han detectado seroprevalencias del 15,9% en este mismo país (Reiner *et al.*, 2009). Llama la atención la elevada seroprevalencia hallada en Italia, donde se detectaron anticuerpos frente a PRRS en el 37,8% de los jabalíes analizados (Montagnaro *et al.*, 2010).

En España se encuentran unas prevalencias similares a las obtenidas en Europa Central, como se pudo comprobar en un trabajo que muestreó jabalíes de Castilla-La

Mancha mediante PCR, detectando ADN del virus en tan sólo un 2,4% de los jabalíes analizados (Rodríguez-Prieto *et al.*, 2013). En otro estudio llevado a cabo con jabalíes de diferentes zonas de la geografía española, se obtuvo un valor medio del 2,21% de seroprevalencia (Boadella *et al.*, 2012b). En dicho estudio, cabe mencionar que solo 2 de los 25 puntos muestreados durante dicho estudio superaron la seroprevalencia de nuestro estudio, con un 7,3 y 20% (1 animal de 5) de jabalíes seropositivos en Ciudad Real. Destaca también el hecho de que no se han detectado jabalíes seropositivos en la Sierra Norte de Sevilla, contigua a la Sierra de Aracena, debido probablemente a que sólo fueron muestreados 4 jabalíes (Boadella *et al.*, 2012b). Nuestros resultados, superiores a la mayoría de seroprevalencias obtenidas en otras zonas de la Península Ibérica podrían deberse a la elevada presencia de explotaciones porcinas de régimen extensivo en el medio rural, lo que supone una mayor densidad de suidos en el medio susceptibles de favorecer la transmisión del virus del PRRS en la comarca de la Sierra de Aracena.

5.3.3.- Seroprevalencia frente al circovirus porcino tipo II

Se han detectado anticuerpos frente al circovirus porcino tipo II (PCV2) en 94 de los 184 jabalíes analizados (51,09%). De los 90 restantes, 77 fueron negativos y 13 tuvieron valores de densidad óptica compatible con valores dudosos según las indicaciones del fabricante del kit comercial de diagnóstico. No obstante, estos animales se han considerado positivos en los análisis estadísticos y epidemiológicos.

La prevalencia en función de la edad fue del 20,21% en los jabalíes menores de 12 meses, el 34,04% en los animales de 12 y 24 meses, y del 45,74% en los mayores de 24 meses (Tabla 23).

Edad	POSITIVOS		NEGATIVOS		DUDOSOS		
<12 meses	5	2.72%	15	8.15%	3	1.63%	Machos
	14	7.61%	11	5.98%	2	1.09%	Hembras
12-24 meses	12	6.52%	9	4.89%	1	0.54%	Machos
	20	10.87%	19	10.33%	6	3.26%	Hembras
>24 meses	17	9.24%	12	6.52%	0	0.00%	Machos
	26	14.13%	11	5.98%	1	0.54%	Hembras
TOTAL	94	51.09%	77	41.85%	13	7.07%	184

Tabla 23 – Distribución de los animales seropositivos y seronegativos al PCV2 en función de la categoría de edad y del sexo

No se han detectado diferencias significativas en función del sexo del animal, coincidiendo con otros estudios similares (Ruiz-Fons *et al.*, 2006; Closa-Sebastiá *et al.*, 2011). Sin embargo, a diferencia de estos estudios en los que tampoco tuvo significación la edad de los jabalíes, nuestros resultados muestran correlación entre la edad de los animales y los títulos frente a PCV2 ($p=0,01$), siendo inferiores los títulos obtenidos en el grupo de jabalíes menores de 12 meses.

Las diferencias entre las proporciones de animales con títulos bajos, medios y altos fueron mucho menores que las observadas con los otros agentes víricos y

bacterianos estudiados en los jabalíes de la Sierra de Aracena. Los animales con niveles de títulos considerados “dudosos” supusieron el menor de los porcentajes de las categorías establecidas, con tan sólo el 7,07% (Fig. 104).

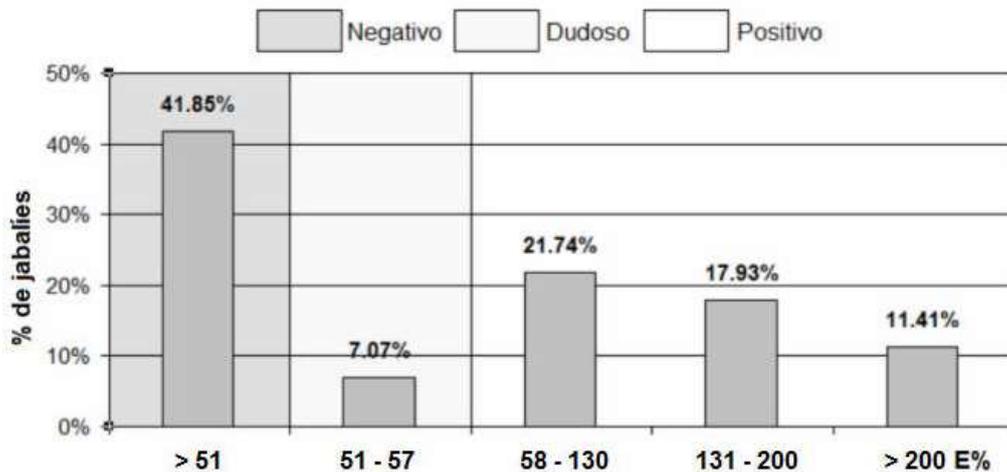


Fig. 104 – Resultados serológicos frente al PCV2 mediante ELISA expresados en rangos de DO.

Se han detectado jabalíes con anticuerpos frente a PCV2 en 29 de los 35 polígonos de muestreo, con una distribución de las monterías positivas relativamente homogénea y amplia (Fig. 105).

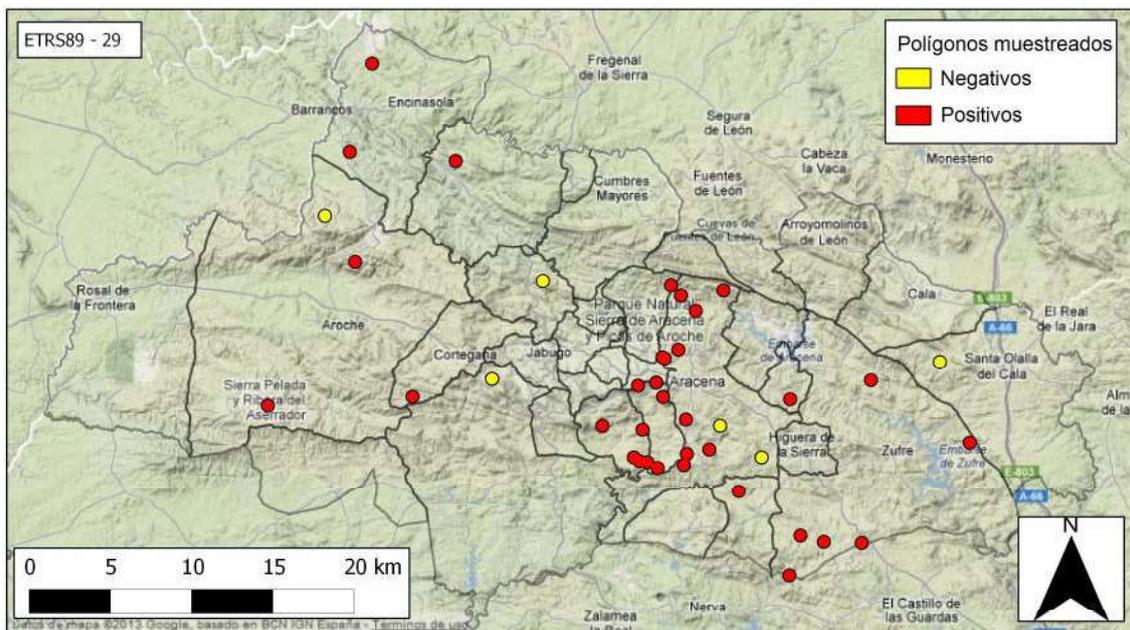


Fig. 105 – Distribución de polígonos con presencia de jabalíes seropositivos y seronegativos a PCV2 en la Sierra de Aracena.

Las variables ambientales estadísticamente significativas en la presentación de anticuerpos frente a PCV2 en los jabalíes han sido la distancia media a las masas de agua (Dist2Mean) y a bosque de ribera (Dist5Mean) dando como resultado el siguiente modelo ($R=0.36$).

Variable	Coefficient	Std Error	F-test	P-Value
DIST2MEAN	-0.002	0.001	9.7764	0.002080
DIST5MEAN	-0.010	0.003	15.1107	0.000145
CONSTANT	84.390	7.102	141.1831	0.000000

Correlation Coefficient: $r^2= 0.13$

El modelo sugiere que las zonas donde es más elevada la probabilidad de encontrar jabalíes seropositivos al PCV2 es más elevada son aquellas cercanas a masas de agua y a bosques de ribera. Esto indicaría que existe un mayor riesgo de contagio en las proximidades de las masas de agua, debido probablemente a que además de ser puntos de reunión de los suidos, se darían condiciones más propicias para la supervivencia del virus en estos ambientes. El mapa predictivo obtenido de aplicar este modelo se asemeja mucho al obtenido para PRRS, con múltiples focos donde la probabilidad de encontrar animales con anticuerpos frente a este virus es la más elevada (Fig. 106).

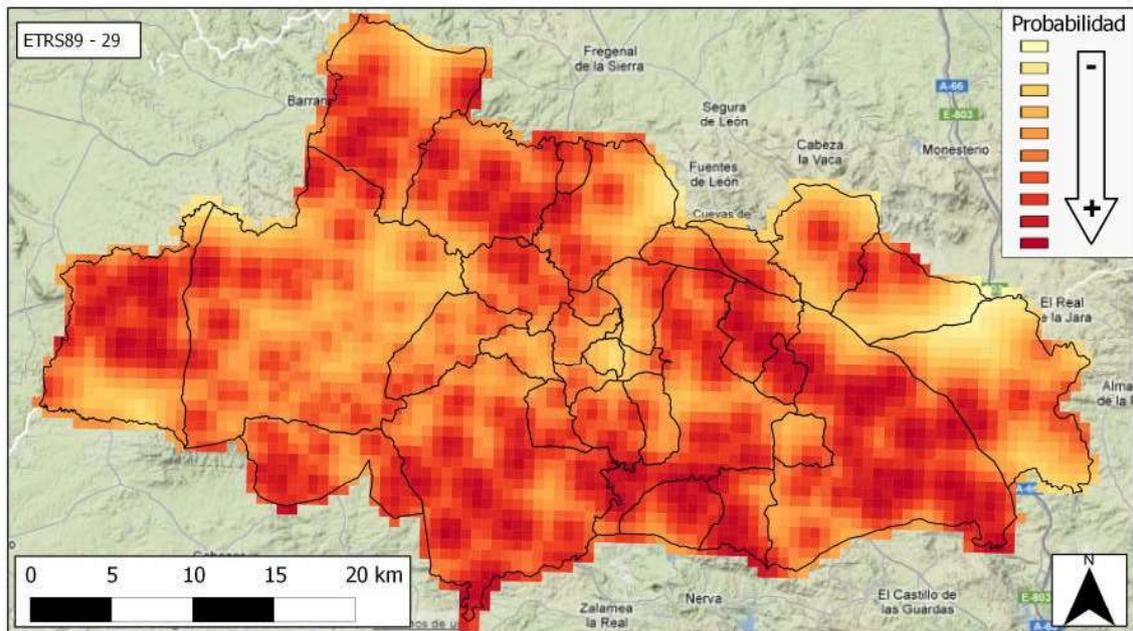


Fig. 106 – Mapa predictivo de la presencia de jabalíes seropositivos a PCV2 en la Sierra de Arcena.

Sin embargo, mediante el software Maxent, las variables que afectan a la presentación de animales seropositivos son la distancia media a las zonas agroganaderas (Dist1Mean), a áreas urbanizadas (Dis19Mean) y la altitud media (Altim) (Fig. 107). Como ocurría en el caso de otros patógenos, la mayor concentración de jabalíes en las áreas de refugio alejadas de zonas antropizadas podría justificar un mayor contagio del virus, y por tanto mayor seroprevalencia en dichas zonas.

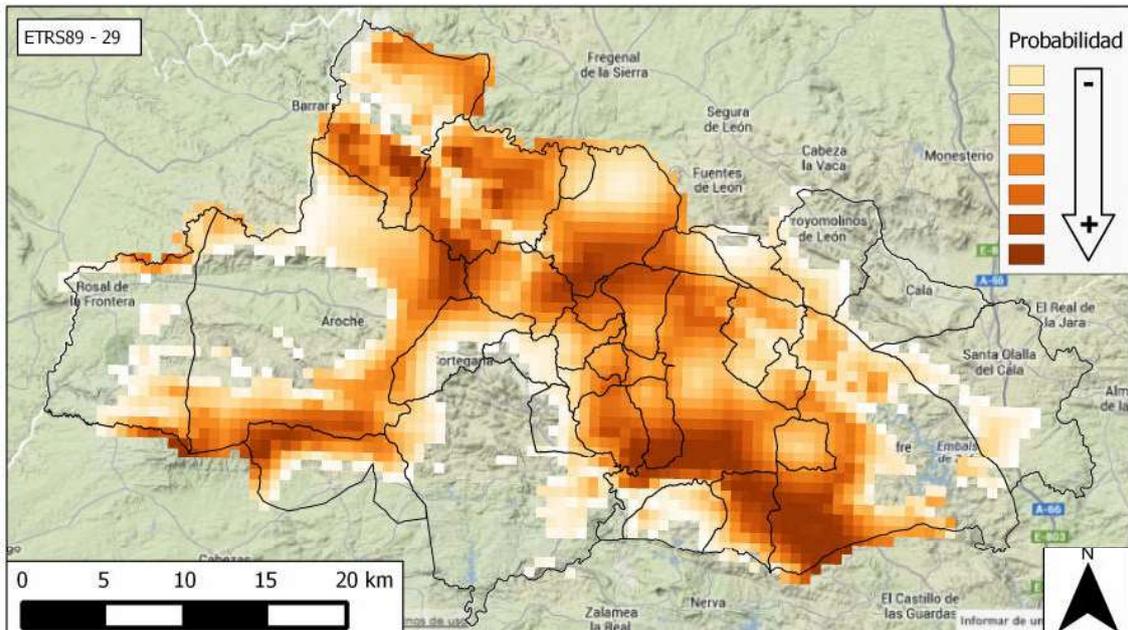


Fig. 107 – Mapa predictivo de la presencia de jabalíes seropositivos a PCV2 en la Sierra de Aracena según el software MAXENT.

El PCV2 es un patógeno que ha sido detectado con relativa frecuencia en las poblaciones de jabalí de toda Europa, como en Bélgica, donde las seroprevalencias obtenidas rondaban el 30-40% (Sánchez *et al.*, 2001). El valor máximo no se detectó en libertad, sino en ganaderías de jabalíes de Finlandia con un 51,1% de seroprevalencia, señalando los autores del estudio a la mayor de densidad de animales como responsable de dicho aumento (Hälli *et al.*, 2012). Por otro lado, en Europa del Este parecen ser algo menos frecuente, con una seroprevalencia máxima del 18,7% en Croacia (Roic *et al.*, 2008), y el 20% de positividad obtenido mediante PCR en jabalíes de Hungría (Cságotas *et al.*, 2006). A pesar de las relativamente elevadas frecuencias de presentación y de su amplia distribución, son pocos los casos descritos de enfermedad clínica en jabalí. En concreto, el primer caso se describió en Alemania (Schulze *et al.*, 2004), aunque el resto de citas son del área mediterránea, con casos descritos en Grecia (Sofia *et al.*, 2008) e Italia; en esta última localización, de 16 animales con clínica aparente, sólo siete de ellos fueron confirmados mediante PCR como portadores de PCV2 (Petrini *et al.*, 2009).

En España, existe un trabajo en el que se halló una seroprevalencia del 34,6% en jabalíes de Cataluña (Segalés *et al.*, 2002), mientras que en Extremadura, la prevalencia mediante PCR se elevaba hasta el 46,78% (Risco, 2014). Este valor se aproxima al obtenido para el conjunto de España, con 47,87% de animales seropositivos (Vicente *et al.*, 2004). En este mismo trabajo, se observó que a pesar de que en la población de Jaén no se detectaron anticuerpos frente a PCV2, en las poblaciones de la cercana Sierra Morena, la seroprevalencia fue la segunda más elevada del estudio, con el 51,06% de animales seropositivos. Este valor coincide con la seroprevalencia del 51,09% obtenida en nuestro estudio para la población de jabalíes de la Sierra de Aracena, lo que sugiere que Sierra Morena podría ser una zona endémica de PCV2, con unas de las tasas de seroprevalencia más elevadas del conjunto de España. Por otro lado, la amplia distribución que parece tener este patógeno en todo el área de distribución del jabalí parecen corroborar que existe una circulación activa y constante del virus, como ya han apuntado otros autores (Ruiz-Fons *et al.*, 2008a; Petrini *et al.*, 2009). En base a nuestros resultados y a los obtenidos en otros estudios de la Península Ibérica, se puede concluir que la mayor seroprevalencia frente al PCV2 detectada en el presente estudio podría deberse, principalmente, a una mayor presencia de suidos en el entorno natural, tanto jabalíes como cerdos domésticos de régimen extensivo.

5.4.- RESUMEN DE ANÁLISIS EPIDEMIOLÓGICOS

Para complementar el estudio de la triada animal-patógeno-medio, el empleo de modelos estadísticos y de los Sistemas de Información Geográfica proporciona la posibilidad de predecir el estado o la evolución de un proceso epidemiológico en un entorno. En el presente estudio, el uso paralelo de dos métodos similares ha revelado que la base estadística y metodológica de cada uno de ellos determina que se obtengan resultados que, en ocasiones, son diferentes. Por esta razón, hay que ser prudentes a la hora de interpretar dichos resultados, intentando encontrar razones científicas que puedan justificarlos y, en el caso de que no sea posible, descartarlos o plantear hipótesis de futuras investigaciones para profundizar en el conocimiento de los factores epidemiológicos que influyen en la dinámica de los agentes infectocontagiosos en nuestra área de estudio. No obstante, algunos de los resultados de estos análisis estadísticos y mediante SIG, muestran cómo hay ciertos factores ambientales que se repiten con frecuencia en el conjunto de modelos obtenidos (Tabla 24 y 25).

En el caso de determinados parásitos, la altitud, la distancia media a zonas agroganaderas o a pinares aparecen más frecuentemente que otras variables, sugiriendo un importante papel como factores de riesgo que deberían ser estudiados más profundamente. Ello podría deberse a que en las zonas con mayor altitud suelen ser zonas poco antropizadas y, por ello, son seleccionadas como zonas de descanso y refugio por los jabalíes, concentrándose y aumentando así su densidad en dichas áreas; de esta manera, el contagio de parásitos densodependientes como *M. hirudinaceus*, *C. tenuicollis*, *Metastrongylus* spp., *T. suis*, *O. dentatum*, *G. urosbulatus*, *A. strongylina* o *A. suum*. Sin embargo, llama la atención que la distancia a zonas agroganaderas ha influido de igual manera en estas especies, con la excepción de *A. suum*. Este caso

podría estar causado porque, como se ha explicado en el apartado dedicado a este nematodo, las diferentes prevalencias observadas en explotaciones ganaderas de régimen extensivo e intensivo (García, 1999; Nansen y Roepstorff, 1999; Sánchez, 2003), podrían estar en cierto modo suavizando o incluso anulando la influencia de este tipo de uso de suelo en la epidemiología de este parásito, que además, elimina al medio huevos con una elevada capacidad de persistencia en el medio, hecho que favorecería el contagio en áreas con presencia de suidos.

De igual manera, estos mismos factores han sido los más influyentes en los resultados de los seis patógenos no parasitarios, la altitud y la distancia a zonas agroganaderas, siendo este último común a todos los agentes víricos y bacterianos, concretamente, a través del método basado en el principio de máxima entropía. Los diferentes mapas obtenidos mediante el software Maxent para cada uno de estos agentes, sugieren que la influencia de las explotaciones ganaderas depende de las características concretas de cada patógeno, no existiendo un efecto común a todos ellos. No obstante, este resultado sugiere que existe una evidente interacción entre las explotaciones ganaderas y este tipo de procesos en los jabalíes analizados. Por este motivo es necesario realizar estudios más profundos sobre la posible interacción *in situ* entre cerdos domésticos y los jabalíes para poder identificar y cuantificar el contagio entre ambos colectivos.

Los diferentes resultados obtenidos con los dos análisis epidemiológicos empleados sugieren que la selección de uno u otro método influye de manera significativa en una hipotética gestión sanitaria posterior. La ausencia de estudios epidemiológicos que analicen los resultados paralelos obtenidos con dos métodos diferentes, y con varios patógenos simultáneamente, pone de manifiesto la necesidad de

ampliar los estudios que aúnen epidemiología y Sistemas de Información Geográficos, para poder analizar más profundamente la influencia de los factores ambientales en los procesos infecto-contagiosos.

	<i>M. hirudinaceus</i>		<i>C. tenuicollis</i>		<i>M. elongatus</i>		<i>M. pudentectus</i>		<i>G. urosulatus</i>		<i>A. suum</i>		<i>A. strongylina</i>		<i>P. sexalatus</i>		<i>T. suis</i>		<i>O. dentatum</i>		SUMA	
	QGIS	Maxent	QGIS	Maxent	QGIS	Maxent	QGIS	Maxent	QGIS	MAX	QGIS	Maxent	QGIS	Maxent	QGIS	Maxent	QGIS	Maxent	QGIS	Maxent	QGIS	Maxent
Área de zonas agroganaderas	•																				1	0
Área de zonas sin vegetación			•																		1	0
Tª media en otoño					•																1	0
Dª a carreteras y camino																					1	0
Área de carreteras y caminos		•					•														0	2
Dª a puntos de agua			•									•									1	1
Dª a zonas sin					•			•													1	1
Dª a eucaliptal									•												0	2
Dª a suelo urbano										•											1	1
Dª a bosque con matorral																					1	1
Dª a matorral																					1	1
Tª media en primavera																					1	1
Tª media en invierno																					1	1
Dª a pinar			•							•											3	0
Tª media en verano																					2	1
Dª a bosque de ribera			•																		2	3
Altitud media		•																			2	7
Dª a zonas agroganaderas		•																			2	8

Tabla 24 – Relaciones significativas halladas entre macroparásitos y factores ambientales

	<i>M. bovis</i>		Chlamydiaceae		B. suis		Enf. de Aujeszky		PRRS		PCV2		Maxent	
	QGIS	Maxent	QGIS	Maxent	QGIS	Maxent	QGIS	Maxent	QGIS	Maxent	QGIS	Maxent		
D ^a a zonas de dehesa	•												1	0
D ^a a bosque mixto					•								1	0
T ^a media en primavera				•									0	1
Área de zonas de agua							•						1	0
Área de quercineas densas								•					0	1
D ^a a zonas de prados									•				0	1
D ^a a carreteras y caminos			•						•				2	0
D ^a a zonas de agua					•					•			2	0
D ^a a quercineas densas					•					•			1	1
T ^a media en primavera				•			•						1	1
D ^a a zonas urbanizadas							•					•	1	1
D ^a a bosque de ribera									•			•	2	0
Altitud media		•		•		•							0	5
D ^a a zonas agroganaderas		•	•	•		•				•			1	6

Tabla 25 – Relaciones significativas observadas entre microparásitos y factores ambientales

5.5.- ANÁLISIS DE LAS COINFECCIONES

El estudio de factores de riesgo comprende, además de los intrínsecos del hospedador y de los extrínsecos o ambientales, el factor coinfección. El término “coinfección” se emplea en aquellos casos en los que dos o más agentes infectocontagiosos están presentes de forma simultánea en un mismo organismo (Risco, 2014). Este hecho es aplicable para el caso de los macroparásitos, que eran localizados *in situ*, y posteriormente identificados. Sin embargo, es necesario recordar que los resultados obtenidos para los microparásitos (virus y bacterias), al tratarse de seroprevalencias, hacen referencia a la presencia de anticuerpos específicos en el organismo y no a la confirmación de la presencia del agente patógeno. No obstante, en determinados casos, la presencia de anticuerpos puede corresponderse con infecciones crónicas, como ocurre con la tuberculosis caprina (Buendía *et al.*, 2013), donde la presencia de anticuerpos anti-MBP70 siempre se correlacionó con la identificación de lesiones específicas; o bien con infecciones persistentes, como ocurre con la clamidiosis ovina o porcina (Rodolakis *et al.*, 1998; Schaytteeet y Vanrompay, 2011). Por otro lado, algunos autores emplean el término coinfección cuando detectan seroprevalencias contra al menos dos patógenos distintos (Cano-Manuel *et al.*, 2014).

Como resultado del análisis de las prevalencias y seroprevalencias obtenidas en el presente estudio, se han estudiado las correlaciones existentes entre las 16 combinaciones posibles de coinfecciones que han sido halladas en los jabalíes analizados (Tabla 26). Sin embargo, algunas de las coinfecciones observadas, como la existente entre *Globocephalus* y PRRS, debemos descartarla para este análisis estadístico de coinfecciones, a pesar de ser significativa, debido a la baja *Odds ratio* que ha tenido. Por el contrario, la coinfección entre las dos especies de *Metastrongylus*

detectadas ha obtenido un valor elevado que sugiere una gran correlación de la presencia de ambos parásitos, resultado en cierto modo previsible debido a la enorme similitud de sus ciclos biológicos.

	A. suum	G. urosubulatus	M. hirudinaceus	A. strongylina	P. sexalatus	M. elongatus	M. pudendotectus	T. suis	O. dentatum	C. tenuicollis	Tuberculosis	Clamidiosis	Brucelosis	AD	PRRS	PCV2
A. suum				2,68							0,48					
G. urosubulatus			2,13				0,54			3,27					>0,001	
M. hirudinaceus								0,45								
A. strongylina					4,21											2,47
P. sexalatus																
M. elongatus							144,3									
M. pudendotectus																0,54
T. suis																
O. dentatum																
C. tenuicollis																
Tuberculosis												39,47				
Clamidiosis																
Brucelosis														2,82		3,97
AD															4,03	3,08
PRRS																
PCV2																

Tabla 26 – Coinfecciones significativas expresadas en valores de *Odds Ratio*.

La mayoría de los animales de vida silvestre, como el jabalí, suelen encontrarse afectados por múltiples infecciones simultáneas causadas por diversos organismos infectocontagiosos (Risco *et al.*, 2013). Las respuestas inmunitarias provocadas por algunos macroparásitos pueden aumentar la susceptibilidad a otros agentes infectocontagiosos, o viceversa (Buendía *et al.*, 2002). Son numerosos los estudios realizados en modelos experimentales de coinfecciones controladas que demuestran que la inducción de una respuesta de tipo Th2 originada por una parasitación por helmintos, al inhibir la respuesta Th1, favorece las infecciones por protozoos y bacterias intracelulares y virus, (Marshal *et al.*, 1999; Araujo *et al.*, 2001; Buendía *et al.*, 2002; Liesenfeld *et al.*, 2004). Y aunque son escasos los estudios experimentales realizados sobre animales domésticos y silvestres, se ha comprobado que la presencia de diferentes

nematodos puede modificar la respuesta de un organismo frente a los patógenos intracelulares, ya sea hacia la inmuno-estimulación o hacia la inmuno-depresión, en especies como conejos domésticos (Cattadori *et al.*, 2008), búfalos africanos (Ezenwa *et al.*, 2010), o primates africanos que viven en libertad (Nunn *et al.*, 2014). Por este motivo, en el presente estudio hemos intentado verificar la hipótesis que establece que el aumento de la prevalencia de los helmintos en una especie hospedadora proporciona mayores oportunidades para los microorganismos intracelulares, lo que resulta en una mayor probabilidad de infección por dichos microparásitos unicelulares. Esta correlación significativa entre la prevalencia de los helmintos y la seroprevalencia a los patógenos intracelulares (obligados o facultativos) detectados en la Sierra de Aracena ha podido demostrarse entre *A. strongylina* y PCV2, *M. pudendotectus* y PCV2, *A. suum* y *M. bovis* y, en menor medida, entre *G. urosubulatus* y PRRS.

Si consideramos las coinfecciones en general, independientemente del binomio helmintos-microorganismos intracelulares, se observa que escasean los estudios publicados al respecto. No obstante, habría que considerar la posibilidad de que las coinfecciones puedan estar ejerciendo un importante papel como factor de riesgo desde el punto de vista epidemiológico, ya que influirían en el anidamiento natural, en la dispersión o la persistencia agente en animales asintomáticos, como se desprende de algunos trabajos que se han publicado recientemente (Risco *et al.*, 2013; Gortázar y Boadella, 2014). Ejemplo de ello es un estudio realizado en 2006 en jabalíes abatidos en cotos de caza de varias localizaciones españolas, que observó una relación significativa entre seropositividad frente al virus de la enfermedad de Aujeszky y al PCV2 (Ruiz-Fons *et al.*, 2006), coincidiendo con los resultados de nuestro estudio. Así mismo, Risco (2014) propone un modelo en el que se sugiere que la mayor probabilidad de sufrir cuadros clínicos agravados con lesiones compatibles con tuberculosis aparecía en

jabalíes menores de 2,5 años que eran seropositivos a PCV2 y al virus de la enfermedad de Aujeszky, y que a su vez, estuvieran infectados por *Metastrongylus* spp. El resto de interacciones entre patógenos de suidos han sido estudiadas más profundamente en cerdos domésticos. Por ejemplo, la coinfección entre PRRS y PCV2 ha sido frecuentemente documentada en ganado porcino, sugiriendo una posible relación sinérgica entre ambos virus (Nawagitgul *et al.*, 2002; Sinha *et al.*, 2011). Sin embargo, otros autores sugieren posibles interacciones a raíz de observar casos clínicos, como la interacción entre *Chlamydia* spp. y PCV2 observada en explotaciones porcinas suecas (Schautteet *et al.*, 2010). En el campo de la parasitología, un estudio halló una interacción sinérgica entre la prevalencia frente a *Oesophagostomum* y *Salmonella* spp. eliminadas en heces de cerdos infectados experimentalmente (Steenhard *et al.*, 2002), aunque otros autores posterior no pudieron confirmar que dicha relación fuera estadísticamente significativa (Steenhard *et al.*, 2006).

A pesar de la información que arroja nuestro estudio sobre los patógenos del jabalí, es necesario seguir contribuyendo al conocimiento de esta especie, así como de los procesos compartidos con el cerdo doméstico, dada la relevancia económica de su explotación ganadera en la Sierra de Aracena. Así mismo, el conocimiento integrado y multidisciplinar de los diferentes aspectos sanitarios que afectan al estado sanitario de una especie silvestre como esta, permiten implementar y desarrollar medidas de vigilancia y control sanitario que aportan una mejora significativa de la producción ganadera y de la sanidad animal en general.

6.- CONCLUSIONES

Primera

El jabalí (*Sus scrofa*) de la Sierra de Aracena presenta un alto grado de contacto con numerosos agentes infectocontagiosos comunes al cerdo doméstico. Por ello su presencia en dicho entorno natural debe ser tomada en cuenta como un factor epidemiológico que puede influir en el mantenimiento y la dispersión de dichos patógenos.

Segunda

Las elevadas prevalencias de *Macracanthorhynchus hirudinaceus*, *Metastrongylus elongatus* y *Metastrongylus pudendotectus* son una evidencia de que el ciclo biológico de estos parásitos está muy extendido en la Sierra de Aracena, y de que los jabalíes consumen, como recurso trófico frecuente, los hospedadores invertebrados que participan en el anidamiento natural de dichos parásitos.

Tercera

La seroprevalencia de *Mycobacterium* obtenida mediante MPB70 sugiere que el jabalí probablemente esté participando activamente en la epidemiología de este patógeno en la Sierra de Aracena, motivo por el cual podría comportarse como un reservorio potencial y, por tanto, su presencia cerca de explotaciones debe ser valorada como un factor de riesgo para el mantenimiento y dispersión del bacilo en este entorno natural en el que coexisten ungulados domésticos y silvestres.

Cuarta

La elevadas seroprevalencias de *Chlamydia*, PCV-2, el virus de la enfermedad de Aujeszky, *Brucella suis* y, en menor medida, el virus del PRRS, confirman la presencia de estos patógenos ubicuos en el área de estudio. El haber tenido contacto con dichos agentes podría ser indicador de que los jabalíes están participando en el mantenimiento y dispersión de los mismos, y debería valorarse su papel como un posible factor de riesgo sanitario en las proximidades de las explotaciones porcinas de la Sierra de Aracena.

Quinta

La cercanía a las áreas agro-ganaderas y la densidad de explotaciones son factores que incrementan el riesgo de que los jabalíes estén parasitados por *Globocephalus urosubulatus* y *Macracanthorhynchus hirudinaceus*. Esta correlación es la evidencia de que la simpatría entre cerdos y jabalíes puede influir en la persistencia de agentes infectocontagiosos comunes a ambos hospedadores, siendo la Sierra de Aracena un espacio propicio para que estos patógenos compartidos se mantengan y difundan. En este sentido, la ausencia de vallados cinegéticos, la explotación de ganado porcino en régimen extensivo y la permeabilidad en esta interfaz doméstico-silvestre probablemente estén favoreciendo el flujo de los agentes parasitarios, bacterianos y víricos.

Sexta

A pesar de que, en general, no se ha encontrado una correlación significativa en la concomitancia de agentes infectocontagiosos, se constata que la mayoría de los

jabalíes de la Sierra de Aracena presentan coinfecciones múltiples. Por ello, en este entorno ganadero, el jabalí es un modelo ideal para estudiar a largo plazo la interacción entre agentes víricos, bacterianos y parasitarios en un hospedador silvestre no sometido a tratamientos medicamentosos ni a restricciones de movimiento en el área de estudio.

Séptima

A la vista de los resultados obtenidos con los softwares Maxent y Q-GIS, la interpretación epidemiológica conjunta no es concluyente, puesto que en ocasiones se obtienen resultados dispares. No obstante, se ha comprobado que ambos métodos son herramientas útiles que coinciden en la detección de determinados factores ambientales que pueden influir en la distribución territorial de los agentes infectocontagiosos del jabalí, y que el análisis complementario de estos resultados aporta una imagen más detallada de la situación epidemiológica y distribución geográfica de dichos factores de riesgo en la Sierra de Aracena.

7.- SUMMARY

INTRODUCTION

Wild boar can be considered the most important game species in Spain. Its wide distribution and adaptative character make it a frequent animal in different locations. While wild boar is regarded as an economic resource for some rural regions (Garrido, 2012), it also causes substantial economic losses in cultivated areas and peripheral zones of some cities (Acevedo *et al.*, 2014). As the species also plays an important role in both public and animal health in Spain.

Increasing interest on the part of the scientific community in wildlife has promoted studies into the management (Fernández de Mera *et al.*, 2003) and health of wild animals (Vicente *et al.*, 2006). Furthermore, wild boar has shown to be one of the most important ungulates for some infectious diseases (Bengis *et al.*, 2004).

In Sierra de Aracena (Huelva, SW Spain), wild boar populations are widely distributed and inevitably come into contact with some farm species including cattle, goats and an extensive Iberian pig production.

In summary, its wide distribution in this area and its important role in public and animal health justify the selection of the wild boar as the target species for this study.

OBJECTIVES

The targets of this study were the pathogens (parasites, bacteria and viruses) associated with wild boars in the Sierra de Aracena (Huelva, SW Spain). To obtain the accessory data of these pathogens secondary aims were included:

1.- Description of the distribution of parasites in wild boar population of Sierra de Aracena

The parasite community of wild boars hunted in different locations of the study area, and the prevalence and intensity of the same, was studied.

2.- Determination of the seroprevalence of a selection of important infectious pathogens important for animal health.

Indirect diagnosis of bacteria and viruses through serological tests against important species for porcine production.

3.- Evaluation of the significance of different risk factors linked to the presence of the infectious agents identified.

In the wild boar habitat, several factors could influence on the prevalence of diseases. One of the aims was to identify these risk factors, and their role in the emergence and maintenance of the pathogens in a natural environment.

4.- Analysis of the interactions that could exist between different pathogens.

Interactions between helminths, bacteria and viruses were analyzed, since it was thought that parasites might increase the presence or pathogenic effect of other contagious pathogens in the same host.

METHOD

The Sierra de Aracena is situated in the north of the province of Huelva, in the western extreme of the Sierra Morena. It measures 3100 km² and has 31 town districts inside. The study area has a Mediterranean climate, with some variations due to the influence of the Atlantic Ocean. Average annual precipitation is 700-1000 mm, with an annual average temperature of 9 in winter and 23°C in summer (Natural Resources Organization Plan - P.O.R.N.-, 2003). There is a gentle mountain relief with a NW-SE orientation. The sierra lies between 130 and 1040 m above sea level. Rivers have a typical Mediterranean regime, with strong flow variations between winters and summers.

The flora stratum most widely represented in this area is the mesomediterranean stratum, with large aggregations of *Quercus ilex* and *Quercus suber*, which constitute an important part of the 'dehesa', the most represented vegetal cover in the Sierra de Aracena. Other less frequent vegetal covers are plantations of eucalyptus, olive, pine and chestnut trees, grasslands, river forests or crops (P.O.R.N., 2003). The most common ungulates species in these areas are mainly wild boars and red deers, with smaller populations of fallow deers and mouflons. There is also an important carnivore community including foxes, badgers, genets and Egyptian mongoose (P.O.R.N., 2003).

This environment shows a strong anthropic influence, the many inhabitants mainly dedicated to farming activities. The most abundant habitat, the 'dehesa', is an

artificial ecosystem where domestic pigs and cattle are raised. Huelva is the Andalusian province with the highest number of extensive pig farms, most of them situated in the Sierra de Aracena, where pig production is one of the most important economic activities. Hunting in the Sierra de Aracena is less important. Most of the ranches are permeable to ungulates, which easily cross any fences creating corridors. In addition, the presence of domestic livestock in these ranches is frequent, allowing the direct cohabitation between wild and domestic ungulates.

In the present study, a total of 199 wild boars from 43 hunts held during the 2010-2011 and 2011-2012 hunting seasons were analysed. All the analyzed animals came from the Sierra de Aracena wild boar population, a species that has not been researched before in this area.

During necropsy, viscera, blood, faeces and muscle samples were collected and frozen at -18°C until processing. Trachea and lungs, heart, diaphragm, liver, stomach and both large and small intestines were analyzed by parasitic necropsy. The tracheas and lungs were opened to see the tracheobronchial ducts. Hearts and livers were sectioned to study the internal cavities and ducts. Stomachs and both large and small intestines were opened to detect the presence of helminths. All recovered parasites were deposited in a 70% ethanol solution and stored until morphometrical identification. Muscle samples were processed with artificial digestion following the recommended method of the International Trichinellosis Commission (Gamble *et al.*, 2000). A sedimentation technique based on acetoacetate and petroleum ether was used to process faeces samples (Bailinger, 1966), and Sheather solution to detect the presence of parasite eggs by light microscopy after allowing the 15 minutes to rest (Dryden *et al.*, 2005). The recovered parasites and eggs were identified using the descriptions of

Skrjabin *et al.*, (1954), Yamaguti *et al.* (1961), Soulsby *et al.* (1982), Durette-Desset (1983) and Anderson (2000).

Moreover, ELISA-based serological techniques were used to diagnose viral and bacterial infections. Three different antigens *Mycobacterium bovis* antigens (PPDBo, PPDAv and MPB70 proteins) were used to analyze tuberculosis antibodies in the hunted wild boars (Wiker, 2009; Marassi *et al.*, 2010). Antibodies against *Chlamydia* were detected using a purified *C. abortus* elementary bodies as antigen. In the case of *Brucella*, a commercial test was used to detect specific antibodies. The viral infections were also analyzed using commercial tests against Aujeszky Disease, PRRS and Porcine Circovirus type-2. The analysis of the four pathogens studied by commercial tests could only be applied in 184 of the 199 wild boars hunted.

Finally, all data were analysed by statistical and SIG methods to study the role of risk factors and coinfections. The obtained data were analyzed using R software (i386 2.15.0) to determine the correlation between sex, age and porcine farm density, and pathogen presence. The correlation between pathogens and environmental risk factors was analyzed with the Geographic Information System (GIS) softwares Quantum GIS 1.8.0 and MAXENT v.3.3.3.

RESULTS

Of the 199 wild boars analysed, 196 harboured parasites. A total of 10 different parasite species were identified (Table 1). One animal had 9 of the 10 species found. Specific antibodies of all bacterial and viral pathogens studied were found. For the viruses and bacteria studied (Table 2), the highest seroprevalence obtained was observed for PCV-2 (51.09%), and the lowest value for PRRS (6.52%).

	P	M.A.	M.I.	Age	Sex	Farms (d)	Polygons	Environm. (EpiINFO + QGIS)	Environm. (Maxent)
<i>Macracanthorhynchus hirudinaceus</i>	67.34	3.93 ± 5.41	5.84 ± 1.81		Females	+	34/35	FD	A, WRA, FD
<i>Metastrongylus elongatus</i>	71.36	32.42 ± 45.84	45.44 ± 48.18				35/35	- Not available analysis -	A, FD
<i>Metastrongylus pudendotectus</i>	59.80	15.56 ± 26.45	25.38 ± 31.54				31/35	BGD	A, FD, EFD, WRA
<i>Ascarops strongylina</i>	37.19	11.37 ± 20.62	13.25 ± 36.01				33/35	A, FD	A, FD, EFD
<i>Physocephalus sexalatus</i>	5.03	0.49 ± 2.55	3.80 ± 6.46				5/35	BLD, MFD, SpT	MFD, SpT
<i>Ascaris suum</i>	18.59	3.05 ± 1.63	3.05 ± 2.60			-	16/35	A, PD, ST	WD, RWD, ULD
<i>Globocephalus urosubulatus</i>	64.32	32.02 ± 20.16	49.78 ± 69.38	Older		+	32/35	PD, RWA, BLA, WT, ST	A, FD, EFD
<i>Trichuris suis</i>	31.16	1.68 ± 4.24	5.40 ± 6.16	Younger			14/35	RWD, ULD	A, FD, BLD, RWD
<i>Oesophagostomum dentatum</i>	14.57	1.91 ± 9.09	13.10 ± 20.80	Older			15/35	WT, FD, WRD	FD, WT, ST
<i>Cysticercus tenuicollis</i>	12.56	0.15 ± 0.44	1.16 ± 0.62	Older			14/35	WD, RWD, PD	A, RWD, FD

Table 1 – Risk factors for parasites species: P - Prevalence (%); **M.A.** – Mean abundance (specimens per analyzed animal); **M.I.** – Mean intensity (specimens per parasitised animal); **Age/Sex** – Risk factor group; **Farms (d)** – Farms density influence; **Polygons** – Presence of parasites in polygons; **FD** – Farm distance; **BGD** – Bare ground distance; **A** – Altitude; **BLA** – Bush land area; **BLD** – Bush land distance; **MFD** – Mixed forest distance; **SpT** – Spring temperature; **ST** – Summer temperature; **WT** – Winter temperature; **PD** – Pinewood distance; **RWA** – Riverbank wood area; **RWD** – Riverbank wood distance; **ULD** – Urban land distance; **WRA** – Ways/roads area; **WRD** – Ways/roads distance; **WD** – Water distance; **EFD** – Eucalypt forest distance

	SP	Age	Sex	Farms (d)	Polygons	Environm. (EpiINFO + QGIS)	Environm. (Maxent)
Tuberculosis (MPB70)	46.73				30/35	DD	A, FD
Chlamydiaosis	45.23				29/35	FD, WRD, BMFD	FD, A, ST, SpT
Brucellosis	27.17	Older			31/35	WD, MFD, QFD	A, FD
Aujeszky disease	27.72				23/25	ULD, ST, WA	A, WFA, FD
PRRS	6.52		Females		9/35	RWD, WRD	FD, QFD, GD
PCV2	51.09	Older			29/35	WD, RWD	FD, ULD, A

Table 2 – Risk factor for viruses and bacteria studied: SP – Seroprevalence (%); **DD** – Dehesa distance; **BMFD** – Bush and mixed forest distance; **QFD** – Quercinean forest distance; **WA** – Water area; **GD** – Grassland distance

Macracanthorhynchus hirudinaceus was the only acantocephalan species found, and was present in a high proportion of wild boars (134/199), where it showed a positive association with host sex (female). Furthermore, the highest prevalence in locations containing high densities of pig farms suggests a possible role of the farms in the epidemiology of this parasite, as mentioned other authors, this could be due to the high host densities (Chowdhury *et al.*, 2001) or high dung beetles concentration (Truman *et al.*, 1970; Tshikae *et al.*, 2008) found in the farms.

Metastrongylus genus was the most prevalent parasite in this study, and one of the most abundant. *Metastrongylus elongatus* was present in all the sampled locations. Its wide distribution suggests an important nesting of its lifecycle in the analyzed wild boar population, based on a high presence of earthworms and swines on this area.

Physocephalys sexalatus was the parasite with the lowest presence in our study, since it was found only during the first sampling year. Its analysis indicates that the spring temperature was one of the most important factors for this nematode, and the high temperatures registred in spring of 2011 could have affected its lifecycle (Climatological Monthly Report April-May 2011).

Ascaris suum is one of the most frequent and ubiquitous pig parasites in the world, even in extensive production systems. However, in the analyzed wild boar population, its presence was not so important. The medium-low prevalence obtained and its low mean abundance and intensity contrast with the mean values observed in the pig industry in general (Sánchez, 2003; Jarvis and Mägi, 2008). The density of pig farms has a negative influence on the presence of this nematode, probably due to the presence of earthworms and high wild boar densities far from pig farms.

Globocephalus urosubulatus was another prevalent and abundant species in the studied wild boar population, especially on the older age groups. Some authors suggest that piglet mortality could affect epidemiological results (Foata *et al.*, 2006). Pig production seems to be important for this species, in light of the higher prevalence values near areas with a high density of pig farms. In this case, it could be caused by the high animal densities on farms that can better support the lifecycle of this parasite (Chowdhury *et al.*, 2001).

Trichuris suis is another well known parasite of domestic pigs. In the Sierra de Aracena wild boar population, it was not so prevalent as other helminths, and it showed a clear correlation with the age of the host. The youngest wild boars were more parasitised than other age groups. Some authors suggest that antibody production and tissular response decreases the amount parasites in adult animals (Kringel *et al.*, 2006).

By contrast, *Oesophagostomum dentatum* showed correlation with older age groups. The different effects of age groups on the parasites presence could be caused by specific differences of these helminths, but not by similar organic responses.

The only cestode found, *Cysticercus tenuicollis*, was not especially abundant. During necropsy, it was not frequent to find cysts in internal cavities. The most of the wild boars parasitised by this cestode species hosted only one cyst. The oldest animals were more parasitised than other age groups. It seems obvious that older animals will have had more contact with the faeces of carnivorous than younger animals.

The tuberculosis results obtained with the MPB70 test have shown the wide distribution of this pathogen in the Sierra de Aracena wild boar population. Its high seroprevalence suggests that the wild boar could be a wildlife reservoir for this

important bacillus. On the other hand, this pathogen was the only to show correlation with the "dehesa" environment, suggesting a possible role of extensive livestock (pigs and cows) in its epidemiology. No sex or age correlation was observed. Tuberculosis in wild boars has widely studied in Spain, and the higher seroprevalence detected in the southern wild boar populations of the Iberian Peninsula suggests that this is an endemic area for this disease (Boadella *et al.*, 2011a). Most authors point to wildlife management as the cause of these results. The movement of animals and other practices could be increasing the spread of *Mycobacterium* between hunting districts.

Chlamydia antibodies was detected in a high percentage of the wild boars analysed in our work. Neither sex nor age of the animals showed correlation with the seropositivity. The antigens used in the diagnostic test led to one of the highest seroprevalences of *Chlamydia* in Spain (Salinas *et al.*, 2012).

Brucella infection was not as widespread as the other bacterial diseases. This pathogen showed a correlation with the host age. The youngest animals (<12 months) had lower antibody titles than the other age groups. Most similar studies reveal this same result (Leuenberger *et al.*, 2007; Grégorie *et al.*, 2012). Some environmental studies into this pathogen suggest that hares play an important role in its epidemiology (Muñoz *et al.*, 2010). However, hares are not frequent in our sampling area.

Aujeszky disease is an important pig disease in the Sierra de Aracena, and there have also been several outbreaks in wild boar populations of central and eastern Sierra Morena. Despite an obvious increase in antibodies in the oldest animals, statistical analysis did not detect any significant correlation between this virus and any of the individual risk factors. The predictive map for Aujeszky positive seroprevalence point

to the important role played by the water points for its epidemiology, the risk infection decrease near lakes and water reservoirs. European studies suggest this disease could be an emergent process in other European wild boar populations.

Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome (PRRS) seroprevalence was the lowest registered in non-parasitic pathogens. There was an evident correlation between sows and high antibody titles. Its distribution in the Sierra de Aracena does not seem to be so wide as other infectious pathogens. Our results, similar to other Spanish studies, suggest that PRRS virus is less important in wild boars than in domestic pigs.

On the other hand, Porcine Circovirus Type-2 (PCV2) was the most seroprevalent non-parasitic pathogen in this study. The antibody titles against this virus increased with host age. Wild boars from Sierra Morena showed higher seroprevalences than recorded in other parts of Spain (Vicente *et al.*, 2004). The similar seroprevalence obtained in our study suggests that the Sierra de Aracena could also be an endemic area.

Farm density was a risk factor for *M. hirudinaceus* and *G. urosubulatus* infections; however, it was not associated with *A. suum*, whose prevalence was higher in low farm density areas. By contrast, GIS analyses showed that the most important environmental risk factors for the presence of both macro- and micro-parasites were the mean altitude and the mean distance from farmed areas. Nevertheless, other variables like the presence of pinewoods or the mean distance to riparian forests were significant for some of the studied pathogens.

The two different analysis methods used to study environmental risk factors gave different results and few matches were found between both methods. Most of the parasite species (Table 1) seemed to have a correlation with altitude and distance to the

nearest farm or pinewood (farm distance and pinewood distance). For the six non-parasitic pathogens selected (Table 2), altitude and farm distance were the most common factors. Farms distance was evident in the Maxent models of the six pathogens. These results suggest a possible role of farms in the epidemiology of these infectious agents. Very few studies have compared these two methods. The different results obtained suggest that the Maxent method, which uses a proportion of the results to validate the models, could be the better option in this case.

	<i>A. suum</i>	<i>G. urosubulatus</i>	<i>M. hirudinaceus</i>	<i>A. strongylina</i>	<i>P. sexalatus</i>	<i>M. elongatus</i>	<i>M. pudendotectus</i>	<i>T. suis</i>	<i>O. dentatum</i>	<i>C. tenuicollis</i>	Tuberculosis	Chlamidiosis	Brucellosis	AD	PRRS	PCV2
<i>A. suum</i>				2.68							0.48					
<i>G. urosubulatus</i>			2.13				0.54			3.27					>0.001	
<i>M. hirudinaceus</i>								0.45								
<i>A. strongylina</i>					4.21											2.47
<i>P. sexalatus</i>																
<i>M. elongatus</i>							144.3									
<i>M. pudendotectus</i>																0.54
<i>T. suis</i>																
<i>O. dentatum</i>																
<i>C. tenuicollis</i>																
Tuberculosis												39.47				
Chlamidiosis																
Brucellosis														2.82		3.97
AD															4.03	3.08
PRRS																
PCV2																

Table 3 – Odds Ratio values obtained for the coinfections analysis.

Coinfections were analysed by searching for possible correlations between all 16 studied pathogens. A statistically significant association between coinfecting pathogens pairs was observed (Table 3), most of them with a low Odds Ratio. However, both *Metastrongylus* species and *M. bovis-Chlamydiaceae* had high Odds Ratio values. Most of the wild animals were affected by multiple pathogens at the same time. Some parasites increase the immunological response against some non-parasitic pathogens.

We observed this effect only in three of the coinfections: *A. strongylina*-PCV2; *M. pudendotectus*-PCV2 and *A. suum*-tuberculosis. The *G. urosubulatus*-PRRS coinfection obtained the lowest Odds Ratio. Most of the coinfection studies have been made in experimental animals (Brady *et al.*, 1999; Marshal *et al.*, 1999; Araujo *et al.*, 2001; Buendía *et al.*, 2002; Liesenfeld *et al.*, 2004), but not in wild animals. So, the unknown factors of this sampled population could have affected the results concerning a high or low response.

Coinfections in wild animals have not been well studied. In fact, there is only reference describing the correlation between Aujeszky virus and PCV2 infection in wild boar (Ruiz-Fons *et al.*, 2006). Other coinfections have been studied in domestic pigs, the PCV2-PRRS correlation being the most common coinfection (Nawagitgul *et al.*, 2002; Sinha *et al.*, 2011).

In summary, our results suggest that the interaction between domestic and wild swines could be an important risk factor for animal and public health. Furthermore, deeper environmental studies should be carried out for a better understanding of contagious diseases ecopathology.

Conclusions

First

The wild boar (*Sus scrofa*) population of the Sierra de Aracena (southwest of Spain) shows a high level of contact with some infectious agents that are common in domestic pigs. Their presence in this area therefore should be considered as a risk factor that can affect the maintenance and spread of these pathogens among domesticated animals.

Second

The high prevalence of *Macracanthorhynchus hirudinaceus*, *Metastrongylus elongatus* and *Metastrongylus pudendotectus* indicates that their life cycles are well established in the Sierra de Aracena. Moreover, the invertebrate host of these parasites are frequently consumed by wild boars.

Thirst

The seroprevalence for *Mycobacterium* obtained by the MPB70 method suggests that wild boar plays an active role in the epidemiology of this pathogen in the Sierra de Aracena. This animals could be acting as a potential reservoir and its presence close to farms should be considered as a risk factor for the maintenance and spread of the bacillus in this environment shared by both wild and domestic ungulates.

Fourth

The high seroprevalences of *Chalymidia*, PCV-2, Aujeszky disease virus, *Brucella suis* and, at lower levels, the PRRS virus, confirm the presence of these pathogens in the study area. Contact of the wild boars with these agents suggests that this ungulate affects their maintenance and spread. So, the presence of wild boars close to pig farms of the Sierra de Aracena should be considered.

Fifth

The proximity to farming areas and farm density are factors that increase the risk of parasitisation by *Globocephalus urosbulatus* and *Macracanthorhynchus hirudinaceus*. The correlation found between these factors shows that the cohabitation of domestic

pigs and wild boar that helps to maintain and spread the shared pathogens. Moreover, the environment of the Sierra de Aracena is ideal for their persistence, and the absence of hunting fences, extensive livestock rearing practices and the frequent contact between domestic and wild animals probably encourages the movement of the infectious agents.

Sixth

While no general correlation of coinfection between different pathogens has been observed, multiple coinfections have been recorded in the wild boars of the Sierra de Aracena. So, in this farming area, wild boar is a perfect model to study the long-term interaction between viruses, bacteria and parasites in a free and untreated wild host.

Seventh

Interpretation of the results obtained with Maxent and Q-GIS software is difficult because the results frequently differ. However, these two methods are useful tools for detecting the most important environmental factors that affect the spatial distribution of wild boar pathogens. The mixed analysis of these results shows a detailed map of the epidemiological situation and geographical distribution of this risk factor in the Sierra de Aracena.

8.- AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quisiera mostrar mi más sincero agradecimiento a aquellas personas sin las cuales no hubiera sido posible la realización de este trabajo. En primer lugar y por triplicado a mis directores, el Catedrático Dr. D. Lazaro Jesús Salinas Lorente, el Prof. Dr. D. Carlos Martínez-Carrasco Pleite y la Prof. Dra. D. M^a del Rocío Ruíz de Ibáñez, por haberme permitido trabajar bajo su dirección y apoyo durante el transcurso de la investigación. Este trabajo multidisciplinar no hubiera sido posible sin la complementariedad de sus conocimientos y opiniones, las cuales también han supuesto un cambio significativo en mi formación en el campo de la investigación.

También quisiera mostrar mi agradecimiento al Prof. Dott. D. Paolo Tizzani de la Universidad de Turín, por su incansable dedicación a formarme en materias relacionadas con la informática como estadística y Sistemas de Información Geográfica.

Por último en el ámbito académico, agradecer a todos aquellos profesores que de alguno u otro modo han facilitado de manera desinteresada mi trabajo a su lado, como el Catedrático Dr. D. Eduardo Berriatua, las Dras. Juana M^a Ortiz, Nieves Ortega, Elena Goyena, y el Prof. Luca Rossi de la Universidad de Turín. Así como a los alumnos internos, de máster y compañeros doctorandos junto a los que he trabajado a lo largo de estos años en el Departamento de Sanidad Animal de la Universidad de Murcia.

Seguidamente, agradezco su colaboración a todas aquellas personas y entidades que me han facilitado el acceso a las muestras y datos necesarios de las monterías seleccionadas, como son los propietarios de fincas, las Sociedades de Cazadores de la Sierra de Aracena, los veterinarios y trabajadores de la industria cárnica asignados a las monterías. También a aquellas personas que me han facilitado los datos

complementarios a la toma de muestras, como los técnicos del P.N. Sierra de Aracena y Picos de Aroche, y el personal la Oficina Comarcal Agraria de Aracena y Cortegana.

Finalmente, aunque no por ello menos importante, a mis padres, por haberme proporcionado el apoyo y recursos necesarios para llevar a cabo este proyecto.

9.- BIBLIOGRAFÍA

Abellán, P. 2012. Estudio de la seroprevalencia de *Mycobacterium bovis* en sueros de jabalí (*Sus scrofa*) procedentes de la Península Ibérica entre los años 2008-2012. Trabajo Fin de Máster. Universidad de Murcia. Facultad de Veterinaria. 36 pp.

Acevedo-Whitehouse, K., Vicente, J., Gortázar, C., Höfle, U., Fernández-de-Mera, I.G., Amos, W. 2005. Genetic resistance to bovine tuberculosis in the Iberian wild boar. *Molecular Ecology*, 14. 3209-3217.

Acevedo, P., Quirós-Ferández, F., Casal, J., Vicente, J. 2014. Spatial distribution of wild boar abundance: Basic information for spatial epidemiology and wildlife management. *Ecological Indicators*, 36. 594-600.

Acosta, B., Real, F., León, L., Deniz, S., Ferrer, O., Rosario, I., Ramírez, A. 2000. ELISA for anti-mpb70: an option for the diagnosis of goat tuberculosis caused by *Mycobacterium bovis*. *Australian Veterinary Journal*, 78. 423-424.

Albina, E., Mesplède, A., Chenut, G., Le Potier, M.F., Bourbao, G., Le Gal, S., Legorban, 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. *Veterinary Microbiology*, 77. 42-57.

Alcaide, M., Frontera, E., Reina, D. 2006. La importancia de la metastrongilosis porcina en el suroeste español. Una parasitosis en auge. *Producción animal*, 21. 4-15.

Allan, G.M., McNeilly, F., Krakowka, S., Meehan, B., McNair, I., Walker, I., Kennedy, S. 2000. Experimental infection of colostrum deprived piglets with porcine circovirus 2 (PCV2) and porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) potentiates PCV2 replication. *Archives of Virology*, 145. 2421-2429.

Álvarez, J., de Juan, L., Briones, V., Romero, B., Aranaz, A., Fernández-Garayzábal, J.F., Mateos, A. 2005. *Mycobacterium avium* subspecies paratuberculosis in fallow deer and wild boar in Spain. *Veterinary Record*, 156. 212-213.

Amaya, C., Palomares, F. 2013. Efecto de la influencia humana sobre la diversidad y presencia de carnívoros en el Parque Natural de la Sierra de Aracena y Picos de Aroche. XI Congreso SECEM, Oviedo. 2013.

Anderson, R.C. 2000. Nematode parasites of vertebrates: Their development and transmission. 672 pp.

Araujo, M.I., Lopes, A.A., Medeiros, M., Cruz, A.A., Sousa-Atta, L., Sole, D., Carvalho, E.M. 2000. Inverse association between skin response to aeroallergens and *Schistosoma mansoni* infection. *International Archives of Allergy and Immunology*, 123. 145-148.

Asociación Argentina Cabañeros de Porcino (AACP), 2006.

Bailinger, L. 1966. Diphasic methods of parasitic concentration in coprology: explanation of their differences by enunciation of their principles. *Annales de parasitologie humaine et comparée*. 41. 607-622.

Barral, M. 2005. Patologías del jabalí en Álava. *Accazadores*, 10. 71.

Barron, A. 2003. *Macracanthorhynchus hirudinaceus* (On-line), Animal Diversity Web. <http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/>

Belda, A., Zaragoza, B., Martín-Pérez, J.E., Peiró, V., Ramón, A., Seva, E., Arques, J. 2012. Use of GIS to predict potential distribution areas for wild boar (*Sus scrofa*, Linnaeus 1758) in Mediterranean regions (SE Spain). *Italian Journal of Zoology*, 79. 252-265.

Bengis, R.G., Leighton, F.A., Fischer, J.R., Artois, M., Mörner T., Tate, C.M. 2004. The role of the wildlife in emerging and re-emerging zoonoses. *Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties*, 23. 497-511.

Blaga, R., Durand, B., Stoichici, A., Gherman, C., Stefan, N., Cozma, V., Boireau, P. 2009. Animal *Trichinella* infection in Romania: Geographical heterogeneity for the last 8 years. *Veterinary Parasitology*, 159. 290-294.

Blanco, J.C. 1998. Mamíferos de España. GeoPlaneta. Vol II. 646 pp.

Boadella, M., Acevedo, P., Vicente, J., Mentaberre, G., Balseiro, A., Arnal, M.C., Martínez, D., García-Bocanegra, I., Casal, C., Álvarez, J., Oleaga, Á., Lavín, S., Muñoz, M., Sáez-Llorente, J.L., de la Fuente, J., Gortázar, C. 2011a. Spatio-Temporal Trends of Iberian Wild Boar Contact with *Mycobacterium tuberculosis* Complex Detected by ELISA. *Ecology Health*, 8. 478-484.

Boadella, M., Lyaschenko, K., Greenwald, R., Esfandiari, J., Jaroso, R., Carta, T., Garrido, J.M., Vicente, J., de la Fuente, J., Gortázar, C. 2011b - Serologic tests for detecting antibodies against *Mycobacterium bovis* and *Mycobacterium avium* subspecies paratuberculosis in Eurasian wild boar (*Sus scrofa scrofa*). *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 23. 77-83.

Boadella, M., Gortázar, C., Vicente, J., Ruiz-Fons, F. 2012a. Wild boar: an increasing concern for Aujeszky's disease control in pigs? *BMC Veterinary Research*, 8:7.

Boadella, M., Ruiz-Fons, J.F., Vicente, J., Martín, M., Segalés, J., Gortázar, C. 2012b. Seroprevalence evolution of selected pathogens in iberian wild boar. *Transboundary and Emerging Diseases*, 59. 395-404.

Boadella, M., Barasosa, J.A., Pozio, E., Montoro, V., Vicente, J., Gortázar, C., Acevedo, P. 2012c. Spatio-temporal trends and risk factors for *Trichinella* species infection in wild boar (*Sus scrofa*) populations of central Spain: A long-term study. *International Journal for Parasitology*, 42. 739-745.

Bosch, J., Peris, S., Fonseca, C., Martínez, M., De la Torre, A., Iglesias, I., Muñoz, M.J. 2012. Distribution, abundance and density of the wild boar on the Iberian Peninsula, based on the CORINE program and hunting statics. *Folia Zoologica*, 61. 138-151.

Boucher, J.M., Hanosset, R., Augot, D., Bart, J.M., Morand, M., Piarroux, R., Pozet-Bouhier, F., Losson, B., Cliquet, F. 2005. Detection of *Echinococcus multilocularis* in wild boars in France using PCR techniques against larval form. *Veterinary Parasitology*, 129. 259-266.

Brady, M., O'Neill, S., Dalton, J., Mills, K. 1999. *Fasciola hepatica* suppresses a protective Th1 response against *Bordetella pertussis*. *Infection and Immunity*, 10. 5372-5378.

Bristol, B.N., Lee, S., Sharif, S., Sorvillo, F. 2012. Human Echinococcosis Mortality in the United States, 1990-2007. *Plos Neglected Tropical Diseases*, 6. e1524. doi:10.1371/journal.pntd.0001524

Bruno de Sousa, C., Madeira de Carvalho, L.M., Fazendeiro, I., Castro Rego, F., Alfonso-Roque, M.M. 2004. Contribution for the knowledge of Wild Boar (*Sus scrofa* L.) helminthic fauna in Tapada Nacional de Mafra, an enclosed hunting area. *Revista ibérica de parasitología*, 64. 3-7.

Buendía, A.J., Fallon, P.G., Del Río, L., Ortega, N., Caro, M.R., Gallego, M.C., Salinas, J. 2002. Previous infection with the nematodo *Nippostrongylus brasiliensis* alters the immune specific response against *Chlamydomydia abortus* infection. *Microbial Pathogenesis*, 33. 7-15.

Buendía, A.J., Navarro, J.A., Salinas, J., McNair, J., de-Juan, L., Ortega, N., Cámara, P., Torreblanca, P., Sánchez, J. 2013. Ante-mortem diagnosis of caprine tuberculosis in persistently infected herds: Influence of lesion type on the sensitivity of diagnosis test. *Research in Veterinary Science*, 95. 1107-1113.

Burden, D.J., Hammet, N.C., Brookes, P.A. 1987. Field observations on the longevity of *Trichuris suis* ova. *Veterinary Records*, 121. 43.

Bush, A.O., Lafferty, K.D., Lotz, J.M., Shostak, A.W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *Journal of Parasitology*, 87. 575-583.

Calero, R., Gamito, J.A., Frontera, E.M., García, A., Pérez Martín, J.E. 2008. Importancia de los parásitos de jabalí como reservorio para el porcino extensivo. *Suis*, 52. 24-33

Cano-Manuel, F.J., López-Olvera, J., Fandos, P., Soriguer, R., Pérez, J.M., Granados, J.E. 2014. Long-term monitoring of 10 selected pathogens in wild boar (*Sus scrofa*) in Sierra Nevada National Park, southern Spain. *Veterinary Microbiology*, 174. 148-154.

Capucchio, M.T., Catalano, D., Di Marco, V., Russo, M., Aronica, V., Tomaselli, A., Lazzara, A., Amadeo, A., Scaglione, F.E., Dore, B., Guarda, F. 2009. Natural trematode infestation in feral Nebrodi Black pigs: Pathological investigations. *Veterinary Parasitology*, 159. 37-42.

Carmona, M. 2012. *Fasciola gigantica*. (On-line), Animal Diversity Web. http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Fasciola_gigantica/

Carulla, D. 2007. Estudio de la dinámica poblacional de la codorniz (*Coturnix c. coturnix*) a partir de las muestras biológicas capturadas en el Valle del Ebro, Menorca, Este y Suroeste de la Península durante la temporada de media veda de 2005. Trabajo Práctico Tutorado TPT Ingeniería Técnica Forestal, ETSEA, Universitat de Lleida. 19 pp.

Cassinello, J. Gomendio, M. Roldan, E.R.S. 2001. Relationship between coefficient of inbreeding and parasite burden in endangered gazelles. *Conservation Biology* 15: 1171-1174.

Cattadori, I.M., Boag, B., Hudson, P.J. 2008. Parasite co-infection and interaction as drivers of host heterogeneity. *International Journal of Parasitology*, 38. 371-380.

Chang, H.Q., Jeng, C.R., Lin, T.L., Liu, J.J., Chiou, M.T., Tsai, Y.C., Chia, M.Y., Jan, T.R., Pang, V.F. 2006. Reduction of porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) infection in swine alveolar macrophages by porcine circovirus2 (PCV2)-induced interferon-alpha. *Veterinary Microbiology*, 108. 167-177

Christopher-Hennings, J., Nelson, E.A., Benfield, D.A. 1996. Detecting PRRSV in boar semen. *Swine Health and Production*, 1. 37-39.

Chowdhury, N. Alonso, A. 2001. Helminths of wildlife. Science Publishers. ISBN: 1578080924. Enfield. 513 pp.

Chung, A. 2011. *Taenia solium*. (On-line), Animal Diversity Web. http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Taenia_solium/

Cleaveland, S., Laurenson, M.K., Taylor, L.H. 2001. Diseases of humans and their domestic mammals: pathogen characteristics, host range and the risk of emergence. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 356. 991-999.

Closa-Sebastiá, F., Casas-Díaz, E., Cuenca, R., Lavín, S., Mentaberre, G., Marco, I. 2010. *Brucella* species antibodies and isolation in wild boar in north-east Spain. *Veterinary Record*, 167. 826-828.

Closa-Sebastiá, 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). *European Journal of Wildlife Disease*, 57. 977-981.

Cordero del Campillo, M., Castañón, L., Reguera, A. 1999. Índice-catálogo de zooparásitos ibéricos. Universidad de León, Secretariado de Publicaciones. 650 pp.

Cordero del Campillo, M., Hidalgo, M.R. 2000. Ascariosis. Parasitología Veterinaria. MacGraw-Hill Interamericana. Madrid. España. 1000 pp.

Coombs, D., Springer, M. 1979. Parasites of feral pig x European wild boar hybrids in Southern Texas. *Journal of Wildlife Diseases*, 10. 436-441.

Cruz, M.C., Mogollón, J.D., Rincón, M.A., Peña, N.B., Ruiz, S., Lora, A.M. 2006. Prevalencia serológica del síndrome reproductivo y respiratorio porcino (PRRS) en cerdos de explotaciones extensivas de Colombia. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 53. 33-41.

Csárgola, A., Kecskemeti, S., Kardos, G., Kiss, I., Tuboly, T. 2006. Genetic characterization of type 2 porcine circovirus detected in Hungarian wild boar. *Archives of Virology*, 151. 495-507.

Cvetnic, Z., Mitak, M., Ocepek, M., Lojkic, M., Terzic, S., Jemersic, L., Humski, A., Habrun, B., Sostaric, B., Brstilo, M., Krt, B., Garin-Bastuji, B. 2003. Wild boars (*Sus scrofa*) as reservoirs of *Brucella suis* biovar 2 in Croatia. *Acta Veterinaria Hungarica*, 51. 465-473.

Dangjin, L. 1996. Study on a new egg technique for *Macracanthorhynchus* and *Ascaris suum*. *Veterinary Parasitology*, 61. 113-117.

De-la-Muela, N., Hernández-de-Luján, S., Ferre, I. 2001. Helminths of Wild boar in Spain. *Journal of Wildlife Diseases*, 37. 840-843.

Di Francesco, A., Donati, M., Morandi, F., Renzi, M., Masia, M.A., Ostanello, F., Salvatore, D., Cevenini, R., Baldelli, R. 2011. Seroepidemiologic survey for *Chlamydia suis* in wild boar (*Sus scrofa*) populations in Italy. *Journal of Wildlife Diseases*, 47. 709-712.

Di Francesco, A., Baldelli, R., Donati, M., Cotti, C., Bassi, P., Delogu, M. 2013. Evidence of *Chlamydiaceae* and *Parachlamydiaceae* in a wild boar (*Sus scrofa*) population in Italy. *Veterinaria Italiana*, 49. 119-122.

Diez-Delgado, I., Boadella, M., Martín-Hernando, M., Barasona, J.A., Beltrán-Beck, M., González-Barrio, D., Sibila, M., Vicente, J., Garrido, J.M., Segalés, J., Gortázar, C. 2014. Complex links between natural tuberculosis and porcine circovirus type 2 infection in wild boar. *BioMed Research International, Hindawi Publishing Corporation*. 8 pp.

Dryden, M.W., Payne, P.A., Didley, R., Smith, V. 2005. Comparison of common fecal flotation techniques for the recovery of parasite eggs and oocysts. *Veterinary Therapeutics*, 6. 15-28.

- Durette-Desset, M.C. 1983. Keys to genera of Superfamily Trichostrongyloidea. En: CHI keys to the Nematode Parasites of Vertebrates (R.C. Anderson & A.G. Chabaud edit.). Nº10.
- Ebani, V.V., Cerri, D., Poli, A., Andreani, E. 2003. Prevalence of *Leptospira* and *Brucella* antibodies in wild boars (*Sus crofa*) in Tuscany, Italy. *Journal of Wildlife Diseases*, 38. 718-722.
- Englund, S., af Segerstad, C.H., Arnlund, F., Westergren, E., Jacobson, M. 2012. The occurrence of *Chlamydia* spp. in pigs with and without clinical disease. *BMC Veterinary Research*, 8:9
- Enquist, L., Husak, P.J., Banfield, B.W., Smith, G.A. 1998. Infection and spread of alphaherpesviruses in the nervous system. *Advances in Virus Research*, 51. 237-347.
- Eslami, A., Farsad-Hamdi, S. 1992. Helminth parasites of wild boar, *Sus scrofa*, in Iran. *Journal of Wildlife Diseases*, 28. 316-318.
- Eslami, A., Hosseini, S.H., Meshgi, B. 2009. Animal fasciolosis in North of Iran. *Iranian Journal of Public Health*, 38. 132-135.
- Ezenwa, V.O., Etienne, R.S., Luikart, G., Beja-Pereira, A., Jolles, A. 2010. Hidden consequences of living wormy world: nematode-induced immune suppression facilitates tuberculosis invasions in African buffalo. *The American Naturalist*, 176. 613-624.
- Famerée, L., Cotteleer, C., Van den Abbeele, O., Mollaert, P., Engels, L., Colin, G. 1981. Recherches épidémiologiques sur la trichinose sauvage en Belgique. Résultats préliminaires et incidencie alimentaire. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 123. 145-155.
- Fernández de Mera, I.G., Gortázar, I., Vicente, J., Höfle, U., Fierro, Y. 2003. Wild boar helminths: risk in animal translocatios. *Veterinary Parasitology*, 115. 335-341.
- Fernández-de-Mera, Vicente, J., I.G., Gortázar, I., Höfle, U., Fierro, Y. 2004. Efficacy of an in-feed preparation of ivermectin against helminths in the European wild boar. *Parasitology Research*, 92: 133-136.
- Fernández-Llario, P. 2006. Jabalí – *Sus scrofa*, Linnaeus 1758. *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. 19 pp.
- Foata, J., Mouillot, D., Culioli, J-L., Marchand, B. 2006. Influence of season and host age on wild boar parasites in Corsica using indicator species analysis. *Journal of Helminthology*, 80. 41-45.
- Fonseca-Salamanca, F., Nogal-Ruiz, J.J., García-Sánchez, R.N., Bolas-Fernández, F., Jiménez, S., Álamo, R., Gárate, T., Martínez-Fernández, A.R. 2009. Prevalence of *Trichinella* spp. in North Spain wild fauna and new variety of *Trichinella britovi* identification. *Veterinary Parasitology*, 159. 222-224.
- Frontera, E., Escobar, A., Pariente, F.J., Calero, R., Alcaide, M., Reina, D. 2008. Parásitos internos en el ganado porcino de raza ibérica. *Avances en Tecnología Porcina*, 6. 4-16.
- Frontera, E., Pérez, J.E., Alcaide, M., Reina, D. 2009. Patología parasitaria porcina en imágenes. 288pp.
- Gallardo, M.T., Mateos, L., Artieda, J., Wesslen, L., Ruiz, C., García, M.A., Galmés-Truyols, A., Martín, A., Hernández Pezzi, G., Andersson, Y., Gárate, T., Christensson, D. 2007. Outbreak of trichinellosis in Spain and Sweden due to consumption of wild boar meat contaminated with *Trichinella britovi*. *European Surveillance*, 12. pii – 3154.

Gamble, H.R., Bessonov, A.S., Cuperlovic, K., Gajadhar, A.A., van Knapen, F., Noeckler, K., Schenone, H., Zhu, X. 2000. International Commission on Trichinellosis: Recommendations on methods for the control of *Trichinella* in domestic and wild animal intended for human consumption. *Veterinary Parasitology*, 93. 393-408.

Gassó, D., Rossi, L., Mentaberre, G., Casas, E., Velarde, R., Nosal, P., Serrano, E., Segales, J., Fernández-Llario, P., Feliu, C. 2014. An identification key for the five most common species of *Metastrongylus*. *Parasitology Research*, 113. 3495-3500.

García, T. B. 1999. Endoparasitosis del porcino ibérico en Extremadura (España): Epidemiología y control. Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura. 258 pp.

García-Bocanegra, I., Pérez de Val, B., Arenas-Montes, A., Paniagua, J., Boadella, M., Gortázar, C., Arenas, A. 2012. Seroprevalence and Risk Factors Associated to *Mycobacterium bovis* in Wild Artiodactyl Species from Southern Spain, 2006-2010. *PLoS ONE*, 7 (4): e34908.

García-González, A.M., Pérez-Martín, J. E., Gamito-Santos, J.A., Calero-Bernal, R., Alcaide, M., Frontera, E.M. 2011. Epidemiologic study of lung parasites (*Metastrongylus* sp.) in wild boar (*Sus scrofa*) in southwestern Spain. *Journal of Wildlife Diseases*, 49. 157-162.

Garin-Bastuji, B., Delcuelleirrie, F. 2001. Les brucelloses humaine et animale en France en l'an 2000. Situation épidémiologique – programmes de contrôle et d'éradication. *Médecine et Maladies Infectieuses*, 31. 202-216.

Garrido, J.M., Vicente, J., Carrasco-García, R., Galindo, R.C., Minguijón, E., Ballesteros, C., Aranaz, A., Romero, B., Sevilla, I., Juste, R., de la Fuente, J., Gortázar, C. 2010. Experimental infection of Eurasian wild boar with *Mycobacterium avium* subsp. *avium*. *Veterinary Microbiology*, 144. 240-245.

Garrido, J.L. 2012. La caza. Sector económico. Valoración por subsectores. La responsabilidad de los accidentes de tráfico con fauna silvestre. 6 de junio de 2012. Madrid.

Gil Molino, M., Risco, D., Fernández-Llario, P., Serrano, E., Hermoso de Mendoza, J. 2012. Effects of Chlamydiae infections in reproductive parameters of wild boar females in South West Spain. 9th International Symposium on Wild Boar and other suids. 2-6 September 2012, Hannover (Germany).

Giovannini, A., Cancellotti, F.M., Turilli, C., Randi, E. 1988. Serological investigations for some bacterial and viral pathogens in fallow deer (*Cervus dama*) and wild boar (*Sus scrofa*) of the San Rossore Preserve, Tuscany, Italy. *Journal of Wildlife Diseases*, 24. 127-132.

Godfroid, J., Kásbohrer, A. 2002. Brucellosis in the European Union and Norway at the turn of the twenty-first century. *Veterinary Microbiology*, 90. 135-145

González, A. Cama, V. Gilman, R. Tsang, V. Pilcher, J. Chavera, A. Castro, M. Montenegro, T. Verasategui, M. Miranda, E. 1990. Prevalence and comparison of serology assays, necropsy and tongue examination for diagnosis of porcine cysticercosis in Peru. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 43. 194-199.

González-García, S., Berg, S., Moreira, M. T., Feijoo, G. 2009. Evaluation of forest operations in Spanish eucalypt plantations under a life cycle assessment perspective. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 24. 160-172.

Gortázar, C., Vicente, J., Fierra, Y., León, L., Cubero, M.J., González, M. 2002. Natural Aujeszky's disease in a Spanish Wild Boar Population. *Annals of New York Academy of Sciences*, 969. 210-212.

Bibliografía

- Gortázar, C., Vicente, J., Gavier-Widén, D. 2003. Pathology of bovine tuberculosis in the European wild boar (*Sus scrofa*). *Veterinary Record*, 152. 779-780.
- Gortázar, C. 2005. Enfermedades del jabalí. *Accazadores*, 10. 68-71.
- Gortázar, C., Acevedo, P., Ruiz-Fons, F., Vicente, J. 2006. Disease risks and overabundance of game species. *European Journal of Wildlife Research*, 52 (2). 81-87.
- Gortázar, C., Ferroglio, E., Höfle, U., Frölich, K., Vicente, J. 2007. Diseases shared between wildlife and livestock: a European perspective. *European Journal of Wildlife Research*, 53. 241-256.
- Gortázar, C., Boadella, M. 2014. Animal tuberculosis in Spain. A multihost system. Capítulo 30 en "Zoonotic Tuberculosis: *Mycobacterium bovis* and other pathogenic mycobacteria.". Thoen, C.O., Steele, J.H., Kaneene, J.B. Wiley-Blackwell Publishing. 432 pp.
- Grégorie, F., Mousset, B., Hanrez, D., Michaux, C., Walravens, K., Linden, A. 2012. A serological and bacteriological survey of brucellosis in wild boar (*Sus scrofa*) in Belgium. *BMC Veterinary Research*, 8:80.
- Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI), un grupo especialista de la Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), 12pp.
- Hälli, O., Ala-Kurikka, E., Peltoniemi, O., Heinonen, M. 2010. The prevalence of intestinal parasites in wild boar farms in Finland. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 52. S:29.
- Hälli O., Ala-Kurikka, E., Nokireki, T., Skrzypczak, T., Raunio-Saarnisto, M., Petoniemi, O., Heinonen, M. 2012. Prevalence of and risk factors associated with viral and bacterial pathogens in farmed European wild boar. *The Veterinary Journal*, 194. 98-101.
- Hans-Hermann, T., Selshort, T., Müller, T. 2005. Pseudorabies virus infections in wild boar: data visualisation as an aid to understanding disease dynamics. *Preventive Veterinary Medicine*, 68. 35-48.
- Hars, J., Rossi, S. 2005. Actualités dans le domaine de la surveillance des maladies transmissibles en France (peste porcine classique, maladie d'Aujeszky, tuberculose, brucellose, leptospirose, trichinellose, influenza aviare, virus West Nile). 23èmes Rencontres du GEEFSM, Val d'Ordino, Andorre.
- Hernández, J. 2011. Actualización sobre circovirus porcino tipo 2 (PCV2). *Revista Porcinocultura Iberoamericana*, 1. www.redporcina.org.mx/contenidos/1.1.5.pdf
- Holck, J.D., Polson, D.D. 2003. Financial impact of PRRS. PRRS Compendium Producer 2^a Edition. *National Pork Board*. Iowa, USA. 51-58
- Hotzel, H., Berndt, A., Melzer, F., Konrad, S. 2004. Occurrence of *Chlamydiaceae* spp. in a wild boar (*Sus scrofa* L.) population in Thuringia (Germany). *Veterinary Microbiology*, 103. 121-126.
- Humbert, J.F., Henry, C. 1989. Studies on the prevalence and the transmission of lung and stomach nematodes of the wild boar (*Sus scrofa*) in France. *Journal of Wildlife Diseases*, 25. 335-341.
- Huríková, Z., Dubinský, P. 2009. Long-term survey on *Trichinella* prevalence in wildlife of Slovakia. *Veterinary Parasitology*, 159. 276-280.

Informe Climatológico Mensual, Abril 2011. Agencia Estatal de Meteorología. http://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/resumenes_climat/mensuales/2011/res_mens_clim_2011_04.pdf

Informe Climatológico Mensual, Mayo 2011. Agencia Estatal de Meteorología. http://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/resumenes_climat/mensuales/2011/res_mens_clim_2011_05.pdf

Jacobs, D.E., Dunn, A.M. 1969. Helminths of Scottish pigs: occurrence, age incidences and seasonal variations. *Journal of Helminthology*, 43. 327-340.

Jaroso, R., Vicente, J., Fernández-de-Mera, I.G., Aranaz, A., Gortázar, C. 2010. Eurasian wild boar response to skin-testing with mycobacterial and non-mycobacterial antigens. *Preventive Veterinary Medicine*, 96. 211-217.

Järvis, T. Kape, C. Moks, E. Talvik, H. Mägi, E. 2007. Helminths of wild boar in the isolater population close to the northern border of its habitat area. *Veterinary Parasitology*, 150. 366-369.

Järvis, T., Mägi, E. 2008. Pig endoparasities in Estonia. *Animals. Health. Food Quality*. Jelgava (Letonia). Pp 54-58.

Jridi, M., Bouzghaia, H., Toma, B. 1996. Aujeszky's disease in wild boar in Tunisia. *Empidemiologie et Santé Animale*, 30. 99-105.

Junquera, P. 2014. *Globocephalus* spp, parasitic hookworms of PIGS. Biology, prevention and control. Globocephalosis. http://parasitipedia.net/index.php?option=com_content&view=article&id=2620&Itemid=2899

Kassai, T. 2002. Helminología veterinaria. Editorial Acribia, Zaragoza (España). 296 pp.

Kauffman, J. 1996. Parasitic infections of domestic animals: A diagnostic manual. Birkhauser Verlag, Basel. Boston. Berlin. 423 pp.

Klein, S.L. 2004. Hormonal and immunological mechanism mediating sex differences in parasite infection. *Parasite Immunology*, 26. 247-264.

Kringel, H., Iburg, T., Dawson, H. Aasted, B., Roepstorff, A. 2006. A time course study of immunological responses in *Trichuris suis* infected pigs demonstrates induction of a local type 2 response associated with worm burden. *International Journal of Parasitology*, 36. 915-924.

Krull, W.H. 1969. Notes in Veterinary Parasitology. The University Press of Kansas. 599 pp.

Lavín, S. Casas-Díaz, E. Closa, F. Cabañeros, Ll. Calomardo, F. Marco, I. 2010. El jabalí en zonas urbanas y periurbanas: Problemas que ocasiona y métodos de control. 28^{èmes} Recontres du GEEFMS. Rocchetta Nervina.

Leuenberger, R., Boujon, P., Thür, B., Miserez, R., Garin-Bastuji, B., Rüfenacht, J., Stärk, K.D.C. 2007. Prevalence of classical swine fever, Aujeszky's disease and brucellosis in a population of wild boar in Switzerland. *Veterinary Record*, 160. 362-368.

Liesenfeld, O., Dunay, I.R., Erb, K.J. 2004. Infection with *Toxoplasma gondii* reduces established and developing Th2 responses induced by *Nippostrongylus brasiliensis* infection. *Infection and Immunity*, 72. 3812-3822.

Lowe S., Browne M., Boudjelas S., De Poorter M. 2004. 100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo. Una selección del Global Invasive Species Database.

Lukešová, D., Haberová, T., Kočíšová, A., Silberová, P. 2009. Atlas of livestock parasites digitalized collection of microscopic preparations. Project No. 1184/FRVŠ 2009, Ministry of Education, Youth and Sports, Czech Republic <http://parasites.czu.cz/parasites/index.php>

Lutz, W., Junghans, D., Schmitz, D., Müller, T. 2003. A long-term serosurvey of pseudorabies virus infections in European wild boar of western Germany. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft*, 49. 130-140.

Magi, M., Bertani, M., Dell'Omodarme, M., Prati, M.C. 2004. Necropsy and coprology in wild boar (*Sus scrofa*) in Livorno Mountain Park (Tuscany, Central Italy). *Parassitologia*, 46. 311-313.

Malmheden, I., Emanuelsson, R., Jonsson, C., Kijas, J., Andersson, L. 2002. A DNA based method for discrimination of wild boar (*Sus scrofa fera*) and domestic pig (*Sus scrofa domestica*). Disponible en : http://www.slv.se/upload/nfa/documents/food_labelling/dna_based_method_wild_boar_domestic_pig.pdf?epslanguage=EN-GB

Marassi, C.D., McNair, J., Pollock, J., Ristow, P., Fonseca, L.S., Oelemann, W.M.R., Lilenbaum, W. 2010. The use of MPB70 and MPB83 to distinguish between bovine tuberculosis and paratuberculosis. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 33. 485-489.

Margolis, L., Esch, G.Q., Holmes, J.C., Juris, A.M., Schad, G.A. 1982. The use of ecological terms in parasitology. *Journal of Parasitology*, 68. 131-133.

Markina, F., Telletxea, I. 2006. Ecología y territorialidad del jabalí en Álava. *Accazadores, Revista de la Asociación de Cotos de Caza de Álava*. 11, pp. 54-61.

Martín-Hernando, M.P., Höfle, U., Vicente, J., Ruiz-Fons, F., Vidal, D., Barral, M., Garrido, J.M., de-la-Fuente, J., Gortázar, C. 2007. Lesions associated with *Mycobacterium tuberculosis* complex infection in the European wild boar. *Tuberculosis* 87, 360-367.

Martín-Hernando, M.P., González, L.M., Ruiz-Fons, F., Garate, T., Gortázar, C. 2008. Massive presence of *Echinococcus granulosus* (Cestoida, Taeniidae) cysts in a wild boar (*Sus scrofa*) from Spain. *Parasitology Research*, 103. 705-707.

Martínez, A., Díez, M., Hidalgo, M.R. 2006. Datos preliminares sobre la parasitofauna del ciervo (*Cervus elaphus*) de la reserva regional de caza de Riaño (NE de León, España). Actas del XIV Congreso Internacional de la Federación Mediterránea de Sanidad y Producción de Rumiantes, Lugo-Santiago de Compostela.

Martínez-Carrasco, C., Berriatua, E., Garijo, M., Martínez, J., Alonso, F.D., Ruiz-de-Ybáñez, R. 2007. Epidemiological study of non-systemic parasitism in dogs in southeast Mediterranean Spain assessed by coprological and post-mortem examination. *Zoonoses and Public Health*, 54. 195-203.

Martínez-Moreno, F.J., Hernández, S., López-Cobos, E., Becerra, C., Acosta, I., Martínez-Moreno, A. 2007. Estimation of canine intestinal parasites in Córdoba (Spain) and their risk to public health. *Veterinary Parasitology*, 143. 7-13.

- Marshall, A., Brunet, L.R., Van Gessel, Y., Alcaraz, A., Bliss, S., Pearce, E., Denkers, E. 1999. *Toxoplasma gondii* and *Schistosoma mansoni* synergize to promote hepatocyte dysfunction associated with high levels of plasma TNF- α and early death in C57BL/6 mice. *Journal of Immunology*, 163. 2089-97.
- Medne, R., Krūklīte, A., Keidāns, P., Liepins, E., Keidane, D., Eihvalde, E., Ikauniece, D. 2009. Parasitic infestation of animals in Deer Gardens in Latvia. *Acta of Biology University of Daugavp*, 9. 109-114
- Meikle, V., Bianco, M.V., Blanco, F.C., Gioffré, A., Garbaccio, S., Vagoni, L., Di Rienzo, J., Canal, A., Bigi, F., Cataldi, A. 2011. Evaluation of pathogenesis caused in cattle and guinea pig by a *Mycobacterium bovis* strain isolated from wild boar. *Veterinary Research*, 7:37.
- Meirelles-Bartoli R.B., Mathias, L., Samartino, L.E. 2012. Brucellosis due to *Brucella suis* in a swine herd associated with a human clinical case in the State of São Paulo, Brazil. *Tropical Animal Health and Production*, 44. 1575-1579.
- Meikle, V., Bianco, M.V., Blanco, F.C., Gioffré, A., Garbaccio, S., Vagnoni, L., Di Rienzo, J., Canal, A., Bigi, F., Cataldi, A. 2011. Evaluation of pathogenesis caused in cattle and guinea pig by a *Mycobacterium bovis* strain isolated from a wild boar. *BMC Veterinary Research*, 7:37.
- Mejer, H., Roepstorff, A. 2006. Ascaris suum infections in pigs born and raised on contaminated paddocks. *Parasitology*, 133. 305-312.
- Meng, X.J., Lindsay, D.S., Sriranganathan, N. 2009. Wild boars as sources for infectious diseases in livestock and humans. *Philosophical Transactions of Royal Society*, 364. 2697-2707.
- Mengeling, W.L., Lager, K.M., Vorwald, A.C. 1994. Temporal characterization of transplacental infection of porcine fetuses with porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *American Journal of Veterinary Research*, 55. 1391-1398.
- Mezler, F., Lohse, R., Neiper, H., Liebert, M., Sachse, K. 2007. A serological study on brucellosis in wild boars in Germany. *European Journal of Wildlife Research*, 53. 153-157.
- Mignone, W., Poggi, M., Pistone, G.C., Caramelli, M., Bollo, E., Biolatti, B. 2005. Pathology of Wild Boar (*Sus scrofa*) in Liguria, Italy, between 1989 and 1992. 2nd International Symposium on Wild boar (*Sus scrofa*) and on sub-order Suiformes.
- Montagnaro, S., Sasso, S., De Martino, Longo, M., Lovane, V., Ghurmino, G., Plsanelli, G., Nava, D., Baldi, L., Pagnini, U. 2010. Prevalence of antibodies to selected viral and bacterial pathogens in wild boar (*Sus scrofa*) in Campania Region, Italy. *Journal of Wildlife Disease*, 46. 316-319.
- Mowlaci, G.R., Massoud, J., Mobedi, I., Solaymani-Mohammadi, S., Gharagozlu, M.J., Mas-Coma, S. 2006. very high prevalent *Macracanthorhynchus hirudinaceus* infection of wild boar *Sus scrofa* in Khuzestan province, south-western Iran. *Helminthologia*, 43. 86-91.
- Moskwa, B. 2006. Biology, species biodiversity and distribution of *Trichinella* nematodes. *Wiadomości Parazytologiczne*, 52. 157-164.
- Møller, L.N., Petersen, E., Gamble, H.R., Papel, C.M.O. 2005. Comparison of two antigens for demonstration of *Trichinella* spp. Antibodies in blood and muscle fluid of foxes, pigs and wild boars. *Veterinary Parasitology*, 132. 81-84.

Müller, T., Teuffer, J., Zellmer, K., Satubach, C., Klupp, B., Otte, J., Conraths, F.J. 1997. Pseudorabies virus infections in the European wild boar – A potential danger for domestic pigs? *Epidemiologie Santé Animale*, 01. 31-32.

Müller, T., Teuffer, J., Zellmer, R., Conraths, F.J. 2001. Experimental infection of European wild boar and domestic pigs with pseudorabies viruses with different virulence. *American Journal of Veterinary Research*, 62. 252-258.

Müller, T., Hahn, E., Tottewitz, F., Kramer, M., Klupp, B., Mettenleiter, T., Freuling, C. 2011. Pseudorabies virus in wild swine: a global perspective. *Archives of Virology*, 156. 1691-1705.

Muñoz, P.M., Boadella, M., Arnal, M., De Miguel, M.J., Revilla, M., Martínez, D., Vicente, J., Acevedo, P., Oleaga, Á., 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 Infectious Diseases*, 10:46.

Muñoz-Mendoza, M., Marreros, N., Boadella, M., Gortázar, C., Menéndez, S., de Juan, L., Bezos, J., Romero, B., Copano, M.F., Amado, J., Sáez, J.L., Mourelo, J., Balseiro, A. 2013. Wild boar tuberculosis in Iberian Atlantic Spain: A different picture from Mediterranean habitats. *Veterinary Research*, 9. 176.

Murai, E., Sugar, L. 1979. Taeniid Species in Hungary (Cestoda, Taeniidae). *Parasitología Hungárica*, 12. 41-52.

Nanev, V., Mutafova, T., Todev, I., Hrusanov, D., Radev, V. 2007. Morphological characteristics of nematodes of the *Globocephalus* genus prevalent among wild boars from various regions of Bulgaria. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, 10. 103-111.

Nansen, P., Roepstorff, A. 1999. Parasitic helminths of the pig: factors influencing transmission and infection levels. *International Journal of Parasitology*, 29. 877-891.

Naranjo, V., Gortázar, C., Vicente, J., de la Fuente, J. 2008. Evidence of the role of European wild boar as a reservoir of *Mycobacterium tuberculosis* complex. *Veterinary Microbiology*, 127. 1-9.

Nawagitgul, P., Harms, P.A., Mozorov, I., Thacker, B.J., Sorden, S.D., Lekcharoensuk, C., Paul, P.S. 2002. Modified indirect porcine circovirus (PCV) type 2-based and recombinant capsid protein (ORF2)-based enzyme-linked immunosorbent assays for detection of antibodies to PCV. *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology*, 9. 33-40.

Nöckler, K., Reckinger, S., Pozio, E. 2006. *Trichinella spiralis* and *Trichinella pseudospiralis* mixed infection in a wild boar (*Sus scrofa*) of Germany. *Veterinary Parasitology*, 364-368.

Nunn, C.L., Brezine, C., Joles, A.E., Ezenwa, V.O. 2014. Interactions between micro- and macroparasites predict microparasite species richness across primates. *The American Naturalist*, 183. 494-505.

Oliver, W., Leus, K. 2008. *Sus scrofa*. 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. <www.iucnredlist.org>

Olsen, W.O. 1986. Animal parasites: Their life cycles and ecology. Dover, New York. 562 pp

Oslage, U., Dahle, J., Müller, T., Kramer, M., Beier, D., Liess, B. 1994. Prevalence of antibodies against the viruses of European swine fever, Aujeszky's disease and "porcine reproductive and respiratory

syndrome” in wild boars in the federal states Sachsen-Anhalt and Brandenburg. *Deutsche tierärztliche Wochenschrift*, 101. 101-108.

Otranto, D., Rehbein, S., Weigl, S., Cantacessi, C., Parisi, A., Lia, R.P., Olson, P.D. 2007. Morphologica and molecular differentiation between *Dicrocoelium dendriticum* (Rudolphi, 1951) and *Dicrocoelium chinensis* (Sudarikov and Ryjikov, 1951) Tang and Tang, 1987 (Platyhelminthes: Digenea). *Acta Tropica*, 104. 91-98.

Ortega, N. 2005. Diseño de nuevas vacunas inactivadas contra el aborto enzoótico ovino: Análisis de la protección y respuesta inmune inducida en un modelo murino. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia. 235 pp.

Owen, R. 1835. Description of a microscopio entozoon infesting the muscles of the body. *Transactions of the Zoological Society of London*, 1. 315-324.

Palmer, M.V. 2007. Tuberculosis: A reemerging Disease at the Interface of Domestic Animals and Wildlife. CTMI 315: 195-215. *Zoonotic Diseases: The Biology, circumstances and consequences of cross-species transmission*.

Park, C.R., Lee, W.S. 2003. Development of a GIS-based habitat model for wild boar *Sus scrofa* in the Mt. Baekwoonsan region, Korea. *Mammal Study*, 28. 17-21.

Parra, A., Fernández-Llario, P., Tato, A., Larrasa, J., García, A., Alonso, J.M., Hermoso de Mendoza, M., Hermoso de Mendoza, J. 2003. Epidemiology of Mycobacterium bovis infections of pigs and wild boars using a molecular approach. *Veterinary Microbiology*, 97. 123-133.

Pedersen, S., Saeed, I. 2002. Host age influence on the intensity of experimental *Trichuris suis* infection in pigs. *Parasite*. 9. 75-79.

Pérez-Martín, E., Serrano, F.J., Reina, D., Mora, J.A., Navarrete, I. 2000. Sylvatic trichinellosis in southwestern Spain. *Journal of Wildlife Diseases*, 36. 531-534.

Petrini, S., Barocci, S., Gavaudan, S., Villa, R., Bricolini, S., Sabbatini, M., Mattozzi, C., Barchiesi, F., Salamida, S., Ferrari, M., Paniccià, M., Pezzotti, G. 2009. Detection of porcine circovirus type 2 (PCV2) from wild boars in central Italy. *European Journal of Wildlife Research*, 55. 465-469.

Pfister, T., Schad, V., Schelling, U., Lucius, R., Frank, W. 1993. Incomplete development of larval *Echinococcus multilocularis* (Cetoda: Taeniidae) in spontaneously infected wild boars. *Parasitology Research*, 79. 617-618.

Phébus, G. 1387. Le libre de chasse. <http://expositions.bnf.fr/phebus/index.htm>

Pittman, J.S., Shepherd, G., Thacher, B.J., Myers, G. H. 2010. *Trichuris suis* in finishing pigs: Case report and review. *Journal of Swine Health and Production*, 18. 306-313.

Pitkin, A., Otake, S., Dee, S. 2008. Biosecurity protocols for the prevention of spread of porcine reproductive and respiratory syndrome viruses. 1-17 https://www.aasv.org/aasv/PRRSV_BiosecurityManual.pdf

Plan de Ordenación de Recursos Naturales del Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche. 2003. Decreto 210/2003 de 15 de julio. 96 pp.

Plan Nacional de Vigilancia Sanitaria de la Fauna Silvestre. 2011. - <http://rasve.mapa.es/Publica/Programas/NORMATIVA%20Y%20PROGRAMAS%5CP>

Popiolek, M., Knecht, D., Szczesna-Staskiewicz, J., Czerwinska-Rozalow, D. 2010. Helminth of the wild boar (*Sus scrofa* L.) in natural and breeding conditions. *Bulletin of the Veterinary Institute of Pulawy*, 54-161-166.

Pozio, E. 2007. World distribution of *Trichinella* spp. Infections in animals and humans. *Veterinary Parasitology*, 149. 3-21.

PROGRAMAS%5CFAUNA%20SILVESTRE%5CPLAN%20NACIONAL%20DE%20VIGILANCIA%20SANITARIA%20EN%20FAUNA%20SILVESTRE_2011.PDF

Primi, R., Pelorosso, R., Ripa, M.N., Amici, A. 2009. A statistical GIS-based analysis of Wild boar (*Sus scrofa*) traffic collisions in a Mediterranean area. *Italian Journal of Animal Science*. 8. 649-651.

Quiroz, H. 2002. Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos. 876 pp.

Rajkovic'-Janje, R., Manojlovic, L., Gojmerac, T. 2004. In-feed 0,6% ivermectin formulation for treatment of wild boar in the Moslavina hunting ground in Croatia. *European Journal of Wildlife Research*, 50. 41-43.

Ramírez, M.G. 2011. Uso de las variantes del PCR en el estudio del virus del síndrome respiratorio y reproductivo porcino. Sistema de Revisiones de Investigación Veterinaria de San Marcos. http://veterinaria.unmsm.edu.pe/files/Articulo_Mercy_Ramirez.pdf

Reiner, G., Fresen, C., Bronnert, S., Williems, H. 2009. Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome Virus (PRRSV) infection in wild boars. *Veterinary Microbiology*, 136. 250-258.

Reiner, G., Bronnert, B., Hohloch, C., Fresen, C., Haack, I., Willems, H., Reinacher, M. 2010. Qualitative and quantitative distribution of PCV2 in wild boars and domestic pigs in Germany. *Veterinary Microbiology*, 145. 1-8.

Respaldiza, D. 2007. El jabalí, *Sus scrofa* (L.1758). Consideraciones epizootiológicas sobre algunas parasitosis y técnicas de diagnóstico para su control. Conferencia en la Real Academia de Ciencias Veterinarias (España).

Richarz, K. Steinbach, G. 2003. Säugetiere. Guía de Campo Blume – Mamíferos. 192 páginas.

Richomme, C. Lacour, S.A. Ducrot, C. Gilot-Fromont, E. Casabianca, F. Maestrini, O. Vallée, I. Grasset, A. van der Giessen, J. Boireau, P. 2010. Epidemiological survey of trichinellosis in wild boar (*Sus scrofa*) and fox (*Vulpes vulpes*) in a French insular region, Corsica. *Veterinary Parasitology*, 172. 150-154.

Risco, D., García, A., Serrano, E., Fernández-Llario, P., Benítez, J.M., Martínez, R., García, W.L., de Mendoza, J.H. 2013. High-Density Dependence but low Impact on Selected Reproduction Parameters of *Brucella suis* Biovar 2 in wild boar Hunting Estates from South-Western Spain. *Transboundary and emerging diseases*, 24. doi: 10.1111/tbed.12060

Risco, D., Fernández-Llario, P., García-Jiménez, W.L., Gonçalves, P., Cuesta, J.M., Martínez, R., Sanz, C., Sequeda, M., Gómez, L., Carranza, J., Hermoso de Mendoza, J. 2013. Influence of porcine circovirus type 2 infections on bovine tuberculosis in wild boar populations. *Transboundary and Emerging Diseases*, 60. 121-127.

- Risco, D. 2014. Caracterización de procesos infecciosos en poblaciones de jabalí del suroeste español. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura. 327 pp.
- Rodolakis, A., Salinas, J., Papp, J. 1998. Recent advances on ovine chlamydial abortion. *Veterinary Research*, 29. 275-288.
- Rodríguez, E., Olmedo, J., Ubeira, F.M., Blanco, C., Gárate, T. 2008. Mixed infection, *Trichinella spiralis* y *Trichinella britovi*, in a wild boar hunted in the Province of Cáceres (Spain). *Experimental Parasitology*, 119. 430-432.
- Rodríguez de las Parras, E., Rodríguez-Ferrer, M., Nieto-Martínez, J., Ubeira, F.M., Gárate-Ormaechea, T. 2004. Revisión de los brotes de triquinosis detectados en España durante 1990-2001*. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 22. 70-76.
- Rodríguez-Prieto, V., Kukielka, D., Martínez-López, B., de las Heras, A.I., Barasona, J.A., Gortázar, C., Sánchez-Vizcaíno, J.M., Vicente, J. 2013. Porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS) virus in wild boar and Iberian pigs in south-central Spain. *European Journal of Wildlife Research*, 1612-4642.
- Roepstorff, A. 1998. Natural *Ascaris suum* infections in swine diagnosed by coprological and serological (ELISA) methods. *Parasitology Research*, 84. 537-543.
- Roepstorff, A., Grønvold, J., Larsen, M.N., Kraglund, H., Fagerholm, H.P. 2002. The earthworm *Lumbricus terrestris* as a possible paratenic or intermediate host of the pig parasite *Ascaris suum*. *Comparative Parasitology*, 69. 206-210.
- Roic, B., Jemersic, L., Terzic, S., Keros, T., Balatinec, J., Florijancic, T. 2012. Prevalence of antibodies to selected viral pathogens in wild boars (*Sus scrofa*) in Croatia in 2005-06 and 2009-10. *Journals of Wildlife Diseases*, 48. 131-137.
- Rojo-Vázquez, F.A., Pardo-Lledias, J., Francos-Von Hunefeld, M., Cordero-Sánchez, M., Álamo-Sanz, R., Hernández-González, A., Brunetti, E., Siles-Lucas, M. 2011. Cystic Echinococcosis in Spain: Current Situation and Relevante for Other Endemic Areas in Europe. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 5. e893.
- Romero, C.H., Meade, P., Santagata, J., Gillis, K., Lollis, G., Hahn, E.C., Giibs, E.P.J. 1997. Genital infection and transmisión of pseudorabies virus in feral swine in Florida, USA. *Veterinary Microbiology*, 55. 131-139.
- Rosell, C., Fernández-Llario, P., Herrero, J. 2001. El jabalí (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758). *Galemys* 13 (2), 25pp.
- Rosell, C., Herrero, J. 2008. *Sus scrofa* Linnaeus, 1758. Atlas de mamíferos terrestres. Ministerio de Medio Ambiente. Pp. 348-351.
- Ruedas, L., Montes, P. 1989. Incidencia y evolución de nematodos en porcino Ibérico en la provincia de Badajoz. Abstract IV Congreso Nacional y I Ibérico de Parasitología. pp129.
- Ruiz-Fons, F., Vicente, J., Vidal, D., Höfle, U., Villanúa, D., Gauss, C., Segalés, J., Almería, S., Montoro, V., Gortázar, C. 2006. Seroprevalence 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., Segalés, J., Gortázar, C. 2008a. A review of viral diseases of the European wild boar: Effects of population dynamics and reservoir rôle. *Veterinary Journals*, 176 (2). 158-169.

Ruiz-Fons, F., Vidal, D., Vicente, J., Acevedo, P., Fernández-de-Mera, I.G., Montoro, V., Gortázar, C. 2008b. Epidemiological risk factors of Aujeszky's disease in wild boars (*Sus scrofa*) and domestic pigs in Spain. *European Journal of Wildlife Research*, 54. 249-555.

Salinas, J., Caro, M.R., Vicente, J., Cuello, F., Reyes-García, A.R., Buendía, A.J., Rodolakis, A., Gortázar, C. 2009. High prevalence of antibodies against *Chlamydiaceae* and *Chlamydia abortus* in wild ungulates using two "in house" blocking-ELISA test. *Veterinary Microbiology*, 135. 46-53.

Salinas, J., Ortega, N., Borge, C., Rangel, M.J., Carbonero, A., Perea, A., Caro, M.R. 2012. Abortion associated with *Chlamydia abortus* in extensively reared Iberian sows. *Veterinary Journal*, 194. 133-134.

Sánchez, R., Nauwych, H., Pensaert, M. 2001. Serological survey of porcine circovirus 2 antibodies in domestic and feral pig populations in Belgium. *European Society of Veterinary Virology*. Pp 122.

Sánchez, J.M. 2003. Epidemiología de la ascariosis porcina en Extremadura. Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura. 220 páginas.

Sánchez-Vázquez, M.J., Smith, R., Kang, S., Lewis, F., Nielen, M., Gunn, g., Edwards, S. 2010. Identification of factors influencing the occurrence of milk spot livers in slaughtered pigs: A novel approach to understanding *Ascaris suum* epidemiology in British farmed pigs. *Veterinary Parasitology*, 173. 271-279.

Schautteet, K., Beeckman, D.S.A., Delava, P., Vanrompay, D. 2010. Possible pathogenic interplay between *Chlamydia suis*, *Chlamydia abortus* and PCV-2 on a pig production farm. *Veterinary Record*, 166. 329-333.

Schautteet, K., Vanrompay, D. 2011. Chlamydiaceae infections in pig. *Veterinary Research*, 42:29

Schulze, C., Segalés, J., Neumann, G., Hlinak, A., Calsamiglia, M., Domingo, M. 2000. Postweaning multisystemic wasting syndrome in the European wild boar (*Sus scrofa*) in Germany. *Veterinary Research*, 35. 243-253.

Schulze, C., Neumann, G., Grütze, I., Engelhardt, A., Mirlé, C., Ehlert, F., Hlinak, A., 2003. Case report: Porcine circovirus type 2 infection in a European wild boar (*Sus scrofa*) in the state of Brandenburg, Germany. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 110. 426-428.

Schulze, C., Segalés, J., Neumann, G., Hlinak, A., Calsamiglia, M., Domingo, M. 2004. Identification of postweaning multisystemic wasting syndrome in European wild boar (*Sus scrofa*). *Veterinary Records*, 154. 694-696.

Segalés, J., Marco, I., Calsamiglia, M., Rodríguez-Arriola, G.M., Lavín, S., Plana-Durán, J., Domingo, M. 2002. Evidence of porcine circovirus type 2 in wild boar (*Sus scrofa*) in Spain. International Pig Veterinary Society Congress, Ames (USA). pp 397.

Senlik, B., Cirak, V.Y., Girisgin, O., Akyol, C.V. 2011. Helminth infections of wild boar (*Sus scrofa*) in the Bursa province of Turkey. *Journal of Helminthology*, 85. 404-408.

Secretaría General de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. 2007. Caracterización de las explotaciones andaluzas del sector porcino. 81 pp.

Shimalov, V.V., Shimalov, V.T. 2000. Findings of *Fasciola hepatica* Linnaeus, 1758 in wild animals in Belorussian Polesie. *Parasitology Research*, 86. 527.

- Singh, P., Singla, L.D., Gupta, M.P., Sharma, S., Sharma, D.R. 2009. Epidemiology and chemotherapy of parasitic infections in wild omnivores in the Mahendra Choudhury Zoological Park, Chhat Bir, Punjab. *Journal of Threatened Taxa*, 1. 62-64.
- Sinha, A., Shen, H.G., Schalk, S., Beach, N.M., Huang, Y.W., Meng, X.J., Halbur, P.G. 2011. Porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) influences infection dynamics of porcine circovirus type 2 (PCV2) subtypes PCV2a and PCV2b by prolonging PCV2 viremia and shedding. *Veterinary Microbiology*, 152. 235-246.
- Skrjabin, K.I., Shikhobalova, N.P., Shul'ts, R.S. 1987. Trichostrongylids of animals and man. En: *Essentials of Nematology Vol 3* (K.I. Skrjabin edit.). 740 pp.
- Sofia, M., Billinis, C., Psychas, V., Birtsas, P., Sofianidis, G., Leontides, L., Knowles, N., Spyrou, V. 2008. Detection and genetic characterization of porcine circovirus 2 isolates from the first cases of postweaning multisystemic and wasting syndrome in wild boars in Greece. *Journal of Wildlife Diseases*, 44. 864-870.
- Soulsby, E.J.L. 1982. *Parasitología y enfermedades parasitarias de los animales domésticos*. 809 pp.
- Spickler, A. R. 2005. Zoonotic *Chlamydiae* from Mammals - <http://www.cfsph.iastate.edu/>
- Spickler, A. R. 2006a. Aujeszky's disease - <http://www.cfsph.iastate.edu/>
- Spickler, A. R. 2006b. Porcine and Ruminant Brucellosis: *Brucella suis* - <http://www.cfsph.iastate.edu/>
- Spickler, A. R. 2009. Bovine Tuberculosis - <http://www.cfsph.iastate.edu/>
- Stankevicius, A., Buitkuvieni, J., Valanciute, J., Cepulis, R., Stadejek, T. 2011. Porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) infection in Lithuanian wild boars (*Sus scrofa*) population. Understanding and combating PRRS in Europe, Novi Sad (Serbia), 54-59.
- Steenhard, N.R., Jensen, T.K., Baggesen, D.L., Roepstorff, A., Møller, K. 2002. Excretion in feces and mucosal persistence of *Salmonella* ser. *Typhimurium* in pigs subclinically infected with *Oesophagostomum* spp. *American Journal of Veterinary Research*, 63. 130-136.
- Steenhard, N.R., Roepstorff, A., Baggesen, D.L., Boes, J., Jensen, T.K., Aasted, B., Ornbjerg, N. 2006. Studies on the interaction between *Salmonella* enterica ser. *Typhimurium* and intestinal helminths in pigs. *Veterinary Parasitology*, 139. 158-167.
- Stewart, T.B., Hale, O.M. 1988. Losses to internal parasites in swine production. *Journal of Animal Science*, 66. 1548-1554.
- Stewart, S. 1999. *Fasciola hepatica*. (On-line), Animal Diversity Web. http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Fasciola_hepatica/
- Tamboura, H.H., Banga-Mboko, H., Maes, D., Youssao, I., Traore, A., Bayala, B., Dembele, M.A. 2006. Prevalence of common gastrointestinal nematode parasites in scavenging pigs of different ages and sexes in eastern centro province, Burkina Faso. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 75. 53-60.
- Thsikae, B.P., Davis, A.L., Scholtz, C.H. 2008. Trophic associations of a dung beetle assemblage (*Scarabaeidae*: *Scarabaeinae*) in a woodland savanna of Botswana. *Environmental Entomology*, 37. 431-441.

- Tozzini, F., Poli, A., Della Croce, G. 1982. Experimental infection of European wild swine (*Sus scrofa* L.) with pseudorabies virus. *Journal of Wildlife Diseases*, 18. 425-428.
- Truman, G., Bonner, T., Davis, R. 1970. Attraction of coprophagus beetles to feces of various animals. *The Journal of Parasitology*, 56. 378-383.
- 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. *Journal of Wildlife Diseases*, 28 (2). 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*). *Veterinary Research*, 35. 243-253.
- 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 lesions in Spain. *Veterinary Research*, 37. 1-11.
- 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. *Veterinary Research*, 38. 451-464.
- Vicente, J., Ruiz-Fons, F., Vidal, V., Höfle, U., Acevedo, P., Villanúa, D., Fernández-de-Mera, I.G., Martín, M.P., Gortázar, C. 2012. Serosurvey of Aujeszky's disease virus infection in European wild boar in Spain. *Veterinary Record*, 156. 408-412.
- Walker, A. 2003. *Echinococcus granulosus*. (On-line), Animal Diversity Web. http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Echinococcus_granulosus/
- Weigel, R.M., Hahn, E.C., Paszkiet, B., Scherba, G. 2000. Aujeszky's disease virus (ADV) in mammalian wildlife on swine farms in Illinois (USA): Potential for transmission to non-infected herds. *Veterinary Reserach*, 31 (1). 148-149.
- Wiker, H.G. 2009. MPB70 and MPB83 – Major Antigens of *Mycobacterium bovis*. *Scandinavian Journal of Immunology*, 69. 492-499.
- Wu, J., Zhang, Y., Cong, X., Li, J., Xu, S., Du, Y., Ren, S., Wang, J. 2011. Porcine reproductive and respiratory syndrome in hybrid wild boars, China. *Emerging Infectious Diseases*, 17. 1071-1073.
- Yamaguti, S. 1961. *Systema Helminthum. The nematodes of vertebrates*. Vol. 3. Interscience Publishers, 329 pp.
- Zanella, G., Duvauchella, A., Hars, J., Mouto, F., Boschioli, M., Durand, B. 2008. Patterns of lesions of bovine tuberculosis in wild red deer and wild boar. *Veterinary Record*, 163. 43-47.
- Zafra, R. 2007. Estudio histopatológico e inmunohistoquímico del hígado y ganglios linfáticos hepáticos en cabras inmunizadas frente a *Fasciola hepatica*. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba. 22 pp.
- Zheludkov, M.M., Tsirelson, L.E. 2009. Reservoirs of *Brucella* Infection in Nature. *Biology Bulletin*, 37. 709-715.

Zivojinovic, M., Sofronic-Milosavljevic, L.J., Cvetkovic, J., Pozio, E., Interisano, M., Plavsic, B., Radojicic, S., Z, Kulisic. 2013. Trichinella infections in different host species of an endemic district of Serbia. *Veterinary Parasitology*, 194. 136-138.

Zuk, M., McKean, K.A. 1996. Sex differences in parasite infections: patterns and processes. *International Journal of Parasitology*, 26. 1009-1024.