

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE VETERINARIA



TESIS DOCTORAL

**OPTIMIZACIÓN DE LA SANIDAD Y PRODUCCIÓN
CAPRINA LECHERA EN ANDALUCÍA**

Optimization of dairy caprine health and production in Andalusia

**Tesis presentada por la Licenciada en Veterinaria Dña. Belén Barrero Domínguez
para optar al Grado de Doctor en Veterinaria por la Universidad de Córdoba**

Programa de Doctorado: Biociencias y Ciencias Agroalimentarias

**Directores: Rafael J. Astorga Márquez
Inmaculada Luque Moreno**

**Departamento de Sanidad Animal
Córdoba, a 29 de Marzo de 2019**

TITULO: *OPTIMIZACIÓN DE LA SANIDAD Y PRODUCCIÓN CAPRINA
LECHERA EN ANDALUCÍA*

AUTOR: *Belén Barrero Domínguez*

© Edita: UCOPress. 2019
Campus de Rabanales
Ctra. Nacional IV, Km. 396 A
14071 Córdoba

[https://www.uco.es/ucopress/index.php/es/
ucopress@uco.es](https://www.uco.es/ucopress/index.php/es/ucopress@uco.es)

*“Sólo cabe progresar cuando se piensa en grande,
sólo es posible avanzar cuando se mira lejos”*

José Ortega y Gasset.



TÍTULO DE LA TESIS: OPTIMIZACIÓN DE LA SANIDAD Y PRODUCCIÓN CAPRINA LECHERA EN ANDALUCÍA

DOCTORANDO/A: Belén Barrero Domínguez

INFORME RAZONADO DEL/DE LOS DIRECTOR/ES DE LA TESIS

(se hará mención a la evolución y desarrollo de la tesis, así como a trabajos y publicaciones derivados de la misma).

La tesis presentada por la doctoranda Dña. Belén Barrero Domínguez, licenciada en Veterinaria por la Universidad de Córdoba, se ha realizado en el marco del proyecto CAPRITEC 'Tecnologías para la optimización de la sanidad, producción y productos de la leche de cabra en Andalucía' (FEDER-INTERCONNECTA 2013, Ref. ITC-20131070, CDTI), cuyo objetivo principal ha sido la evaluación y mejora de la calidad de leche de cabra a través de la implementación de medidas y tecnologías que incidan directamente sobre el estatus sanitario y productivo de la cabaña caprina andaluza. El proyecto de investigación planteado supuso el aprendizaje y puesta a punto de nuevas técnicas microbiológicas, así como estudios epidemiológicos actualizados, actividades que la doctoranda desarrolló con sobresaliente eficiencia y profesionalidad, completando su formación con cursos de especialización.

Los resultados obtenidos, de notable relevancia por su novedad y calidad científica, han sido divulgados en congresos de ámbito internacional (EAVLD) y nacional (SEOC, Foro Nacional Caprino, AVEDILA), y en revistas de divulgación técnico-científica (Tierras Caprino, Producción Animal) e indexadas en JCR (Veterinary Record. 2017. 180:173). Asimismo, otros dos trabajos derivados de la tesis se encuentran actualmente en revisión (Veterinary Record JCR Q1 y Foodborne Pathogens and Diseases JCR Q1).

En base a los hallazgos encontrados en la presente investigación, es pertinente indicar que, si el sector caprino lechero en Andalucía demanda una producción láctea de mayor calidad, los ganaderos y veterinarios deben comenzar a trabajar desde la correcta aplicación de medidas sanitarias y de manejo. Estas medidas deben ir dirigidas a subsanar los déficits presentes en cada explotación, y para ello, es fundamental la categorización de éstas. Asimismo, es de vital importancia el estudio de las patologías más frecuentes en el ganado caprino, como son el CAE y la PTB; para instaurar adecuadas medidas de control y erradicación debemos conocer la distribución y los factores de riesgo asociados a la presentación de ambas enfermedades. Por último, es recomendable el análisis de la leche de tanque para obtener una visión global del estado sanitario de las ubres y de las prácticas de manejo en las granjas. El estudio de la presencia de Estafilococos en leche, su perfil de resistencias antimicrobianas y similitud genética entre cepas nos orientará a la hora de establecer tratamientos apropiados para el control de las mamitis causadas por estos microorganismos.

Por todo ello, se autoriza la presentación de la tesis doctoral.

Córdoba, a 20 de MARZO de 2019

Firma del/de los director/es



Fdo.: Rafael J. Astorga Márquez



Fdo.: Inmaculada Luque Moreno

Los estudios incluidos en esta tesis doctoral han sido posibles gracias al proyecto CAPRITEC `Tecnologías para la Optimización de la Sanidad, Producción y Productos de la Leche de Cabra en Andalucía´ financiado por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial dentro de la convocatoria FEDER-INTERCONNECTA 2013 (Ref. ITC-20131070, CDTI), y que se presenta como un proyecto de mejora del sector caprino andaluz, fundamentado en la integración de los diferentes eslabones de la cadena de producción.

Índice de contenidos

Capítulo I. Introducción general.....	1
El sector caprino lechero: una visión global.....	1
Sanidad animal y seguridad alimentaria del caprino lechero.....	6
Perspectivas de futuro.....	23
El Proyecto CAPRITEC.....	26
Capítulo II. Objetivos.....	43
Capítulo III. Estudios.....	47
Estudio 1.....	49
Estudio 2.....	73
Estudio 2.1.....	75
Estudio 2.2.....	91
Estudio 3.....	111
Capítulo IV. Conclusiones.....	141
Capítulo V. Conclusions.....	145
Capítulo VI. Resumen.....	149
Capítulo VII. Summary.....	157
Capítulo VIII. Aportaciones científicas.....	165
Capítulo IX. Agradecimientos.....	183
Capítulo X. Anexos.....	189
Capítulo XI. Listado de abreviaturas.....	217

Capítulo I

Introducción general

1. El sector caprino lechero: una visión global.

La producción caprina representa una actividad ganadera característica de la cuenca mediterránea, capaz de generar alimentos de alta calidad en zonas de bajo potencial productivo. La cabra fue una de las primeras especies domesticadas en Mesopotamia, en torno al 6000 - 7000 a.C, y entre los hallazgos en las tumbas egipcias, destacan entre otros tesoros, los quesos derivados de leche de cabra (Silanikove *et al.*, 2010). Hoy en día, es un sector dinámico y en desarrollo, debido a la capacidad de esta especie de producir alimentos de calidad bajo condiciones medioambientales extremas, suponiendo una base importante de la economía de zonas desfavorecidas (Silakinove *et al.*, 2010; Escareño *et al.*, 2013; Pulina *et al.*, 2018).

La cabra doméstica (*Capra hircus*), descendiente de la cabra silvestre (*Capra aegagrus*), es un mamífero artiodáctilo perteneciente a la familia *Bovidae* y a la subfamilia *Caprinae*, de tamaño pequeño, sexualmente dimórfico y capaz de adaptarse a zonas de difícil acceso donde no se desarrollaría otro tipo de ganado (Clutton-Brock, 1989). Es considerado un animal `multiproductivo´ ya que es capaz de producir leche, carne, piel y fibra (MacHugh y Bradley, 2001). Por este motivo, existe una gran variedad de razas especializadas en la producción lechera, que se encuentran sobre todo en países como Grecia, Francia y España, mientras que en países subdesarrollados o en vías de desarrollo de Oriente Medio, y gran parte de Asia, África y América se seleccionan las razas de aptitud cárnica o la mixta carne-leche (Navarro-Ríos, 2004). También en Oriente Medio (India y Pakistán) existen razas especializadas en la producción de fibra (razas Angora o Cachemira).

El sector caprino es uno de los sectores de la producción primaria que más ha evolucionado en los últimos años, tanto en el ámbito de la producción como en el de la

comercialización. De acuerdo con los datos publicados por FAOSTAT (2018), el censo caprino mundial se concentra en Asia (52,1 %) y África (39,6 %), siendo significativamente menor en Europa (4,3 %) y América (4,0 %), y despreciable en Oceanía (< 0,1 %) (Pulina *et al.*, 2018). En Europa, el sector caprino se concentra principalmente en los países de la cuenca mediterránea, siendo Grecia (33 %) y España (24 %) los países que cuentan con más del 50% del censo caprino de Europa, seguidos de Francia (10 %) e Italia (8 %) (Figura 1) (MAPAMA, 2017).

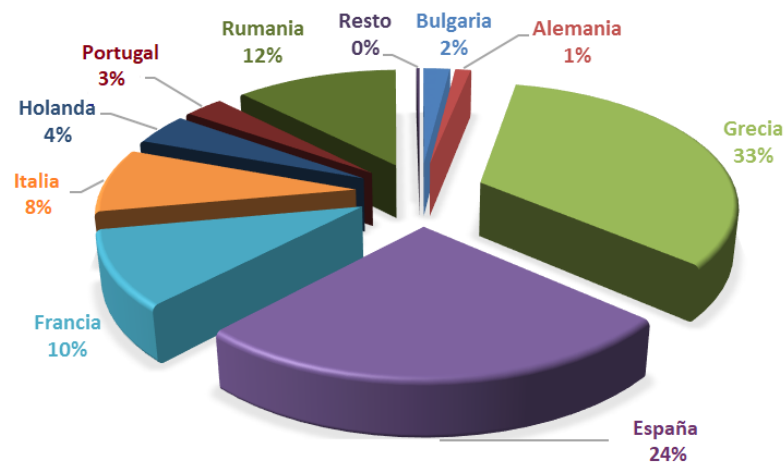


Figura 1. Distribución del censo caprino en la UE 2017. Fuente MAPAMA.

Según los datos publicados por FAOSTAT (2018) la producción de leche de cabra se concentra en Asia (52,7 %), seguido de África (25,7 %), Europa (16,6 %) y América (4,9 %). Los países de la cuenca mediterránea contienen el 10,5 por ciento de las explotaciones de cabra lechera, y producen más del 19 por ciento de la leche de cabra en el mundo (FAOSTAT, 2018). Entre ellos, Francia (20,7 %; 715 L/animal), España (14,1 %; 328 L/animal), Grecia (13,2 %; 134 L/animal) y Turquía (11,8 %; 73 L/animal) son los líderes en la producción lechera (Pulina *et al.*, 2018).

En Europa, España es el segundo país europeo productor y, junto a Grecia y Francia, agrupan el 70 por ciento del censo caprino lechero y más del 80 por ciento de la producción de leche de cabra de Europa (MAPA, 2018). En Francia está muy desarrollado el sistema de producción intensivo, siendo el país que cuenta con una mayor producción lechera a pesar de contar con el menor censo caprino. En el lado opuesto se encuentran España y Grecia que, teniendo un mayor número de cabras, producen menor cantidad de leche como consecuencia de que sus sistemas de producción son la mayoría semi-intensivos (Escareño *et al.*, 2013).

España cuenta con un total 77.299 explotaciones caprinas y 6.680 se dedican a la producción lechera, y el resto a sistemas de producción mixtos leche-carne (MAPA, 2018). Andalucía es la Comunidad Autónoma donde se encuentra el 52 por ciento del total de rebaños caprinos lecheros (3.491 granjas), seguida de Castilla la Mancha (11 %), Canarias (10 %) y Murcia (8 %) (Figura 2) (MAPA, 2018). Generalmente, el tamaño de las granjas suele ser pequeño (aproximadamente de 64 animales), pero heterogéneo, como lo demuestra el hecho de que una tercera parte de las explotaciones produzcan el 87 por ciento de la leche (Pulina *et al.*, 2018).

En la última década se ha producido una intensificación de los sistemas productivos, con razas autóctonas de fomento con alta especialización lechera como son la Murciano-Granadina, Malagueña, Florida, Payoya, Palmera, Majorera y Tinerfeña (Castel *et al.*, 2010; Escareño *et al.*, 2013). Además, el tamaño de las explotaciones ha aumentado, y también el periodo de lactación, con inversiones en instalaciones, entre las que podemos destacar las naves con pasillos de alimentación, salas con máquinas de ordeño mecánico y tanques de refrigeración de la leche (según establece la normativa higiénico-sanitaria), locales de lactancia artificial de los cabritos, además de las mejoras en los sistemas de manejo y sanidad

(Castel *et al.*, 2011). En estas explotaciones, los cabritos suelen ser criados por sus madres, pero en muchas explotaciones se lleva a cabo la lactancia artificial y se venden cabritos lechales, siendo un ingreso secundario en la producción total. Estas infraestructuras facilitan el manejo de los animales, así como las condiciones de trabajo de los ganaderos dando como resultado un aumento de la producción y rentabilidad en los rebaños (Castel *et al.*, 2003; Escareño *et al.*, 2013).

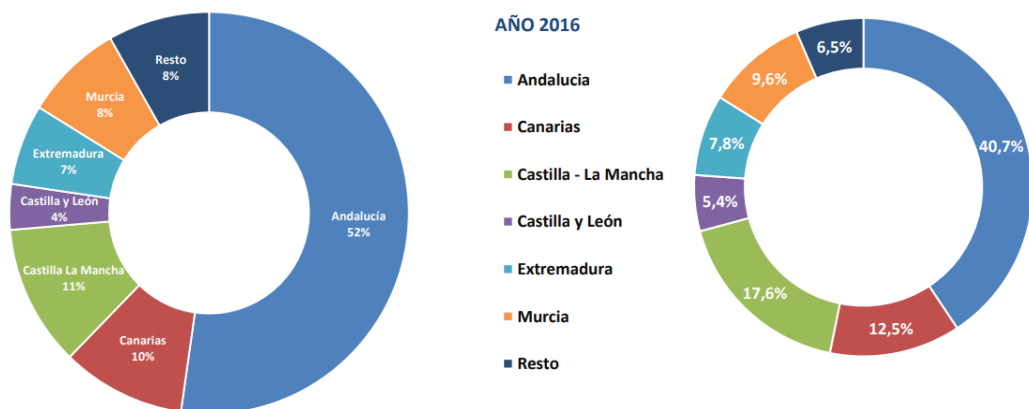


Figura 2. Distribución de explotaciones caprinas para producción de leche y producciones (porcentaje sobre el total, miles de litros). Fuente, MAPA, 2018.

La producción de leche de cabra en España en el año 2016 fue de 506.795 litros (Figura 2), siendo también Andalucía la primera Comunidad Autónoma productora de leche de cabra en España (40,7 %), seguida de Castilla la Mancha (17,6 %), Canarias (12,5 %) y Murcia (9,6 %) (MAPA, 2018). Nuestra región, junto a Poitu-Charentes (Francia), son consideradas las principales productoras europeas de leche de cabra (Ruíz *et al.*, 2009).

En España, la leche de cabra supone un 10,8 por ciento de la producción lechera total, lo que constituye aproximadamente el 1,6 por ciento de la producción final ganadera (MAPA, 2018). El destino principal de la leche producida es la fabricación de quesos (> 90 %), puros o mezclados con leche de vaca y oveja, siendo prácticamente despreciable el consumo directo o

la elaboración de otros productos como yogur o leche fermentada (Escareño *et al.*, 2013; Pulina *et al.*, 2018). En nuestro país, existen quesos de leche de cabra con Denominación de Origen (DOP) o Identificación Geográfica (IGP) Protegidas, aunque también se comercializan los producidos de forma artesanal y que se consumen en zonas limitadas (Martínez *et al.*, 2011). Entre los quesos DOP podemos citar el Majorero, Ibex, Murcia, Murcia al vino, Palmero y Camerano; en Andalucía, el Alhama de Granada, Cádiz y Málaga, Sierra Morena y Sierra de Aracena, que son puros, y el de Grazalema o Calahorra, elaborados con leche de oveja y cabra o leche de oveja, cabra y vaca (Martínez *et al.*, 2011).

La leche de cabra y sus derivados constituyen una importante fuente de proteínas de alta calidad (aminoácidos esenciales), fosfato, calcio y vitamina D. Se han realizado estudios comparando con la leche de vaca y se ha comprobado que la leche de cabra es: i) más digerible; ii) posee una composición diferente de caseína y menor contenido de lactosa, que la hace más hipoalergénica; y iii) posee más cantidad de grasa, compuesta por ácidos grasos de cadena corta y media y glóbulos grasos más pequeños, constituyendo un alimento ideal para las personas con problemas de malabsorción (Young, 2010; Pulina *et al.*, 2018). Además, se están proponiendo nuevos mercados para la leche de cabra, como alimentos funcionales y medicinales (vehículo de fitosterol o ácidos omega3) y también, dada la mayor similitud de la leche de cabra a la leche materna, como alimento para recién nacidos (Silakinove *et al.*, 2010).

Sin embargo, este sector se caracteriza por marcadas variaciones en sus precios, así como una progresiva dependencia del mercado intracomunitario. En este sentido, hay que destacar el papel de Francia como país importador de leche de cabra, siendo el destino final de gran parte de la producción europea de leche y cuajada (MAPA, 2018).

2. Sanidad animal y seguridad alimentaria del caprino lechero.

El nivel sanitario de los animales es un factor determinante para obtener un adecuado rendimiento ganadero, por ello el control de las principales enfermedades que afectan al ganado caprino debe ser un objetivo prioritario para mejorar los índices productivos y la obtención de alimentos de calidad y seguros para el consumidor (Rubino y Toussaint, 2002; Benavides *et al.*, 2015; Ganter, 2015). A pesar de que Andalucía es una de las regiones europeas con mayor censo caprino y mayor producción de leche, la cabaña caprina presenta un nivel sanitario deficiente, lo que limita la obtención de leche de calidad y sus productos transformados (IFAPA, 2016). A continuación, desglosaremos las principales dominantes patológicas del ganado caprino lechero, haciendo especial referencia a la epidemiología, diagnóstico, prevención y control.

Síndrome Mamitis-Agalaxia

La mamitis es una enfermedad infecciosa multietiológica, caracterizada por la inflamación de la ubre y la producción de alteraciones cuantitativas y/o cualitativas de la secreción láctea. Las mamitis representan un problema de gran relevancia para la producción caprina por las pérdidas económicas que originan, derivadas de la disminución de la producción láctea, mortalidad, así como por el sacrificio sanitario de animales con infecciones intramamarias persistentes y/o crónicas (Contreras *et al.*, 2007; Abdalhamed *et al.*, 2018; Alhusien y Dang, 2018). Asimismo, conlleva elevados costes en tratamientos veterinarios y en medidas de prevención, aislamiento de los animales enfermos y eliminación de la leche durante y tras el tratamiento con antimicrobianos (AMs).

Esta patología puede resultar en la pérdida temporal o permanente de la producción de leche, y en cualquier caso es responsable de la disminución de la calidad, debido a la

presencia de células somáticas y proteínas o enzimas indicadoras de daño en la ubre, así como a la pérdida de contenido graso y cualidades organolépticas. Todos estos aspectos cobran aún más interés cuando la mamitis es subclínica, es decir, cuando no se evidencia clínicamente en el ganado afectado, lo que dificulta su identificación y tratamiento (Persson y Olofsson, 2011; Mishra *et al.*, 2018).

En la glándula mamaria podemos detectar patógenos responsables de infecciones intramamarias (IMI) o bien patógenos ambientales, que llegan a la ubre por condiciones higiénicas deficientes o por un manejo inadecuado durante el ordeño (Alhussien y Dang, 2018). Entre los primeros, destaca la participación de *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* y *Streptococcus dysgalactiae*, siendo los propios animales reservorios de estos microorganismos a nivel de la glándula mamaria, piel y canal del pezón. Entre los patógenos ambientales, encontramos una gran variedad de agentes, como *Streptococcus uberis*, *Enterococcus spp.*, *Trueperella pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Listeria monocytogenes*, *Mannheimia haemolytica* y algunos hongos como *Aspergillus fumigatus* (Contreras *et al.*, 2007). El contagio se produce durante la fase de lactación, siendo el ordeño el principal punto crítico para la transmisión efectiva de patógenos (Vanderhaeghen *et al.*, 2015).

Como se ha indicado, *S. aureus* es considerado uno de los principales responsables de las mamitis clínicas por su capacidad de producir coagulasa, un importante factor de virulencia (Bergonier *et al.*, 2003; Contreras *et al.*, 2007; Aras *et al.*, 2012). Clásicamente, los Estafilococos Coagulasa Negativos (SCoN) han sido considerados como patógenos menores, pues se asociaban a cuadros más leves. No obstante, la importancia de los SCoN ha aumentado de forma progresiva por su participación en las mamitis subclínicas, que originan una disminución de la producción y un aumento del Recuento de Células Somáticas (RCS)

(Moroni *et al.*, 2005), con las consecuentes penalizaciones en la venta de leche. Entre las especies de SCoN más frecuentemente aisladas a partir de leche de cabra se encuentran *S. chromogenes*, *S. hyicus*, *S. epidermidis*, *S. haemolyticus*, *S. simulans*, *S. xylosus*, *S. lentus* y *S. caprae* (Bergonier *et al.*, 2003; Moroni *et al.*, 2005; Vanderhaeghen *et al.*, 2015).

La glándula mamaria tiene varios mecanismos de defensa frente a la infección, entre ellos la liberación de células epiteliales y células de defensa (neutrófilos, linfocitos y macrófagos), así como inmunoglobulinas que provocan un incremento de las células somáticas (Alhussien y Dang, 2018); estas células pueden ser puestas en evidencia de forma directa, mediante el RCS a través del FOSSOMATIC o bien de forma indirecta con el California Mamitis Test (CMT) (Persson y Olofsson, 2011).

En el ganado caprino el uso de la técnica CMT y del RCS tiene sus limitaciones, ya que un aumento del RCS además de estar influenciado por la infección intramamaria puede verse incrementado debido al estrés, edad, estro o periodo de lactancia (Silanovike *et al.*, 2006). La glándula mamaria caprina tiene una secreción apocrina que hace que se libere una gran cantidad de partículas citoplasmáticas con un tamaño similar a las células somáticas, pudiendo sobreestimar los recuentos. Para ello, y como alternativa al análisis del RCS para el diagnóstico de mamitis subclínicas, se está estudiando la detección de proteínas o enzimas secretadas por las células epiteliales o por los leucocitos, que aumentan su concentración en leche cuando hay daño o infección en la glándula mamaria (Cremonesi *et al.*, 2012; Olumee-Shabon *et al.*, 2013).

En la actualidad, el diagnóstico de las mamitis se basa principalmente en el RCS y en el recuento de bacterias totales (RBT), así como en la valoración de las ubres y en el cutivo

bacteriológico de muestras de leche de tanque e individuales para determinar la presencia de estafilococos y de otros patógenos (Olechnowicz y Jaskowski, 2014).

Para la prevención y tratamiento de las infecciones intramamarias es recomendable la aplicación de AMs específicos vía parenteral o intramamaria durante el periodo de secado (Bergonier *et al.*, 2003), conociendo previamente los patógenos presentes en la granja y su sensibilidad *in vitro*. Algunos de los AMs más utilizados en veterinaria para el tratamiento y prevención de las mamitis son: cefalotin, ceftiofur, enrofloxacin, eritromicina, gentamicina, neomicina, cloxacilina, penicilina, tetraciclina y trimetoprim-sulfametoxazol. El uso indiscriminado de AMs ha sido asociado con un incremento de las resistencias, que pueden dar lugar a fallos terapéuticos y a la posible transmisión horizontal o vertical de estas resistencias a otras bacterias del mismo o distinto género/especie, respectivamente (Da Silva *et al.*, 2004; Contreras *et al.*, 2007).

Además del tratamiento antimicrobiano, se deben adoptar medidas relacionadas con la alimentación, instalaciones, condiciones ambientales y protocolos de limpieza y desinfección que reduzcan los patógenos ambientales. Asimismo, se deben aplicar una serie de medidas preventivas orientadas al manejo durante el ordeño (rutina de ordeño) y de los animales en general, al control de la calidad de la leche y a la prevención de enfermedades. Las principales medidas que hay que considerar durante el ordeño giran en torno al manejo de los animales, limpieza y desinfección de las ubres y de los equipos y chequeos rutinarios para la detección de mamitis subclínicas. Este último punto es fundamental, ya que estos animales suponen una fuente de infección para el resto y en caso de mamitis crónicas, deben ser eliminados de la explotación (Ruegg, 2017; De Vliegher *et al.*, 2018).

Existen vacunas comerciales (ej. VIMCO, Lab. Hipra) basadas en el uso del biofilm para el control de mamitis subclínicas producidas por *S. aureus* o SCoN. También se pueden aplicar vacunas autógenas frente a las cepas responsables de los cuadros de mamitis presentes en la granja, que dan buenos resultados en cuanto a la reducción de los procesos clínicos y subclínicos, así como en la mejora de los resultados del RCS (Kautz *et al.*, 2014).

Agalaxia Contagiosa (AC)

La Agalaxia contagiosa (AC) es una enfermedad infecciosa producida por especies del Género *Mycoplasma*, que afecta a los pequeños rumiantes y presenta una distribución mundial, siendo considerada la región mediterránea una zona endémica (Gómez-Martín *et al.*, 2013). La AC está causada por cuatro especies diferentes del género *Mycoplasma* (Familia *Mycoplasmataceae*): *M. agalactiae*, agente clásico de la AC en pequeños rumiantes, *M. capricolum* subespecie *capricolum*, *M. mycoides* subespecie *capri* y *M. putrefaciens*; siendo comunes las infecciones mixtas (Gómez-Martín *et al.*, 2013).

Las vías de transmisión de esta enfermedad son el contacto directo, la lactancia y el ordeño, constituyendo la secreción láctea y las secreciones respiratorias las principales vías de excreción de micoplasmas (Kumar *et al.*, 2014), aunque también se ha descrito la transmisión a través de secreciones oculares, fecales, genitourinarias y mediante el semen (de la Fe *et al.*, 2009b; Gómez-Martín *et al.*, 2012). En la epidemiología de esta enfermedad adquieren gran importancia los portadores asintomáticos a nivel auricular, actuando como reservorios (Gómez-Martín *et al.*, 2012).

En una explotación afectada se pueden observar animales con mamitis, artritis y/o queratoconjuntivitis. Asimismo, se han observado signos respiratorios y trastornos

reproductivos (Kumar *et al.*, 2014). En las zonas endémicas es habitual encontrar explotaciones afectadas con animales que no presentan signos aparentes de enfermedad, pero sí mamitis subclínicas, que pueden evolucionar a mamitis clínicas en algunos casos (Corrales *et al.*, 2004; De la Fe *et al.*, 2009a), y que pueden ser detectados por la disminución de la producción lechera y el aumento del RCS, aunque este no debe ser el único método para diagnosticar la enfermedad en zonas endémicas (Corrales *et al.*, 2004).

El diagnóstico microbiológico de la AC en los pequeños rumiantes requiere del uso de medios de cultivo enriquecidos y condiciones específicas de incubación (Amores *et al.*, 2010; Gómez-Martin *et al.*, 2013), siendo recomendable utilizar técnicas moleculares para obtener un diagnóstico rápido y sensible de la enfermedad (Amores *et al.*, 2010). Así, mediante el uso de técnicas como la PCR es posible identificar el género y la especie implicada. Esta información es especialmente valiosa en el ganado caprino, donde las infecciones mixtas y la presencia de micoplasmas no patógenos es frecuente. Además, conocer la especie implicada es crucial para establecer medidas de control específicas (Gómez-Martín *et al.*, 2013).

El control y la prevención de esta enfermedad se basa principalmente en el uso de AMs y vacunas. Los grupos de AMs de elección para el tratamiento de la AC son las fluoroquinolonas, tetraciclinas y macrólidos, aunque se han detectado aislamientos resistentes (Loria *et al.*, 2003; Al-Momani *et al.*, 2006; Antunes *et al.*, 2008; Gómez-Martín *et al.*, 2013). La vacunación puede prevenir la aparición de nuevos signos clínicos y la reducción de la excreción de micoplasmas, pero no impide la transmisión de la infección (De la Fe *et al.*, 2007). No obstante, las vacunas actualmente disponibles parecen ser poco eficaces en el control de la AC debido a la naturaleza multi-etiológica, la gran diversidad genética de las cepas, así como al escaso poder inmunógeno de los micoplasmas debido a la ausencia de

pared celular (Gómez-Martín *et al.*, 2013). Otra herramienta propuesta para la prevención de la transmisión de la AC desde las madres a las crías es la pasteurización del calostro (Paterna *et al.*, 2012). Finalmente, también es recomendable el chequeo auricular de posibles portadores asintomáticos para evitar el contagio de unos rebaños a otros al adquirir nuevos animales de reposición (Gómez-Martín *et al.*, 2012).

Artritis Encefalitis Caprina (CAE)

La Artritis Encefalitis Caprina (CAE) es una enfermedad infecciosa causada por un virus ARN monocatenario perteneciente a la Familia *Retroviridae* y al género *Lentivirus*, y relacionado filogenéticamente con el virus Maedi-Visna, que afecta con mayor frecuencia a las ovejas (CFSPH, 2007). El CAE tiene una distribución mundial a excepción de Islandia, Nueva Zelanda y Australia donde está erradicada (Nuotio *et al.*, 2006).

Desde un punto de vista epidemiológico, los animales infectados pueden permanecer como portadores inaparentes durante toda su vida. El ciclo de infección ocurre principalmente vía oral de la madre a la cría a través del calostro (contagio horizontal epigénico), y con menos frecuencia por vía respiratoria, fecal o transplacentaria (Rowe *et al.*, 1997; Blacklaws *et al.*, 2004; Peterhans *et al.*, 2004).

Cuando el proceso se manifiesta clínicamente, los signos más frecuentes en animales adultos son poliartritis, mamitis subclínicas o induración de la glándula mamaria con disminución progresiva de la producción láctea y aumento en el RCS, problemas respiratorios y reproductivos, así como un deterioro general. En animales jóvenes, sin embargo, la enfermedad se expresa clínicamente en raras ocasiones, pero cuando lo hace provoca encefalomielitis con signos nerviosos evidentes (Astorga *et al.*, 2001; CFPH, 2007).

El diagnóstico indirecto se basa fundamentalmente en la detección de anticuerpos específicos del virus mediante serología, siendo las técnicas más utilizadas la inmunodifusión en gel de agar (AGID) y la inmunoabsorción ligada a enzimas (ELISA). Si bien, debido a la naturaleza crónica de esta enfermedad y a su lenta seroconversión, la serología puede resultar negativa en animales recién infectados. Por otra parte, las técnicas para el diagnóstico directo de CAE se basan en el aislamiento del virus mediante el cultivo de leucocitos de sangre periférica, leche o líquido sinovial. También es posible la detección y cuantificación del ADN del virus mediante PCR (OIE, 2017).

Para esta enfermedad no existen tratamientos ni vacunas, por lo que el control se basa fundamentalmente en la aplicación de medidas preventivas de manejo como el aporte de calostro artificial, aumento de presión en el desvieje, reposición externa con animales seronegativos, y pruebas de chequeo serológicas periódicas que nos permitirán segregar precozmente a los animales seropositivos en la recría (Rowe *et al.*, 1997; Reina *et al.*, 2009).

Paratuberculosis (PTB)

La Paratuberculosis (PTB) o enfermedad de Johne es una enfermedad infecciosa de curso crónico y que afecta principalmente a los rumiantes domésticos y silvestres, aunque también a otros animales que pueden actuar como reservorios (Rivera *et al.*, 2014). Esta enfermedad tiene una distribución mundial, a excepción de Suecia y algunos estados de Australia donde está erradicada (Kennedy y Benedictus., 2001). La PTB está causada por *Mycobacterium avium* subesp. *paratuberculosis* (MAP), perteneciente al Complejo *Mycobacterium Avium* (MAC). Es una bacteria resistente al calor, al frío y a la desecación y

puede sobrevivir durante largos periodos de tiempo en suelo, pastos y agua (Berghaus *et al.*, 2006).

La infección por MAP ocurre principalmente por vía feco-oral durante los primeros meses de vida debido al contacto con heces, calostro o leche contaminados con la bacteria, o por vía vertical durante la gestación (Angelidou *et al.*, 2014). Los animales pueden desarrollar los signos clínicos tras un periodo largo de incubación, aunque la bacteria puede ser eliminada por las heces de forma intermitente durante meses antes de la aparición de los signos clínicos (Stonos *et al.*, 2017). La principal sintomatología observada en las explotaciones es la progresiva pérdida de peso, con algunos casos de diarrea de forma esporádica y una disminución de la producción lechera. Estos síntomas se van agravando progresivamente y conducen a un estado de caquexia crónica, debilitamiento e incluso muerte del animal (Windsor, 2015; Stonos *et al.*, 2017).

Esta enfermedad ocasiona un grave impacto económico debido a las pérdidas en producción, sacrificio temprano de los animales, decomisos en matadero y costes en medidas de control (Weber *et al.*, 2006; Sardaro *et al.*, 2017; Souriau *et al.*, 2017). La importancia de la PTB también radica en la posible relación zoonótica con la enfermedad de Crohn, aunque hoy en día aún no ha sido demostrada. Las personas podrían infectarse a través de la ingestión de leche y carne contaminadas con MAP procedente de rumiantes infectados (Eltholth *et al.*, 2009; Faria *et al.*, 2014).

El diagnóstico de la enfermedad se basa inicialmente en la identificación de la sintomatología de los animales que presentan una clínica evidente. No obstante, debido a que pueden encontrarse animales asintomáticos (Windsor, 2015) y a que la bacteria es eliminada

por heces de forma intermitente, se pueden obtener falsos resultados negativos. Para ello, el diagnóstico debe basarse en la detección del agente mediante cultivo bacteriológico o PCR, o mediante el estudio de la respuesta inmune del hospedador.

La respuesta inmune del hospedador va cambiando durante la infección, y con ella el estadio de la enfermedad, las lesiones y la respuesta a las pruebas diagnósticas. Las pruebas de detección de la respuesta inmune celular son la IFN- γ y la intradermorreacción. La prueba basada en la detección de la respuesta inmune humoral es la técnica inmuno-enzimática ELISA. Esta última técnica sólo es útil para fases avanzadas de la enfermedad, cuando se producen los anticuerpos (Rivera *et al.*, 2014).

No existen tratamientos efectivos para esta enfermedad, por lo que el control debe basarse principalmente en medidas de control. En este último caso, el uso de vacunas está regulado debido a la interferencia que puede provocar en el diagnóstico de la Tuberculosis caprina (Álvarez *et al.*, 2008), enfermedad endémica bajo control oficial en las explotaciones caprinas de Andalucía (*Orden 22 junio 2018, por la que se desarrollan las normas de calificación de explotaciones de la especie caprina frente a la tuberculosis en Andalucía y se regula la vacunación de paratuberculosis en caprino en Andalucía*).

En la actualidad, las principales estrategias para el control de esta enfermedad están basadas en la identificación y segregación de los animales infectados, separación de los cabritos al nacer y aporte de calostro artificial, aplicación de adecuados protocolos de limpieza y desinfección y reducción de los factores de riesgo asociados con la entrada, diseminación y mantenimiento de MAP en las granjas (Coelho *et al.*, 2010; Pieper *et al.*, 2014; Angelidou *et al.*, 2014; Windsor, 2015).

Enfermedades sometidas al plan nacional de erradicación de enfermedades animales (PNEEA): Brucelosis y Tuberculosis.

La ***Brucelosis caprina*** está producida principalmente por la especie *Brucella melitensis* (CFSPH, 2009) responsable de casos de Brucelosis en humana (zoonosis). En el ganado caprino provoca abortos en hembras y alteraciones testiculares en machos. Los datos oficiales muestran una evolución de la prevalencia muy satisfactoria, de forma que en toda Andalucía la prevalencia de rebaño es de cero. Las medidas adoptadas se basan en la detección y eliminación de animales portadores, calificaciones sanitarias de las explotaciones (M1 a M4), actuaciones sobre explotaciones infectadas y control de movimiento animal (Programa Nacional de Erradicación de la Brucelosis Ovina y Caprina, 2019).

El diagnóstico directo de la enfermedad se basa en la detección de la bacteria con técnicas de tinción específicas, aislamiento en medios selectivos y técnicas de PCR, mientras que el diagnóstico indirecto para la detección de anticuerpos se basa en la técnica de Rosa de Bengala y Reacción de Fijación de Complemento (MAPA, 2019). La vacunación con la vacuna REV1 por vía conjuntival en animales de reposición (3 a 6 meses) es una estrategia aplicada en determinadas zonas, con prevalencias superiores al tres por ciento o bien donde haya casos confirmados en la población humana (MAPA, 2019).

La ***Tuberculosis caprina*** es una enfermedad infecciosa de curso crónico y está causada por micobacterias del Complejo *Mycobacterium Tuberculosis* (CMT). En el ganado caprino el agente principal es *Mycobacterium caprae*, aunque también puede verse afectado por otras especies del complejo, como *M. bovis*. El ganado caprino puede actuar como reservorio del CMT y contribuir al mantenimiento de la tuberculosis bovina; por ello, desde el año 2008, en Andalucía existe un programa voluntario de control de esta enfermedad en el ganado caprino

en explotaciones donde convivan ambos tipos de ganado. Según establece el *Programa Nacional de Erradicación de la Tuberculosis Bovina en Andalucía del 2019*, los rebaños mixtos de ganado bovino y caprino se pueden acoger al programa voluntario de calificación de explotaciones caprinas, de conformidad con la Orden de 22 de junio de 2018 de la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía. Las actuaciones se basan en el diagnóstico y sacrificio de animales infectados, calificación de explotaciones (C1 a C3), actuaciones en explotaciones infectadas y control del movimiento animal. El diagnóstico oficial de la enfermedad se basa en la prueba de Intradermorreacción o Intradermotuberculinización (IDTB) simple o comparada (animales vacunados frente a paratuberculosis en los 12 meses anteriores a la ejecución de la prueba), pudiéndose emplear adicionalmente la prueba de gamma-interferón en animales mayores de 6 meses.

Tabla 1. Otras dominantes patológicas en el ganado caprino.

	Agente causal	Contagio/Transmisión	Signos clínicos	Diagnóstico	Tratamiento	Prevención y control
Pasterelosis	<i>Mannheimia haemolytica</i> , <i>Pasteurella multocida</i> .	Comensales del aparato respiratorio (vías altas). Invaden otros tejidos cuando los animales están inmunodeprimidos (condiciones climáticas adversas, presencia de virus respiratorios). Transmisión entre animales por contacto directo o por aerosoles.	Muertes súbitas en algunos animales y síntomas respiratorios agudos en otros. <i>M. haemolytica</i> puede provocar Pasterelosis septicémica en animales jóvenes. Ambas especies bacterianas pueden causar mamitis.	Diagnóstico sintomático. Aislamiento en medios enriquecidos con sangre o suero e identificación del agente causal.	Tratamiento de larga duración con oxitetraciclina. Existen bacterinas multivalentes que pueden ser útiles para el control.	Medidas de manejo para evitar el estrés y los cambios bruscos de temperaturas. Aplicación de protocolos de L+D, ventilación adecuada. Lotes diferenciados evitando el hacinamiento. Vacunación con vacunas inactivadas.
Enterotoxemia	<i>Clostridium perfringens</i> tipos A, B, C y D. Disentería de los cabritos tipo B. Basquilla o riñón pulposo tipo D.	Bacteria saprófita del tracto intestinal (reservorio animal), Es eliminada y al ser telúrica se mantiene en el suelo (reservorio extra-animal). Por lo que la transmisión puede ser directa e indirecta. Provoca toxiinfecciones, causando cuadros agudos y subagudos.	Disentería de los lactantes: diarrea, dolor abdominal, timpanismo, apatía, muerte sobrealgada. Basquilla o riñón pulposo: muerte súbita sin lesiones en forma sobrealgada. Fiebre, signos nerviosos, dolor abdominal, muerte en forma aguda. En la forma crónica se producen diarreas y pérdida de peso.	Diagnóstico sintomático. Aislamiento en medios selectivos en condiciones de anaerobiosis, identificación del agente causal. Identificación de toxinas.	La mayoría de las veces resulta ineficaz. Tratamiento sintomático. Suprimir la dieta.	Vacunación cada 6 meses (anatoxinas y/o anacultivos). Madres 1 mes antes del parto. Buen encalostramiento. Medidas de manejo: evitar cambios bruscos en la dieta y otros factores que provoquen trastornos digestivos (disbiosis).
Pseudotuberculosis	<i>Corynebacterium pseudotuberculosis</i> .	Vía cutánea (heridas, insectos), oral o respiratoria.	Forma superficial: Abscesos en piel que pueden llegar a drenar pus, aumento de los ganglios (duros, calientes, pastosos e indoloros). Forma visceral: abscesos en vísceras y nódulos linfáticos respiratorios y digestivos. Produce delgadez, debilitamiento, vómitos, dolor abdominal, dificultad respiratoria.	Diagnóstico sintomático. Aislamiento en medios enriquecidos con sangre o suero e identificación del agente causal.	Antibióticos para prevenir y evitar metástasis a otros nódulos linfáticos. Las vacunas bajan la incidencia de la enfermedad y gravedad de las lesiones.	Detección y eliminación de animales enfermos. Chequeo de los animales nuevos. En rebaños afectados separación de los cabritos de la madre y alimentación con calostro artificial. Limpieza y desinfección instalaciones.
Colibacilosis	<i>Escherichia coli</i> . Cepas enterotoxigénicas, enteropatógenicas y enterohemorrágicas.	Vía oral a través de alimento y agua contaminados.	Afecta a los chivos en la primera semana de vida. Provoca debilidad, diarrea acuosa y profusa, caquexia y deshidratación, e incluso la muerte del animal.	Diagnóstico sintomático. Aislamiento e identificación del agente causal y de sus enterotoxinas.	Fluoroquinolonas y antidiarreicos. Prevenir la deshidratación.	Limpieza y desinfección de las instalaciones. Evitar el hacinamiento.
Salmonelosis	Diversas especies y serotipos de <i>Salmonella</i> .	Vía oral a través de alimento y agua contaminados. Vío feco-oral. Contacto con anejos fetales contaminados.	Abortos. En las crías provoca anorexia, fiebre, diarrea e incluso la muerte (a veces sin sintomatología)	Diagnóstico sintomático. Aislamiento e identificación del agente causal.	Antibióticos en etapas tempranas de la infección. Antidiarreicos e hidratación.	Limpieza y desinfección instalaciones.

Listeriosis	<i>Listeria monocytogenes</i>	Vía oral a través de pienso en mal estado o agua contaminada. O mediante la inhalación de polvo contaminado. Contacto con anejos fetales contaminados.	Meningoencefalitis, parálisis facial, abortos, septicemia, mamitis, e incluso la muerte.	Diagnóstico sintomático. Aislamiento en medios enriquecidos e identificación del agente causal.	Antibióticos en etapas tempranas de la infección.	Adecuado ensilaje. Limpieza y desinfección instalaciones. Detección y eliminación de animales enfermos y de los que hayan tenido abortos. No existen vacunas.
Campylobacteriosis	<i>Campylobacter fetus</i> subsp. <i>intestinalis</i> <i>Campylobacter jejuni</i>	Vía oral. Consumo de pastos y agua contaminados. Vía feco-oral. Contacto con anejos fetales contaminados.	En animales jóvenes provoca diarrea, fiebre y artritis. Clínica asintomática en adultos. También provoca abortos.	Diagnóstico sintomático. Aislamiento e identificación del agente causal.	Antibióticos, antidiarreicos e hidratación.	Limpieza y desinfección instalaciones. Vacunación.
Aborto enzoótico	<i>Chlamydomphila abortus</i>	Contacto con hembras preñadas e infectadas. Contacto con material contaminado (cama) durante el parto o en los abortos. Inhalación de polvo contaminado.	Abortos tardíos, retención de las membranas fetales, chivos nacidos muertos, epididimitis, neumonía, conjuntivitis, poliartritis e infecciones intestinales.	Diagnóstico sintomático difícil. Es necesario el aislamiento e identificación del agente causal.	Tetraciclinas oral o inyectable. Aunque el tratamiento no garantiza evitar los abortos ni la eliminación del patógeno.	Limpieza y desinfección instalaciones. Eliminación de restos orgánicos contaminados. Separación de las madres infectadas. Vacunación.
Leptospirosis	Diversas especies y serotipos de <i>Leptospira</i> spp.	La transmisión se produce a través de la orina o mediante el contacto de material contaminado con ésta.	Abortos, nacidos muertos o nacidos débiles. Hemoglobinuria, anemia hemolítica, ictericia.	Aislamiento e identificación del agente causal.	Estreptomicina y tratamiento sintomático.	Limpieza y desinfección instalaciones. Vacunación.
Fiebre Q	<i>Coxiella burnetii</i>	Por vía respiratoria mediante aerosoles contaminados procedentes de placenta y anejos fetales. Transmisión indirecta a través de vectores, fundamentalmente garrapatas. O por vía oral mediante la ingesta de agua y alimentos contaminados.	Suele ser asintomática. Cuando se manifiesta provoca infertilidad, abortos, nacidos muertos o nacidos débiles. En ocasiones muy raras presenta cuadros de neumonía, metritis, conjuntivitis y artritis.	Aislamiento e identificación del agente causal. Detección de anticuerpos.	Tetraciclinas y tratamiento sintomático.	Limpieza y desinfección instalaciones. Vacunación.
Toxoplasmosis	<i>Toxoplasma gondii</i>	Por vía oral: ingestión de pastos y agua contaminada con oosquistes (gatos). Y por vía transplacentaria y galactófora mediante los taquizoitos.	Abortos y reabsorciones fetales.	Detección de anticuerpos. Observación del agente parasitario.	No existen tratamientos efectivos. Aunque se ha comprobado la eficacia limitada del decoquinato (coccidiostático)	Limpieza y desinfección instalaciones. Aislamiento de hembras infectadas. Eliminación de placentas, fetos y camas contaminadas. Vacunación. Control de gatos.
Fiebre del Valle del Rift	<i>Phlebovirus</i>	Transmisión indirecta a través de mosquitos.	Abortos, malformaciones. Fiebre, anorexia, linfadenopatía, conjuntivitis, descarga nasal, diarrea hemorrágica, dolor abdominal, muerte.	Aislamiento vírico, PCR, seroneutralización, detección de anticuerpos.	No hay un tratamiento específico. Tratamiento sintomático.	Vacunación. Control y reducción de vectores.

Ectima contagioso	<i>Parapoxvirus</i>	Contagio directo mediante el contacto con animales infectados.	Lesiones en labios, ollares, párpados y orejas. También pueden presentarse en mamas, pezuñas, mucosa digestiva, y zona perineal.	Diagnóstico sintomatológico (lesiones). Detección del agente y pruebas serológicas.	Tratamiento sintomático. Limpieza y desinfección de las lesiones.	Limpieza y desinfección instalaciones.
Estomatitis vesicular	<i>Vesiculovirus</i>	Contagio directo mediante el contacto con animales enfermos. Contagio a través de vectores.	Vesículas, pápulas, erosiones y úlceras en la lengua, encía, pezones, zona genital. Caquexia, letargia, pirexia.	Diagnóstico sintomatológico (lesiones). Detección del agente y pruebas serológicas.	Tratamiento sintomático. Limpieza y desinfección de las lesiones.	Aislamiento de los animales infectados. Limpieza y desinfección de las instalaciones.
Scrapie o Tembladera	Priones	Vía oral mediante el consumo de piensos contaminados.	Alto nivel de excitación, con ligeros temblores cefálicos. Prurito intenso que comienza en los cuartos traseros y área lumbar (inicio de la enfermedad). Ataxia, debilidad, emanciación y muerte por el deterioro neurológico progresivo (final de la enfermedad).	Diagnóstico sintomatológico. Histopatología. Genotipado.	No existe tratamiento.	Enfermedad sometida a programas de vigilancia, control y erradicación.
Protozoos parásitos	Coccidios. <i>Cryptosporidium parvum</i> .	La transmisión se produce por vía feco-oral.	Diarreas con alta eliminación de ooquistes, deshidratación, apatía, pérdida de peso, e incluso muerte (jóvenes).	Ooquistes en heces (tinción Ziehl-Neelsen modificada para <i>C. parvum</i>).	Coccidiostáticos y coccidicidas. Halofuginonas (Criptosporidiosis).	Desparasitación rutinaria. Buen enalostamiento Aplicación de protocolos de limpieza y desinfección. Manejo apropiado de los animales infectados.

Desde un punto de vista de Salud Pública, la leche y sus productos derivados pueden ser una fuente potencial de microorganismos o sus toxinas, así como de otras sustancias no deseadas, derivadas de la alimentación animal, administración de antibióticos, aplicación de desinfectantes, etc. (Silanikove *et al.*, 2010). Además, no debemos despreciar las zoonosis producidas por el contacto estrecho con los animales o sus productos.

En la actualidad, las enfermedades transmitidas por los animales están sujetas a la Directiva Comunitaria 2003/99/CE, que marca las pautas a seguir en la vigilancia de las zoonosis y de los agentes zoonóticos en los países de la Unión Europea, y que en nuestro país esta desarrollada por el Real Decreto 1940/2004 y la Orden APA/1808/2007, donde se indican los laboratorios de referencia para cada una de las enfermedades zoonóticas.

Actualmente el Ministerio de Agricultura y Pesca y Alimentación (MAPA) diferencia dos tipos de zoonosis, las zoonosis de transmisión alimentarias (ETAs) y las zoonosis no alimentarias. Las zoonosis no alimentarias incluyen un grupo de enfermedades transmitidas por contacto directo o indirecto con animales, entre ellas, el ganado caprino puede transmitir al hombre la Brucelosis, Clamidiasis, Fiebre Q, Fiebre del Valle del Rift, Tuberculosis o Encefalopatía Espongiforme Bovina, entre otras, siendo el personal en contacto con los animales o sus productos (veterinarios, ganaderos, matarifes, carniceros) los de mayor riesgo (Ganter, 2015).

Por su parte, las zoonosis alimentarias tienen una consideración especial por las autoridades sanitarias y tienen en común algunas características, como son la ausencia de sintomatología evidente en los animales, pudiendo afectar a un número elevado de personas simultáneamente relacionadas con el consumo del alimento y tener en su mayoría una clínica

muy similar, caracterizada por signos gastrointestinales acompañados de fiebre. En algunos casos, las personas pueden desarrollar neumonía, septicemias, insuficiencia renal, inflamación del sistema nervioso (meningitis), enfermedad hepática crónica o enfermedad cardíaca crónica, que puede llegar a ser mortal en personas inmunodeprimidas. Según los datos recogidos en el boletín de la Agencia Europea para la Seguridad de los alimentos (EFSA), entre los agentes más frecuentemente relacionados con brotes de enfermedad por el consumo de leche cruda se encuentran *Campylobacter*, *Salmonella*, *Yersinia enterocolitica*, *Escherichia coli* verotoxigenica, *Coxiella*, *Brucella* y *Listeria monocytogenes* (EFSA, 2018).

La leche puede ser vehículo de transmisión de microorganismos multirresistentes, derivados del uso inadecuado de antimicrobianos para el control de las enfermedades que afectan al ganado, y si no se respetan los tiempos de espera. En la actualidad, se estima que este problema causa alrededor de 25.000 muertes al año en la Unión Europea (UE), con un coste de 1.500 millones de euros en concepto de asistencia sanitaria y pérdida de productividad y con 700.000 muertes al año en todo el mundo (ECDC, 2009). Desde un punto de vista económico, el Banco Mundial asegura que para el año 2.050 los microorganismos multirresistentes podrían ocasionar daños económicos a escala mundial comparables a la crisis financiera de 2008 (Banco Mundial, 2016). Algunos estudios afirman que para esa fecha los microorganismos multirresistentes provocarán más muertes que el cáncer (O'Neill, 2016).

Otra problemática, no menos importante, relacionada con uso de antibióticos es la aparición de residuos, tanto en desechos (subproductos animales no destinados a consumo humano, SANDACH), como en carne y leche, entre otros, que constituyen un riesgo para la salud pública. Según algunos investigadores, las exposiciones crónicas a bajas dosis de

residuos antimicrobianos en los alimentos podrían derivar en un desequilibrio de la microbiota intestinal (Cerniglia *et al.*, 2016).

El control de la calidad de la leche se basa en la medida de una serie de parámetros como son el RCS, el RBT, el recuento de coliformes, el estudio de ausencia/presencia de inhibidores y residuos en leche y el análisis físicoquímico (Reglamentos CE 178/2002, 852/2004, 853/2004, 854/2004, 625/2017). La legislación que regula el sector lácteo se basa en el Reglamento (CE) 853/2004 *‘Normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal’* y en el Real Decreto 1728/2007 *‘Normativa básica de control de los operadores del sector lácteo’*.

En este sentido, el *‘Programa Nacional de Control Oficial de las Condiciones Higiénico-Sanitarias de la Producción y de la Trazabilidad de Leche Cruda de Vaca, Oveja y Cabra’* (MAGRAMA, 2011), ha tenido como objetivo principal la protección de la salud pública así como de los intereses de los consumidores, garantizando en todo momento el cumplimiento de las normas comunitarias y nacionales relativas a la producción de leche cruda de estas especies animales y asegurando la trazabilidad de la leche desde la explotación hasta la línea de producción.

3. Perspectivas de futuro.

El sector caprino lechero en España ha arrastrado clásicamente una serie de debilidades: (i) caída de los precios por excedentes en la producción tras la reducción de la exportación; (ii) necesidad de una mejora en la calidad y seguridad de los productos; (iii) atomización de la oferta y bajo nivel de formación, innovación y cooperación; (iv) industria no especializada que provoca un déficit del valor añadido; (v) falta de datos sobre

producciones, precios, comercio exterior, consumo, etc. (IFAPA, 2016). En el siguiente análisis DAFO (Figura 3), se exponen las características internas y la situación externa del sector caprino lechero en España y específicamente en Andalucía.

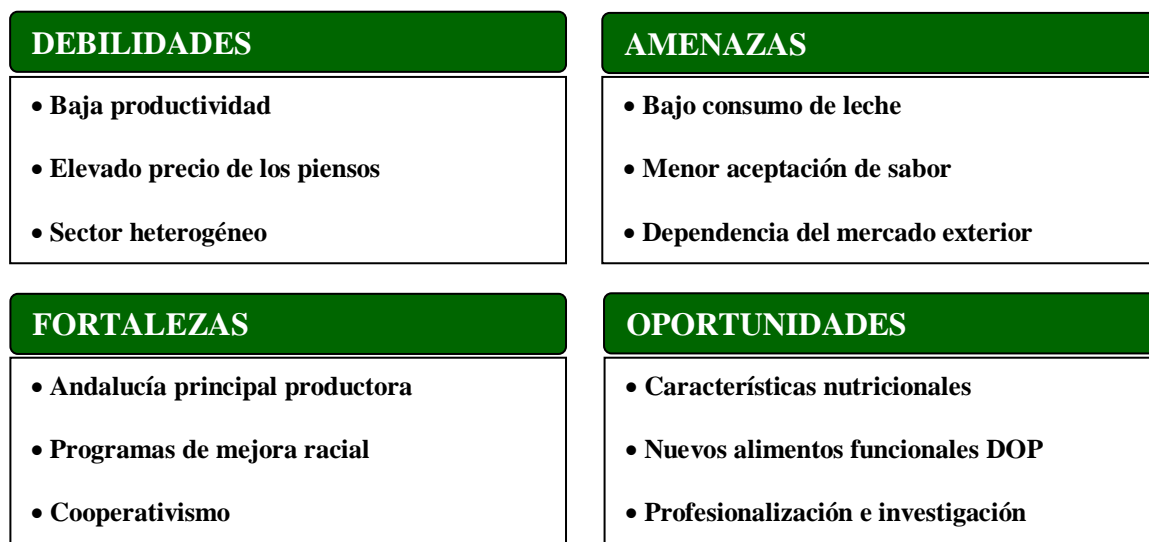


Figura 3. Análisis DAFO del sector caprino lechero de Andalucía.

Las perspectivas del sector caprino son esperanzadoras, y de hecho las nuevas políticas agrarias del Estado y de las Comunidades Autónomas van dirigidas a incentivar la sanidad en las granjas, fomentar la producción, transformación y comercialización de los productos, y apoyar los programas de selección genética de las razas autóctonas de caprino lechero abriendo puertas a la exportación genética. Asimismo, se deben incrementar las ayudas, así como el fomento de la elaboración de productos de calidad bajo DOP (IFAPA, 2016).

El sector industrial caprino necesita controlar tres aspectos básicos para alcanzar y asegurar su calidad en el producto final: (1) la calidad de la materia prima, (2) los procesos tecnológicos y (3) el almacenamiento de los productos finales. Para asegurar la *calidad de la materia prima* es indispensable que las industrias realicen un pago por calidad a los ganaderos para incentivar la mejora de la producción. Los *procesos tecnológicos* deben adaptarse a las

características de leche de cabra, garantizando la inocuidad y seguridad del producto final para el consumidor. En el último eslabón de la cadena, el consumidor final demanda productos que garanticen la calidad sensorial (sabor), nutricional y funcional (saludables).

Con el fin de solventar las debilidades del sector caprino y fomentar la producción lechera, se han desarrollado una serie de planes y programas oficiales. En el año 2007, el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (MARM) desarrolló una *Guía de Prácticas Correctas de Higiene para Caprino* con el objetivo de orientar a este sector en el cumplimiento de las medidas reguladas por la Unión Europea en materia de higiene alimentaria. Esta Guía pretendió dar un paso más en las explotaciones de caprino aportando una mayor profesionalidad en materia de alimentación, medidas sanitarias y de bienestar animal y manejo de la explotación para conseguir una excelente calidad y seguridad en sus productos, tal y como exigen los consumidores. Para ello, el MARM elaboró en 2009 un *Manual de Producción de Leche Cruda de Cabra* para explicar de forma práctica y sencilla los requisitos de la Guía. Asimismo, el MARM desarrolló en 2010 el *Plan de Acción para la Leche de Cabra* para incidir en la mejora del sector caprino de leche.

Por último, en el año 2011 el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) desarrolló el *Programa Nacional de Control Oficial de las Condiciones Higiénico-Sanitarias de la Producción y de la Trazabilidad de Leche Cruda de Vaca, Oveja y Cabra* que tenía como objetivo principal la protección de la salud pública, garantizando el cumplimiento de las normas comunitarias y nacionales relativas a la producción de leche cruda de vaca, oveja y cabra y asegurando la trazabilidad de la leche. Dicha trazabilidad queda garantizada a través de la base de datos Letra Q (LEche cruda,

TRAzabilidad y Qualidad) en la que se registra toda la información de las explotaciones productoras y de los centros lácteos en los que se entrega la leche.

Recientemente se ha realizado un estudio en la Unión Europea sobre el futuro del sector agroganadero para la próxima década (2016-2026) denominado *Outlook UE*. En este estudio se estima el crecimiento del sector lechero, con un aumento en el consumo de productos lácteos, y también con un incremento de las exportaciones a terceros países.

Por todo ello, se debe continuar con el trabajo en materia de conservación y mejora genética de las razas caprinas, invirtiendo en la formación de ganaderos, veterinarios, operarios e investigadores para desarrollar e implementar programas de I+D+i, y mejorando el estatus sanitario y productivo de las explotaciones. Asimismo, se debe transmitir a la sociedad la importancia del sector caprino y poner en marcha de estrategias de internacionalización de nuestra genética y de diferenciación de los productos derivados, desarrollando una intensa labor de promoción con campañas de sensibilización y fomento del consumo (IFAPA, 2016).

4. El proyecto CAPRITEC.

La Universidad de Córdoba y las empresas andaluzas líderes en innovación se han unido para investigar nuevas posibilidades de control, transformación y consumo de la leche de cabra mediante el proyecto integrado denominado CAPRITEC: Tecnologías para la Optimización de la Sanidad, Producción y Productos de la Leche de Cabra en Andalucía. El proyecto fue subvencionado por el Programa FEDER-INNTERCONNECTA, cofinanciado con el Fondo Tecnológico y gestionado por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI). Estos proyectos de carácter colaborativo están incluidos en convocatorias competitivas a nivel nacional, y alineados con el principal objetivo del ‘Plan Estatal de Inves-

tigación' así como con la 'Estrategia H2020', fomentando la investigación aplicada con la participación del tejido empresarial.

El consorcio, liderado por COVAP, lo han conformado seis empresas pertenecientes a diferentes ámbitos, como es el caso de agroalimentación (COVAP, Los Balanchares y Corsevilla), biotecnología (Domca y Biomedal), y alimentación de colectividades (Serunion), así como diversos organismos de investigación subcontratados en el marco del proyecto. La Universidad de Córdoba está representada por los grupos de investigación PAIDI AGR-195 (Producción Animal) y AGR-256 (Sanidad Animal: diagnóstico y control de enfermedades). Además participan el grupo BIO-106 (Microbiología, Universidad de Granada), grupo BIO-169 (Microbiología y Parasitología, Universidad de Sevilla), grupo AGR-263 (CICAP), así como el Hospital Universitario Carlos Haya (Área de Endocrinología y nutrición) (Figura 4).

El objetivo del proyecto ha sido desarrollar productos lácteos caprinos de elevada calidad microbiológica y nutricional, conseguidos por medio de actuaciones integradas en toda la cadena alimentaria, desde la producción primaria y el proceso tecnológico hasta el producto final. En este sentido la investigación del proyecto ha tenido un gran enfoque hacia la diferenciación y valor añadido de un alimento tradicional andaluz como es la leche de cabra, con consideración especial en aspectos de sanidad y producción de la cabaña caprina así como en las propiedades nutricionales de la leche de cabra y las bondades de su consumo para la salud.

En concreto el consorcio ha investigado en las siguientes líneas: (i) aplicación de tecnologías a nivel de parámetros sanitarios y productivos de rebaños para la mejora de la calidad de la leche; (ii) desarrollo de nuevas tecnologías para la conservación y mejora de las propiedades de la leche de cabra; (iii) revalorización de los subproductos de las industrias lácteas; (iv) inclusión de los nuevos productos en dietas específicas (estudios

observacionales); (v) obtención de una leche de cabra y productos derivados de Calidad Certificada. A partir de los resultados de este proyecto se pretende dar a conocer al consumidor las propiedades de la leche de cabra y de sus productos derivados, favoreciendo de este modo su posicionamiento y consumo en el mercado.



Figura 4. Mapas de empresas y subcontrataciones participantes en el proyecto CAPRITEC.

Este trabajo se encuadra además en la línea del *Plan de Acción para la Leche de Cabra* iniciado en 2010 por el MARM para responder a las dificultades coyunturales y estructurales a las que se enfrenta el sector caprino de leche. La mejora de la productividad y de la calidad de la leche y productos derivados fue identificada en dicho plan como unos de los retos más importantes para el sector caprino en Andalucía (IFAPA, 2016).

Por ello, el objetivo fundamental del proyecto CAPRITEC y *por ende* el de nuestra tesis fue conocer la situación de las explotaciones de caprino lechero de Andalucía atendiendo a

sus parámetros sanitarios y productivos, para sentar las bases de las acciones de las mejoras sanitarias y productivas a implementar.



Figura 5. Cabras de raza Florida.



Figura 6. Cabras de raza Murciano-Granadina



Figura 7. Cabras de raza Malagueña

Referencias bibliográficas

- Abdalhamed, A.M., Zeedan, G.S.G., Zeina, H.A.A.A. 2018. Isolation and identification of bacteria causing mastitis in small ruminants and their susceptibility to antibiotics, honey, essential oils and plant extracts. *Veterinary World*. 11 (3), 355-362.
- Alhussien, M.N., Dang, A.K. 2018. Milk somatic cells, factors influencing their release, future prospects, and practical utility in dairy animals: An overview. *Veterinary World*. 11 (5), 562-577.
- Al-Momani, W., Nicholas, R.A., Janakat, S., Abu-Basha, E., Ayling, R.D. 2006. The in vitro effect of six antimicrobials against *Mycoplasma putrefaciens*, *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides* LC and *Mycoplasma capricolum* subsp. *capricolum* isolated from sheep and goat in Jordan. *Tropical Animal Health and Production*. 38, 1-7.
- Álvarez, J., De Juan, L., Bezos, J., Romero, B., Sáez, J.L., Reviriego-Gordejo, F.J., Briones, V., Moreno, M.A., Mateos, A., Domínguez, L., Aranaz, A. 2008. Interference of paratuberculosis with the diagnosis of tuberculosis in a goat flock with a natural mixed infection. *Veterinary Microbiology*. 128, 72-80.
- Amores, J., Corrales, J.C., Gómez- Martín, A., Sánchez, A., Contreras, A., De la Fe, C. 2010. Comparison of culture and PCR to detect *Mycoplasma agalactiae* and *Mycoplasma mycoides* subs. *capri* in ear swabs taken from goats. *Veterinary Microbiology*. 140, 105-108.
- Angelidou E., Kostoulas P., Leontides L. 2014. Flock-level factors associated with the risk of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (MAP) infection in Greek dairy goat flocks. *Preventive Veterinary Medicine*. 117 (1), 233-241.
- Antunes, N.T., Tavío, M.M., Assunção, P., Rosales, R.S., Poveda, C., De la Fe, C., Gil, M.C., Poveda, J.B. 2008. In vitro susceptibilities of field isolates of *Mycoplasma agalactiae*. *The Veterinary Journal*. 177, 436-438.

- Aras, Z., Aydin, I., Kav, K. 2012. Isolation of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* from caprine mastitis cases. *Small Ruminant Research*. 102, 68-73.
- Astorga, R., Perea, J.A., Arenas, A., Maldonado, A., Tarradas, C., Luque, I., Huerta, B., Borge, C., Martínez, F.J., Cámara, S., Miranda, A., Carrasco, L., Sierra, M.A., Méndez, A., Gómez-Villamandos, J.C., Mozos, E., J. Martín, J., Pérez, J., Bautista, M.J., Quezada, M., Jover, A. 2001. Patología de los pequeños rumiantes en imágenes. Vol. XXXI. Ciencias Veterinarias. Consejo General de Colegios Veterinarios de España. Edit. Publex Studio. Depósito legal: M-2794-1990.144 pag.
- Banco Mundial. 2016. Drug-Resistant Infections: A Threat to Our Economic Future.
- Benavides, J., González, L., Dagleish, M., Pérez, V. 2015. Diagnostic pathology in microbial diseases of sheep or goats. *Veterinary Microbiology*. 181, 15-16.
- Berghaus, R.D., Farver, T.B., Anderson, R.J., Jaravata, C.C., Gardner, I.A. 2006. Environmental sampling for detection of *Mycobacterium avium* spp. *paratuberculosis* on large California dairies. *Journal of Dairy Science*. 89, 963-970.
- Bergonier, D., De Crémoux, R., Rupp, R., Lagriffoul, G., Berthelot, X. 2003. Mastitis of dairy small ruminants. *Veterinary Research*. 34, 689-716.
- Blacklaws, B.A., Berriatua, E., Torsteinsdottir, S., Watt, N.J., De Andres, D., Klein, D., Harkiss, G.D. 2004. Transmission of small ruminants lentiviruses. *Veterinary Microbiology*. 101, 199-208.
- Castel, J.M., Mena, Y., Delgado-Pertíñez, M., Camúñez, J., Basulto, J., Caravaca, F., Guzmán-Guerrero, J.L., Alcalde, M.J. 2003. Characterization of semi-intensive goat production systems in southern Spain. *Small Ruminant Research*. 47, 133-143.
- Castel, J.M., Ruíz, F.A., Mena, Y., Sánchez-Rodríguez, M. 2010. Present situation and future perspectives for goat production systems in Spain. *Small Ruminant Research*. 89 (2), 207-210.

- Castel, J.M., Mena, Y., Ruiz, F.A., Camuñez-Ruiz, J., Sánchez-Rodríguez, M. 2011. Changes occurring in dairy goat production systems in less favoured areas of Spain. *Small Ruminant Research*. 96, 83-92.
- Cerniglia, C.E., Pineiro S.A., Kotarski, S.F. 2016. An update discussion on the current assessment of the safety of veterinary antimicrobial drug residues in food with regard to their impact on the human intestinal microbiome. *Drug Test Analysis*. 8 (5-6), 539-548.
- CFSPH (The Center for Food Security and Public Health). 2009. *Brucelosis ovina y caprina: Brucella melitensis*.
- CFSPH (The Center for Food Security and Public Health). 2007. *Artritis y encefalitis caprina. Infección por lentivirus en pequeños rumiantes*.
- Clutton-Brock, J. 1989. *A natural history of domesticated mammals*. Cambridge University Press. London: British Museum (Natural History). 208 pag.
- Coelho, A.C., Pinto, M.L., Coelho, A.M., Aires, A., Rodrigues, J. 2010. A seroepidemiological survey of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* in sheep from North of Portugal. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 30 (11), 903-908.
- Contreras, A., Sierra, D., Sánchez, A., Corrales, J.C., Marco, J.C., Paape, M.J., Gonzalo, C. 2007. Mastitis in small ruminants. *Small Ruminant Research*. 68, 145-153.
- Corrales, J.C., Sánchez, A., Luengo, C., Poveda, J.B., Contreras, A. 2004. Effect of clinical contagious agalactia on the bulk tank milk somatic cell count in Murciano Granadina goat herds. *Journal of Dairy Science*. 87, 3165-3171.
- Cremonesi, P., Capoferri, R., Pisoni, G., Del Corvo, M., Strozzi, F., Rupp, R., Caillat, H., Modesto, P., Moroni, P., Williams, J.L., Castiglioni, B., Stella, A. 2012. Response of the goat mammary gland to infection with *Staphylococcus aureus* revealed by gene expression profiling in milk somatic and white blood cells. *BMC Genomics*, 13 (1), 540.

- Da Silva, E.R., Siqueira, A.P., Martins, J.C.D., Ferreira, W.P.B., Da Silva, N. 2004. Identification and in vitro antimicrobial susceptibility of *Staphylococcus* species isolated from goat mastitis in the Northeast of Brazil. *Small Ruminant Research*. 55, 45-49.
- De la Fe, C., Assunção, P., Saavedra, P., Tola, S., Poveda, C., Poveda, J.B. 2007. Field trial of two dual vaccines against *Mycoplasma agalactiae* and *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides* (large colony type) in goats. *Vaccine*. 8, 2340-2345.
- De la Fe, C., Sánchez, A., Gutiérrez, A., Contreras, A., Corrales, J.C., Assunção, P., Poveda, C., Poveda, J.B. 2009a. Effects on goat milk quality of the presence of *Mycoplasma* spp. in herds without symptoms of contagious agalactia. *Journal of Dairy Research*. 76, 20-23.
- De la Fe, C., Amores, J., Gómez-Martín, A., Sánchez, A., Contreras, A., Corrales, J.C. 2009b. *Mycoplasma agalactiae* detected in semen of goat bucks. *Theriogenology*. 72, 1278-1281.
- De Vlieghe, S., Ohnstad, I., Piepers, S. 2018. Management and prevention of mastitis: A multifactorial approach with a focus on milking, bedding and data-management. *Journal of Integrative Agriculture*. 17 (6): 1214-1233.
- Directiva 2003/99/CE del Parlamento Europeo Y del Consejo de 17 de noviembre de 2003 sobre la vigilancia de las zoonosis y los agentes zoonóticos y por la que se modifica la Decisión 90/424/CEE del Consejo y se deroga la Directiva 92/117/CEE del Consejo.
- ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control). 2009. The bacterial challenge: time to react.
- EFSA. 2018. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2017. *EFSA Journal* 2018; 16 (12): 5500.

- Eltholth, M.M., Marsh, V.R., Van Winden, S., Guitian, F.J. 2009. Contamination of food products with *Mycobacterium avium paratuberculosis*: a systematic review. *Journal of Applied Microbiology*. 107, 1061-1071.
- Escareño, L., Salinas-González, H., Wurzinger, M., Iñiguez, L., Sölkner, J., Meza-Herrera, C.A. 2013. Dairy goat production systems. *Tropical Animal Health and Production*. 45, 17-34.
- EU Agricultural Outlook. Prospect for the EU agricultural markets and income 2016-2026. 2016. Agricultural and rural development. European Commission.
- FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2018. Statistics database. <http://www.fao.org/faostat/en/#data>.
- Faria A.C.S., Schwarz D.G.G., Carvalho I.A., Rocha B.B., De Carvalho Castro K.N., Silva M.R., Moreira M.A.S., 2014. Viable *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* in retail artisanal Coalho cheese from Northeastern Brazil. *Journal of Dairy Science* 97 (7), 4111-4114.
- Ganter, M. 2015. Zoonotic risks from small ruminants. *Veterinary Microbiology*. 181, 53-65.
- Guía de prácticas correctas de higiene. Caprino de carne y leche. 2007. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM). Gobierno de España.
- Gómez-Martín, A., Corrales, J.C., Amores, J., Sánchez, A., Contreras, A., Paterna, A., De la Fe, C. 2012. Controlling contagious agalactia in artificial insemination centers for goats and detection of *Mycoplasma mycoides* subspecies *capri* in semen. *Theriogenology*. 77, 1252-1256.
- Gómez-Martín, A., De la Fe, C., Amores, J., Sánchez, A., Contreras, A., Paterna, A., Buendía, A.J., Corrales, J.C. 2012. Anatomic location of *Mycoplasma mycoides* subsp. *capri* and *Mycoplasma agalactiae* in naturally infected goat male auricular carriers. *Veterinary Microbiology*. 157, 355-362.

- Gómez-Martin, A., Amores, J., Paterna, A., De la Fe, C. 2013. Contagious agalactia due to *Mycoplasma* spp. in small dairy ruminants: Epidemiology and prospects for diagnosis and control. *The Veterinary Journal*. 198, 48-56.
- IFAPA, 2016. Condicionantes y oportunidades de la producción de leche de caprino. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo. International Goat Association (IGA).
- Kautz, F.M., Nickerson, S.C., Ely, L.O. 2014. Use of staphylococcal vaccine to reduce prevalence of mastitis and lower somatic cell counts in registered Saanen dairy goat herd. *Research in Veterinary Science*. 97, 18-19.
- Kennedy, D., Benedictus, G. 2001. Control of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* infection in agricultural species. *Revue scientifique et technique*. 20, 151-179.
- Kumar, A., Rahal, A., Chakraborty, S., Kumar-Verma, A., Dhama, K. 2014. *Mycoplasma agalactiae*, an Etiological Agent of Contagious Agalactia in Small Ruminants : A review. *Veterinary Medicine International*. 2014, 1-13.
- Loria, G.R., Sammartino, C., Nicholas, R.A., Ayling, R.D. 2003. In vitro susceptibilities of field isolates of *Mycoplasma agalactiae* to oxytetracycline, tylosin, enrofloxacin, spiramicin and lincomycin-spectinomycin. *Research in Veterinary Science*. 75, 3-7.
- MacHugh, D.E., Bradley, D.G. 2001. Livestock genetic origins: goats buck the trend. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 98, 5382-5384.
- Manual de Producción de Leche Cruda de Cabra 2009. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM). Gobierno de España.
- MAPAMA (Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente). 2017. Situación del Sector Caprino en la Unión Europea. Distribución del Sector Caprino por

- países UE. Subdirección General de Productos Ganaderos. Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España.
- MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación). 2018. El sector ovino y caprino en cifras. Principales indicadores económicos. 2018. Subdirección General de Productos Ganaderos. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Gobierno de España.
- Martínez, S., Franco, I., Carballo, J. 2011. Spanish goat and sheep milk cheeses. *Small Ruminant Research*. 101, 41-54.
- Mishra, A.K., Sharma, N., Singh, D.D., Gururaj, K., Abhishek, Kumar, V., Sharma, D.K. 2018. Prevalence and bacterial etiology of subclinical mastitis in goats reared in organized farms. *Veterinary World*. 11 (1): 20-24.
- Moroni, P., Pisoni, G., Antonini, M., Ruffo, G., Carli, S., Varisco, G., Boettcher, P. 2005. Subclinical mastitis and antimicrobial susceptibility of *Staphylococcus caprae* and *Staphylococcus epidermidis* isolated from two Italian goat herds. *Journal of Dairy Science*. 88:1694-1704.
- Navarro-Ríos, M.J. 2004. Caracterización socio-económica de los sistemas de producción de caprino de la Comunidad Autónoma de Murcia. Tesis Doctoral. Escuela Politécnica Superior de Orihuela. Universidad Michel Hernández.
- Nuotio, L.O. 2006. Control and eradication of viral disease of ruminants. Doctoral thesis, University of Helsinki, Helsinki, Finland.
- OIE (Organización Mundial de la Sanidad Animal). 2017. Capítulo 2.4.3. Artritis-encefalitis caprina. Manual de la OIE sobre animales terrestres.
- Olechnowicz J., Jaskowski J.M. 2014. Mastitis in small ruminants. *Medycyna Weterynaryjna*. 70 (2), 67-72.

- Olumee-Shabon, Z., Swain, T., Smith, E.A., Tall, E., Boehmer, J.L. 2013. Proteomic analysis of differentially expressed proteins in caprine milk during experimentally induced endotoxin mastitis. *Journal of Dairy Science*, 96 (5), 2903–12.
- O'Neill, J. 2016. Tackling drug-resistant infections globally: Final report and recommendations. Review on antimicrobial resistance.
- Orden APA/1808/2007, de 13 de junio, por la que se modifica el anexo V del Real Decreto 1940/2004, de 27 de septiembre, sobre la vigilancia de las zoonosis y los agentes zoonóticos.
- Orden de 25 junio 2008, por la que se desarrollan las normas de calificación de explotaciones de la especie caprina frente a tuberculosis en Andalucía. Boletín Oficial de la Junra de Andalucía (BOJA) nº 134 de 07/07/2008, 7-13.
- Orden de 22 de Junio de 2018, por las que se desarrollan las normas de calificación de explotaciones de la especie caprina frente a Tuberculosis en Andalucía, se regula la vacunación de paratuberculosis en caprino en Andalucía y por la que se modifica la Orden de 29 de noviembre de 2004 que desarrolla las normas de ejecución de los programas nacionales de vigilancia, prevención, control y erradicación de las enfermedades de los animales en Andalucía. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Junta de Andalucía. Boletín Oficial de la Junra de Andalucía (BOJA) nº 123 de 27/06/2018.
- Paterna, A., Sánchez, A., Amores, J., Gómez-Martín, A., Contreras, J.C., Contreras, A., De la Fe, C. 2012. Survival of *Mycoplasma agalactiae* and *Mycoplasma mycoides* subsp. *capri* in heat treated goat colostrum. *The Veterinary Journal*. 196, 263-265.
- Persson, Y., Olofsson, I. 2011. Direct and indirect measurement of somatic cell count as indicator of intramammary infection in dairy goats. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 53: 15.

- Peterhans, E., Greenland, T., Badiola, J., Harkiss, G., Bertoni, G., Amorena, B., Eliaszewicz, M., Juste, R.A., Krassnig, R., Lafont, J.P., Lenihan, P., Petursson, G., Pritchard, G., Thorley, J., Vitu, C., Mornex, J.F., Pepin, M. 2004. Routes of transmission and consequences of small ruminant lentiviruses (SRLVs) infection and eradication schemes. *Veterinary Research*. 35, 257-274.
- Plan de Acción para la Leche de Cabra 2010. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM). Gobierno de España.
- Programa Nacional de Control Oficial de las Condiciones Higiénico-Sanitarias de la Producción y de la Trazabilidad de Leche Cruda de Vaca, Oveja y Cabra 2011. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). Gobierno de España.
- Programa Nacional de Erradicación de la Brucelosis Ovina y Caprina (*Brucella melitensis*) 2019. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). Dirección General de Sanidad de la Producción Agraria. Subdirección General de Sanidad e Higiene Animal y Trazabilidad. Gobierno de España.
- Programa Nacional de Erradicación de la Tuberculosis Bovina en Andalucía del 2019. Control en rebaños de ganado caprino. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Dirección General de la Producción Agrícola y Ganadera. Junta de Andalucía.
- Pieper, L., Sorge, U.S., DeVries, T.J., Godkin, A., Lissemore, K., Kelton, D.F. 2014. Evaluation of the Johne's disease risk assessment and management plan on dairy farms in Ontario, Canada. *Journal of Dairy Science*. 98, 6792-6800.
- Pulina, G., Milán, M.J., Lavín, M.P., Theodoridis, A., Morin, E., Capote, J., Thomas, D.L., Francesconi, A.H.D., Caja, G. 2018. Invited review: Current production trends, farm structures, and economics of the dairy sheep and goat sectors. *Journal of Dairy Science*. 101, 1-15.

Real Decreto 1940/2004, de 27 de septiembre, sobre la vigilancia de las zoonosis y los agentes zoonóticos.

Real Decreto 1728/2007, de 21 de diciembre, por el que se establece la normativa básica de control que deben cumplir los operadores del sector lácteo y que modifica el Real Decreto 217/2004, de 6 de febrero, por el que se regulan la identificación y registro de los agentes, establecimientos y contenedores que intervienen en el sector lácteo, y el registro de los movimientos de la leche.

Reglamento (CE) N° 178/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo de 28 de enero de 2002 por el que se establecen los principios y los requisitos generales de la legislación alimentaria, se crea la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y se fijan procedimientos relativos a la seguridad alimentaria.

Reglamento (CE) N° 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004 relativo a la higiene de los productos alimenticios.

Reglamento (CE) N° 853/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004 por el que se establecen normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal.

Reglamento (CE) N° 854/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004 por el que se establecen normas específicas para la organización de controles oficiales de los productos de origen animal destinados al consumo humano.

Reglamento (CE) N° 625/2017 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de marzo de 2017, relativo a los controles y otras actividades oficiales realizados para garantizar la aplicación de la legislación sobre alimentos y piensos, y de las normas sobre salud y bienestar de los animales, sanidad vegetal y productos fitosanitarios, y por el que se modifican los Reglamentos (CE) N° 999/2001, (CE) N° 396/2005, (CE) N° 1069/2009, (CE) N° 1107/2009, (UE) N° 1151/2012, (UE) N° 652/2014, (UE) 2016/ 429 y (UE)

2016/2031 del Parlamento Europeo y del Consejo, los Reglamentos (CE) N° 1/2005 y (CE) N° 1099/2009 del Consejo, y las Directivas 98/58/CE, 1999/74/CE, 2007/43/CE, 2008/119/CE y 2008/120/CE del Consejo, y por el que se derogan los Reglamentos (CE) N° 854/2004 y (CE) N° 882/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, las Directivas 89/608/CEE, 89/662/CEE, 90/425/CEE, 91/496/CEE, 96/23/CE, 96/93/CE y 97/78/CE del Consejo y la Decisión 92/438/CEE del Consejo (Reglamento sobre controles oficiales).

Reina, R., Berriatua, E., Luján, L., Juste, R., Sánchez, A., De Andrés, D., Amorena, B. 2009.

Prevention strategies against small ruminants lentiviruses: An update. *Veterinary Journal*. 182, 31-37.

Rivera, J., Marín, M.C., Riquelme, M.F., Cubero, M.J. 2014. Caprine Paratuberculosis: A

review with special emphasis on its interference with the diagnosis of tuberculosis. *Anales de Veterinaria (Murcia)*. 30, 63-76.

Rowe, J.D., East, N.E. 1997. Risk factors for transmission and methods for control of caprine

arthritis-encephalitis virus infection. *Veterinary Clinics North America: Food Animal Practice*. 13, 35-53.

Rubino, R., Toussaint, G.C. 2002. Dairy farm management system: goats. *Encyclopedia of*

Dairy Sciences. 2002, 699-708.

Ruegg, P.L. 2017. A 100-Year Review: Mastitis detection, management and prevention.

Journal of Dairy Science. 100: 10381-10397.

Ruíz, F.A., Mena, Y., Castel, J.M., Guinamard, C., Bossis, N., Caramelle-Holtz, E., Contu,

M., Sitzia, M., Fois, N. 2009. Dairy goat grazing systems in Mediterranean regions: A comparative analysis in Spain, France and Italy. *Small Ruminant Research*. 85, 42-49.

- Sardaro, R., Pieragostini, E., Rubino, G., Petazzi, F. 2017. Impact of *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* on profit efficiency in semi-extensive dairy sheep and goat farms of Apulia, southern Italy. *Preventive Veterinary Medicine*. 136, 56-64.
- Silanikove, N., Leitner, G., Merin, U., Prosser, C.G. 2010. Recent advances in exploiting goat's milk: Quality, safety and production aspects. *Small Ruminant Research*. 89, 11-124.
- Souriau, A., Freret, S., Foret, B., Willemsen, P.T.J., Bakker, D., Guilloteau, L.A. 2017. Identification of new antigen candidates for the early diagnosis of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* infection in goats. *Research in Veterinary Science*. 115, 278-287.
- Stonos, N., Bauman, C., Menzies, P., Wootton, S. K., Karrow, N. A. 2017. Prevalence of small ruminant lentivirus and *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* co-infection in Ontario dairy sheep and dairy goats. *Canadian Journal of Veterinary Research*. 81(2), 155-159.
- Vanderhaeghen, W., Piepers, S., Leroy, F., Van Coillie, E., Haesebrouck, F., De Vliegher, S. 2015. Identification, typing, ecology and epidemiology of coagulase negative staphylococci associated with ruminants. *Veterinary Journal*. 203, 44-51.
- Weber, M.F. 2006. Risk management of paratuberculosis in dairy herds. *Irish Veterinary Journal*. 59 (10), 555-561.
- Windsor P.A., 2015. Paratuberculosis in sheep and goats. *Veterinary Microbiology*. 181 (1-2), 161-169.
- Young, P. 2010. Goat Milk: Composition, Characteristics. *Encyclopedia of Animal Science*. 2nd Edition. Chapter Goat Milk: Composition, Characteristics. Publisher: CRC Press. Editors: W.G. Pond and N. Bell.

Capítulo II

Objetivos

Este trabajo se enmarca en el proyecto CAPRITEC `Tecnologías para la optimización de la sanidad, producción y productos de la leche de cabra en Andalucía´ de la convocatoria FEDER-INTERCONNECTA 2013 (Ref. ITC-20131070, CDTI), cuyo **objetivo general** ha sido la **evaluación y mejora de la calidad de la leche de cabra a través de medidas y tecnologías que incidan directamente sobre el estatus sanitario y productivo de la cabaña caprina andaluza**. A partir de este objetivo general hemos desarrollado los siguientes objetivos específicos:

Objetivo 1. Tipificación de granjas caprinas según su estatus sanitario y productivo. Implementación de medidas correctoras y diseño de un modelo predictivo.

Objective 1. Categorization of dairy goat farms according to their health and productive status. Implementation of corrective measures and predictive model design.

Objetivo 2. Estudio de seroprevalencia y factores de riesgo asociados al virus de la Artritis-Encefalitis Caprina (CAEV) y a la Paratuberculosis en explotaciones de ganado caprino lechero en Andalucía.

Objective 2. Seroprevalence and risk factors associated with Caprine Arthritis-Encephalitis virus and Mycobacterium avium subespecie paratuberculosis (Paratuberculosis) in dairy goat flocks from southern Spain.

Objetivo 3. Resistencia antimicrobiana y relación genética de cepas de Staphylococcus spp. aisladas en explotaciones lecheras de pequeños rumiantes.

Objective 3. Antimicrobial resistance and genetic relationships of Staphylococcus spp. isolated from small ruminant dairy herds.

Capítulo III

Estudios

Estudio 1/Study 1

Tipificación de granjas caprinas según su estatus sanitario y productivo. Implementación de medidas correctoras y diseño de un modelo predictivo.

Categorization of dairy goat farms according their health and productive status.

Implementation of corrective measures and predictive model design.

Optimización del sector caprino lechero: tipificación de granjas y mejora de los aspectos sanitarios y productivos.

Rocío Jiménez Granado, Belén Barrero Domínguez, Rafael J. Astorga Márquez, J. David Andrade Pérez, María D. López Fariña, Lucía Reguillo Granados, Vicente Rodríguez Estévez, Manuel Sánchez Rodríguez.

Revista Tierras Caprino N°10. Especial innovación en caprino. 2015. Pág. 38-42.

CAPRITEC: Un modelo de optimización sanitaria y productiva en el sector caprino lechero de Andalucía.

Rafael J. Astorga Márquez, Belén Barrero Domínguez, Lidia Gómez Gascón, Manuel Sánchez Rodríguez, Rocío Jiménez Granado, J. David Andrade, Lucía Reguillo Granados, Fernando Cardoso Toset, Jaime Gómez laguna.

Revista Producción Animal N° 293. Noviembre-Diciembre 2015. Pág. 58-70.

Introducción

La producción caprina lechera es un sector de la producción primaria en el que España tiene un papel importante. Junto a Grecia y Francia agrupan el 70 por ciento del censo caprino lechero y más del 80 por ciento de la producción de leche de cabra de Europa (MAPA, 2018). Andalucía concentra más de la mitad de los rebaños caprinos lecheros (52 %), y de la producción de leche (40,7 %) (MAPA, 2018). Nuestra región, junto a Poitou-Charentes (Francia), son consideradas las principales productoras europeas de leche de cabra (Ruíz *et al.*, 2009).

En la última década se ha producido una evolución de los sistemas productivos desde clásicos manejos extensivos hacia semi-intensivos o intensivos, con razas autóctonas de fomento con alta especialización lechera como son la Murciano-Granadina, Malagueña, Florida, Payoya, Palmera, Majorera y Tinerfeña, y se ha invertido en mejoras en las instalaciones para atender a las demandas de la industria y de los consumidores (Castel *et al.*, 2010; Escareño *et al.*, 2013).

No obstante, para el correcto funcionamiento de estos sistemas productivos hace falta recopilar información sobre su funcionalidad y qué consecuencias tendrían las actuaciones que se puedan implementar (Sánchez *et al.*, 2006). Así, se han propuesto diferentes metodologías para analizar la situación del sector ovino y caprino, respecto a datos técnicos y económicos (Network on sheep and goats, http://www.iamz.ciheam.org/es/research/networks/sheep_and_goats#anchor9), que han sido utilizadas para realizar un seguimiento de explotaciones caprinas lecheras de Andalucía, y para mejorar la rentabilidad y la calidad de vida de los ganaderos (Castel *et al.*, 2003; Toussant *et al.*, 2002, 2004). Por otra parte, Sánchez *et al.* (2006), se basó en los estudios realizados por

estos autores para considerar los índices técnicos y económicos más importantes en el análisis integral de una granja caprina lechera intensiva. Posteriormente, Castel *et al.* (2011) evaluaron los cambios producidos en el rendimiento ganadero una vez instauradas las medidas basadas en índices técnico-económicos.

El nivel sanitario de los animales es un factor determinante para obtener un adecuado rendimiento ganadero, por ello, el conocimiento de la situación sanitaria y el control de las principales enfermedades que afectan al ganado caprino debe ser un objetivo prioritario para mejorar los índices productivos y la obtención de alimentos de calidad y seguros para el consumidor (Rubino y Toussaint, 2002; Benavides *et al.*, 2015; Ganter, 2015). No obstante, hasta la fecha ninguno de los estudios publicados ha incluido parámetros sanitarios para la categorización de las granjas caprinas lecheras en Andalucía.

Por ello, en este trabajo nos propusimos diseñar un sistema original de clasificación de explotaciones caprinas lecheras en base a sus características sanitarias (parámetros higiénico-sanitarios de la leche, presencia de enfermedades transmisibles de interés, programas de vacunación y desparasitación) y productivas (niveles de producción láctea, alimentación instalaciones y condiciones de manejo), con la finalidad de detectar deficiencias y poder aplicar medidas correctoras que pudieran mejorar los niveles productivos y sanitarios de las explotaciones.

Material y métodos

- *Selección de explotaciones*

El estudio se ha realizado sobre 48 explotaciones caprinas lecheras localizadas en tres áreas geográficas de Andalucía, Sierra Morena (n = 21), Valle del Guadalquivir (n = 7) y

provincia de Málaga (n = 20), con sistemas de producción semi-intensivos o intensivos, pertenecientes a asociaciones profesionales y sometidas a control lechero oficial (CLO). De esta forma, se han seleccionado 9 explotaciones de la raza Murciano-Granadina y pertenecientes al grupo caprino de la Cooperativa Ganadera del Valle de los Pedroches (COVAP), 20 de la raza Malagueña y que forman parte de la Asociación de Criadores de Raza Malagueña (CABRAMA) y 19 de la raza Florida y pertenecientes a la Asociación Nacional de Ganado Caprino de Raza Florida (ACRIFLOR).

- *Encuesta epidemiológica*

Se diseñó una encuesta epidemiológica con diferentes *items* donde se recogía información sobre la localización geográfica (Sierra Morena, Valle del Guadalquivir o provincia de Málaga), raza (Malagueña, Murciano-Granadina o Florida), instalaciones, alimentación y manejo, así como parámetros sanitarios y productivos (Anexo 1).

Estos cuestionarios fueron cumplimentados personal adscrito al proyecto CAPRITEC de los Departamentos de Producción Animal y Sanidad Animal (Facultad de Veterinaria, Universidad de Córdoba) y acompañado de un técnico de las entidades colaboradoras (COVAP, CABRAMA y ACRIFLOR). Durante las visitas se trató directamente con los ganaderos y las encuestas se realizaron *in situ*. Todos los datos recogidos se introdujeron en el programa SPSS para Windows (Versión 15.0, SPSS Inc., Chicago, USA) para realizar el análisis estadístico de los datos.

A partir del cuestionario epidemiológico, se seleccionaron y agruparon un total de 23 variables para la categorización de las explotaciones:

Variable relacionada con la producción láctea

Teniendo en cuenta el *Nivel productivo medio (Kg/cabra lactante)* en función de la producción láctea normalizada a los 240 días. Los niveles de producción láctea se obtuvieron a partir de los datos recogidos en los controles lecheros oficiales (CLO) realizados por CABRANDALUCÍA (Federación Andaluza de Asociaciones de Caprino de Raza Pura),

Variable relacionada con la Alimentación

En función del porcentaje de fibra efectiva o nivel forrajero aportado en cada una de las granjas.

Variabes relacionadas con la calidad de la leche

Se incluyen un total de cuatro variables que hacen referencia a los resultados de los controles realizados para valorar la calidad higiénico-sanitaria de la leche:

- * *Recuento de Células Somáticas (RCS)*: teniendo en cuenta los resultados obtenidos del análisis de RCS en cada explotación.
- * *Recuento de Bacterias Totales (RBT)*: en base a los recuentos de bacterias.
- * *Presencia de Staphylococcus spp. en leche*: según los resultados obtenidos del estudio microbiológico.
- * *Presencia de otros microorganismos en leche (Pseudomonas spp., Enterococos, Enterobacterias, Trueperella pyogenes)*: que reflejaban la calidad higiénico-sanitaria de la leche.

Variabes relativas a las características sanitarias de la explotación

En este grupo se incluyeron un total de seis variables que reflejaban la situación sanitaria frente a determinadas enfermedades:

- * *Seroprevalencia de CAEV:* según los resultados obtenidos del estudio de seroprevalencia de CAEV.
- * *Seroprevalencia de PTB:* atendiendo a los resultados obtenidos en el estudio de seroprevalencia de PTB.
- * *Calificación sanitaria frente a Brucelosis:* todas las granjas presentaban las calificaciones de indemne (M3) u oficialmente indemne (M4) con respecto a Brucelosis.
- * *Calificación sanitaria frente a Tuberculosis:* teniendo en cuenta la calificación oficial de Tuberculosis de cada explotación.
- * *Desparasitación frente a parásitos internos y externos realizada en cada granja.*
- * *Planes de vacunación llevados a cabo en las explotaciones para la prevención de Pasterelosis y Enterotoxemia.*

VARIABLES RELATIVAS A LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES Y MANEJO

Este grupo incluye un total de once variables, seis de ellas reflejaban la existencia de instalaciones obligatorias y auxiliares y cinco variables relacionadas con el manejo.

- * *Área de paridera:* referida a la presencia o no de un área de paridera bien diferenciada del resto de las instalaciones.
- * *Sala de espera:* referida a la presencia o no de una sala de espera separada de la sala de ordeño.
- * *Sala de ordeño:* en referencia a la existencia o no de una sala de ordeño conforme a la normativa vigente.
- * *Lechería:* en referencia a la existencia o no de lechería conforme a la normativa vigente.

- * *Local de lactancia artificial*: en referencia a la existencia o no de un local de lactancia artificial.
- * *Nodrizas automáticas*: en referencia a la existencia o no de nodrizas automáticas.
- * *Tipo de lactancia*: según el sistema de lactancia instaurado en cada explotación, natural o artificial.
- * *Higiene general y utillaje*: teniendo en cuenta la higiene del total de la explotación y del utillaje.
- * *Higiene de las camas*: según el protocolo llevado a cabo en cada granja para la higiene y renovación periódica de las camas.
- * *Ventilación*: dependiendo del tipo de ventilación presente en cada granja.
- * *Control de temperatura y humedad*: como indicador de las condiciones de bienestar animal.

- *Selección de animales y toma de muestras*

Se seleccionaron animales en primera fase de lactación con el fin de que las muestras recogidas fuesen representativas de un estado de lactación homogéneo. Igualmente se diferenciaron para este muestreo dos tipos de lotes: primíparas y multíparas.

El trabajo de campo incluyó la recogida de muestras de leche de tanque e individuales, así como una valoración visual y palpación de las ubres. Por otra parte, se tomaron 3312 muestras de suero sanguíneo de cabras de las razas Murciano-Granadina (n = 437), Florida (n = 1082) y Malagueña (n = 1793) para los estudios de seroprevalencia de CAEV y PTB. Finalmente, se llevó a cabo un muestreo coprológico aleatorio en todas las granjas con el objetivo de conocer la carga parasitaria en cada explotación.

Todas las muestras se recogieron en envases estériles, y se conservaron en refrigeración hasta su recepción en el laboratorio del Centro Tecnológico de Investigación y Calidad Agroalimentaria del Valle de los Pedroches (CICAP) (muestras de leche) o del Departamento de Sanidad Animal de la Universidad de Córdoba (sueros y heces) donde fueron analizadas.

- *Análisis laboratorial*

- Estudio microbiológico de la leche*

Las muestras de leche de tanque e individuales fueron analizadas en CICAP, donde se realizó el recuento de células somáticas (RCS), el recuento de bacterias totales (RBT) y presencia de estafilococos y de otros patógenos. Las determinaciones de RCS y de RBT en leche cruda, con o sin conservante (acidol/bronopol), se llevaron a cabo mediante citometría de flujo y fluorescencia utilizando para el RCS el equipo Combifoss 6000, integrado por Fossomatic 5000 y Milkoscan FT 6000, y para el RBT el equipo Bactoscan FC.

Para determinar la presencia patógenos en leche, se tomaron 20 µl de cada muestra y se sembraron en los medios selectivos suministrados por laboratorios comerciales (Oxoid, Ltd.): agar sangre, adicionado de sangre ovina desfibrinada y estéril; agar tripticasa soja; agar Baird Parker, adicionado de yema de huevo y telurito potásico; Medio Edwards y Agar MacConkey. Una vez sembrados, se incubaron a 37 °C durante 24 - 48 horas en condiciones de aerobiosis y se procedió a la identificación bioquímica, teniendo en cuenta la morfología de las colonias, la hemólisis producida en agar sangre, la tinción de Gram y las pruebas bioquímicas convencionales (catalasa, oxidasa, lactosa) (Quinn *et al.*, 2018).

El medio Baird Parker se utilizó para el aislamiento de *Staphylococcus* spp, en aquellos casos donde se obtuvo crecimiento, las colonias fueron sometidos a la prueba de la coagulasa

en tubo utilizando plasma de conejo (Difco Lab.), lo que permitió diferenciar los estafilococos coagulasa positivos (SCoP, principalmente *Staphylococcus aureus*) y negativos (SCoN). Para el aislamiento de *Streptococcus* spp. relacionados con casos de mastitis, las muestras de leche fueron sembradas en el medio selectivo Edwards. Además, se realizaron una serie de pruebas bioquímicas para confirmar la identificación a nivel de especie (Tabla 1).

Tabla 1. Pruebas bioquímicas para la identificación de *Streptococcus* spp. y de *Enterococcus* spp. (Fuente: CICAP).

	Crecimiento en medio Edwards	Prueba de CAMP**	Agar Bili-Esculina	Esculina	Slide Strepto B
<i>S. agalactiae</i> *	Colonias marrones con halo	+	-	-	+
<i>S. uberis</i>	Colonias azules	+/-	+	-	-
<i>S. dysgalactiae</i>	Colonias verdes con halo	-	-	-	-
<i>Enterococcus</i> spp.	Colonias marrones sin halo	-	+	+	-

* *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysgalactiae*; **CAMP: prueba de Christie, Atkins y Munch-Peterson, (+) resultado positivo, (-) resultado negativo.

Por último, para determinar la presencia de enterobacterias en leche, las muestras fueron sembradas en agar MacConkey. Según la morfología y crecimiento de las colonias, se identificaron las siguientes especies: *Escherichia coli* con colonias grandes, regulares y rosáceas; *Pseudomonas* spp. con colonias grandes y mucoides; *Salmonella* spp. y *Proteus* spp. con colonias pequeñas e incoloras, transparentes o ligeramente opacas; *Enterobacter* spp. con colonias grandes, mucoides y con el centro rojo y la periferia incolora; y *Klebsiella* spp. con colonias también grandes y mucoides, pero con el centro rojo y la periferia rosa oscuro.

Detección de anticuerpos frente a CAEV y PTB

El estudio de seroprevalencia de CAEV fue llevado a cabo mediante el kit ELISA indirecto INgezim Maedi Screening, (Ingenasa[®]), basado en un ensayo inmunoenzimático que usa un anticuerpo monoclonal (AcM) específico de inmunoglobulinas de pequeños rumiantes y dos péptidos específicos del virus de Maedi Visna y del virus de la Artritis-Encefalitis Caprina (sensibilidad y especificidad del 95 % y 99,9 %, respectivamente).

Para el estudio de seroprevalencia de PTB se utilizó el kit ELISA indirecto Parachek (Ingenasa[®]), basado en la detección de anticuerpos específicos de *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* en vacas, ovejas y cabras (sensibilidad del 65 - 98 % y especificidad del 99 %).

Análisis coprológico

Se obtuvo un *pool* de muestras de heces de cada explotación y se analizaron mediante la técnica McMaster (solución de SO₄Zn de alta densidad) para detectar la presencia de *Eimeria* spp., y nematodos hepáticos/gastrointestinales y pulmonares. Estos análisis se llevaron a cabo en el Servicio de Parasitología del Departamento de Sanidad Animal (Facultad de Veterinaria de la Universidad de Córdoba) (Anexo 2).

▪ *Categorización de las explotaciones*

Las explotaciones se clasificaron en tres categorías (Nivel I, Nivel II y Nivel III), correspondientes a registros buenos/aceptables, moderados o deficitarios, respectivamente, en función de su estatus sanitario y productivo (Tabla 2).

Los niveles de *producción láctea* se obtuvieron a partir de los datos de CLO para producciones lecheras normalizadas a 240 días de lactación. Los umbrales para los tres niveles se calcularon teniendo en cuenta la media productiva de la población estudiada ($\pm 10\%$). Las granjas con una situación intermedia respecto a la producción lechera se situaron así en el nivel 2, quedando para el nivel 1 las ganaderías con producciones superiores a la media ($+ 10\%$), y para el nivel 3 las que registraban producciones inferiores a la media ($- 10\%$).

Se valoró también la *alimentación*, teniendo en cuenta el nivel de fibra efectiva o nivel forrajero que recibían los animales, calculada a partir de las distintas raciones que se ofrecen en cada granja en particular.

En relación a los *índices sanitarios*, las explotaciones fueron categorizadas en tres niveles, teniendo en cuenta los índices relacionados con la calidad de la leche, RCS, RBT y presencia de estafilococos y otros patógenos en leche. Asimismo, se valoraron las características sanitarias según determinadas enfermedades y programas sanitarios llevados a cabo.

Por último, para la categorización, se han tenido en cuenta las *instalaciones y medidas de manejo*. Se consideraron los siguientes *ítems* de la encuesta: (i) higiene de la cama, (ii) ventilación; (iii) área de paridera; (iv) sala de espera; (v) sala de ordeño; (vi) lechería; (vii) tipo de lactancia; (viii) local de lactancia artificial; (ix) control de temperatura y humedad; (x) nodriza automática; (xi) higiene general y utillaje.

La categorización global de cada una de las granjas se ha llevado a cabo teniendo en cuenta la clasificación de cada ganadería con respecto a los criterios indicados anteriormente.

La puntuación media de cada ganadería se calculó asignándole 1 punto a los *ítems* con nivel I, un 2 a los *ítems* con nivel II y un 3 a los *ítems* con nivel III, y realizando el promedio de estos. De tal forma que una granja con todos los *ítems* en nivel I tendría una puntuación de 1 (la mejor posible), y en el otro extremo, una granja con todos los *ítems* a nivel III tendría una puntuación de 3 (la peor posible).

Tabla 2: Categorización de las 48 granjas de ganado caprino lechero seleccionadas en función de las variables analizadas.

Variables	Categoría		
	Nivel I	Nivel II	Nivel III
<i>Producción láctea</i>	> 484,3 Kg	396,3 – 484,3 Kg	< 396,3 Kg
<i>Alimentación</i>	> 30 %	20 – 30 %	< 20 %
<i>RCS</i>	< 1 x 10 ⁶ cel/ml	1 x 10 ⁶ – 2 x 10 ⁶ cel/ml	> 2 x 10 ⁶ cel/ml
<i>RBT</i>	< 100.000 ufc/ml	100.000 - 200.000 ufc/ml	> 200.000 ufc/ml
<i>Presencia de SCoP y SCoN</i>	Ausencia de Estafilococos	Presencia de SCoN o SCoP	Presencia de SCoN y SCoP
<i>Presencia ‘moderada/alta’ de otros microorganismos</i>	Ausencia total	Presencia de 1 microorganismo	Presencia de 2 o más microorganismos
<i>Seroprevalencia frente a CAEV</i>	< 10 %	10 – 50 %	> 50 %
<i>Seroprevalencia frente a PTB</i>	< 10 %	10 – 50 %	> 50 %
<i>Estatus sanitario Brucelosis</i>	M3 y M4	-	-
<i>Estatus sanitario Tuberculosis</i>	C3	C2-	C1
<i>Profilaxis sanitaria</i>	Desparasita regularmente y vacuna frente a Pasterelosis y Enterotoxemia	Desparasita y vacuna de Pasterelosis o vacuna de Enterotoxemia	Desparasita o Vacuna de Pasterelosis o Vacuna de Enterotoxemia
<i>Instalaciones y manejo</i>	9 - 11 ítems correctos	6 - 8 ítems correctos	≤ 5 ítems correctos
Categorización Global	<1,503	1,503 – 1,837	> 1,837

*RCS: Recuento de células somáticas, RBT: Recuento de Bacterias Totales, SCoP: Estafilococos coagulasa Positivos, SCoN: Estafilococos Coagulasa Negativos, Presencia de otros microorganismos (*Streptococcus spp.*, *Enterococcus spp.*, *Enterobacterias*, *Pseudomonas spp.*, *Trueperella pyogenes*), CAEV: Virus de la Artritis-Encefalitis-Caprina, PTB: Paratuberculosis.

Teniendo en cuenta la puntuación media obtenida por este método para toda la población y considerando un $\pm 10\%$ sobre esta puntuación, se ha establecido el nivel II como situación intermedia. Quedando el nivel I para aquellas granjas con una puntuación inferior a la media (-10%) y en el nivel III las ganaderías con una puntuación superior a la media ($+10\%$). De este modo la categorización global queda de la siguiente forma: Nivel I: $< 1,503$, Nivel II: $1,503 - 1,837$, Nivel III: $> 1,837$ (Tabla 2).

Resultados

A continuación, se muestra la distribución de las explotaciones para cada uno de los criterios establecidos en la tipificación, así como la categorización global (Tabla 3).

Tabla 3: Categorización de las 48 granjas de caprino lechero en función de las variables analizadas

Variables	Categoría		
	Nivel I	Nivel II	Nivel III
<i>Producción láctea</i>	11	22	15
<i>Alimentación (Nivel forrajero)</i>	36	12	-
<i>RCS</i>	13	30	5
<i>RBT</i>	35	4	9
<i>Presencia de SCoP y SCoN</i>	2	42	4
<i>Presencia 'moderada/alta' de otros microorganismos</i>	1	8	39
<i>Seroprevalencia frente a CAEV</i>	25	17	6
<i>Seroprevalencia frente a PTB</i>	22	18	8
<i>Status sanitario frente a Brucelosis</i>	48	-	-
<i>Status sanitario frente a Tuberculosis</i>	3	5	40
<i>Profilaxis sanitaria</i>	23	22	3
<i>Instalaciones y manejo</i>	28	19	1
Categorización Global	4	29	15

*RCS: Recuento de células somáticas, RBT: Recuento de Bacterias Totales, SCoP: Estafilococos coagulasa Positivos, SCoN: Estafilococos Coagulasa Negativos, Presencia de otros microorganismos (*Streptococcus spp.*, *Enterococcus spp.*, *Enterobacterias*, *Pseudomonas spp.*, *Trueperella pyogenes*), CAE: Artritis-Encefalitis-Caprina, PTB: Paratuberculosis

Según las variables analizadas, la **categorización global** de las explotaciones sigue una distribución normal (Figura 1). La mayoría de las granjas (60,42 %) se encuentran en niveles intermedios, existiendo un menor número de ganaderías en el nivel inferior (8,33 %) o en el superior (31,25 %). Del total de explotaciones de la empresa COVAP (n = 9), 7 se encontraban en el nivel II y 2 en el nivel III. De la empresa CABRAMA, encontramos 3 explotaciones en el nivel I, 10 en el nivel II y 7 en el nivel III. Por último, del total de explotaciones visitadas de la asociación ACRIFLOR, 1 se encontraba en el nivel I, 12 en el nivel II y 6 en el nivel III. La categorización de cada una de las granjas seleccionadas para el estudio en función de las variables estudiadas se muestra en el Anexo 3.

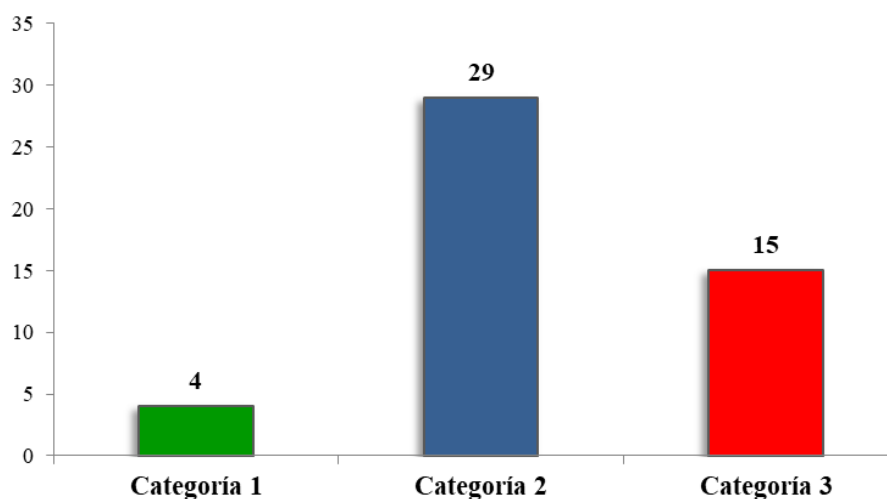


Figura 1. Distribución de las explotaciones caprinas en la categorización global.

Otro de los objetivos que nos propusimos fue desarrollar una herramienta informática sencilla, basada en una plantilla Excel, que permitiera establecer de forma práctica un modelo predictivo de clasificación de nuevas granjas en base a los registros de producción láctea, alimentación, índices sanitarios y características de las instalaciones y de las medidas de manejo (Figura 2).



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2	PROYECTO:			TRABAJO REALIZADO POR:			GRUPO PRODUCCIÓN ANIMAL (AGR195)			
3							GRUPO SANIDAD ANIMAL (AGR256)			
4			www.capritec.es							
5						UNIVERSIDAD D CORDOBA				
6										
7	HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA LA CATEGORIZACIÓN DE EXPLOTACIONES SEGÚN LOS CRITERIOS REUNIDOS EN EL PROYECTO CAPRITEC									
8										
9	Instalaciones		Opciones							Subcategoría
10		Higiene camas	Buena	Pulse aquí si es mala						
11		Ventilación	Mala	Pulse aquí si es mala						
12		Área paridera	No	Pulse aquí si no dispone						
13		Sala de espera	Sí	Pulse aquí si no dispone						
14		Sala de ordeño	Sí	Pulse aquí si no dispone						
15		Lechería	Sí	Pulse aquí si no dispone						
16		Tipo de lactancia	Artificial	Pulse aquí						
17		Local de lactancia	Sí	Pulse aquí						
18		Control de tª y humedad	Sí	Pulse aquí						
19		Nodrizas	Sí	Pulse aquí						
20		Higiene utillaje	Buena	Pulse aquí						
21										
22		Total de ítems correctos	9							1
23										
24										
25	Alimentación	Opciones de ración	Kg.	% fibra	Totales					Subcategoría
26		Kg. de concentrado	0,1	0%	0,00					
27		Kg. de forraje			0,00					
28		Kg. de paja/hierba fresca		100%	0,00					
29		Kg. Unifeed	2	23%	0,46					
30	Kg. mezcla			0,00						
31		Total de ingesta	2,1		0,46					

Figura 2. Modelo predictivo para conocer el estatus sanitario y productivo de las explotaciones caprinas mediante el programa informático Excel.

Una vez establecida la tipificación global de las explotaciones incluidas en este estudio y en base a los déficits detectados en cada granja, se realizó un informe en el cual se propusieron una serie de recomendaciones (Anexo 4) que fue entregado a los los responsables técnicos de las distintas asociaciones, con la finalidad de que los ganaderos pudieran aplicar medidas para mejorar la situación de su granja y así facilitar el ‘ascenso de categoría’ según los criterios establecidos en el diseño del proyecto.

Discusión

La mejora de la productividad y de la calidad de la leche y productos derivados representa uno de los retos más importantes para el sector caprino en Andalucía (IFAPA, 2016). El análisis de los índices sanitarios y productivos es esencial para el desarrollo de explotaciones caprinas lecheras con mayor rendimiento y calidad en sus productos, ya que

permite implementar medidas correctoras de actuación en base a los déficits que presentan (Ruíz *et al.*, 2007). En este trabajo se ha realizado una categorización de un conjunto de explotaciones, pertenecientes a las asociaciones más importantes productoras de leche caprina de Andalucía. Esto nos ha permitido conocer la situación del sector lechero en relación con diferentes parámetros, como son la producción láctea, índices sanitarios y condiciones de las instalaciones y manejo.

En referencia a la producción láctea normalizada a los 240 días, la mayoría de las granjas analizadas se encuentran por debajo de la producción media, de 440 Kg/animal. Varios trabajos señalan que existen una serie de factores que influyen en la producción de leche y su composición, y entre ellos se encuentran la raza, alimentación, sistema de manejo, cuidados sanitarios, tipo de ordeño y las condiciones climáticas (Morand-Fehr *et al.*, 2007; Bedolla *et al.*, 2012).

En relación con la alimentación, se ha valorado el nivel de fibra efectiva o nivel forrajero. En el 62 % de los rebaños analizados, el nivel de fibra que se suministraba a los animales era inferior al 30 %. El tipo de alimentación proporcionada en las explotaciones es uno de los principales factores que influye en la producción y calidad de la leche (Morand-Fehr *et al.*, 2007). El nivel forrajero de la ración debe ser mínimo del 30 %. Éste puede ser alcanzado mediante una alimentación basada en *unifeed*, o bien con el aporte de forraje por separado en las raciones basadas en concentrados.

En nuestro estudio se ha valorado la calidad higiénico-sanitaria de leche, observando que la mayoría de las granjas se encontraban en la categoría II para el RCS (62,5 %), en la categoría I para el RBT (72,92 %), en la categoría II para el aislamiento de SCoP/SCoN (87,5 %) y en la

categoría III para el aislamiento de otros patógenos (81,25 %). Estos resultados muestran la necesidad de aplicar medidas higiénico-sanitarias y prácticas de manejo adecuadas. Existen varios trabajos que describen los factores asociados al aumento de RCS y a la presencia de estafilococos y otros patógenos en leche (Jiménez-Granado *et al.*, 2014; Gonzalo, 2017), que incluyen medidas relacionadas con el manejo del ordeño, limpieza y desinfección adecuadas y tratamientos en el periodo de secado, así como la eliminación de animales con mamitis crónicas, que deberían ser tenidos en cuenta entre las propuestas de mejora (Anexo 4).

En este trabajo se ha valorado la situación sanitaria frente a enfermedades que pueden tener un impacto negativo en la producción caprina, como la Artritis-Encefalitis Caprina y la Paratuberculosis (Martínez-Navalón *et al.*, 2013; Sardaro *et al.*, 2017). Según nuestros resultados, alrededor del 50 % de las explotaciones analizadas fueron seropositivas al CAE (25 granjas, 52,08 %) y PTB (22 granjas, 45,83 %), resultados que no se discuten en el objetivo 2.

Todas las granjas que han participado en este proyecto estaban calificadas como indemnes M3 u oficialmente indemnes M4 para Brucelosis (categoría I). Este resultado es muy positivo y nos indica que las medidas recogidas en los Programas Nacionales de Erradicación de la Brucelosis Ovina y Caprina están funcionando en Andalucía (MAPA, 2018). Por el contrario, desconocemos los antecedentes clínicos y la situación con respecto a Tuberculosis de la mayoría de las explotaciones estudiadas, por lo que éstas han sido clasificadas como C1 (categoría III). Esto es debido a que la Tuberculosis caprina no está incluida en la lista de enfermedades de declaración obligatoria de la OIE, y por tanto no está sometida a campañas de erradicación específicas obligatorias (Orden 22 junio 2018, Junta de Andalucía).

En este trabajo, también se han valorado los programas de profilaxis sanitaria frente a algunas de las enfermedades más frecuentes en ganado caprino y que pueden influir en la producción. Cerca del 50 % de las granjas llevaban a cabo un adecuado protocolo de profilaxis sanitaria (desparasitación + vacuna *Pasteurella* + vacuna Enterotoxemia) (categoría I). La aplicación de correctas prácticas de desparasitación y vacunación pueden mejorar el estado sanitario de la cabaña caprina de Andalucía para obtener explotaciones con un mayor rendimiento lechero, tal y como indica la ‘*Guía de prácticas correctas de higiene para caprino de carne y de leche*’, publicada por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

En relación con las instalaciones y medidas de manejo, nuestro estudio muestra que el 58 % de las explotaciones tenían de 9 a 11 *ítems* correctos (categoría I) respecto a las instalaciones. Actualmente, los ganaderos pueden beneficiarse de ayudas para mejorar las instalaciones, equipamientos y maquinaria con cargo a fondos FEADER (Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural), con el objetivo de obtener un mayor rendimiento de las explotaciones, así como proteger la salud pública, el bienestar social y animal y el medioambiente (Programa de Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía, <https://www.juntadeandalucia.es/economiainnovacionyciencia/fondoseuropeosenandalucia/feader.php>), permitiendo el ascenso de las explotaciones a la categoría I.

Por otra parte, y aunque no era un objetivo de este trabajo, se seleccionaron 15 granjas según su categoría para implementar medidas correctoras en base a los déficits encontrados en cada explotación y estaban dirigidas a mejorar los siguientes *ítems* del estudio: (i) calidad de la leche; (ii) enfermedades infecciosas (CAEV, Paratuberculosis y Agalaxia Contagiosa); (iii) enfermedades sometidas a PNEEA (Brucelosis y Tuberculosis); (iv) profilaxis médica (vacunación/desparasitación); (v) instalaciones, alimentación y producción láctea. Se

seleccionaron 4 granjas de la categoría I, 6 de la categoría II y 5 de la categoría III, representativas de las diferentes Asociaciones Caprinas (Anexo 5). Tras la aplicación de las medidas indicadas, se realizó una nueva visita constatando *in situ* la mejora relativa de parámetros sanitarios y productivos (datos no mostrados). Consideramos que este estudio preliminar pone de manifiesto la clasificación de las explotaciones como una de las herramientas de gran utilidad para la mejora de las condiciones de explotación y obtención de productos con mayor valor añadido, atendiendo también a las demandas de los consumidores.

Referencias bibliográficas

- Bedolla, C., Bedolla, E.A., Castañeda, H., Wolter, W., Castañeda, M.A., Bärbel, K. 2012. Mastitis caprina. Revisión bibliográfica.
- Benavides, J., González, L., Dagleish, M., Pérez, V. 2015. Diagnostic pathology in microbial diseases of sheep or goats. *Veterinary Microbiology*. 181, 15-16.
- Castel, J.M.; Mena, Y.; Delgado, M., Camúñez, J., Basulto, J., Caravaca, F., Guzmán, J.L., Alcalde, M.J. 2003. Characterisation of semi-extensive goat production system in southern Spain. *Small Ruminant Research*. 47, 133-143.
- Castel, J.M., Ruíz, F.A., Mena, Y., Sánchez-Rodríguez, M. 2010. Present situation and future perspectives for goat production systems in Spain. *Small Ruminant Research*. 89 (2), 207-210.
- Castel, J.M., Mena, Y., Ruiz, F.A., Camuñez-Ruiz, J., Sánchez-Rodríguez, M. 2011. Changes occurring in dairy goat production systems in less favoured areas of Spain. *Small Ruminant Research*. 96, 83-92.
- Escareño, L., Salinas-González, H., Wurzinger, M., Iñiguez, L., Sölkner, J., Meza-Herrera, C.A. 2013. Dairy goat production systems. *Tropical Animal Health and Production*. 45, 17-34.

- Ganter, M. 2015. Zoonotic risks from small ruminants. *Veterinary Microbiology*. 181, 53-65.
- Guía de prácticas correctas de higiene. Caprino de carne y leche. 2007. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM). Gobierno de España.
- Gonzalo, C. 2017. Milk hygiene in small ruminants: A review. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 15 (4), 1-20.
- IFAPA, 2016. Condicionantes y oportunidades de la producción de leche de caprino. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo. International Goat Association (IGA).
- Jiménez-Granado, R., Sánchez-Rodríguez, M., Arce, C., Rodríguez-Estévez, V. 2014. Factors affecting somatic cells count in dairy goats: A Review. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 12, 133-150.
- MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación). 2018. El sector ovino y caprino en cifras. Principales indicadores económicos. 2018. Subdirección General de Productos Ganaderos. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Gobierno de España.
- Martínez-Navalón, B., Peris, C., Gómez, E.A., Peris, B., Roche, M.L., Caballero, C., Goyena, E., Berriatua, E. 2013. Quantitative estimation of the impact of caprine arthritis encephalitis virus infection on milkproduction by dairy goats. *The Veterinary Journal*. 197 (2), 311-317.
- Morand-Fehr, P., Fedele, V., Decandia, M and Le Frileux, Y. 2007. Influence of farming and feeding system on composition and quality of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*. 68, 20-34.
- Network on sheep and goats,
http://www.iamz.ciheam.org/es/research/networks/sheep_and_goats#anchor9
- Orden de 22 de Junio de 2018, por las que se desarrollan las normas de calificación de explotaciones de la especie caprina frente a Tuberculosis en Andalucía, se regula la

vacunación de paratuberculosis en caprino en Andalucía y por la que se modifica la Orden de 29 de noviembre de 2004 que desarrolla las normas de ejecución de los programas nacionales de vigilancia, prevención, control y erradicación de las enfermedades de los animales en Andalucía. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Junta de Andalucía. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía (BOJA) nº 123 de 27/06/2018.

Programa de Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía. Fondos Europeos en Andalucía.
<https://www.juntadeandalucia.es/economiainnovacionyciencia/fondoseuropeosenandalucia/feader.php>

Programa Nacional de Erradicación de la Brucelosis Ovina y Caprina (*Brucella melitensis*) 2019. Ministerio de Agricultura y Pesca y Alimentación (MAPA). Dirección General de Sanidad de la Producción Agraria. Subdirección General de Sanidad e Higiene Animal y Trazabilidad. Gobierno de España.

Quinn, P.J., Markey, B.K., Leonard, F.C., FitzPatrick, E.S., Fanning, S. 2018. Elementos de Microbiología Veterinaria. Editorial Acribia. ISBN: 978-84-200-1186-8.

Rubino, R., Toussaint, G.C. 2002. Dairy farm management system: goats. Encyclopaedia of Dairy Sciences. 2002, 699-708.

Ruíz, F.A., Mena, Y., Castel, J.M. 2007. Indicadores tecnico-economicos para explotaciones caprinas lecheras: forma de cálculo y modo de utilización. Córdoba.

Ruíz, F.A., Mena, Y., Castel, J.M., Guinamard, C., Bossis, N., Caramelle-Holtz, E., Contu, M., Sitzia, M., Fois, N. 2009. Dairy goat grazing systems in Mediterranean regions: A comparative analysis in Spain, France and Italy. Small Ruminant Research. 85, 42-49.

Sánchez, M., Gil, M.J., Fernández, E., Muñoz, M.E. 2006. Application of FAO/CIHEAM indexes for dairy systems to dairy goat groups in Western Andalusia. Options Méditerranéennes, Série A. 70, 187-192.

- Sardaro, R., Pieragostini, E., Rubino, G., Petazzi, F., 2017. Impact of *Mycobacterium avium* subspecies paratuberculosis on profit efficiency in semi-extensive dairy sheep and goat farms of Apulia, southern Italy. *Preventive Veterinary Medicine*. 136, 56-64.
- Toussaint, G. 2002. Notice des indicateurs de fonctionnement des systèmes laitiers. *Options Méditerranéennes. Série B*. 39, 147-157.
- Toussaint, G. 2004. Choix des paramètres technico-économiques utilisables dans la gestion des surfaces fourragères pour les ovins et les caprins. *Options Méditerranéennes. Série A*. 61, 19-26.
- Windsor P.A., 2015. Paratuberculosis in sheep and goats. *Veterinary Microbiology*. 181 (1-2), 161-169.

Estudio 2/Study 2

Estudio de seroprevalencia y factores de riesgo asociados al virus de la Artritis-Encefalitis Caprina (CAEV) y a la Paratuberculosis en explotaciones de ganado caprino lechero en Andalucía.

Seroprevalence and risk factors associated with Caprine Arthritis-Encephalitis virus and Mycobacterium avium subespecie paratuberculosis (Paratuberculosis) in dairy goat flocks from southern Spain.

Estudio 2.1/Study 2.1

Seroprevalencia y factores de riesgo del virus de la Artritis- Encefalitis Caprina en el sur de España.

Seroprevalence and risk factors of exposure to caprine arthritis-encephalitis virus in southern Spain.

Belén Barrero Domínguez, Inmaculada Luque, Alfonso Maldonado, Belén Huerta, Manuel
Sánchez, Jaime Gómez Laguna, Rafael Astorga.

Veterinary Record. Mar 4 2017; 180 (9): 226-229. doi: 10.1136/vr.104014.

Estudio descriptivo y analítico del virus de la Artritis Encefalitis Caprina (CAEV) en Andalucía.

Belén Barrero Domínguez, Inmaculada Luque Moreno, Belén Huerta Lorenzo, Alfonso
Maldonado García, Manuel Sánchez Rodríguez, Rocío Jiménez Granado, Jaime Gómez
Laguna, Rafael Jesús Astorga Márquez.

Revista Producción Animal N° 297. Julio-Agosto 2016. Pág. 48-54.

Resumen

El objetivo de este estudio fue determinar la seroprevalencia y los factores de riesgo asociados al virus de la Artritis-Encefalitis Caprina (CAEV) en explotaciones de Andalucía (sur de España). Se recogieron un total de 3312 sueros de cabras de tres razas diferentes y procedentes de 48 explotaciones ubicadas en diferentes zonas geográficas de Andalucía. Durante las visitas a las explotaciones se realizó una encuesta en la que se recopiló información sobre una serie de parámetros sanitarios y productivos.

Los sueros fueron analizados mediante el kit ELISA INgezim Maedi Screening (Ingenasa®). Del total de sueros analizados, 733 resultaron positivos. El porcentaje total de granjas infectadas fue del 87,71 % (IC₉₅ 78,42 - 97,00). La seroprevalencia individual fue del 23,22 % (IC₉₅ 21,78 - 24,65). La seroprevalencia intrgranja fue del 20,82 % ± 24,07. El análisis de regresión logística multivariante mostró que existía asociación significativa entre la seropositividad a CAEV y las siguientes variables: (i) *tamaño de explotación* ($P < 0,0001$; OR 2,07; IC₉₅ 1,73 - 2,50), (ii) *área de paridera* ($P < 0,0020$; OR 1,38; IC₉₅ 1,13 - 1,69), (iii) *protocolos de L+D* ($P < 0,0067$; OR 1,90; IC₉₅ 1,43 - 2,53), (iv) *reproducción natural* ($P < 0,0026$; OR 2,22; IC₉₅ 1,73 - 2,86) y (v) *multípara* ($P < 0,0001$; OR 2,90; IC₉₅ 2,17 - 3,87).

Los resultados de este trabajo indican una amplia difusión de la infección por CAEV en las explotaciones caprinas de Andalucía, actuando el tamaño de la explotación, la existencia de área de paridera, la ausencia de un adecuado programa de L+D, la monta natural, y el carácter ‘multípara’ como factores de riesgo en la presentación de la enfermedad.

Introducción

La Artritis-Encefalitis Caprina (CAE) es una enfermedad infecciosa causada por un virus de ARN, perteneciente a la familia Retroviridae y al género Lentivirus. Esta enfermedad tiene una distribución mundial, a excepción de Islandia, Nueva Zelanda y Australia, donde está totalmente erradicada (Nuotio, 2006).

El ciclo de infección ocurre principalmente vía oral, de la madre a la cría, a través del calostro, y menos frecuentemente por vía respiratoria, transplacentaria o fecal (Rowe *et al.*, 1997; Blacklaws *et al.*, 2004; Peterhans *et al.*, 2004). La mayoría de los animales infectados pueden permanecer como portadores inaparentes durante toda su vida constituyendo una importante y potencial fuente de infección. Cuando el proceso se manifiesta clínicamente, los signos más frecuentes en animales adultos son poliartritis, mamitis subclínicas con induración de la glándula mamaria y disminución progresiva de la producción láctea, problemas respiratorios y reproductivos, así como un deterioro general. En animales jóvenes, sin embargo, la enfermedad se expresa clínicamente en raras ocasiones, pero cuando lo hace provoca encefalomiелitis con signos nerviosos evidentes (Astorga *et al.*, 2001).

Para esta enfermedad no existen tratamientos ni vacunas, por lo que el control se basa fundamentalmente en la aplicación de medidas preventivas como el aporte de calostro artificial, aumento de presión en el desvieje, reposición externa con animales seronegativos, y pruebas de chequeo serológicas periódicas que nos permitirán segregar precozmente a los animales seropositivos en la recria (Rowe *et al.*, 1997; Reina *et al.*, 2009).

España es el segundo país productor de leche de cabra en Europa, y existen enfermedades como la Artritis-Encefalitis Caprina o la Agalaxia Contagiosa responsables de la disminución

en la producción lechera y que repercuten negativamente en la economía de las explotaciones. En nuestro país existen pocos estudios que muestren la distribución de esta enfermedad y menos aún sobre factores de riesgo. La mayoría de estos estudios han estado centrados en otras áreas geográficas (Contreras *et al.*, 1998, Sánchez *et al.*, 2001, Martínez-Navalón *et al.*, 2013). Por ello, se propuso el presente trabajo con el objetivo de conocer la seroprevalencia de CAEV en los rebaños de Andalucía e indagar los factores de riesgo asociados a una mayor frecuencia de exposición a la infección.

Material y métodos

Estudio serológico

Se han analizado un total de 3312 sueros de cabras primíparas y multíparas de las razas Murciano-Granadina (n = 437), Florida (n = 1082) y Malagueña (n = 1793) distribuidos entre 48 rebaños. Las granjas se ubicaban en tres zonas geográficas ganaderas de Andalucía: Sierra Morena (n = 21), Valle del Guadalquivir (n = 7) y provincia de Málaga (n = 20).

Las muestras de sangre fueron recogidas en tubos vacutainer (Becton Dickinson, Plymouth, UK) durante las visitas realizadas a las granjas, permitiendo la coagulación a temperatura ambiente y posteriormente centrifugadas a 1200 x g durante 10 - 15 minutos. Los sueros fueron obtenidos y congelados a -20 °C hasta su posterior análisis. Durante las visitas a las explotaciones también se cumplimentó una encuesta en la que se recogió información sobre una serie de parámetros sanitarios y productivos relacionados con CAEV: *situación geográfica* (Sierra Morena, Valle del Guadalquivir o provincia de Málaga), *raza* (Malagueña, Murciano-Granadina o Florida), *tamaño de explotación* (grande > 500 cabras o pequeña < 500 cabras), *sistema de producción* (intensivo o semi-intensivo), *existencia de área de paridera* (sí/no), *protocolos de limpieza y desinfección (L+D) en las instalaciones* (sí o no), *ventilación*

(deficiente o buena), *tipo de reproducción* (natural o artificial), *nº partos* (primíparas o multíparas) y *tipo de lactancia* (natural o artificial).

Los sueros fueron analizados mediante el kit ELISA indirecto INgezim Maedi Screening, (Ingenasa®) siguiendo las instrucciones del fabricante. Este kit está basado en un ensayo inmunoenzimático que usa un anticuerpo monoclonal específico de inmunoglobulinas de pequeños rumiantes y dos péptidos específicos del virus de Maedi Visna y del virus de la Artritis-Encefalitis Caprina. Este ensayo presenta una sensibilidad y especificidad del 95 % y 99,9 %, respectivamente.

Análisis estadístico

Se ha realizado un estudio descriptivo transversal mediante el programa de cálculo estadístico WinEpi 2.0 (De Blas, Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza, 2006). El tamaño de la muestra fue calculado para estimar la seroprevalencia de exposición a CAEV con un nivel de confianza del 95 % y un error estimado del 10 %. El modelo Bayesiano ha sido utilizado para ajustar los valores de seroprevalencia obtenidos, dado que la validez de la técnica diagnóstica es imperfecta (sensibilidad y especificidad).

Aprovechando los resultados del chequeo serológico y los datos recogidos en la encuesta, nos propusimos realizar un estudio transversal comparativo para determinar los posibles factores de riesgo asociados con la exposición a CAEV. Los datos fueron sometidos a un análisis bivariante mediante el programa estadístico SPSS (SPSS para Windows, Version 15.0 Inc., Chicago, USA). Posteriormente, las variables con diferencias significativas ($P < 0,25$) fueron sometidas a un análisis de regresión logística multivariante con el fin de determinar el

grado de asociación y calcular la *Odds ratio* (OR) (nivel de confianza 95 %, IC₉₅) para confirmar su papel como factores de riesgo.

Resultados

El análisis serológico mostró que 733 cabras de las 3312 analizadas eran seropositivas a la infección por CAEV, con una seroprevalencia individual del 23,22 % (IC₉₅ 21,78 - 24,65). El porcentaje total de granjas infectadas fue del 87,71 % (IC₉₅ 78,42 - 97,00), distribuidas de la siguiente forma: 95,23 % (IC₉₅ 86,12 - 100) en Sierra Morena, 90,22 % (IC₉₅ 68,21 - 100) en el Valle del Guadalquivir, y 78,93 % (IC₉₅ 61,05 - 96,80) en la provincia de Málaga. No se observaron diferencias significativas entre las distintas zonas geográficas ($P > 0,05$). En relación a la seroprevalencia dentro de las granjas afectadas, el porcentaje medio de animales positivos fue del 20,82 % \pm 24,07 (Tabla 1).

Tabla 1. Seroprevalencia de CAEV según situación geográfica.

Seroprevalencia (%)	Granjas	Individuos	Intrgranja (X \pm DE)
Sierra Morena	95,23 (IC ₉₅ 86,12-100)	24,82 (IC ₉₅ 22,48-27,17)	21,77 \pm 24,86
Valle del Guadalquivir	90,22 (IC ₉₅ 68,21-100)	23,23 (IC ₉₅ 19,32-27,15)	20,56 \pm 24,35
Provincia de Málaga	78,93 (IC ₉₅ 61,05-96,80)	21,87 (IC ₉₅ 19,82-23,92)	19,93 \pm 24,35
Total	87,71 (IC ₉₅ 78,42-97,00)	23,22 (IC ₉₅ 21,78-24,65)	20,82 \pm 24,07

X: Media

DE: Desviación típica

Se observaron diferencias significativas entre los valores de seroprevalencia en función de la raza *Murciano-Granadina* en relación a las otras dos razas ($P < 0,05$), siendo esta raza la que obtuvo una mayor prevalencia (28,59 %) (Tabla 2). Asimismo, comprobamos que la seroprevalencia también fue significativamente mayor en las explotaciones con las siguientes características zootécnicas: *mayor censo de animales, sistemas de producción intensivo, existencia de área de paridera, ausencia de protocolos L+D, inapropiada ventilación, reproducción natural y mayor índice de hembras múltiparas* (Tabla 2).

Tabla 2. Seroprevalencia de CAEV según las variables de estudio.

Variable	Analizados	Positivos	Seroprevalencia (%)	IC₉₅ (%)	P
Raza					
Malagueña	1793	405	23,70	21,73-25,66	0,0058
Murciano-granadina	437	119	28,59	24,35-32,83	
Florida	1082	209	20,25	17,85-22,64	
Tamaño de explotación					
Grande	1212	359	31,11	28,50-33,71	0,0001
Pequeña	2100	374	18,66	16,99-20,33	
Sistema de producción					
Intensivo	1613	420	27,33	25,16-29,51	0,0001
Semi-intensivo	1699	313	19,31	17,43-21,18	
Área de paridera					
Sí	1845	445	25,31	23,33-27,29	0,0020
No	1467	288	20,58	18,51-22,65	
Protocolos de L+D*					
No	284	81	29,95	24,62-35,28	0,0067
Sí	3028	652	22,58	21,09-24,07	
Sistema de reproducción					
Natural	457	126	28,95	24,79-33,11	0,0026
Artificial	2855	607	22,30	20,77-23,83	
Ventilación					
Deficiente	871	202	24,33	21,48-27,18	0,0016
Buena	2441	531	22,82	21,15-24,48	
Nº de partos					
Múltipara	2807	672	25,12	23,52-26,73	0,0001
Primípara	505	61	12,62	9,73-15,52	
Lactación					
Artificial	2821	665	24,73	23,14-26,33	0,0001
Natural	491	68	14,49	11,37-17,60	

IC: Intervalo de confianza

* L+D: Protocolos de limpieza y desinfección

La Tabla 3 muestra los resultados de los análisis bivariable y multivariable realizados para aquellas variables con diferencias significativas ($P < 0,25$). A partir del estudio multivariable han resultado ser factores de riesgo las siguientes variables: (i) *tamaño de explotación* ($P < 0,0001$; OR 2,07; IC₉₅ 1,73 - 2,50), (ii) *área de paridera* ($P < 0,0020$; OR

1,38; IC₉₅ 1,13 - 1,69), (iii) *protocolo de L+D* ($P < 0,0067$; OR 1,90; IC₉₅ 1,43 - 2,53), (iv) *reproducción natural* ($P < 0,0026$; OR 2,22; IC₉₅ 1,73 - 2,86) y (v) *multípara* ($P < 0,0001$; OR 2,90; IC₉₅ 2,17 - 3,87).

Tabla 3. Factores de riesgo asociados a la seropositividad a CAEV.

Factor de Riesgo	% en la muestra	Bivariante			Multivariante	
		OR Cruda	IC ₉₅ (%)	P	OR Ajustada	IC ₉₅ (%)
Explotación de gran tamaño	36,60	1,94	1,64-2,29	0,0001	2,07	1,73-2,50
Sistema de producción intensivo	48,70	1,56	1,32-1,84	0,0001	-	-
Área de paridera	55,71	1,30	1,10-1,54	0,0020	1,38	1,13-1,69
Ausencia de L+D*	8,57	1,45	1,11-1,91	0,0067	1,90	1,43-2,53
Reproducción natural	13,80	1,41	1,13-1,76	0,0026	2,22	1,73-2,86
Multípara	84,75	2,29	1,73-3,04	0,0001	2,90	2,17-3,87

OR: *Odds ratio*

IC: Intervalo de confianza

* L+D: ausencia de protocolos de limpieza y desinfección

Discusión

En este estudio la seroprevalencia total de animales expuestos a CAEV fue del 23,22 % (IC₉₅ 21,78 - 24,65) (Tabla 1), porcentaje similar a los obtenidos por otros autores en el este de España (Comunidad Valenciana) en cabras Murciano-Granadinas, y utilizando la misma técnica serológica (Sánchez *et al.*, 2001; Martínez-Navalón *et al.*, 2013).

El porcentaje medio de animales positivos dentro de las granjas (prevalencia intrgranja) fue del 20,82 % ± 24,07 (Tabla 1). La seroprevalencia intrgranja se distribuyó de la siguiente forma: 23 de las 48 granjas (47,91 %) presentaron una seroprevalencia inferior al 10 %, 19 granjas (39,59 %) entre el 10 % y el 50 %, y tan sólo 6 granjas (12,50 %) presentaron tasas superiores al 50 %. Por su parte, Martínez-Navalón *et al.* (2013) en la Comunidad Valenciana (este de España) detectó 13 granjas (59,10 %) con una prevalencia inferior al 10 %, 6 granjas

(27,27 %) entre el 10 - 50 % y 3 granjas (13,63 %) con una prevalencia superior al 50 %. Observamos que ambos estudios siguen una similar distribución indicando que la mayoría de las explotaciones poseen una prevalencia inferior al 50 %. Estos resultados muestran que la seroprevalencia sigue el mismo patrón en el sur y este de España, datos que podrían extrapolarse al resto del país.

En nuestro estudio observamos diferencias significativas entre los resultados obtenidos para la raza *Murciano-Granadina* con respecto a las otras dos razas ($P < 0,05$) y con la variable *reproducción natural* como factor de riesgo. En todas las explotaciones de la raza *Murciano-Granadina* se practica este tipo de reproducción, por lo que esta diferencia significativa es debido a que todas las granjas de esta raza realizan reproducción natural, y no al hecho en sí de que los animales sean de dicha raza.

El análisis multivariante demuestra que la probabilidad de exposición al CAEV está significativamente asociada al *tamaño de explotación* ($OR\ 2,07$; $IC_{95}\ 1,73 - 2,50$) (Tabla 3). Las granjas de gran tamaño (> 500 cabras) tienen 2 veces más probabilidad de ser seropositivas que las pequeñas. Es decir, cuánto mayor es el número de animales que conviven en una misma granja mayor es la probabilidad de contagio, debido al estrecho contacto entre ellos; resultados que coinciden con los obtenidos en otros trabajos (Blacklaws *et al.*, 2004; Peterhans *et al.*, 2004, Keba *et al.*, 2013). En nuestro estudio, este hecho también podría explicar que la variable *existencia de área de paridera* sea definida en nuestro análisis como factor de riesgo en las explotaciones.

La variable *sistema de producción intensivo*, que en el análisis bivariante aparece como un factor de riesgo, desaparece en el multivariante debido posiblemente a que ésta se encuentra

estrechamente relacionada con el *tamaño de la explotación* (Tabla 3). Es decir, las explotaciones con sistemas de producción intensiva suelen tener un mayor número de animales, por ello la variable *tamaño de la granja* actuaría como variable confundente en el análisis bivariante, haciendo que la variable *sistema de producción* aparezca asociada a la exposición por CAEV (*OR* 1,56; *IC*₉₅ 1,32 - 1,84) (Tabla 3). No obstante, al realizar el análisis multivariante, esta variable desaparece y se observa que el verdadero factor de riesgo es el *tamaño de la explotación*. Los estudios realizados por Tabet *et al.* (2015), en el Líbano, asociaron el sistema de producción intensivo con una mayor seroprevalencia de CAEV sin tener en cuenta el tamaño de la explotación. Estos resultados demuestran la importancia de realizar análisis multivariante para conocer los factores de riesgo asociados a una determinada enfermedad.

Respecto a la variable *lactación*, los resultados del análisis bivariante obtenidos muestran que la exposición a CAEV es inferior cuando la lactancia es natural, es decir, existía una mayor probabilidad de contagio en animales sometidos a lactancia artificial (Tabla 2). Teóricamente y dado el tipo de transmisión del virus (a través del calostro) este dato no concuerda con lo esperado. Desde un punto de vista epidemiológico, la explicación más plausible a este hecho radica en que probablemente la muestra recogida de animales sometidos a *lactación natural* (n = 491) es muy inferior a la de aquellos con *lactación artificial* (n = 2821), por lo que es posible que se hayan producido errores aleatorios en los resultados obtenidos. No obstante, esta variable también desaparece del modelo al aplicar el análisis multivariante.

La ausencia de un adecuado *protocolo de limpieza y desinfección* también se relaciona con una mayor seroprevalencia de CAEV en la granja (*OR* 1,90; *IC*₉₅ 1,43 - 2,53) (Tabla 3). En la bibliografía consultada existen escasas referencias sobre la relación entre ambas variables, no

obstante, consideramos que es importante mantener una buena higiene y desinfección de las instalaciones, sobre todo en explotaciones de gran tamaño donde hay un mayor número de animales y posibilidad de contagio, ya que la transmisión del virus puede producirse de forma indirecta a partir de material fecal o aerosoles respiratorios en el ambiente (Blacklaws *et al.*, 2004). Por ello, es aconsejable llevar a cabo correctos protocolos de limpieza y desinfección para eliminar materia orgánica potencial diseminadora de CAEV.

Las explotaciones caprinas que llevan a cabo la *reproducción natural* presentan 2 veces más probabilidad de padecer la infección que aquellas que realizan técnicas de reproducción artificial (*OR* 2,22; *IC*₉₅ 1,73 - 2,86) (Tabla 3). Es decir, la reproducción natural es un factor de riesgo importante, siendo posible la transmisión del virus entre machos y hembras a través del semen, ya demostrado en trabajos previos (Ali Al Ahmad *et al.*, 2008a y Peterson *et al.*, 2008). Por ello, para evitar o prevenir la exposición al CAEV se recomiendan las técnicas de reproducción artificial, como la inseminación artificial y la transferencia de embriones (Ali Al Ahmad *et al.*, 2008a, 2008b).

Finalmente, otra de las variables que en el análisis multivariante muestra asociación significativa con la seropositividad a CAEV es la relacionada con el número de partos, presentando las *hembras multíparas* cerca de 3 veces más probabilidad de entrar en contacto con el virus y presentar una tasa de anticuerpos detectable (*OR* 2,90; *IC*₉₅ 2,17 - 3,87). Estos resultados pueden ser explicados porque al aumentar el número de partos, y también la edad de los animales, aumenta la probabilidad de que las hembras se contagien o que las ya infectadas ‘portadoras inaparentes’ transmitan el virus. Existe un flujo continuo de transmisión debido al contacto prolongado entre animales infectados inaparentes y animales sanos que justifica que la

edad se considere factor de riesgo y sugiere el papel epidemiológico que juegan las hembras multíparas en la presentación de la enfermedad (Ghanem *et al.*, 2009).

Conflicto de intereses

Ninguno de los autores de este trabajo tiene una relación financiera o personal con otras personas u organizaciones que puedan influir de forma inapropiada en el contenido del documento.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado a través del proyecto CAPRITEC “Tecnologías para la Optimización de la Sanidad, Producción y Productos de la Leche de Cabra en Andalucía” (FEDER-INNTERCONECTA 2013, Ref. ITC-20131070, CDTI), y llevado a cabo gracias a la colaboración de los ganaderos pertenecientes a las asociaciones de caprino CABRAMA, COVAP y ACRIFLOR, los Departamentos de Sanidad Animal y Producción Animal de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Córdoba (España) y CICAP (Centro de investigación y Calidad Agroalimentaria del Valle de los Pedroches, Pozoblanco, Córdoba).

Referencias bibliográficas

- Ali Al Ahmad, M.Z., Fieni, F., Pellerin, J.L., Guigen, F., Cherel, Y., Chatagnon, G., Bouzar, A.B., Chebloune, Y. 2008a. Detection of viral genomes of caprine arthritis-encephalitis virus (CAEV) in semen and genital tract tissues of male goat. *Theriogenology*. 69, 473-480.
- Ali Al Ahmad, M.Z., Chebloune, Y., Bouzar, B.A., Baril, G., Bouvier, F., Chatagnon, G., Leboeuf, B., Pepin, M., Guilbert, J.M., Russo, P., Manfredi, E., Martin, J., Fieni, F.

- 2008b. Lack of risk of transmission of caprine arthritis-encephalitis virus (CAEV) after an appropriate embryo transfer procedure. *Theriogenology*. 69, 408-415.
- Astorga, R., Perea, J.A., Arenas, A., Maldonado, A., Tarradas, C., Luque, I., Huerta, B., Borge, C., Martínez, F.J., Cámara, S., Miranda, A., Carrasco, L., Sierra, M.A., Méndez, A., Gómez-Villamandos, J.C., Mozos, E., J. Martín, J., Pérez, J., Bautista, M.J., Quezada, M., Jover, A. 2001. *Patología de los pequeños rumiantes en imágenes*. Vol. XXXI. Ciencias Veterinarias. Consejo General de Colegios Veterinarios de España. Edit. Publex Studio. *Depósito legal: M-2794-1990*. 144 pag.
- Blacklaws, B.A., Berriatua, E., Torsteinsdottir, S., Watt, N.J., de Andres. D., Klein, D., Harkiss, G.D., 2004. Transmission of small ruminants lentiviruses. *Veterinary Microbiology*. 101, 199-208.
- Contreras, A., Corrales, J.C., Sánchez, A., Aduriz, J.J., Gonzalez, L., Marco, J. 1998. Caprine arthritis-encephalitis in an indigenous Spanish breed of dairy goat. *Veterinary Record*. 142, 140-142.
- De Blas, I. 2006. WinEpi 2.0 statistic program. Working in Epidemiology. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza.
- Ghanem, Y.M., El-Khodery, S.A., Saad, A.A., Elragaby, S.A., Abdelkader, A.H., Heybe. A. 2009. Prevalence and risk factors of caprine arthritis encephalitis virus infection (CAEV) in Northern Somalia. *Small Ruminant Research*. 85, 142-148.
- Keba, J., Czopowicz, M., Ganter, M., Nowicki, M., Witkowski, L., Nowicka, D., Szalus-Jordanow, O. 2013. Risk factors associated with seropositivity to small ruminant lentiviruses in goat herds. *Research in Veterinary Science*. 94, 225-227.
- Martínez-Navalón, B., Peris, C., Gómez, E.A., Peris, B., Roche, M.L., Caballero, C., Goyena, E., Berriatua, E. 2013. Quantitative estimation of the impact of caprine arthritis

- encephalitis virus infection on milk production by dairy goats. *Veterinary Journal*. 197, 311-317.
- Nuotio, L. O. 2006. Control and eradication of viral diseases of ruminants. Doctoral Thesis, University of Helsinki, Helsinki, Finland.
- Peterhans, E., Greenland, T., Badiola, J., Harkiss, G., Bertoni, G., Amorena, B., Eliasiewicz, M., Juste, R.A., Krassnig, R., Lafont, J.P., Lenihan, P., Petursson, G., Pritchard, G., Thorley, J., Vitu, C., Mornex, J.F., Pepin, M. 2004. Routes of transmission and consequences of small ruminant lentiviruses (SRLVs) infection and eradication schemes. *Veterinary Research*. 35, 257–274.
- Perterson, K., Brinkhof, J., Houwers, D.J., Colenbrander, B., Gadella, B.M. 2008. Presence of pro-lentiviral DNA in male sexual organs and ejaculates of small ruminants. *Theriogenology*. 69, 433-442.
- Reina, R., Berriatua, E., Luján, L., Juste, R., Sánchez, A., De Andrés, D., Amorena, B. 2009. Prevention strategies against small ruminants lentiviruses: An update. *Veterinary Journal*. 182, 31-37.
- Rowe, J.D., East, N.E. 1997. Risk factors for transmission and methods for control of caprine arthritis-encephalitis virus infection. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 13, 35-53.
- Sánchez, A., Contreras, A., Corrales, J.C., Marco, J.C. 2001. Relationships between infection with caprine arthritis encephalitis virus, intramammary bacterial infection and somatic cell counts in dairy goats. *Veterinary Record*. 148, 711-714.
- Tabet, E., Horsi, C., Abi-Rizk, A. 2015. Caprine arthritis encephalitis virus: prevalence and risk factors in Lebanon. *Revue Scientifique and Technique*. 34, 915-921.

Estudio 2.2/Study 2.2

Paratuberculosis en explotaciones caprinas lechera del sur de España: factores de riesgo asociados con la exposición.

Paratuberculosis in dairy goat flocks from southern Spain: risk factors associated with exposure.

Belén Barrero Domínguez, Inmaculada Luque, Belén Huerta, Jaime Gómez Laguna, Angela Galán Relaño, Lidia Gómez Gascón, Manuel Sánchez, Rafael J. Astorga.

Veterinary Record. Enviado para publicación.

Epidemiología de la Paratuberculosis en granjas caprinas lecheras de Andalucía.

Belén Barrero-Domínguez, Inmaculada Luque Moreno, Belén Huerta, Jaime Gómez-Laguna, Ángela Galán-Relaño, Manuel Sánchez, Rafael Jesús Astorga Márquez.

Revista Producción Animal. N° 309. Julio-Agosto 2018. Pág. 6-12.

Resumen

Se ha realizado un estudio transversal para determinar la exposición y los factores de riesgo asociados con la exposición a Paratuberculosis (PTB) en las explotaciones caprinas lecheras del sur de España. Se tomaron 3312 muestras de suero a partir de 48 granjas localizadas en tres áreas geográficas diferentes zonas del sur de España (Sierra Morena, Valle del Guadalquivir y Provincia de Málaga). Además, durante las visitas a las explotaciones se recopilaron una serie de parámetros sanitarios y productivos.

Los sueros se analizaron mediante el kit de ELISA indirecto Parachek (Ingenasa®). Un total de 511 cabras fueron seropositivas, dando lugar a una seroprevalencia verdadera del 22,54 % (IC₉₅ 21,12 - 23,97). El 87,50 % (IC₉₅ 78,14 - 96,98) de los rebaños resultaron ser seropositivos, con diferencias significativas entre las tres zonas geográficas analizadas, desde el 100 % (IC₉₅ 64,56 - 100) (Valle del Guadalquivir) al 75 % (IC₉₅ 56,02 - 93,98) (provincia de Málaga). La seroprevalencia intragránja fue del 25,43 ± 31,71, distribuida de la siguiente forma: 22 explotaciones (45,83 %) con una seroprevalencia inferior al 10 %; 18 rebaños (37,5 %) con una seroprevalencia entre el 10 % y el 50 %; y 8 granjas (16,67 %) con valores superiores al 50%. En el análisis de regresión logística multivariante, las siguientes variables mostraron asociación significativa con la seroprevalencia de PTB: (i) *sistema de producción intensivo* ($P < 0,001$; OR 1,93; IC₉₅ 1,53 - 2,43), (ii) *no manejar a los animales por lotes* ($P < 0,0001$; OR 2,94; IC₉₅ 2,23 - 3,87), (iii) *ventilación inapropiada* ($P < 0,0001$; OR 2,59; IC₉₅ 1,78 - 3,78) y (iv) *seropositividad al virus de la Artritis-Encefalitis Caprina (CAEV)* ($P < 0,0001$; OR 1,83; IC₉₅ 1,47 - 2,28).

Estos resultados indican una amplia dispersión de la infección de PTB en las explotaciones caprinas del sur de España. Por esta razón, los programas de control deben

incluir medidas sanitarias y de manejo para reducir la prevalencia de PTB, siendo necesario realizar nuevos trabajos para determinar la influencia de la co-infección de CAEV-PTB en el estado inmune de los animales.

Introducción

La Paratuberculosis (PTB), o enfermedad de Johne, es una enfermedad entérica, debilitante y crónica, y que afecta a los rumiantes. La PTB está causada por *Mycobacterium avium* subesp. *paratuberculosis* (MAP), tiene una distribución mundial y ha sido reconocida en ovejas y cabras en numerosos países (Angelidou *et al.*, 2014; Windsor, 2015). La infección por MAP puede producirse durante los primeros meses de vida debido al contacto con heces, calostro o leche contaminados, o incluso *in utero* (Angelidou *et al.*, 2014). Los animales pueden desarrollar los signos clínicos tras un periodo largo de incubación, aunque la bacteria puede ser eliminada por las heces durante meses antes de la aparición de los signos clínicos (Stonos *et al.*, 2017). La principal sintomatología observada en las explotaciones es la progresiva pérdida de peso e intolerancia al ejercicio, con algunos casos de diarreas y una disminución de la producción láctea (Windsor, 2015; Stonos *et al.*, 2017). Esta enfermedad ocasiona un grave impacto económico con pérdidas de producción debido a la reposición temprana de los animales, sacrificio, bajo valor de las canales y costes derivados de las medidas de control aplicadas a las explotaciones (Weber *et al.*, 2006; Sardaro *et al.*, 2017; Souriau *et al.*, 2017). La importancia de la PTB también radica en la posible relación zoonótica con la enfermedad de Crohn, aunque hoy en día aún no ha sido claramente demostrada, siendo probable el contagio a través de la ingestión de leche y carne contaminadas con MAP procedente de rumiantes infectados (Eltholth *et al.*, 2009; Faria *et al.*, 2014).

La producción caprina se ha incrementado en todo el mundo, sobre todo en los países desarrollados, debido a su bajo coste y al hecho de que la leche de cabra y sus productos derivados son un alimento ideal para las personas con alergia a la leche de vaca (Schwarz *et al.*, 2017). A nivel mundial, Europa es el tercer continente más importante en la producción de leche de cabra (14,40 %). España, Grecia y Francia concentran el 70 % del censo caprino lechero y el 80 % de la producción caprina lechera de Europa. Andalucía, una región del sur de España, es una de las regiones europeas con mayor censo caprino y la mayor productora de leche de este país (520,165 cabras lecheras y 206,114 litros de leche) (MAPA, 2018).

El diagnóstico y control de la PTB es difícil, los animales infectados pueden permanecer asintomáticos durante años y mientras tanto pueden eliminar la bacteria (Windsor, 2015). En España no hay programas oficiales de erradicación ni existen datos suficientes sobre la distribución de PTB en las explotaciones caprinas, aunque han sido detectadas prevalencias individuales superiores al 40 % (Mainar-Jaime *et al.*, 1998; Reviriego *et al.*, 2000; Nielsen y Toft, 2009). En la actualidad, las principales estrategias para el control de esta enfermedad están basadas en la identificación y segregación de los animales infectados y en la reducción de los factores de riesgo asociados con la entrada, diseminación y mantenimiento de MAP en las granjas (Coelho *et al.*, 2010; Pieper *et al.*, 2014; Angelidou *et al.*, 2014; Windsor, 2015).

Aunque existen vacunas frente a la PTB, debido a las posibles interferencias que puede originar para el diagnóstico de la Tuberculosis, la vacunación ha estado prohibida en esta Andalucía (Orden 25 junio 2008, Junta de Andalucía). Sin embargo, en el año 2018 se ha publicado una nueva orden (Orden 22 junio 2018, Junta de Andalucía), que permite la vacunación de los animales, aunque en la actualidad no existen técnicas diagnósticas que diferencien los anticuerpos vacunales de los de la infección.

A pesar de la importancia de PTB en la producción caprina, no existen datos actualizados sobre la prevalencia de MAP en esta especie. Por ello, nos propusimos realizar un estudio transversal para determinar la seroprevalencia y los factores de riesgo asociados a PTB en las explotaciones caprinas lecheras del sur de España.

Material y métodos

Diseño del estudio y muestreo

La región de Andalucía está localizada en el sur de la península ibérica, en el sur-oeste de Europa. Es la comunidad más habitada de España y la segunda con mayor extensión geográfica (Instituto Nacional de Estadística, 2018). Andalucía siempre ha contado con una larga tradición ganadera. La ganadería caprina se desarrolla en zonas montañosas y generalmente es un sector respetuoso con el medio ambiente. Las razas caprinas Murciano-Granadina, Malagueña y Florida se encuentran principalmente localizadas en esta Comunidad Autónoma y producen la mayor parte de la producción lechera caprina total de la región. En estas razas, el tamaño medio de explotación es de 400 cabras (ARCA, 2019). Los periodos reproductivos son relativamente largos, basados en la alimentación en zonas de pastoreo durante el día, y el aporte de suplemento en las naves durante la noche. Los cabritos son destetados aproximadamente a los 40 - 42 días de vida y posteriormente las madres son ordeñadas mecánicamente dos veces al día. El periodo lechero es de aproximadamente de 5 meses. La tasa de reposición anual es de alrededor del 25 %, porcentaje similar a la tasa de sacrificio.

La población objeto de estudio incluyó un total de 48 explotaciones caprinas lecheras localizadas en tres zonas geográficas de Andalucía: Sierra Morena (n = 21), Valle del Guadalquivir (n = 7) y provincia de Málaga (n = 20). Estas granjas fueron seleccionadas por su participación en el proyecto CAPRITEC y pertenecer a las asociaciones ganaderas de razas

caprinas autóctonas más importantes de Andalucía. Además, todas ellas estaban sometidas a control lechero oficial a través de la Federación Andaluza de Asociaciones de Caprino de Raza Pura (Cabrandalucía). Para realizar este trabajo se obtuvieron 3312 muestras de sangre de cabras de las razas autóctonas Murciano-Granadina (n = 437), Malagueña (n = 1793) y Florida (n = 1082). El tamaño de la muestra fue calculado mediante el programa estadístico WinEpi 2.0 (De Blas, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, 2006), para estimar la seroprevalencia de PTB para un nivel de confianza del 95 % y un error aceptado del ± 10 %. Los animales muestreados eran mayores de 1 año y no habían sido vacunados previamente frente a PTB. Las muestras de sangre fueron recogidas en tubos vacutainer (Becton Dickinson, Plymouth, UK) durante las visitas realizadas a las granjas, permitiendo su coagulación a temperatura ambiente y posteriormente centrifugadas a 1200 x g durante 10 - 15 minutos. Los sueros obtenidos se congelaron a - 20 °C hasta su posterior análisis.

Recogida de datos

Durante las visitas a las explotaciones también se cumplimentó un cuestionario en el que se recogió información sobre una serie de parámetros sanitarios y productivos: *situación geográfica* (Sierra Morena, Valle del Guadalquivir o provincia de Málaga), *raza* (Malagueña, Murciano-Granadina o Florida), *sistema de producción* (intensivo/semi-intensivo), *existencia de área de paridera* (sí/no), *manejo por lotes* (sí/no), *tipo de lactancia* (natural/artificial), *ventilación* (deficiente/buena) y *seropositividad al Virus de la Artritis-Encefalitis Caprina* (CAEV) (sí/no) (Barrero-Domínguez *et al.*, 2017).

Toda la información recogida fue introducida en una base de datos, utilizando el programa estadístico SPSS, para su posterior análisis estadístico.

Análisis serológico

Los sueros se analizaron mediante el kit ELISA indirecto Parachek (Ingenasa[®]) siguiendo las instrucciones del fabricante. Este kit está basado en un ensayo inmunoenzimático que detecta anticuerpos específicos de *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* en vacas, ovejas y cabras. Los valores de sensibilidad y especificidad que presenta esta técnica son del 65 - 88 % y del 99 %, respectivamente. En nuestro estudio, la seroprevalencia verdadera fue calculada utilizando el valor de sensibilidad más desfavorable (65 %).

Análisis estadístico

Se ha llevado a cabo un estudio transversal descriptivo mediante el programa estadístico WinEpi 2.0 (De Blas, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, 2006) para determinar la seroprevalencia individual e intrgranja. Así mismo, se ha aplicado el modelo Bayesiano para ajustar los valores de seroprevalencia, dado que la técnica diagnóstica es imperfecta (sensibilidad y especificidad).

Una vez analizados los sueros y con los datos recogidos en la encuesta, nos propusimos realizar un estudio transversal comparativo para determinar los posibles factores de riesgo asociados con la exposición a PTB. Los datos fueron sometidos a un análisis bivalente mediante el programa estadístico SPSS (SPSS para Windows, Version 15.0 Inc., Chicago, USA). Posteriormente, las variables con diferencias significativas ($P < 0,25$) fueron sometidas a un análisis de regresión logística multivariante con el fin de determinar el grado de asociación y calcular la *Odds ratio* (OR) (nivel de confianza 95 %, IC₉₅) para confirmar su papel como factores de riesgo.

Resultados

Del total de sueros analizados ($n = 3312$), 511 resultaron positivos a la infección por MAP. Tras aplicar la corrección del modelo Bayesiano, que tiene en cuenta la sensibilidad y especificidad del ELISA utilizado, la seroprevalencia real fue del 22,54 % (IC₉₅ 21,12 - 23,97). En 42 explotaciones (87,50 %, IC₉₅ 78,14 - 96,86) al menos un animal fue detectado como seropositivo. Respecto a la seroprevalencia intragránja, el porcentaje medio de animales seropositivos fue del $25,43 \pm 31,71$ (Tabla 1), y distribuidas de la siguiente forma: 22 explotaciones (45,83 %) con una seroprevalencia menor de 10 %; 18 granjas (37,5 %) con una seroprevalencia entre el 10 % y el 50 %; y 8 rebaños (16,67 %) con una frecuencia por encima del 50 % (datos no mostrados).

En cuanto a la zona geográfica, el 100 % de las explotaciones del Valle del Guadalquivir (IC₉₅ 64,56 – 100), el 95,24 % (IC₉₅ 86,13 - 100) de las granjas de Sierra Morena y el 75 % de los rebaños (IC₉₅ 56,02 - 93,98) de la provincia de Málaga fueron seropositivos a PTB (Tabla 1). El análisis estadístico mostró diferencias significativas en la seroprevalencia entre las diferentes áreas geográficas ($P < 0,05$).

Tabla 1. Seroprevalencia de PTB según la situación geográfica.

Zona geográfica	Granjas	Individuos	Intragránja (X±DE)
Sierra Morena	95,24 (IC ₉₅ 86,13 - 100)	25,32 (IC ₉₅ 22,96 - 27,68)	33,52 ± 39,35
Valle del Guadalquivir	100 (IC ₉₅ 64,56 – 100)	13,47 (IC ₉₅ 10,30 - 16,63)	16,10 ± 15,67
Provincia de Málaga	75 (IC ₉₅ 56,02 - 93,98)	22,83 (IC ₉₅ 20,75 - 24,91)	20,20 ± 25,43
Total	87,50 (IC ₉₅ 78,14 - 96,98)	22,54 (IC ₉₅ 21,12 - 23,97)	25,43 ± 31,71

X: Media

DE: Desviación típica

En el análisis bivalente, 7 variables mostraron asociación ($P < 0,05$) con la seroprevalencia de PTB (Tabla 2). Para la raza Murciano-Granadina se detectó una mayor seroprevalencia (62,80 %, IC₉₅ 58,26 - 67,33) en comparación con las otras dos razas ($P < 0,05$). La seroprevalencia también fue significativamente mayor en las explotaciones con las siguientes características sanitarias y de manejo: *sistema de producción intensivo, ausencia de área de paridera, no manejar a los animales por lotes, lactación natural, inapropiada ventilación y seropositividad a CAEV* (Tabla 2).

Tabla 2. Seroprevalencia de PTB según las características de la explotación y de manejo.

Variable	Analizados	Positivos	Seroprevalencia (%)	IC ₉₅ (%)	P
Raza					
Malagueña	1793	245	19,79	17,94 - 21,63	0,0001
Murciano-granadina	437	180	62,80	58,26 - 67,33	
Florida	1082	86	10,86	9,00 - 12,71	
Sistema de producción					
Intensivo	1613	283	25,85	17,53 - 21,29	0,001
Semi-intensivo	1699	228	19,41	23,71 - 27,99	
Área de paridera					
Sí	1845	252	19,78	17,96 - 21,60	0,002
No	1467	259	26,02	23,78 - 28,27	
Manejo por lotes					
No	997	251	37,77	34,76 - 40,78	0,0001
Sí	2315	260	15,99	14,49 - 17,48	
Ventilación					
Inapropiada	275	114	63,21	57,51 - 68,91	0,0001
Buena	3037	397	18,86	17,47 - 20,25	
Lactación					
Artificial	2821	382	19,60	18,13 - 21,06	0,0001
Natural	491	129	39,49	35,17 - 43,81	
CAEV					
Positivo	733	160	32,54	29,15 - 35,94	0,0001
Negativo	2579	351	19,70	18,17 - 21,24	

IC: Intervalo de confianza

Estas variables fueron, además, sometidas a un análisis multivariante (Tabla 3) para comprobar su verdadero papel como factores de riesgo. De este estudio resultaron ser factores de riesgo: (i) *sistema de producción intensivo* ($P < 0,001$; *OR* 1,93; *IC*₉₅ 1,53 - 2,43), (ii) *no manejar a los animales por lotes* ($P < 0,0001$; *OR* 2,94; *IC*₉₅ 2,23 - 3,87), (iii) *ventilación inapropiada* ($P < 0,0001$; *OR* 2,59; *IC*₉₅ 1,78 - 3,78) y (iv) *seropositividad a CAEV* ($P < 0,0001$; *OR* 1,83; *IC*₉₅ 1,47 - 2,28).

Tabla 3. Factores de riesgo asociados a la infección por PTB.

Factor de Riesgo	% en la muestra	Bivariante			Multivariante	
		<i>OR Cruda</i>	<i>IC</i> ₉₅ (%)	<i>P</i>	<i>OR Ajustada</i>	<i>CI</i> ₉₅ (%)
<i>Sistema de producción intensivo</i>	48,70	1,37	1,14 - 1,66	0,001	1,93	1,53 - 2,43
<i>Ausencia de área de paridera</i>	44,29	1,35	1,22 - 1,64	0,002	1,18	0,93 - 1,50
<i>No manejo por lotes</i>	30,10	2,66	2,19 - 3,22	0,0001	2,94	2,23 - 3,87
<i>Ventilación inapropiada</i>	8,30	4,71	3,62 - 6,12	0,0001	2,59	1,78 - 3,78
<i>Lactación natural</i>	14,82	2,27	1,81 - 2,86	0,0001	1,22	0,87 - 1,72
<i>Seropositividad a CAEV</i>	22,13	1,77	1,44 - 2,18	0,0001	1,83	1,47 - 2,28

OR: Odds ratio

IC: Intervalo de confianza

Discusión

La producción caprina en Andalucía es un sector en crecimiento que requiere de una serie de mejoras en sanidad animal y en las prácticas de manejo para poder obtener un mayor rendimiento. La Paratuberculosis fue descrita en España por primera vez en la década de los 70 (Juste y Pérez, 2011). Sin embargo, a pesar de su importancia económica para la producción animal y su posible riesgo para la salud pública, se han realizado pocos estudios para conocer la seroprevalencia de PTB y los factores de riesgo asociados a la infección en nuestro país y limitados a determinadas regiones (Mainar-Jaime *et al.*, 1998; Reviriego *et al.*, 2000). Hasta la

fecha no existen datos publicados en Andalucía. Esta enfermedad puede interferir en el diagnóstico de la Tuberculosis (Álvarez *et al.*, 2008), una enfermedad endémica bajo control voluntario en las granjas caprinas. Estos datos demuestran la necesidad de conocer la seroprevalencia de la PTB en esta región, donde la Tuberculosis en el ganado bovino tiene un creciente interés, que ha obligado a las autoridades en materia de Sanidad Animal a establecer medidas de control en ganado caprino, dado el importante papel epidemiológico de las cabras en el mantenimiento de las micobacterias del Complejo *Mycobacterium Tuberculosis* (Orden 22 junio 2018, Junta de Andalucía).

La seroprevalencia individual total detectada en este estudio fue del 22,54 % (IC₉₅ 21,12 - 23,97), oscilando entre el 13,47 % (IC₉₅ 10,30 - 16,63) en el Valle del Guadalquivir y el 25,32 % (IC₉₅ 22,96 - 27,68) en Sierra Morena. El 87,50 % (IC₉₅ 78,14 - 96,98) de las granjas caprinas analizadas fueron seropositivas (al menos un animal seropositivo), con diferencias entre las tres zonas geográficas analizadas. Los valores de seroprevalencia obtenidos en nuestro estudio son más altos que los detectados previamente en otras zonas de producción caprina en el centro de España (46,4 % en Madrid y 52,2 % en Ávila) (Mainar-Jaime *et al.*, 1998; Reviriego *et al.*, 2000).

Para el control de la enfermedad, se han propuesto diferentes estrategias de lucha para erradicar o reducir el impacto de la PTB en las explotaciones, siendo extremadamente útil el análisis de los factores de riesgo asociados a esta enfermedad (Nielsen y Toft, 2009; Windsor, 2015). Los trabajos publicados en España, Portugal e Italia han identificado factores de riesgo asociados con la prevalencia de PTB y relacionados con las prácticas de manejo en las explotaciones y con las características de las instalaciones (Mainar-Jaime *et al.*, 1998; Coelho *et al.*, 2010; Angelidou *et al.*, 2014). En nuestro estudio hemos detectado varios factores de

riesgo, entre ellos, *no llevar a cabo el manejo de los animales por lotes* ha sido uno de los principales, siendo 3 veces más probable que existan animales seropositivos (*OR* 2,94, *IC*₉₅ 2,23 - 3,87) (Tabla 3) en explotaciones donde se aplica esta práctica. El manejo por lotes previene la transmisión horizontal de la PTB desde las hembras multíparas positivas hacia las primíparas, y desde las madres positivas hacia las crías. Además, el manejo por lotes permite la aplicación de adecuados protocolos de limpieza y desinfección en las instalaciones. Trabajos previos han constatado que la falta de higiene es uno de los factores más importantes relacionados con esta enfermedad (Schwarz *et al.*, 2017; Stonos *et al.*, 2017). En nuestro estudio, este hecho también explica que la exposición a PTB sea más alta en las granjas que *no poseen área de paridera* (Tabla 2). Sin embargo, en el análisis multivariante esta variable no mostró asociación estadística con la seroprevalencia de PTB (*OR* 1,18; *IC*₉₅ 0,93 - 1,50) (Tabla 3).

En nuestro trabajo, y de acuerdo con estudios previos (Angelidou *et al.*, 2014; Pieper *et al.*, 2014), el *sistema de producción intensivo* también ha resultado ser factor de riesgo, siendo 2 veces más probable encontrar animales seropositivos (*OR* 1,93; *IC*₉₅ 1,53 - 2,43) (Tabla 3) en explotaciones bajo sistemas de producción intensivos. Los sistemas de producción intensivos poseen claras ventajas sobre los sistemas de producción extensivos en lo que respecta a la aplicación y monitorización de medidas de bioseguridad. Sin embargo, en los sistemas de producción intensivos hay un mayor número de animales, lo que favorece la transmisión horizontal a causa del estrecho contacto entre los animales. Los autores anteriormente citados también describen la *lactación natural* como factor de riesgo, debido a la posible transmisión a través del calostro o de la leche de madres infectadas. De hecho, la infección ocurre principalmente por vía oro-fecal, siendo las ubres contaminadas con heces la mayor fuente de contagio para las crías (Angelidou *et al.*, 2014). Sin embargo, en nuestro análisis multivariante,

la variable *lactación natural* no mostró asociación estadística (*OR* 1,22; *IC*₉₅ 0,87 - 1,72) (Tabla 3). Desde un punto de vista epidemiológico, la explicación más plausible a este hecho radica en que probablemente la muestra recogida de animales sometidos a lactación natural (*n* = 491) es muy inferior a la de aquellos con lactación artificial (*n* = 2821), por lo que es posible que se hayan producido errores aleatorios en los resultados obtenidos.

Otro factor de riesgo definido en nuestro modelo, y relacionado con las prácticas de manejo, ha sido la *ventilación inapropiada* (*OR* 2,59; *IC*₉₅ 1,78 - 3,78) (Tabla 3). Los sistemas de ventilación inadecuados en las instalaciones y en la sala de ordeño permiten la permanencia y la dispersión de la bacteria mediante el polvo en suspensión del ambiente, favoreciendo la transmisión a través de aerosoles. Los estudios realizados en explotaciones de vacuno han demostrado la acumulación de bacterias viables en el ambiente durante periodos superiores a 3 semanas, lo que aumenta el riesgo de exposición a MAP a través de bio-aerosoles (Eisenberg *et al.*, 2010 y 2011). Este hecho sugiere que este tipo de transmisión también puede ocurrir en granjas de pequeños rumiantes, aunque son necesarios más estudios experimentales para demostrarlo.

En el cuestionario epidemiológico, se recogieron también los datos sanitarios de las granjas. En nuestro modelo, la *seropositividad a CAEV* resultó ser un factor de riesgo asociado a la infección por MAP (*OR* 1,83; *IC*₉₅ 1,47 - 2,28) (Tabla 3). El porcentaje de explotaciones expuestas a CAEV fue del 87,71% (*IC*₉₅ 78,42 - 97,00), con una seroprevalencia total del 23,22% (*IC*₉₅ 21,78 - 24,65) (Barrero-Domínguez *et al.*, 2017). En las explotaciones caprinas lecheras analizadas, los animales estuvieron expuestos a factores de riesgo de ambas enfermedades, como la ventilación insuficiente definida como factor de riesgo para la PTB o la ausencia de protocolos de limpieza y desinfección para el CAEV (Barrero-Domínguez *et al.*,

2017). Ambos factores de riesgo podrían influir en la acumulación de los dos microorganismos en el medio ambiente y aumentar la probabilidad de exposición. Sin embargo, no podemos descartar que la inmunosupresión, generalmente causada por una infección vírica primaria, como la de CAEV, pueda favorecer el desarrollo de la PTB (Stonos *et al.*, 2017). Los resultados obtenidos sugieren una amplia dispersión de MAP y CAEV en las granjas caprinas del sur de España. Por esta razón, los programas de control deben incluir medidas sanitarias y de manejo para reducir la prevalencia de ambos patógenos. Además, son aconsejables estudios experimentales para determinar la influencia de la coinfección en el estado inmune de los animales (Stonos *et al.*, 2017) y sus posibles consecuencias a nivel individual y colectivo.

Conclusiones

Nuestros resultados muestran una amplia dispersión de la infección por PTB en las explotaciones caprinas del sur de España, con las siguientes variables como factores de riesgo asociados a la exposición: *sistema de producción intensivo, no manejar a los animales por lotes, ventilación inapropiada y seropositividad a CAEV*. El control de estos factores debe ser tenido en cuenta en zonas con sistemas productivos similares para reducir la circulación de MAP en las explotaciones caprinas.

Conflicto de intereses

Ninguno de los autores de este trabajo tiene una relación financiera o personal con otras personas u organizaciones que puedan influir de forma inapropiada en el contenido del documento.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado a través del proyecto CAPRITEC “Tecnologías para la Optimización de la Sanidad, Producción y Productos de la Leche de Cabra en Andalucía” (FEDER-INNTERCONECTA 2013, Ref. ITC-20131070, CDTI), y llevado a cabo gracias a la colaboración de los ganaderos pertenecientes a las asociaciones de caprino CABRAMA, COVAP y ACRIFLOR, los Departamentos de Sanidad Animal y Producción Animal de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Córdoba (España) y CICAP (Centro de investigación y Calidad Agroalimentaria del Valle de los Pedroches, Pozoblanco, Córdoba).

Referencias bibliográficas

- Álvarez, J., de Juan, L., Bezos, J., Romero, B., Sáez, J.L., Reviriego, F.J., Briones, V., Moreno, M.A., Mateos, A., Domínguez, L., Aranaz, A. 2008. Interference of paratuberculosis with the diagnosis of tuberculosis in a goat flock with a natural mixed infection. *Veterinary Microbiology*. 128 (1-2), 72-80.
- Angelidou E., Kostoulas P., Leontides L. 2014. Flock-level factors associated with the risk of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (MAP) infection in Greek dairy goat flocks. *Preventive Veterinary Medicine*. 117 (1), 233-241.
- ARCA, 2019. Sistema nacional de información de razas. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPA). Gobierno de España. <https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/razas-ganaderas/razas/>
- Barrero-Domínguez, B., Luque, I., Maldonado, A., Huerta, B., Sánchez, M., Gómez-Laguna, J., Astorga, R.J. 2017. Seroprevalence and risk factors of exposure to caprine arthritis-encephalitis virus in southern Spain. *Veterinary Record*. 180 (9), 226-229.

- Coelho, A.C., Pinto, M.L., Coelho, A.M., Aires, A., Rodrigues, J. 2010. A seroepidemiological survey of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* in sheep from North of Portugal. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 30 (11), 903-908.
- De Blas, I. 2006. WinEpi 2.0 statistic program. Working in Epidemiology. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza.
- Eisenberg, S.W., Nielen, M., Santema, W. Houwers, D.J., Heederik, D., Koets, A.P., 2010. Detection of spatial and temporal spread of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* in the environment of a cattle farm through bio-aerosols. *Veterinary Microbiology*. 143, 284-292.
- Eisenberg, S.W., Koets, A.P., Nielen, M., Heederik, D., Mortier, R., de Buck, J., Orsel, K. 2011. Intestinal infection following aerosol challenge of calves with *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis*. *Veterinary Research*. 42, 117-125.
- Eltholth, M.M., Marsh, V.R. Van Winden, S., Guitian, F.J., 2009. Contamination of food products with *Mycobacterium avium paratuberculosis*: a systematic review. *Journal of Applied Microbiology*. 107, 1061-1071.
- Faria A.C.S., Schwarz D.G.G., Carvalho I.A., Rocha B.B., De Carvalho Castro K.N., Silva M.R., Moreira M.A.S. 2014. Viable *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* in retail artisanal Coalho cheese from Northeastern Brazil. *Journal of Dairy Science* 97 (7), 4111-4114.
- Instituto Nacional de Estadística. 2018. Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. Gobierno de España. <https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=2915>.
http://www.ine.es/inebaseweb/search.do?searchType=DEF_SEARCH&monoSearchString=extension+comunidades+autonomas&L=1.

- Juste, R.A., Pérez, V. 2011. Control of Paratuberculosis in sheep and goats. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 27, 127-138.
- Mainar-Jaime, R.C., Vázquez-Boland, J.A. 1998. Factors associated with seroprevalence to *Mycobacterium paratuberculosis* in small-ruminant farms in the Madrid region (Spain). *Preventive Veterinary Medicine*. 34, 317-327.
- MAPA, 2018. El sector ovino y caprino de leche en cifras. Principales indicadores económicos. 2017. Subdirección General de Productos Ganaderos. Dirección General de Producciones y Mercados Agrarios. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). Gobierno de España. https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/indicadoreseconomicosdelsectorovinoycaprinodeleche2018_avance_tcm30-431628.pdf
- Nielsen, S.S., Toft, N. 2009. A review of prevalences of paratuberculosis in farmed animals in Europe. *Preventive Veterinary Medicine*. 88, 1-14.
- Orden de 25 junio 2008, por la que se desarrollan las normas de calificación de explotaciones de la especie caprina frente a tuberculosis en Andalucía. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía (BOJA) nº 134 de 07/07/2008, 7-13.
- Orden de 22 de junio de 2018, por la que se desarrollan las normas de calificación de explotaciones de la especie caprina frente a Tuberculosis en Andalucía, se regula la vacunación de paratuberculosis en caprino en Andalucía y por la que se modifica la Orden de 29 de noviembre de 2004 que desarrolla las normas de ejecución de los programas nacionales de vigilancia, prevención, control y erradicación de las enfermedades de los animales en Andalucía. Consejería de Agricultura, Pesca y

- Desarrollo Rural. Junta de Andalucía. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía (BOJA) nº 123 de 27/06/2018.
- Pieper, L., Sorge, U.S., DeVries, T.J., Godkin, A., Lissemore, K., Kelton, D.F. 2014. Evaluation of the Johne's disease risk assessment and management plan on dairy farms in Ontario, Canada. *Journal of Dairy Science*. 98, 6792-6800.
- Reviriego, F.J., Moreno, M.A., Domínguez, L. 2000. Soil type as a putative risk factor of ovine and caprine paratuberculosis seropositivity in Spain. *Preventive Veterinary Medicine*. 43, 43-51.
- Sardaro, R., Pieragostini, E., Rubino, G., Petazzi, F. 2017. Impact of *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* on profit efficiency in semi-extensive dairy sheep and goat farms of Apulia, southern Italy. *Preventive Veterinary Medicine*. 136, 56-64.
- Schwarz, D.G.G., Lima, M.C., Barros, M., Valente, F.L., Scatamburlo, T.M., Rosado, N., Oliveira, C.T.S.A.M., Oliveira, L.L., Moreira, M.A.S. 2017. Short communication: Passive shedding of *Mycobacterium avium* ssp. *paratuberculosis* in commercial dairy goats in Brazil. *Journal of Dairy Science*. 100, 8426-8429.
- Souriau, A., Freret, S., Foret, B., Willemsen, P.T.J., Bakker, D., Guilloteau, L.A. 2017. Identification of new antigen candidates for the early diagnosis of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* infection in goats. *Research in Veterinary Science*. 115, 278-287.
- Stonos, N., Bauman, C., Menzies, P., Wootton, S. K., Karrow, N. A. 2017. Prevalence of small ruminant lentivirus and *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* co-infection in Ontario dairy sheep and dairy goats. *Canadian Journal of Veterinary Research*. 81(2), 155-159.
- Weber, M.F. 2006. Risk management of paratuberculosis in dairy herds. *Irish Veterinary Journal*. 59 (10), 555-561.

Windsor P.A. 2015. Paratuberculosis in sheep and goats. *Veterinary Microbiology*. 181 (1-2), 161-169.

Estudio 3/Study 3

Resistencia antimicrobiana y relación genética de cepas de *Staphylococcus* spp. aisladas en granjas de pequeños rumiantes de aptitud lechera.

Antimicrobial resistance and distribution of pulsotypes of *Staphylococcus* spp. isolated from goat and sheep bulk tank milk from southern Spain

Belén Barrero-Domínguez., Inmaculada Luque., Ángela Galán-Relaño.,

José Luis Vega-Pla., Belén Huerta., Federico Román., Rafael J. Astorga.

Foodborne Pathogens and Disease. Enviado para publicación.

Resumen

Los productos derivados de la leche de oveja y cabra tienen una demanda creciente dentro y fuera de nuestras fronteras, esto obliga a producir leche de alta calidad, libre de bacterias patógenas y de inhibidores del crecimiento bacteriano. Las mamitis clínicas y subclínicas producen la alteración de la leche, destacando la implicación de *Staphylococcus* spp., que representan un peligro por la gran capacidad que poseen para adquirir resistencias antimicrobianas. En este trabajo se han analizado 58 muestras de leche de tanque de explotaciones caprinas y ovinas de Andalucía para determinar la prevalencia y distribución de *Staphylococcus* spp.

De las muestras analizadas, se han obtenido un total de 45 aislamientos, para los cuáles se ha identificado la especie, el perfil de resistencia antimicrobiana y la similitud genética con técnicas de PFGE y utilizando la enzima de restricción *SmaI*. Se han identificado un total de 10 especies de estafilococos, SCoP (22,22 %) y SCoN (77,78 %). Del total de aislamientos, 22 (48,89 %) fueron resistentes a más de un antimicrobiano, mostrando los mayores porcentajes de resistencia a tetraciclina (28,89 %) y penicilina (22,22 %), y dos aislados (*S. aureus* y *S. lentus*) fueron multirresistentes (Multiple Drug Resistance, MDR). Ningun aislamiento presentó el gen *mecA*. El análisis PFGE mostró una elevada similitud genética (> 80 %) entre cepas pertenecientes a las especies *S. aureus*, *S. lentus*, *S. simulans* y *S. caprae*. Estos resultados sugieren la circulación de aislamientos genéticamente similares entre granjas de cabras y ovejas, con perfiles de resistencia diferentes, que podrían estar determinados por los sistemas de manejo.

Introducción

Los productos derivados de la leche de cabra y oveja constituyen un alimento único y potencialmente funcional debido a sus propiedades fisicoquímicas, nutricionales y sensoriales (Balthazar *et al.*, 2017; Clark y Mora-García, 2017; Pulina *et al.*, 2018). Además, representan una alternativa ideal como fuente de productos lácteos para las personas alérgicas a la leche de vaca (Olechnowicz y Jaskowski, 2014; Lad *et al.*, 2017). Para asegurar que se cumplen los requisitos exigidos por la normativa europea, libre de bacterias proteolíticas y lipolíticas, antibióticos y altos recuentos de células somáticas (Reglamentos CE 178/2002, 852/2004, 853/2004, 854/2004, 625/2017), en las explotaciones se analizan muestras del tanque de leche para comprobar la calidad higiénico-sanitaria de la misma. La leche de tanque es una mezcla, fácilmente disponible para chequear todos los animales en lactación. Asimismo, el análisis de la leche de tanque permite identificar prácticas de manejo deficientes que puedan influir en la presencia de patógenos causantes de mastitis y enfermedades de transmisión alimentaria, como las provocadas por *Staphylococcus* spp. (Olde Riekerink *et al.*, 2010).

Las mastitis representan un problema significativo en las explotaciones ovinas y caprinas, ya que influyen en la calidad higiénica de la leche y tienen consecuencias negativas desde un punto de vista económico y legal (Olechnowicz y Jaskowski, 2014). Los Estafilococos Coagulasa Positivos (SCoP) y Coagulasa Negativos (SCoN) son los principales microorganismos causantes de mastitis clínicas y subclínicas, respectivamente, tanto en ovejas como en cabras (Virdis *et al.*, 2010; Olechnowicz y Jaskowski, 2014). Los SCoN son microorganismos oportunistas presentes en el ambiente, en los equipos lecheros y en la superficie del pezón, que pueden provocar mastitis cuando alcanzan el canal de pezón (Martins *et al.*, 2016). Estos agentes han sido considerados clásicamente como patógenos

menores, pero son responsables de importantes descensos en la producción lechera, relacionados con altos recuentos de células somáticas y cambios en la composición de la leche (Moroni *et al.*, 2005). Las especies de SCoN más frecuentemente aisladas son *S. epidermidis*, *S. xylosum*, *S. chromogenes*, *S. simulans* y *S. caprae* (Moroni *et al.*, 2005; Vanderhaeghen *et al.*, 2015).

Los tratamientos intramamarios durante el periodo de secado se han utilizado tradicionalmente como tratamiento preventivo en casos de mastitis; sin embargo, el uso indiscriminado de los antimicrobianos durante las últimas décadas ha sido asociado con un aumento de las resistencias y la posible transmisión de determinados mecanismos de resistencia entre bacterias (Virdis *et al.*, 2010).

Entre las cepas resistentes o MDR, los estafilococos meticilina resistentes (MRS) representan una preocupación para las autoridades sanitarias en todo el mundo (Aras *et al.*, 2012). La resistencia a la meticilina se relaciona con la presencia del gen *mecA*, presente en un segmento genético móvil, el *cassette* cromosómico estafilocócico (SCC *mec*), que confiere resistencia a todo el grupo de antibióticos beta-lactámicos (penicilinas, cefalosporinas, carbapenems), al codificar una versión modificada de la proteína de unión a la penicilina, denominada PBP2a con baja afinidad por el grupo β -lactámico (Katayama *et al.*, 2014).

Desde el año 2010, se han detectado aislados resistentes a la meticilina que carecen del gen *mecA*, aunque presentan una variante (*mecA*_{LGA251}) denominado gen *mecC*, y pertenecen al Complejo Clonal CC130, siendo por tanto considerados patógenos zoonóticos emergentes (Paterson *et al.*, 2014). Se ha sugerido que los SCoN resistentes a la meticilina

(SCoNRM) son portadores de SCCmec y constituyen un importante reservorio para la transferencia de resistencia a la meticilina a *S. aureus* (Xu *et al.*, 2008).

Asimismo, se ha comprobado el papel de los integrones y de los *cassettes* de genes en la propagación de la resistencia a los antibióticos, comprobando que cepas de SCoN eran portadoras de integrones de la clase I (intI1) y de *cassettes* de genes (Xu *et al.*, 2008). Se ha demostrado asimismo que *Staphylococcus* spp. puede adquirir fácilmente resistencia a otros antimicrobianos, como fluoroquinolonas, macrólidos, aminoglucósidos y tetraciclinas, con la importante repercusión que ello puede significar en el tratamiento de los procesos causados por estos microorganismos (Monaco *et al.*, 2017).

En una explotación se pueden aislar un gran número de cepas, pero no todas tienen importancia clínica. El estudio de los patrones de resistencia y de la similitud genética de los aislamientos responsables de los casos de mastitis aporta información interesante para el control de esta enfermedad en las explotaciones lecheras (De Visscher *et al.*, 2014; Martins *et al.*, 2015). Se han desarrollado varias técnicas de tipificación molecular de aislamientos de *Staphylococcus* spp. Entre ellas, la electroforesis en gel de campo pulsado (PFGE) es considerada una técnica que permite evaluar la relación epidemiológica de los aislamientos con moderada-alta discriminación (McDougal *et al.*, 2003; Martins *et al.*, 2015; Vanderhaeghen *et al.*, 2015).

La producción láctea en los pequeños rumiantes es un sector en crecimiento en la industria lechera, que requiere mejoras en la salud animal y en las prácticas de manejo para obtener un mejor desarrollo. Los objetivos principales de este trabajo fueron: 1) determinar la frecuencia de contaminación de *Staphylococcus* spp. en la leche de tanque de granjas de

pequeños rumiantes en Andalucía; y 2) determinar el perfil de resistencia antimicrobiana de los aislamientos obtenidos y establecer su posible relación genética.

Material y métodos

Cepas bacterianas

Se han obtenido un total de 58 muestras de leche de tanque de explotaciones caprinas (N = 25) y ovinas (N = 33) de Andalucía (sur de España) entre los meses de septiembre a diciembre de 2015. Estas granjas estaban localizadas por todo el territorio andaluz y pertenecían a las razas más representativas de esta área geográfica: razas caprinas Florida, Malagueña y Muciano-Granadina y razas ovinas Assaf y Lacaune. Para el muestreo, se obtuvieron de 50 ml de leche de tanque (4 °C), que fueron recogidos asépticamente, tras homogeneizar la leche del tanque, en recipientes estériles y utilizando un colector metálico estéril. Estas muestras fueron refrigeradas a 4 °C y enviadas al laboratorio, donde fueron procesadas en el mismo día.

Tras homogeneizar las muestras, se tomaron 10 µl para su siembra en agar sangre (6 % v/v de sangre de oveja) (Oxoid, Hampshire, UK) y en agar sal manitol (Oxoid, Hampshire, UK). Las placas se incubaron a 37 °C durante 24 horas en condiciones de aerobiosis. Las colonias compatibles (morfología, color) se resembraron en agar sangre para obtener cultivos puros. Aquellas colonias que tras la tinción de Gram eran cocos Gram positivos, con morfología en racimo, y además catalasa y oxidasa positivas fueron identificadas como *Staphylococcus* spp. (Smibert y Krieg, 1994). Se determinó la producción de la enzima coagulasa mediante el test de coagulasa en tubo utilizando plasma de conejo (Difco Laboratories Inc. Detroit, USA) para diferenciar los SCoP y SCoN. Posteriormente, todos

los aislamientos fueron identificados mediante galerías comerciales API 20Staph (bioMérieux, Marcy-l'Étoile, Lion, France) siguiendo las recomendaciones del fabricante.

Test de sensibilidad antimicrobiana

Para realizar las pruebas de sensibilidad, se utilizó el método de difusión disco-placa, utilizando placas de agar Mueller-Hinton (Oxoid, Hampshire, UK) y siguiendo las normas del CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute. VET01S, 2013). El inóculo fue ajustado a una turbidez de 0,5 en la escala McFarland. Se analizaron 9 antimicrobianos (Oxoid, Hampshire, UK): cefalotin (30 µg), ceftiofur (30 µg), enrofloxacin (5 µg), eritromicina (15 µg), gentamicina (10 µg), neomicina (30 µg), penicilina (10 µg), tetraciclina (30 µg) y trimetoprim-sulfametoxazol (1.25/23.75 µg). Teniendo en cuenta que para SCoN aislados de pequeños rumiantes no existen puntos de corte, se han utilizado los publicados para *Staphylococcus* spp. de origen humano y bovino (VET01S, CLSI, 2013). En todos los ensayos se ha incluido la cepa de referencia *Staphylococcus aureus* ATCC[®] 25923[™]. Las cepas resistentes a 3 o más clases de antimicrobianos fueron consideradas como multi-resistentes (MDR) (Magiorakos *et al.*, 2011). Además, se ha incluido la prueba de difusión con discos de cefoxitin (30µg) (CLSI, 2013) para identificar las cepas MRS.

Detección de los genes nuc y mecA

Se ha realizado una PCR a tiempo real (qPCR) para identificar las cepas de *S. aureus* mediante la detección del gen *nuc*, siguiendo la metodología descrita por Kateete *et al.* (2010) y utilizando los cebadores específicos (forward 5'-GCGATTGATGGTGATACGGTT-3' y reverse 5'-AGCCAAGCCTTGACGAACTAAAGC-3', respectivamente).

Se realizó asimismo una PCR para detectar el gen *mecA* (identificación de las cepas MRS), utilizando los siguientes primers: forward 5'-GTTGTAGTTGTCGGGTTTGG-3' y reverse 5'-CTTCCACATACCATCTTCTTTAAC-3' (Wielders *et al.*, 2002).

Cada reacción de PCR a tiempo real para los genes *nuc* y *mecA* contenía 4 µl de muestra de ADN, 0,2 µl del reactivo EvaGreen (Biotium. Fremont, California, USA), 3 mM MgCl₂, 0,5 U taq polimerasa (Bioline. London, UK) y 0,3 mM de cada primer. Las condiciones de PCR consistieron en una desnaturalización inicial a 95°C durante 1 minuto, seguido de una amplificación de 40 ciclos de 15 segundos a 95 °C, 20 segundos a 60 °C, y 20 segundos a 72 °C, emitiendo fluorescencia al final de cada paso de extensión. La amplificación fue inmediatamente seguida de un programa melt durante 90 segundos a 95 °C, 1 minuto a 70 °C, y un incremento de temperatura progresivo de 0,25 °C/segundo hasta alcanzar 95 °C, emitiendo de nuevo fluorescencia en cada transición de temperatura. El análisis de la curva melt fue utilizado para determinar la temperatura específica de melting (*T_m*) basada en los valores determinados para los respectivos controles *mecA* positivo (cepa ATCC[®] 33862TM) y negativo (cepa ATCC[®] 25923TM). La amplificación y el análisis fueron desarrollados en el termociclador RotorGene 6000 (Corbett Research, Mortlake).

Análisis de la Electroforesis en Gel de Campo Pulsado (PFGE).

Se aplicó la técnica de PFGE descrita por McDougal *et al.* (2003). Los fragmentos de ADN fueron separados usando el sistema CHEF DRIII (Bio-Rad Laboratories. California, USA). La suspensión bacteriana incorporada en los bloques de agar tenía una densidad equivalente a aproximadamente 9×10^8 cel/ml (OD_{610nm} 1,0 - 1,1). Los bloques de cada aislamiento fueron sometidos a una predigestión en buffer *SmaI* a 4 °C durante 15 - 30 minutos. A continuación, se añadió a cada bloque 150 µl del buffer de reacción de *SmaI*,

conteniendo 10 U de la enzima de reacción *SmaI*. Los tubos fueron incubados a 25 - 30 °C durante al menos 4 horas u *overnight*. El tiempo total de electroforesis fue de 23 horas, siendo el primer ciclo de 5 a 15 segundos durante 10 horas y el segundo de 15 a 60 segundos durante 13 horas. Se aplicó un voltaje de 6 V/cm, con un ángulo de 120 ° y una temperatura de 14 °C.

Se construyeron varios dendogramas, de acuerdo con el criterio de Tenover *et al.* (1995) y utilizando el software Molecular Analyst (Bio-Rad Laboratories. California, USA) con un coeficiente de correlación de Dice (Hunter, 1990), una tolerancia de 0,8 (McDougal *et al.*, 2003), usando el software BioNumerics (versión 6.1; Applied Maths, Belgium).

Análisis estadístico

Se ha realizado un estudio transversal para estimar la frecuencia de contaminación por *Staphylococcus* spp. de la leche de tanque de explotaciones de pequeños rumiantes. El tamaño de la muestra fue calculado considerando que las frecuencias de contaminación de la leche de tanque son de aproximadamente el 95 % (Virdis *et al.*, 2010; Olechnowicz y Jaskowski, 2014), para un nivel de confianza del 95 % y un error aceptado del 6 % y mediante el programa estadístico WinEpi 2.0 (De Blas, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, 2006). Para comprobar la existencia de diferencias significativas en la distribución de los perfiles bioquímicos y de resistencia entre los aislamientos de origen caprino y ovino se aplicó la prueba Chi cuadrado o la prueba exacta de Fisher (en el caso de $n < 5$) utilizando el programa SPSS 23.0 (IBM Corp., Armonk. USA).

Resultados

De las 58 muestras de leche de tanque analizadas, en 45 (77,6 %; IC₉₅ 66,85 - 88,32) se obtuvieron aislamientos de *Staphylococcus* spp. En este trabajo, sólo los aislamientos con un número representativo de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) fueron seleccionadas de cada muestra de leche de tanque. Del total de muestras analizadas, se identificaron 10 especies diferentes de estafilococos (Tabla 1). De las 45 cepas, 10 fueron clasificadas como SCoP (22,22 %; IC₉₅ 10,08 - 34,37) y 35 como SCoN (77,78 %; IC₉₅ 65,63 - 89,92). Dentro del grupo de SCoP, se identificaron *S. aureus* (8 cepas; 17,78 %) y *S. hyicus* (2 cepas; 4,44 %). Las cepas de *S. aureus* fueron posteriormente confirmadas mediante PCR del gen *nuc* (datos no mostrados).

Dentro del grupo de SCoN, se identificaron 8 especies, *S. lentus* (9 cepas; 20 %), *S. simulans* (7 cepas; 15,55 %), *S. caprae* (6 cepas; 13,33 %), *S. chromogenes* (4 cepas; 8,89 %), *S. xylosum* (4 cepas; 8,89 %), *S. epidermidis* (2 cepas; 4,44%), *S. hominis* (2 cepas; 4,44%) y *S. capitis* (1 cepa; 2,22%) (Tabla 1). Atendiendo al origen de las cepas, el 80 % de los SCoP fueron aislados a partir de muestras obtenidas de ovejas. Por otro lado, el 65,71 % de los SCoN fueron aislados a partir de las muestras de explotaciones caprinas ($P < 0,05$). Las especies *S. simulans*, *S. caprae* y *S. lentus* fueron más frecuentemente aisladas de rebaños caprinos y *S. aureus* y *S. chromogenes* de explotaciones ovinas (Figura 1).

Los resultados de sensibilidad antimicrobiana muestran que 22 (48,89 %; IC₉₅ 34,89 - 63,48) de las cepas fueron resistentes al menos a un antimicrobiano, con altos valores de resistencia frente a tetraciclina (28,89 %; IC₉₅ 15,65 - 42,13) y penicilina (22,22 %; IC₉₅ 10,08 - 34,37) (Tabla 2). Se comprobó que los aislamientos de origen caprino mostraron resistencia a más clases diferentes de antimicrobianos ($P < 0,05$) (Tabla 2). En este estudio,

2 cepas MDR (4,44 %; IC₉₅ 1,26 - 14,82) de origen caprino fueron detectadas e identificadas como *S. lentus* (1) y *S. aureus* (1) (Figura 1). Además, la cepa MDR *S. aureus* (G20, Figura 1) resultó ser resistente al cefoxitin (R - Fox). Finalmente, ninguna de las 45 cepas analizadas presentó el gen *mecA*, incluida la cepa *S. aureus* R-Fox.

Los resultados del análisis con técnicas de PFGE muestra la existencia de diferentes pulsotipos (n = 30), como se observa en la figura 1. Se han detectado patrones similares de PFGE entre cepas pertenecientes a las mismas especies, tanto de cabra como de oveja (similitud genética ≥ 80 %). Dentro de la especie *S. aureus*, se identificaron siete pulsotipos con 3 *clusters* (S11 - S15; S16 - S17; G20 - S1 - G23), y 8 pulsotipos diferentes con 3 *clusters* (G2 - G22; G1 - G3; G24 - S7) en *S. lentus*. El análisis de PFGE para *S. simulans* mostró la presencia de 6 pulsotipos con un solo *cluster* (G10 - G13 - G11), y 4 pulsotipos diferentes y 1 *cluster* (G5 - G7 - G8 - G6) para *S. caprae*. Para *S. chromogenes* se detectaron 4 pulsotipos y 2 *clusters* (S13 - S19; S3 - S4) y para la especie *S. epidermidis* se obtuvieron 2 pulsotipos idénticos (G15 - G17) (Figura 1). Cepas con similares patrones de PFGE mostraron diferentes patrones de resistencia (Figura 1).

Tabla 1. Especies de *Staphylococcus* spp. obtenidos a partir de 58 muestras de leche de tanque de diferentes explotaciones lecheras caprinas y ovinas. Porcentaje de resistencias frente a los antimicrobianos ensayados.

Antimicrobianos ($\mu\text{g/disk}$)	Especies de Estafilococos															
	Estafilococos Coagulasa Positivos				Estafilococos Coagulasa Negativos											
	<i>S. aureus</i>		<i>S. hyicus</i>		<i>S. capitis</i>		<i>S. caprae</i>		<i>S. chromogenes</i>		<i>S. lentus</i>		<i>S. simulans</i>		<i>S. xylosus</i>	
	Cabra (n=2)	Oveja (n=6)	Cabra (n=0)	Oveja (n=2)	Cabra (n=1)	Oveja (n=0)	Cabra (n=5)	Oveja (n=1)	Cabra (n=0)	Oveja (n=4)	Cabra (n=5)	Oveja (n=4)	Cabra (n=6)	Oveja (n=1)	Cabra (n=2)	Oveja (n=2)
Cefoxitin (30 μg)	1 (2.22%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ceftiofur (30 μg)	1 (2.22%)	-	-	-	-	-	1 (2.22%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cefalotin (30 μg)	1 (2.22%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Enrofloxacin (5 μg)	1 (2.22%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (2.22%)	-	-
Eritromicina (15 μg)	1 (2.22%)	-	-	1 (2.22%)	-	-	-	-	-	-	3 (6.66%)	-	-	-	-	-
Gentamicina (10 μg)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neomicina (30 μg)	1 (2.22%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Penicilina (10 μg)	1 (2.22%)	-	-	1 (2.22%)	1 (2.22%)	-	1 (2.22%)	-	-	3 (6.66%)	1 (2.22%)	-	-	-	1 (2.22%)	1 (2.22%)
Tetraciclina (30 μg)	-	1 (2.22%)	-	1 (2.22%)	-	-	2 (4.44%)	-	-	2 (4.44%)	3 (6.66%)	3 (6.66%)	-	-	1 (2.22%)	-
Trimetoprim- Sulfametoxazol (1.25/23.75 μg)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (2.22%)	-

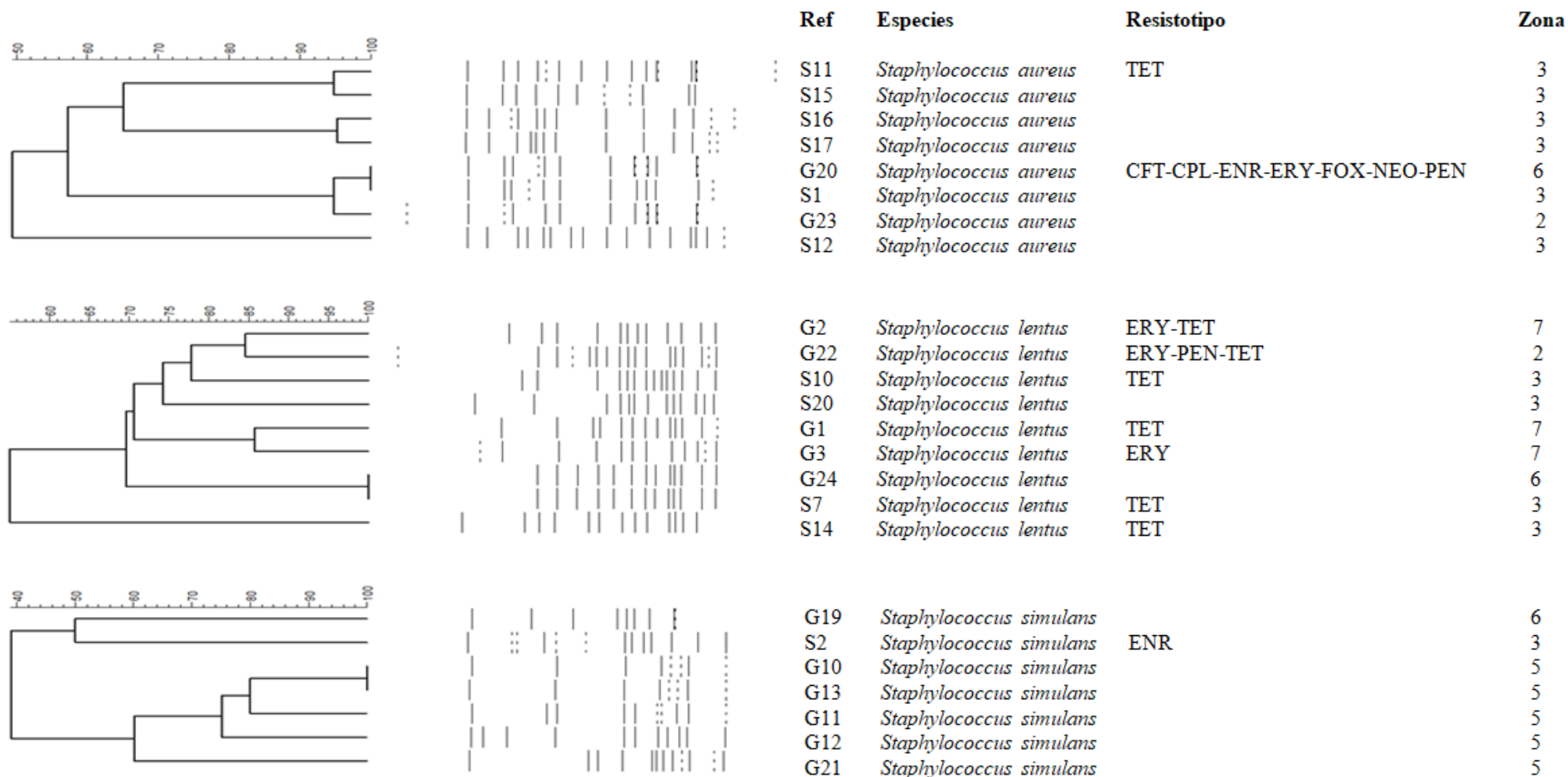
S. epidermidis (n=2) y *S. hominis* (n=2) fueron susceptibles a todos los antimicrobianos seleccionados (Método Kirby-Bauer).

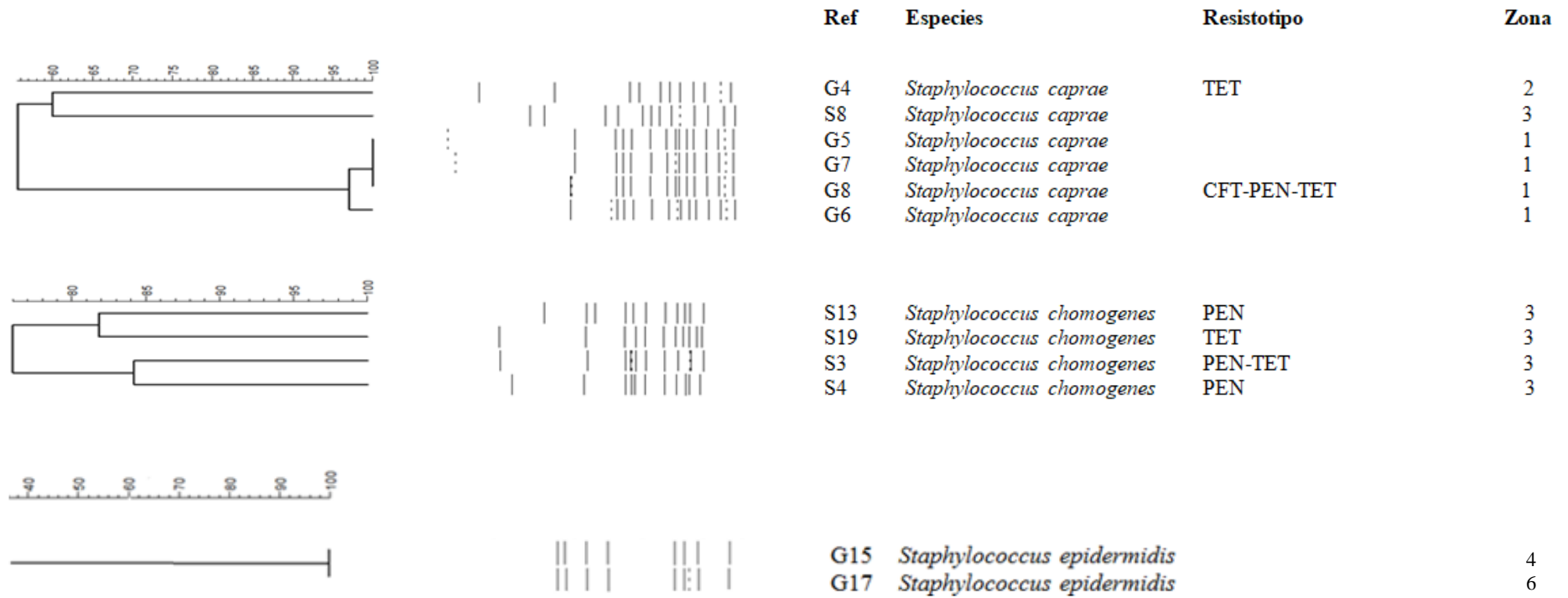
Tabla 2. Frecuencias de resistencia antimicrobiana de *Staphylococcus* spp. aislados de muestras de leche de tanque de explotaciones lecheras caprinas y ovinas.

	Frecuencias de resistencia (%)		
	Cabra	Oveja	Total
FOX	2,22 (1/45)	0 (0/45)	2,22 (1/45)
CFT	4,44 (2/45)	0 (0/45)	4,44 (2/45)
CPL	2,22 (1/45)	0 (0/45)	2,22 (1/45)
ENR	2,22 (1/45)	2,22 (1/45)	4,44 (2/45)
ERY	8,89 (4/45)	2,22 (1/45)	11,11 (5/45)
GEN	0 (0/45)	0 (0/45)	0 (0/45)
NEO	2,22 (1/45)	0 (0/45)	2,22 (1/45)
PEN	11,11 (5/45)	11,11 (5/45)	22,22 (10/45)
TET	13,33 (6/45)	15,56 (7/45)	28,89 (13/45)
SXT	2,22 (1/45)	0 (0/45)	2,22 (1/45)

Cefoxitin (FOX); Ceftiofur (CFT); Cefalotin (CPL); Enrofloxacin (ENR); Eritromicina (ERY); Gentamicina (GEN); Neomicina (NEO); Penicilina (PEN); Tetraciclina (TET); Trimetoprim+Sulfametoxazol (SXT).

Figura 1. Dendrogramas generados mediante el análisis Dice/UPGMA (Bionumerics, Applied Maths) del PFGE realizado utilizando la enzima de restricción *SmaI* y patrones de resistencia de las cepas de *Staphylococcus* spp. (Similitud ≥ 80 %).





S: Oveja; G: Cabra.

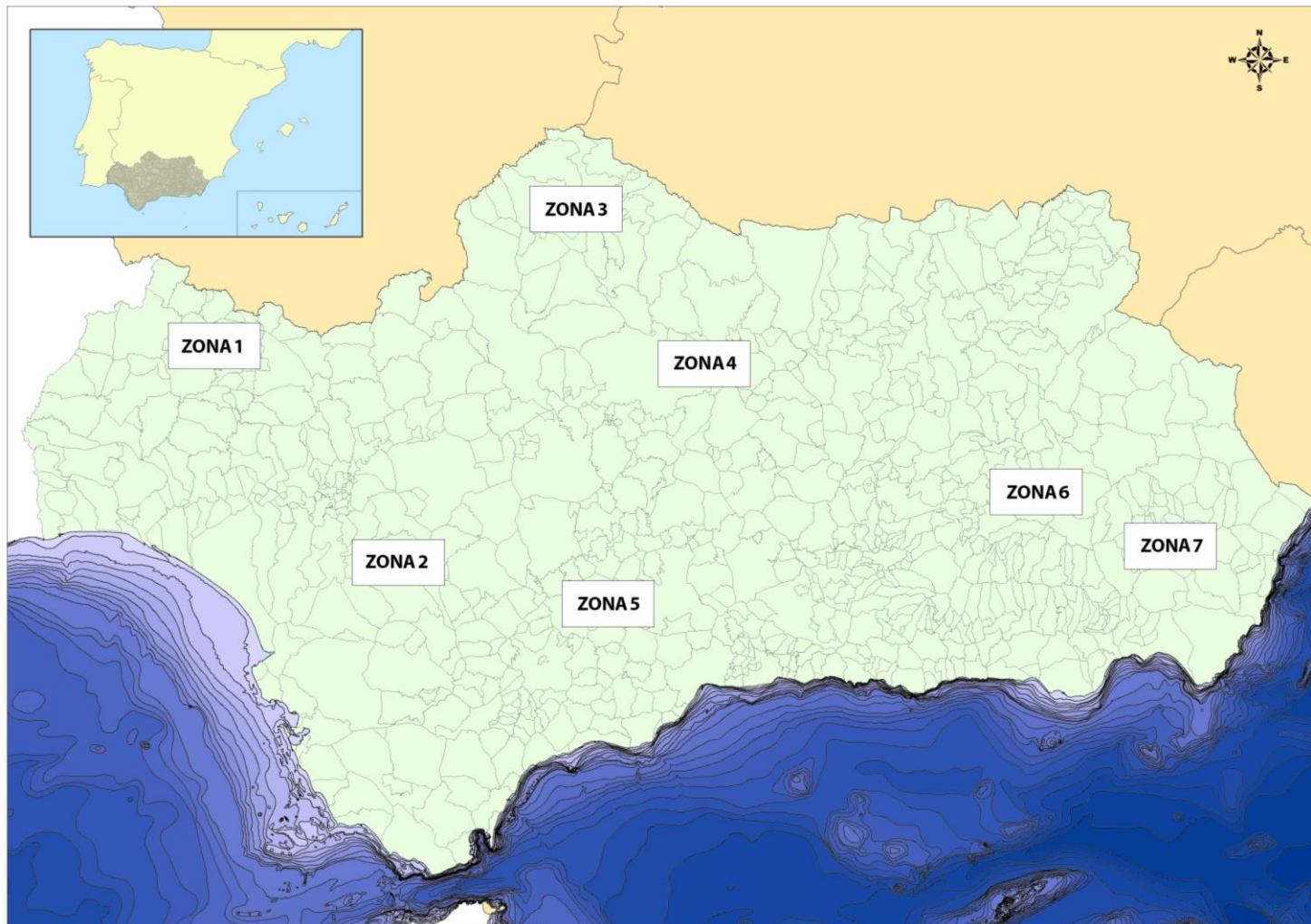
Patrones de resistencia de *Staphylococcus* spp. sin relación epidemiológica.

Ref	Especies	Resistotipo	Zona
S5	<i>Staphylococcus xylosus</i>		3
S6	<i>Staphylococcus xylosus</i>	PEN	3
G16	<i>Staphylococcus xylosus</i>	TET-SXT	5
G25	<i>Staphylococcus xylosus</i>	PEN	6
G9	<i>Staphylococcus hominis</i>		1
G18	<i>Staphylococcus hominis</i>		6
S9	<i>Staphylococcus hyicus</i>	AML-ERY-PEN	3
S18	<i>Staphylococcus hyicus</i>	TET	3
G14	<i>Staphylococcus capitis</i>	PEN	4

S: Oveja; G: Cabra.

La ausencia de resistotipo significa pan-susceptibilidad.

Figura 2. Mapa de Andalucía donde se indican las zonas de muestreo.



Discusión

Los estafilococos son los principales microorganismos responsables de las mamitis clínicas y subclínicas en los pequeños rumiantes. Estos patógenos producen proteasas y lipasas que alteran la calidad de la leche y afectan a la industria lechera (Teh *et al.*, 2011; Aras *et al.*, 2012). Aunque en la leche pueden encontrarse diferentes especies de *Staphylococcus*, *S. aureus* ha sido la especie que ha recibido más atención debido a su impacto clínico y en salud pública. Sin embargo, la importancia de los SCoN se ha incrementado en los últimos años debido a su influencia en la calidad y cantidad de la leche, en el recuento de células somáticas y en la producción de mamitis subclínicas persistentes (Da Silva *et al.*, 2004; Moroni *et al.*, 2005; Kunz *et al.*, 2011; Martins *et al.*, 2016). La presencia de *Staphylococcus* spp. en la leche de tanque puede proceder del ambiente de ordeño, de los equipamientos, de las manos del ganadero o de la superficie del pezón (Martins *et al.*, 2016). Por ello, la presencia de estos microorganismos en la leche pone de manifiesto la importancia de la implementación de sistemas de seguridad alimentaria (sistemas ACCP) en la industria lechera de los pequeños rumiantes (Cusato *et al.*, 2013).

En este estudio, más del 75 % de las cepas fueron identificadas como SCoN, grupo heterogéneo y constituido por una gran variedad de especies. La diversidad de estas especies está normalmente asociada con diferencias en las características de virulencia. Por ello, la identificación de las especies de SCoN es esencial para abordar futuros estudios epidemiológicos y para el control de las mamitis (Olechnowicz y Jaskowski, 2014; Martins *et al.*, 2017).

Nuestros resultados coinciden con los descritos en estudios previos, demostrando que hay una gran variedad de especies de SCoN presentes en la leche procedente de

explotaciones caprinas y ovinas lecheras, y siendo *S. epidermidis*, *S. caprae*, *S. simulans*, *S. chromogenes* y *S. xylosus* las más comunes (Moroni *et al.*, 2005; Vanderhaeghen *et al.*, 2015). No obstante, la frecuencia de aislamiento de *S. lentus* (20 %) obtenida en nuestro estudio fue mayor que las obtenidas previamente en otros países de Europa (Moroni *et al.*, 2005; Kunz *et al.*, 2011; Vanderhaeghen *et al.*, 2015).

En los últimos años, se ha prestado una mayor atención a las bacterias resistentes, ya que suponen un problema de un alcance imprevisible en la prevención de las enfermedades infecciosas. Los informes publicados por las autoridades sanitarias demuestran que el uso inapropiado y el abuso en los tratamientos antimicrobianos ha contribuido a la aparición y propagación de resistencias entre grupos bacterianos y al desarrollo de multirresistencias, con las graves consecuencias que pueden tener para el control de las enfermedades en medicina humana y veterinaria (Stevens *et al.*, 2018). Estudios previos muestran que los estafilococos aislados de pequeños rumiantes presentan bajos niveles de resistencia en comparación con los de origen bovino (Pengov y Ceru, 2003; Martins *et al.*, 2015).

En nuestro trabajo, detectamos cerca del cincuenta por ciento de aislamientos (48,89 %) resistentes a más de un antimicrobiano, con altos niveles de resistencia a tetraciclina (28,89 %) y a penicilina (22,22 %). Ambos antimicrobianos son frecuentemente utilizados en la práctica veterinaria en pequeños rumiantes para controlar las mamitis clínicas o subclínicas, aplicados via intramamaria o bien sistémica. En otros estudios, se han obtenido porcentajes de resistencia inferiores a los obtenidos en nuestro trabajo, oscilando entre el 6 - 40 % y 14 - 50 %, respectivamente (Da Silva *et al.*, 2004; Kunz *et al.*, 2011; França *et al.*, 2012).

En cambio, solo obtuvimos 2 aislamientos MDR (4,44 %), pertenecientes a explotaciones lecheras caprinas e identificados como *S. lentus* y *S. aureus*, respectivamente (Figura 1). Esta última cepa también presentó resistencia al cefoxitin y se consideró por tanto MRS, pero no presentó el gen *mecA*, hecho que ha sido costatado en otros estudios (Viridis *et al.*, 2010; França *et al.*, 2012; Martins *et al.*, 2015), y que demuestran que existen otros mecanismos de resistencia: gen *mecC*, integrones y cassettes de genes (Xu *et al.*, 2008, Paterson *et al.*, 2014). Con este trabajo no podemos descartar que las cepas aisladas no sean portadoras de cualquiera de estos otros mecanismos de resistencia. El análisis de otros mecanismos de resistencia será abordado en estudios posteriores para completar, además, el análisis epidemiológico molecular de los aislamientos obtenidos. Creemos que las futuras líneas de investigación deben ir dirigidas a entender la evolución de las resistencias a la metilina y a los nuevos beta-lactámicos (Djoudi *et al.*, 2016).

En trabajos previos se ha sugerido la existencia de cepas relacionadas genéticamente dentro y entre las explotaciones lecheras (De Visscher *et al.*, 2014; Martins *et al.*, 2015). El análisis molecular de los aislamientos puede identificar los clones más prevalentes y virulentos. Por ello, en nuestro estudio hemos realizado un análisis mediante PFGE, detectando dentro de la misma especie la existencia de diferentes pulsotipos (Figura 1). Hemos comprobado la circulación de aislamientos pertenecientes a las especies *S. aureus*, *S. lentus*, *S. simulans* y *S. caprae* con elevada similitud genética (> 80 %). La detección de patrones PFGE indistinguibles podría sugerir la circulación de estafilococos entre granjas caprinas próximas (*S. simulans* G10 - G13; *S. caprae* G5 - G7 - G8) o incluso entre explotaciones caprinas y ovinas alejadas (*S. aureus* G20 - S1; *S. lentus* G24 - S7; *S. epidermidis* G15 - G17) (Figura 1). Este hecho indica que estas cepas podrían proceder de un ancestro común (Martins *et al.*, 2015).

Por otro lado, se ha observado que cepas con alta similitud genética presentan diferentes perfiles de resistencia antimicrobiana (ej. cepas de *S. aureus* G20 MDR y S1) (Figura 1). Este hecho sugiere que estas resistencias podrían estar potencialmente causadas por un manejo terapéutico inapropiado en las granjas como ya ha sido descrito (Dos Santos *et al.*, 2016).

Conclusiones

Diferentes especies de estafilococos, pertenecientes a los grupos de SCoP y SCoN, pueden circular entre granjas caprinas y ovinas lecheras y ser aislados de leche de tanque. Un adecuado manejo de las explotaciones y un análisis microbiológico de la leche de tanque son siempre aconsejables de monitorizar la calidad higiénico-sanitaria de la leche y para detectar la presencia de cepas resistentes. Este análisis permitirá a los productores adoptar medidas para prevenir el ingreso de estos patógenos a la industria alimentaria y así al consumidor final.

Conflicto de intereses

Ninguno de los autores de este trabajo tiene una relación financiera o personal con otras personas u organizaciones que puedan influir de forma inapropiada en el contenido del documento.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado a través del proyecto CAPRITEC “Tecnologías para la Optimización de la Sanidad, Producción y Productos de la Leche de Cabra en Andalucía” (FEDER-INNTERCONNECTA 2013, Ref. ITC-20131070, CDTI). Agradecemos al

Laboratorio de Investigación Aplicada de Córdoba (Ministerio de Defensa) y al Centro Nacional de Microbiología (Instituto de Salud Carlos III) por su colaboración en este estudio.

Referencias bibliográficas

- Aras Z., Aydin I., Kav K. 2012. Isolation of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* from caprine mastitis cases. *Small Ruminant Research*. 102, 68-73.
- Balthazar C.F., Pimentel T.C., Ferrão L.L., Almada C.N., Santillo A., Albenzio M., Mollakhalili N., Mortazavian A.M., Nascimento J.S., Silva M.C., Freitas M.Q., Sant'Ana A.S., Granato D., Cruz A.G. 2017. Sheep Milk: Physicochemical Characteristics and Relevance for Functional Food Development. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 16 (2), 247-262.
- Clark S., Mora-García M.B. 2017. A 100 Year Review: Advances in goat milk research. *Journal of Dairy Science*. 100 (12), 10026-10044.
- Clinical and Laboratory Standards Institute. 2013. Performance Standards for Antimicrobial Disk and Dilution Susceptibility Test for Bacteria Isolated from Animals. Third edition. CLSI Document VET01S, CLSI, Wayne, PA, USA.
- Cusato S., Gameiro A.H., Corassin C.H., Sant'Ana A.S., Cruz A.G., Faria J.A.F., de Oliveira C.A.F. 2013. Food Safety Systems in a Small Dairy Factory: Implementation, Major Challenges, and Assessment of Systems' Performances. *Foodborne Pathogens and Disease*. 10 (1), 6-12.
- Da Silva E.R., Siqueira A.P., Martins J.C.D., Ferreira W.P.B., Da Silva N. 2004. Identification and in vitro antimicrobial susceptibility of *Staphylococcus* species isolated from goat mastitis in the Northeast of Brazil. *Small Ruminant Research*. 55, 45-49.

- De Blas, I. WinEpi 2.0 statistic program. Working in Epidemiology. 2006. Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza.
- De Visscher A., Supré K., Haesebrouck F., Zadoks R.N., Piessens V., Van Coillie E., Piepers S., De Vliegher S. 2014. Further evidence for the existence of environmental and host-associated species of coagulase-negative staphylococci in dairy cattle. *Veterinary Microbiology*. 172 (3-4), 466-474.
- Djoudi F., Bonura C., Touati A., Aléo A., Benallaoua S., Mammina C. 2016. Staphylococcal cassette chromosome mec typing and mecA sequencing in methicillin-resistant staphylococci from Algeria: a highly diversified element with new mutations in *mecA*. *Journal of Medical Microbiology*. 65 (11), 1267-1273.
- Dos Santos F.F., Mendonça L.C., Reis D.R., Guimarães Ade S., Lange C.C., Ribeiro J.B., Machado M.A., Brito M.A. 2016. Presence of mecA-positive multidrug-resistant *Staphylococcus epidermidis* in bovine milk samples in Brazil. *Journal of Dairy Science*. 99 (2), 1374-1382.
- França C.A., Peixoto R.M., Cavalcante M.B., Melo N.F., Oliveira C.J.B., Veschi J.L.A., Mota R.A., Costa M.M. 2012. Antimicrobial resistance of *Staphylococcus* spp. from small ruminant mastitis in Brazil. *Pesquisa Veterinaria Brasileira*. 32 (8), 747-753.
- Hunter P.R. 1990. Reproducibility and indices of discriminatory power of microbial typing methods. *Journal of Clinical Microbiology*. 28 (9), 1903-1905.
- Katayama Y., Ito T., Hiramatsu K. 2000. A new class of genetic element, *Staphylococcus* Cassette Chromosome *mec*, encodes Methicillin resistance in *Staphylococcus aureus*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. 44 (6), 1549-1555.
- Kateete D.P., Kimani C.N., Katabazi F.A., Okeng A., Okee M.S., Nanteza A., Joloba M.L., Najjuka F.C. 2010. Identification of *Staphylococcus aureus*: DNase and Mannitol Salt

- Agar improve the efficiency of the Tube Coagulase Test. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*. 13, 9-23.
- Kunz F., Corti S., Giezendanner N., Stephan R., Wittenbrink M., Zweifel C. 2010. Antimicrobial resistance of *Staphylococcus aureus* and coagulase negative staphylococci isolated from mastitis milk samples from sheep and goats. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*. 153 (2), 63-69.
- Lad S.S., Aparnathi K.D., Mehta B., Velpula S. 2017. Goat milk in human nutrition and health. A review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 6 (5), 1781-1792.
- Magiorakos A.P., Srinivasan A., Carey R.B., Carmeli Y., Falagas M.E., Giske C.G., Harbarth S., Hindler J.F., Kahlmeter G., Olsson-Liljequist B., Paterson D.L., Rice L.B., Stelling J., Struelens M.J., Vatopoulos A., Weber J.T., Monnet D.L. 2011. Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: an international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance. *Clinical Microbiology and Infection*. 18, 268-281.
- Martins K.B., Faccioli-Martins P.Y., Riboli D.F., Pereira V.C., Fernandes S., Oliveira A.A., Dantas A., Zafalon L.F., Cunha M.L.R.S. 2015. Clonal profile, virulence and resistance of *Staphylococcus aureus* isolated from sheep milk. *Brazilian Journal of Microbiology*. 46 (2), 535-43.
- Martins K.B., Faccioli P.Y., Bonesso M.F., Fernandes S., Oliveira A.A., Dantas A., Zafalon L.F., Cunha M.L.R.S. 2016. Characteristics of resistance and virulence factors in different species of coagulase-negative staphylococci isolated from milk of healthy sheep and animals with subclinical mastitis. *Journal of Dairy Science*. 100, 2184-2195.
- Mcdougal L.K., Steward C.D., Killgore G.E., Chaitram J.M., Mcallister S.K., Tenover F.C. 2003. Pulsed-field gel electrophoresis typing of oxacillin-resistant *Staphylococcus*

- aureus* isolated from the United States: establishing a national database. *Journal of Clinical Microbiology*. 41, 5113-5120.
- Monaco M., Pimentel de Araujo F., Cruciani M., Coccia E.M., Pantosti A. 2017. Worldwide Epidemiology and Antibiotic Resistance of *Staphylococcus aureus*. *Current Topics in Microbiology and Immunology*. 409, 21-56.
- Moroni P., Pisoni G., Antonini M., Ruffo G., Carli S., Varisco G., Boettcher P. 2005. Subclinical mastitis and antimicrobial susceptibility of *Staphylococcus caprae* and *Staphylococcus epidermidis* isolated from two Italian goat herds. *Journal of Dairy Science*. 88, 1694-1704.
- Olde Riekerink R.G.M., Barkema H.W., Scholl D.T., Poole D.E., Kelton D.F. 2010. Management practice associated with the bulk-milk prevalence of *Staphylococcus aureus* in Canadian dairy farms. *Preventive Veterinary Medicine*. 97, 20-28.
- Olechnowicz J., Jaskowski J.M. 2014. Mastitis in small ruminants. *Medycyna Weterynaryjna*. 70 (2), 67-72.
- Paterson G.K., Harrison E.M., Holmes M.A. 2014. The emergence of mecC methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Trends in Microbiology*. 22(1):42-7. doi: 10.1016/j.tim.2013.11.003. Epub 2013 Dec 9.
- Pengov A., Ceru S. 2003. Antimicrobial drug susceptibility of *Staphylococcus aureus* strains isolated from bovine and ovine mammary glands. *Journal of Dairy Science*. 86 (10), 3157-3163.
- Pulina G., Milán M.J., Lavín M.P., Theodoridis A., Morin E., Capote J., Thomas D.L., Francesconi A.H.D., Caja G. 2018. Invited review: Current production trends, farm structures, and economics of the dairy sheep and goat sectors. *Journal of Dairy Science*. 101 (8), 6715-6729.

Reglamento (CE) N° 178/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo de 28 de enero de 2002 por el que se establecen los principios y los requisitos generales de la legislación alimentaria, se crea la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y se fijan procedimientos relativos a la seguridad alimentaria.

Reglamento (CE) N° 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004 relativo a la higiene de los productos alimenticios.

Reglamento (CE) N° 853/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004 por el que se establecen normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal.

Reglamento (CE) N° 854/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004 por el que se establecen normas específicas para la organización de controles oficiales de los productos de origen animal destinados al consumo humano.

Reglamento (CE) N° 625/2017 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de marzo de 2017, relativo a los controles y otras actividades oficiales realizados para garantizar la aplicación de la legislación sobre alimentos y piensos, y de las normas sobre salud y bienestar de los animales, sanidad vegetal y productos fitosanitarios, y por el que se modifican los Reglamentos (CE) N° 999/2001, (CE) N° 396/2005, (CE) N° 1069/2009, (CE) N° 1107/2009, (UE) N° 1151/2012, (UE) N° 652/2014, (UE) 2016/429 y (UE) 2016/2031 del Parlamento Europeo y del Consejo, los Reglamentos (CE) N° 1/2005 y (CE) N° 1099/2009 del Consejo, y las Directivas 98/58/CE, 1999/74/CE, 2007/43/CE, 2008/119/CE y 2008/120/CE del Consejo, y por el que se derogan los Reglamentos (CE) N° 854/2004 y (CE) N° 882/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, las Directivas 89/608/CEE, 89/662/CEE, 90/425/CEE, 91/496/CEE, 96/23/CE, 96/93/CE y 97/78/CE del Consejo y la Decisión 92/438/CEE del Consejo (Reglamento sobre controles oficiales).

- Smibert R.M., Krieg N.R. 1994. Methods for general and molecular bacteriology. American Society for Microbiology, Washington DC.
- Stevens S., Piepers, S., Supré K., De Vliegher S. 2018. Antimicrobial consumption on dairy herds and its association with antimicrobial inhibition zone diameters of non-*aureus* staphylococci and *Staphylococcus aureus* isolated from subclinical mastitis. Journal of Dairy Science. 101, 3311-3322.
- Teh K.H., Flint S., Palmer J., Lindsay D., Andrewes P., Bremer P. 2011. Thermo-resistant enzyme-producing bacteria isolated from the internal surfaces of raw milk tankers. International Dairy Journal. 21, 742-747.
- Tenover F.C., Arbeit R.D., Goering R.V., Mickelsen P.A., Murray B.E., Persing D.H., Swaminathan B. 1995. Interpreting chromosomal DNA restriction patterns produced by Pulsed-Field Gel Electrophoresis: Criteria for bacterial strain typing. Journal of Clinical Microbiology. 33 (9), 2233-2239.
- Vanderhaeghen W., Piepers S., Leroy F., Van Coillie E., Haesebrouck F., De Vliegher S. 2015. Identification, typing, ecology and epidemiology of coagulase negative staphylococci associated with ruminants. The Veterinary Journal. 203, 44-51.
- Virdis S., Scarano C., Cossu F., Spanu V, Spanu C, De Santis EPL. 2010. Antibiotic Resistance in *Staphylococcus aureus* and Coagulase Negative Staphylococci Isolated from Goats with Subclinical Mastitis. Veterinary Medicine International. 2010, 517060, 6 pages, 2010. <https://doi.org/10.4061/2010/517060>.
- Wielders C.L., Fluit A.C., Brisse S., Verhoef J., Schmitz F.J. 2002. *mecA* gene is widely disseminated in *Staphylococcus aureus* population. Journal of Clinical Microbiology. 40 (11), 3970-3975.

Xu Z., Shi L., Alam M.J., Li L., Yamasaki S. 2008. Integron-bearing methicillin-resistant coagulase-negative staphylococci in South China, 2001–2004, *FEMS Microbiology Letters*. 278 (2), 223–230.

Zadoks R.N., Watts J.L. 2009. Species identification of coagulase-negative staphylococci: genotyping is superior to phenotyping. *Veterinary Microbiology*. 134 (1-2), 20-28.

Capítulo IV

Conclusiones

OBJETIVO 1.

- 1) Los resultados de nuestro estudio muestran que la situación de las explotaciones caprinas lecheras analizadas sigue una distribución `normal` en la categorización global. La mayoría de las explotaciones se encuentran en un nivel intermedio tanto en aspectos sanitarios como productivos, existiendo un menor número de ganaderías en niveles superiores o inferiores.
- 2) El conocimiento de los déficits sanitarios y productivos en las granjas objeto de estudio ha permitido la implementación de estrategias de mejora a base de medidas correctoras sobre los índices de calidad de la leche, así como en diferentes aspectos relacionados con la sanidad y el manejo.
- 3) La aplicación informática en formato Excel, diseñada específicamente para este trabajo para evaluar criterios sanitarios y productivos, permite establecer de una forma práctica un modelo predictivo de clasificación de nuevas granjas.

OBJETIVO 2.

- 4) Los resultados de este trabajo indican una amplia dispersión de las infecciones por CAEV y PTB en las explotaciones caprinas de Andalucía. Las seroprevalencias individual e intrgranja obtenidas para CAEV han sido del 23,22 % y del 20,82 % \pm 24,07, respectivamente. Resultados similares se han detectado para MAP, con una seroprevalencia individual del 22,54 % y un porcentaje medio de animales positivos a nivel de intrgranja del 25,43 \pm 31,71.
- 5) Los resultados obtenidos en el análisis multivariante indican que las siguientes variables actúan como factores de riesgo en la presentación de CAE: (i) *tamaño de*

la explotación, (ii) existencia de área de paridera, (iii) ausencia de programas de limpieza y desinfección, (iv) monta natural y (v) cabras multíparas. En el caso de la PTB, las siguientes variables mostraron asociación con la exposición a MAP: (i) *sistema de producción intensivo, (ii) no manejar a los animales por lotes, (iii) ventilación inapropiada y (iv) seropositividad a CAEV.* El control de estos factores debe ser tenido en cuenta en zonas con sistemas productivos similares para reducir la circulación de de ambas infecciones en las explotaciones caprinas.

OBJETIVO 3.

- 6) El análisis microbiológico del tanque de leche es muy recomendable para monitorizar la calidad higiénico-sanitaria de la explotación, así como para detectar y caracterizar la presencia de cepas resistentes y multirresistentes (MDR). Este análisis permitirá a los productores adoptar medidas para prevenir el ingreso de patógenos a la industria y por ende al consumidor final.
- 7) La circulación de estafilococos (SCoP, SCoN) similares genéticamente entre granjas lecheras de origen ovino y caprino, justifica la aplicación de programas de lucha integrales encaminadas a la prevención y control de mamitis clínicas y/o subclínicas.

Capítulo V

Conclusions

Objective 1.

- 1) The results of our study show that the situation of analysed dairy goat herds follows a 'normal' distribution in the global categorization. The majority of flocks are in an intermediate level with regard to health and productive parameters, being a minor number of them in the inferior and superior levels.
- 2) Knowledge of the health and productive deficits in the flocks under study has allowed the implementation of improvement strategies based on corrective measures on milk quality indexes, as well as on different aspects related to health and management.
- 3) The computer application in Excel spreadsheet, designed for this study to evaluate health and productive criteria, permits to establish, in a practical way, a predictive model of classification of new farms.

Objective 2.

- 4) The results of this study indicate a widespread of CAEV and PTB infections in the Andalusian dairy goat farms. The individual and intrafarm seroprevalence obtained of CAEV was 23.22 % and 20.82 % \pm 24.07, respectively. Similar results were detected for MAP, with an individual seroprevalence of 22.54 % and an average percentage of positive animals at intraherd level of 25.43 \pm 31.71.
- 5) The results obtained in the multivariate analysis indicate that the following variables act as risk factors in the presentation of CAE: (i) *big size herd*, (ii) *kidding area*, (iii) *absence of cleaning and disinfection program*, (iv) *natural mating* and (v) *multiparous goats*. Regarding PTB, the following variables turned out to be risk factors: (i) *intensive production system*, (ii) *no management by batches*, (iii) *inappropriate ventilation* and (iv) *seropositivity to CAEV*. The control of these factors must be taken

into account in areas with similar productive systems to reduce the circulation of both infections in goat flocks.

Objective 3.

- 6) The microbiological analysis of bulk tank milk is highly advisable to monitor the hygienic-sanitary farm quality, as well as to detect and characterize the presence of resistant and multidrug resistant isolates (MDR). This analysis will allow producers to adopt measures that prevent the arrival of these pathogens to the processing industry and, therefore, to the final consumer.
- 7) The circulation of staphylococci (CoPS, CoNS) genetically similar between goat and sheep dairy farms, justifies the application of comprehensive control programs aimed for the prevention and control of clinical and/or subclinical mastitis.

Capítulo VI

Resumen

La presente tesis doctoral nace del proyecto CAPRITEC 'Tecnologías para la optimización de la sanidad, producción y productos de la leche de cabra en Andalucía' (FEDER-INTERCONNECTA 2013, Ref. ITC-20131070, CDTI), cuyo objetivo general ha sido la evaluación y mejora de la calidad de leche de cabra a través de la implementación de medidas y tecnologías que incidan directamente sobre el estatus sanitario y productivo de la cabaña caprina andaluza. En este proyecto han colaborado numerosas empresas, instituciones y asociaciones caprinas. El Departamento de Sanidad Animal (grupo AGR-256) junto con el Departamento de Producción Animal (grupo AGR-195) de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Córdoba fueron los encargados de desarrollar los objetivos que sirvieron de base para esta tesis doctoral.

La mejora de la calidad de la leche ha sido identificada como uno de los retos más importantes en la industria caprina en Andalucía. Dada la importancia que tiene este sector a nivel nacional y europeo, es necesario detectar y reforzar las debilidades y seguir trabajando desde las explotaciones para mejorar los índices sanitarios y productivos. Por ello, una clasificación rigurosa de los rebaños resulta imprescindible y permite implementar medidas correctoras de actuación en base a los déficits sanitarios y de manejo presentes en cada uno de ellos. Teniendo en cuenta este pilar fundamental para el desarrollo de sistemas productivos con mayor rendimiento y calidad en sus productos, nos propusimos como **primer objetivo** la tipificación de 48 explotaciones caprinas lecheras (de las razas Florida, Murciano-Granadina y Malagueña) basada en sus índices sanitarios (parámetros higiénico-sanitarios de la leche, seroconversión a ciertas enfermedades propias del ganado caprino, *status* frente a brucelosis y tuberculosis, programas de vacunación y desparasitación) y productivos (instalaciones, alimentación y producción láctea).

Esta categorización nos ha permitido conocer la situación de cada granja con respecto a cada uno de los índices analizados y a nivel global. La mayoría de las explotaciones se encontraban en niveles intermedios (nivel II, 60,42 %) tanto en aspectos sanitarios como productivos, existiendo un menor número de ganaderías tanto en el nivel inferior (nivel III, 8,33 %) como en el superior (nivel I, 31,25 %).

Una vez establecida la tipificación de los rebaños, se ha propuesto la implementación de una serie de medidas correctoras de actuación en base a los déficits sanitarios y productivos detectados en cada granja, con el fin de mejorar los parámetros de calidad de la leche y otros aspectos de manejo y sanidad. Estas medidas han sido recogidas en una serie de informes técnicos y enviados a los responsables técnicos de las distintas asociaciones, que a su vez transmitieron a cada uno de los ganaderos implicados en el proyecto. De esta forma se pretendió que el ganadero aplicase las medidas correctoras para mejorar la situación de su granja y así facilitar el `ascenso de categoría´ según los criterios establecidos en el diseño del proyecto.

Asimismo, tras la categorización de las explotaciones, se ha diseñado una aplicación informática sencilla basada en una plantilla en formato Excel, en la que se han incluido los criterios sanitarios y productivos determinados en el proyecto y que permite establecer de una forma práctica un modelo predictivo de clasificación de nuevas granjas.

La Artritis Encefalitis Caprina (CAE) y la Paratuberculosis (PTB) son dos enfermedades infecciosas, de curso crónico y de gran importancia en el sector caprino lechero por el descenso en los niveles de producción de leche que originan y que repercuten en la rentabilidad de las explotaciones. El diagnóstico y control de ambas patologías es complicado,

ya que los animales infectados pueden permanecer asintomáticos durante años y mientras seguir eliminando el agente infeccioso. En la actualidad, las principales estrategias para el control de estas enfermedades están basadas en: (i) identificación y segregación de los animales infectados; (ii) separación de los cabritos al nacer y aporte de calostro artificial; (iii) aplicación de adecuados protocolos de limpieza y desinfección (L+D); (iv) reducción de los factores de riesgo asociados con la entrada, diseminación y mantenimiento del virus de la Artritis Encefalitis Caprina (CAEV) y de *Mycobacterium avium* subespecie *paratuberculosis* (MAP) en las granjas.

La escasez de datos actualizados sobre la distribución de CAEV y MAP en las granjas caprinas lecheras de Andalucía nos llevó a realizar el **segundo objetivo** de esta tesis doctoral, para el cual nos planteamos indagar la seroprevalencia individual e intrgranja, así como los factores de riesgo asociados a la exposición de ambos patógenos. Para ello, se analizaron un total de 3312 muestras de suero sanguíneo, de las mismas explotaciones categorizadas en el objetivo 1, mediante los kits ELISA INgezim MaediScreening (CAEV) y Paracheck (MAP) (Ingenasa®). Con los resultados del chequeo serológico y aprovechando los datos recogidos previamente en la encuesta diseñada para la clasificación de las granjas, se realizó un estudio transversal comparativo para determinar los posibles factores de riesgo asociados con la exposición a CAEV y a MAP.

Los resultados del análisis serológico muestran una amplia dispersión de CAEV (87,71 %; IC_{95%} 78,42 - 97,00) y de MAP (87,50 %; IC_{95%} 78,14 - 96,98) en los rebaños caprinos lecheros del Andalucía. Las seroprevalencias individual e intrgranja obtenidas para CAEV han sido del 23,22 % (IC_{95%} 21,78 - 24,65) y del 20,82 % ± 24,07, respectivamente. Resultados similares se han detectado para MAP, con una seroprevalencia individual del

22,54 % (IC_{95%} 21,12 - 23,97) y un porcentaje medio de animales positivos a nivel de intragránja del $25,43 \pm 31,71$.

A partir del análisis de factores de riesgo, las siguientes variables mostraron asociación con la frecuencia de exposición por CAEV: (i) *tamaño de explotación* ($P < 0,0001$; OR 2,07; IC₉₅ 1,73 - 2,50), (ii) *área de paridera* ($P < 0,0020$; OR 1,38; IC₉₅ 1,13 - 1,69), (iii) *programas de L+D* ($P < 0,0067$; OR 1,90; IC₉₅ 1,43 - 2,53), (iv) *monta natural* ($P < 0,0026$; OR 2,22; IC₉₅ 1,73 - 2,86) y (v) *multípara* ($P < 0,0001$; OR 2,90; IC₉₅ 2,17 - 3,87). En cuanto a PTB, las siguientes variables actuaron como factores de riesgo en la presentación de la enfermedad: (i) *sistema de producción intensivo* ($P < 0,001$; OR 1,93; IC₉₅ 1,53 - 2,43), (ii) *no manejar a los animales por lotes* ($P < 0,0001$; OR 2,94; IC₉₅ 2,23 - 3,87), (iii) *ventilación inapropiada* ($P < 0,0001$; OR 2,59; IC₉₅ 1,78 - 3,78) y (iv) *seropositividad al virus de la Artritis Encefalitis Caprina (CAEV)* ($P < 0,0001$; OR 1,83; IC₉₅ 1,47 - 2,28). El control de estos factores debe ser tenido en cuenta en zonas con sistemas productivos similares para reducir la circulación de CAEV y MAP en las explotaciones caprinas.

El análisis de la leche del tanque nos proporciona una visión global de las prácticas sanitarias y de manejo llevadas a cabo en cada granja y nos informa del estado de salud de las ubres (recuento de células somáticas y bacterias totales, presencia de estafilococos y de otros patógenos). En este sentido, los Estafilococos Coagulasa Positivos (SCoP) y Negativos (SCoN) han sido descritos como los principales microorganismos causantes de mamitis clínicas y subclínicas en los pequeños rumiantes, respectivamente. El uso indiscriminado de antimicrobianos (AMs) como tratamiento terapéutico o preventivo de los casos de mamitis, ha sido asociado con un aumento de las resistencias bacterianas. Entre las cepas resistentes o multirresistentes (MDR), los estafilococos meticilina resistentes (MRS) representan,

actualmente, una preocupación global para las autoridades sanitarias. Diversas cepas pueden circular dentro de una explotación, pero no todas ellas tienen la misma importancia clínica. El estudio y seguimiento de las cepas responsables de los casos de mamitis, de sus patrones de resistencia y de la similitud genética entre cepas es muy importante para el control de esta enfermedad. Por todo ello, como **tercer y último objetivo** de la presente tesis doctoral nos planteamos determinar el perfil de resistencia antimicrobiana de diferentes cepas de *Staphylococcus* spp. obtenidas de leche de tanque de explotaciones caprinas y ovinas estableciendo sus relaciones genéticas mediante técnicas de electroforesis en campo pulsado (PFGE).

Un total de 58 explotaciones caprinas (proyecto CAPRITEC) y ovinas (cepario Dpto. Sanidad Animal) fueron muestreadas y 45 aislamientos de *Staphylococcus* spp. fueron obtenidos. Se han identificado y clasificado 10 especies diferentes de SCoP (22,22 %) y de SCoN (77,78 %). Casi el 50 % de los aislamientos fueron resistentes, al menos, a un agente antimicrobiano de los 9 estudiados, mostrando los mayores niveles de resistencia frente a tetraciclina (28,89 %) y penicilina (22,22 %). Además, se obtuvieron 2 cepas multiresistentes (MDR) (4,44 %) identificadas como *S. aureus* y *S. lentus*. La cepa *S. aureus* MDR fue también resistente fenotípicamente a la meticilina (resistente al cefoxitin). Una PCR a tiempo real fue realizada para detectar genéticamente MRS (gen *mecA*), sin embargo, ninguna de las 45 cepas presentó el gen *mecA*. Además, mediante PFGE y utilizando la enzima de restricción *SmaI* se obtuvieron un total de 30 pulsotipos diferentes. Algunas cepas pertenecientes a las especies *S. aureus*, *S. lentus*, *S. simulans* y *S. caprae* mostraron alta similitud genética (> 80 %). La detección de patrones indistinguibles sugiere que la circulación de estafilococos puede ocurrir entre granjas de cabras y ovejas. Para garantizar la

calidad de la leche en granjas de pequeños rumiantes son aconsejables unas medidas de manejo apropiadas y un control estricto del uso de antimicrobianos.

En resumen, y en base a los hallazgos encontrados en la presente investigación, es pertinente indicar que, si el sector caprino lechero en Andalucía demanda un mayor rendimiento de las explotaciones ligado a una producción láctea de mayor calidad, los ganaderos y veterinarios deben comenzar a trabajar conjuntamente para la correcta aplicación de medidas sanitarias y de manejo. Estas medidas deben ir dirigidas a subsanar los déficits presentes en cada explotación, y para ello, es fundamental el análisis y categorización de éstas. Asimismo, es de vital importancia el estudio de las patologías más frecuentes en el ganado caprino, como son el CAE y la PTB. Sólo podremos instaurar adecuadas medidas de control y erradicación si conocemos la distribución y los factores de riesgo asociados a la presentación de ambas enfermedades. Por último, es recomendable el análisis de la leche de tanque para obtener una visión global del estado sanitario de las ubres y de las prácticas de manejo en las granjas. El estudio de la presencia de estafilococos en muestras de secreción láctea, su perfil de resistencia antimicrobiana y similitud genética entre cepas nos orientará a la hora de establecer tratamientos específicos para el control de las mamitis causadas por estos microorganismos.

Capítulo VII

Summary

The present PhD thesis has its origin in the CAPRITEC project: ‘Technologies for optimization of health, production and milk products of goats in Andalusia’ (FEDER-INNTERCONECTA 2013, Ref. ITC-20131070, CDTI), whose general objective has been the evaluation and the improvement of the goat milk quality through the implementation of measures and technologies that directly influence the health and productive status of the Andalusian goat livestock. Many companies, institutes and goat associations have collaborated in this project. The Animal Health Department (AGR-256 group) in conjunction with the Animal Production Department (AGR-195 group) from the Veterinary Medicine Faculty of the University of Cordoba were the responsible of developing the objectives which were the basis of this PhD thesis.

The improvement of the milk quality has been identified as one of the most important challenges in the Andalusian goat industry. This sector has a large importance in Spain and Europe. For this reason, it is necessary to detect and to strengthen the debilities and to continue working at the farms to improve the health and productive indexes. For that, a rigorous farm classification is essential to implement corrective measures based on the health and productive deficits present in each herd. Having into account this fundamental pillar for the development of productive system with a high performance and quality in their products, we proposed the **first objective**: the categorization of 48 milk goat farms (Florida, Murciano-Granadina and Malagueña breeds) based on health (milk hygienic-sanitary parameters, sera-conversion to some typical goat diseases, brucellosis and tuberculosis status, vaccination and deparasitization programs) and productive (buildings, feeding and milk production) parameters.

This classification allows us to know the situation of each farm according not only to each analysed index, but also to the global level. The majority of farms (60.42 %) were in intermediate levels with regard to health and productive aspects, being a minor number of herds in the inferior (8.33 %) and superior (31.25 %) levels.

Once established the categorization of farms, a series of corrective measures based on the health and productive deficits detected in each herd were implemented with the aim of improving the milk quality parameters and other health and management aspects. These measures have been collected in technical reports and sent to the responsible of each goat association, who then transmitted it to each farmer involved in the project. In this way, the farmer could apply these corrective measures to improve the situation of farms and, this way, ascend its category according to the guidelines established in the project design.

Additionally, after the farm categorization, a simple computer application based on an Excel spreadsheet was designed to establish in a practical way a predictive model of classification of new herds. In this application, the health and productive parameters determined in the project were included.

The Caprine Arthritis Encephalitis (CAE) and the Paratuberculosis (PTB) are two infective diseases with chronic course and great importance for the milk goat sector due to the decrease in the milk production that have impact in the farm profitability. The diagnostic and control of these pathologies are complicated because it can take years for the infective animals to show clinical symptoms and meanwhile, they can eliminate the infective agent. Currently, the principal strategies for the control of these diseases are: i) identification and segregation of the infective animals; ii) separation of kids when they are born and feed them

with artificial colostrum; iii) application of adequate cleaning and disinfection protocols; and iv) reduction of risk factors associated with the entrance, dissemination and maintenance of Caprine Arthritis Encephalitis Virus (CAEV) and *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* (MAP) in the farms.

The lack of information about the distribution of CAEV and MAP in the Andalusian milk goat farms takes us to develop the **second objective** of this PhD thesis. We proposed to investigate the individual and intraherd seroprevalences and the risk factors associated with the exposure of both pathogens. Thus, a total of 3,312 blood sera samples were analysed using the INgezim MaediScreening (CAEV) and Paracheck (MAP) (Ingenasa[®]) ELISA kits. With the serologic study and using the data collected in the survey designed in the categorization of farms, a transversal comparative study was carried out to determine the possible risk factors associated with the exposure to CAEV and MAP.

The serologic analysis results show a widespread of CAEV (87.71 %; CI_{95%} 78.42 - 97.00) and MAP (87.50 %; CI_{95%} 78.14 - 96.98) in the Andalusian milk goat herds. The individual and intraherd seroprevalences obtained for CAEV were 23.22 % (CI_{95%} 21.78 - 24.65) and 20.82 % ± 24.07, respectively. Similar results have been detected for MAP, with an individual seroprevalence of 22.54 % (CI_{95%} 21.12 - 23.97) and an average percentage of positive animals in the intraherd level of 25.43 ± 31.71.

In the risk factors analysis, the next variables showed association with the frequency of CAEV exposure: i) (i) *big size herd* ($P < 0.0001$; OR 2.07; CI₉₅ 1.73 - 2.50), (ii) *kidding area* ($P < 0.0020$; OR 1.38; CI₉₅ 1.13 - 1.69), (iii) *absence of cleaning and disinfection program* ($P < 0.0067$; OR 1.90; CI₉₅ 1.43 - 2.53), (iv) *natural mating* ($P < 0.0026$; OR 2.22;

CI₉₅ 1.73 - 2.86) and (v) *multiparous goats* ($P < 0.0001$; OR 2.90; CI₉₅ 2.17 - 3.87). Regarding to PTB, the following variables turned out to be risk factors: (i) *intensive production system* ($P < 0.001$; OR 1.93; CI₉₅ 1.53 - 2.43), (ii) *no management by batches* ($P < 0.0001$; OR 2.94; CI₉₅ 2.23 - 3.87), (iii) *inappropriate ventilation* ($P < 0.0001$; OR 2.59; CI₉₅ 1.78 - 3.78) and (iv) *seropositivity to CAEV* ($P < 0.0001$; OR 1.83; CI₉₅ 1.47 - 2.28). The control of these factors must be taken into account in areas with similar productive systems to reduce the circulation of CAEV and MAP in goat flocks.

The tank milk analysis provides a global vision about the health and productive practices carried out in each farm and this informs us about the udder health state (somatic cell count, total bacteria count, staphylococci and other pathogens presence). In this sense, Coagulase Positive (CoPS) and Coagulase Negative (CoNS) Staphylococci have been reported as the main microorganisms causing clinical or subclinical mastitis, respectively, in small ruminants. The indiscriminate use of antimicrobials has been associated with an increase in resistances. Among resistant or multidrug resistant (MDR) isolates, Methicillin-Resistant Staphylococci (MRS) represent a global concern for health authorities nowadays. Diverse strains can circulate within a flock, not having any of them the same clinical importance. The study and monitoring of the species responsible for mastitis, its resistance patterns and the genetic similitude among isolates are of great help to control the disease. For all the previous reasons, we proposed as the **third and last objective** of the present PhD thesis to determine the antimicrobial resistance profile of different isolates of *Staphylococcus* spp. obtained from tank milk and to establish their genetic relationship.

A total of 58 dairy goat and sheep herds were monitored and 45 isolates of *Staphylococcus* spp. were obtained. Ten different species were identified and classified in

Coagulase Positive (CoPS) (22.22 %) and Coagulase Negative (CoNS) Staphylococci (77.78 %). Almost 50 % of isolates were resistant to, at least, one of the 9 antimicrobial agents, showing the highest resistance levels against tetracycline (28.89 %) and penicillin (22.22 %). Additionally, 2 Multidrug-resistant isolates (MDR) (4.44 %), identified as *S. aureus* and *S. lentus*, were obtained. The MDR- *S. aureus* was also resistant to methicillin (resistant to cefoxitin). A real-time PCR was carried out to genetically detect the MRS (*mecA* gene), nevertheless, none of the 45 isolates presented the *mecA* gene. Furthermore, thirty different pulsotypes were obtained by PFGE using the *SmaI* restriction enzyme. Some isolates belonging to *S. aureus*, *S. lentus*, *S. simulans* and *S. caprae* species showed high genetic similarity (> 80 %). The detection of indistinguishable PFGE patterns suggests that circulation of staphylococci among goat and sheep dairy herds may occur. Appropriate management measures and strict control of the use of antimicrobials are advisable to guarantee a high quality of milk in small ruminant dairy flocks.

Based on the findings found in the present investigation, it is pertinent to indicate that, if the dairy goat sector in Andalusia demands a higher yield of the farms linked to a higher quality dairy production, farmers and veterinarians must start working on the correct application of health and management measures. These measures should aim to correct the deficits present in each farm, for which the categorization of every herd is fundamental. Likewise, the study of the most frequent pathologies in goats, such as CAE and PTB, is of vital importance. To establish adequate control and eradication measures the distribution and the risk factors associated with the presentation of both diseases should be known. Finally, it is advisable to analyse the tank milk to obtain a global view of the health status of the udders and the management practices on the farms. The study of the presence of Staphylococci in milk, their antimicrobial resistance profile and genetic similarity between strains, will guide

us when establishing appropriate treatments for the control of mastitis caused by these microorganisms.

Capítulo VIII

Aportaciones científicas

PUBLICACIONES CIENTÍFICAS QUE APORTA LA TESIS DOCTORAL

PUBLICACIONES CIENTÍFICAS INDEXADAS

· Belén Barrero Domínguez, Inmaculada Luque, Alfonso Maldonado, Belén Huerta, Manuel Sánchez, Jaime Gómez Laguna, Rafael Astorga. **Seroprevalence and risk factors of exposure to caprine arthritis-encephalitis virus in southern Spain.** Veterinary Record. Mar 4; 180 (9): 226-229. doi: 10.1136/vr.104014.

JCR 1,734 (2016).

Ranking Q1 (25/136) Categoría de Veterinary Science.

· Belén Barrero-Domínguez, Inmaculada Luque, Belén Huerta, Jaime Gómez-Laguna, Ángela Galán-Relaño, Lidia Gómez-Gascón, Manuel Sánchez, Rafael J. Astorga. **Paratuberculosis in dairy goat flocks from southern Spain: risk factors associated with exposure.** Artículo enviado a la revista Veterinary Record.

· Belén Barrero-Domínguez, Inmaculada Luque, Ángela Galán-Relaño, José Luis Vega-Pla, Belén Huerta, Federico Román, Rafael J. Astorga. **Antimicrobial resistance and genetic relationships of Staphylococcus spp. isolated from small ruminants dairy herds.** Artículo enviado a la revista Foodborne Pathogens and Disease.

PUBLICACIONES CIENTÍFICAS NO INDEXADAS

· Belén Barrero-Domínguez, Inmaculada Luque Moreno, Belén Huerta, Jaime Gómez-Laguna, Ángela Galán-Relaño, Manuel Sánchez, Rafael Jesús Astorga Márquez.

Epidemiología de la Paratuberculosis en granjas caprinas lecheras de Andalucía. Revista Producción Animal. N° 309. Julio-Agosto 2018. Pág. 6-12.

· Belén Barrero Domínguez, Inmaculada Luque Moreno, Belén Huerta Lorenzo, Alfonso Maldonado García, Manuel Sánchez Rodríguez, Rocío Jiménez Granado, Jaime Gómez Laguna, Rafael Jesús Astorga Márquez. **Estudio descriptivo y analítico del Virus de la Artritis Encefalitis Caprina (CAEV) en Andalucía.** Revista Producción Animal N° 297. Julio-Agosto 2016. Pág. 48-54.

· Rafael J. Astorga Márquez, Belén Barrero Domínguez, Lidia Gómez Gascón, Manuel Sánchez Rodríguez, Rocío Jiménez Granado, J. David Andrade, Lucía Reguillo Granados, Fernando Cardoso Toset, Jaime Gómez laguna. **CAPRITEC: Un modelo de optimización sanitaria y productiva en el sector caprino lechero de Andalucía.** Revista Producción Animal N° 293. Noviembre-Diciembvre 2015. Pág. 58-70.

· Rocío Jiménez Granado, Belén Barrero Domínguez, Rafael J. Astorga Márquez, J. David Andrade Pérez, María D. López Fariña, Lucía Reguillo Granados, Vicente Rodríguez Estévez, Manuel Sánchez Rodríguez. 2015. **Optimización del sector caprino lechero: tipificación de granjas y mejora de los aspectos sanitarios y productivos.** Revista Tierras Caprino N°10. Especial innovación en caprino. Pág. 38-42.

APORTACIONES A CONGRESOS INTERNACIONALES

· Belén Barrero Domínguez, Inmaculada Luque, Belén Huerta, Ángela Galán Relaño, Almudena Pérez, Carmen Tarradas, Rafael J. Astorga. **Antimicrobial resistance of *Staphylococcus* isolated from Small Ruminants in Andalusia (South Spain): Genetic study on *mecA* gene presence.** 4th EAVLD Congress of the European Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians. 6-9 Noviembre 2016. Praga (República Checa).

APORTACIONES A CONGRESOS NACIONALES

· Belén Barrero-Domínguez, Belén Huerta, Jaime Gómez-Laguna, Fabiana de Aguiar, Eduardo Vera-Salmoral, Lidia Gómez-Gascón, Rafael J. Astorga. **Seroprevalencia de Paratuberculosis en ganado caprino lechero de Andalucía.** XXIII Simposio anual de AVEDILA (Asociación de Veterinarios Especialistas en Diagnóstico de Laboratorio). 15-16 Noviembre 2018. Granada (España).

· Belén Barrero-Domínguez, Inmaculada Luque, Ángela Galán-Relaño, José Luis Vega-Pla, Belén Huerta, Federico Román, Rafael Astorga. **Estudio de resistencia antimicrobiana y relación genética de cepas de *Staphylococcus* spp. aisladas en explotaciones lecheras de caprino y ovino en Andalucía.** II Congreso de Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos. 9 Febrero 2018. Córdoba (España).

- Belén Barrero Domínguez, Inmaculada Luque, Rafael Astorga. **Seroprevalencia y factores de riesgo del Virus de la Artritis Encefalitis Caprina en Andalucía.** V Congreso Científico de Investigadores en Formación de la Universidad de Córdoba. 1 Diciembre 2016. Córdoba (España).
- Belén Barrero Domínguez, Rocío Jiménez Granado, Manuel Sánchez Rodríguez, Jaime Gómez-Laguna, Lucía Reguillo Granados, Rafael J. Astorga Márquez. **Optimización del sector caprino lechero en Andalucía: tipificación de granjas y mejora de los aspectos sanitarios y productivos.** I Congreso de Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos. 12 Febrero 2016. Córdoba (España).
- Belén Barrero Domínguez, Jaime Gómez Laguna, Alfonso Maldonado, Inmaculada Luque, Manuel Sánchez Rodríguez, Rocío Jiménez Granado, J. David Andrade, Rafael J. Astorga Márquez. **Estudio de seroprevalencia de la artritis-encefalitis caprina en Andalucía.** I Congreso de Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos. 12 Febrero 2016. Córdoba (España).
- Belén Barrero Domínguez, Jaime Gómez Laguna, Alfonso Maldonado, Anna Bindemann, Manuel Sánchez Rodríguez, Rocío Jiménez Granado, Rafael J. Astorga Márquez. **Estudio de seroprevalencia de la artritis-encefalitis caprina en Andalucía.** XX Simposio anual de AVEDILA (Asociación de Veterinarios Especialistas en Diagnóstico de Laboratorio). 5-6 Noviembre 2015. Gijón (España).

· Belén Barrero Domínguez, Inmaculada Luque, Belén Huerta, Ángela Galán Relaño, Almudena Pérez, Carmen Tarradas, Rafael J. Astorga Márquez. **Resistencia antimicrobiana de estafilococos aislados en pequeños rumiantes en Andalucía: estudio genético sobre presencia del gen *mecA***. XX Simposio anual de AVEDILA (Asociación de Veterinarios Especialistas en Diagnóstico de Laboratorio). 5-6 Noviembre 2015. Gijón (España).

· Belén Barrero Domínguez, Rocío Jiménez Granado, Manuel Sánchez Rodríguez, Jaime Gómez Laguna, Lucía Reguillo Granados, Rafael J. Astorga Márquez. **Tipificación de granjas caprinas en el sur de España (II): Implementación de medidas correctoras**. LX Congreso Nacional y XVI Internacional de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia (SEOC). 16-18 Septiembre 2015. Castellón de la Plana (España).

INFORMES TÉCNICOS

Durante el transcurso del proyecto CAPRITEC se realizaron una serie de informes técnicos en los que se mostraban los déficits sanitarios y productivos detectados en cada una de las 48 explotaciones, así como las diferentes recomendaciones propuestas. Estos informes fueron enviados a los responsables técnicos de las distintas asociaciones, que a su vez transmitieron a cada uno de los ganaderos implicados en el proyecto. De esta forma se pretendió que el ganadero aplicase las medidas correctoras para mejorar la situación de su granja y así facilitar el ‘ascenso de categoría’ según los criterios establecidos en el diseño del proyecto.

TRANSFERENCIA

Proyecto CAPRITEC. Revista TRUCO (Boletín de difusión de la Transferencia del Conocimiento de la Universidad de Córdoba). Nº 13, Abril 2014. Pág. 9-10.

**APORTACIONES RELACIONADAS CON LA FORMACIÓN INVESTIGADORA.
PARTICIPACIÓN EN COAUTORÍA.**

PUBLICACIONES CIENTÍFICAS INDEXADAS

- Sergio Álvarez-Pérez, José L. Blanco, Rafael J. Astorga, Jaime Gómez-Laguna, Belén Barrero-Domínguez, Ángela Galán-Relaño, Celine Harmanus, Ed Kuijper, Marta E. García. **Distribution and tracking of *Clostridium difficile* and *Clostridium perfringens* in a free-ranged pig abattoir and processing plant.** Food Research International. 113: 456-464. 2018.
- Ana Lucía Solarte, Rafael Jesús Astorga, Fabiana Carolina de Aguiar, Cristina de Frutos, Belén Barrero Domínguez, Belén Huerta Lorenzo. **Susceptibility distribution to essential oils of *Salmonella enterica* strains involved in animal and public health and comparison of the Typhimurium and Enteritidis serotypes.** Journal of Medicinal Food. 21 (9): 946-950. 2018.
- Fernando Cardoso Toset, Inmaculada Luque, Ángela Morales Partera, Ángela Galán Relaño, Belén Barrero Domínguez, Manuela Hernández, Jaime Gómez Laguna. **Survival of *Streptococcus suis*, *Streptococcus dysgalactiae* and *Trueperella pyogenes* in dry-cured Iberian pork shoulders and loins.** Food Microbiology. 61: 66-67. 2017.
- Belén Huerta, Belén Barrero Domínguez, Ángela Galán Relaño, Carmen Tarradas, Alfonso Maldonado, Inmaculada Luque. **Essential oils in the control of infections by *Staphylococcus xylosus* in Horses.** Journal of Equine Veterinary Science. 38: 19-23. 2016.

PUBLICACIONES CIENTÍFICAS NO INDEXADAS

· Ángela Galán-Relaño, Lidia Gómez-Gascón, Jaime Gómez-Laguna, Belén Barrero-Domínguez, Rafael J. Astorga, Belén Huerta, Inmaculada Luque, Carmen Tarradas. **Seroprevalencia de enfermedades con implicaciones en la sanidad y la producción del cerdo ibérico.** Revista Suis. Nº 150. Septiembre 2018. Pág. 20-24.

· Rafael J. Astorga Márquez, M^a Mar Jarén Morilla, Manuel J. Cumbreiras García, Pedro Moreno Moreno, Ángela Galán Relaño, Belén Barrero Domínguez, Alfonso Maldonado García. **Seguimiento serológico de un brote de Brucelosis en ganado porcino Ibérico.** Revista Suis. Nº 135. Marzo 2017. Pág 18-23.

APORTACIONES A CONGRESOS INTERNACIONALES

· Ana Lucía Solarte, Rafael J. Astorga, Fabiana de Aguiar, Belén Barrero-Domínguez, Alfonso Maldonado, Belén Huerta. **Induction of resistant mutants of *Salmonella* Typhimurium under enrofloxacin selected pressure and their control with essential oils.** International Symposium Salmonella and Salmonellosis. 24-26 Septiembre 2018. Saint-Malo. (Francia).

· Fabiana de Aguiar, Ana Lucía Solarte, Carmen Tarradas, Inmaculada Luque, Alfonso Maldonado, Rafael Astorga, Belén Barrero-Domínguez, Ángela Galán-Relaño, Belén Huerta. **Antimicrobial effect of cinnamaldehyde, carvacrol and thymol and their combined effect with penicillin and trimethoprim-sulfamethoxazole against resistant *Streptococcus suis***

strains. V International Conference on Antimicrobial Research (ICAR). 24-25 Mayo 2018. Torremolinos, Málaga (España).

· Ángela Galán Relaño, Belén Barrero Domínguez, Almudena Casamayor, Fernando Cardoso Toset, José F. Fernández-Garayzábal, Inmaculada Luque, Ana Isabel Vela, Carmen Tarradas.

Antimicrobial susceptibility and genetic diversity of *Trueperella pyogenes* isolated from pigs in Spain. 10th European Symposium of Porcine Health Management (ESPHM). 9-11 Mayo 2018. Barcelona (España).

· Fabiana Carolina de Aguiar, Ana Lucía Solarte, Carmen Tarradas, Inmaculada Luque, Belén Barrero Domínguez, Belén Huerta. **Combination of essential oils and antibiotics against *Streptococcus suis*. A preliminary study.** 12th Safepork. 21-24 Agosto 2017. Foz do Iguaçu (Brasil).

· Ángela Galán Relaño, Belén Barrero Domínguez, Almudena Casamayor, Fernando Cardoso Toset, Ana Lucía Solarte, Fabiana de Aguiar, José F. Fernández Garayzábal, Inmaculada Luque, Ana I. Vela, Carmen Tarradas Iglesias. **Antimicrobial resistance profile of *Trueperella pyogenes* associated with slaughterhouse condemnations of pigs in Spain.** 12th Safepork. 21-24 Agosto 2017. Foz do Iguaçu (Brasil).

· Ángela Morales Partera, Fernando Cardoso Toset, Rafael J. Astorga, Silvia Herrera León, Belén Barrero Domínguez, Carmen Tarradas, Jaime Gómez Laguna. **Diversity of *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* isolates from free-range pigs production plants.** 9th European Symposium of Porcine Health Management (ESPHM). 3-5 Mayo 2017. Praga (República Checa).

· Fernando Cardoso Toset, Inmaculada Luque, Ángela Moreales Partera, Ángela Galán Relaño, Belén Barrero Domínguez, Manuela Hernández, Jaime Gómez Laguna. **Viability of *Streptococcus suis*, *Streptococcus dysgalactiae* and *Trueperella pyogenes* in dry-cured pork shoulders and loins.** 9th European Symposium of Porcine Health Management (ESPHM). 3-5 Mayo 2017. Praga (República Checa).

· Fernando Cardoso Toset, Jaime Gómez Laguna, Belén Barrero Domínguez, Lidia Gómez Gascón, Ana Lucía Solarte, Fabiana Aguiar, Carmen Tarradas Iglesias. **Microbiological study of totally condemned pigs with disseminated Tuberculosis-like lesions.** 9th European Symposium of Porcine Health Management (ESPHM). 3-5 Mayo 2017. Praga (República Checa).

· Ángela Galán Relaño, Belén Barrero Domínguez, Fernando Cardoso Toset, Belén Huerta Lorenzo, Alfonso Maldonado García, Inmaculada Luque Moreno, Carmen Tarradas Iglesias. **Antimicrobial susceptibility (MIC) of *Trueperella pyogenes* isolated from pigs with lymphadenitis.** 9th European Symposium of Porcine Health Management (ESPHM). 3-5 Mayo 2017. Praga (República Checa).

· Fabiana. C de Aguiar, Ana Lucía Solarte, Ángela Galán Relaño, Belén Barrero Domínguez, Inmaculada Luque, Belén Huerta. **Distribution of sensitivity of *Streptococcus suis* strains against various essential oils.** 9th European Symposium of Porcine Health Management (ESPHM). 3-5 Mayo 2017. Praga (República Checa).

· José Luis Blanco, Sergio Álvarez Pérez, Rafael J. Astorga, Jaime Gómez Laguna, Belén Barrero Domínguez, Ángela Galán Relaño, M.E. García. **Prevalence of *Clostridium difficile* and *Clostridium perfringens* in free-range pig processing plant.** 4th EAVLD Congress of the European Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians. 6-9 Noviembre 2016. Praga (República Checa).

· Ana Lucía Solarte, Fabiana C. de Aguiar, Rafael Astorga, Alfonso Maldonado, Belén Barrero, Francisco Jurado, Belén Huerta. **In vitro effect of the combination of enrofloxacin with essential oils against *Salmonella* Typhimurium.** IV International Conference of Antimicrobial Research (ICAR). 29 Junio -1 Julio 2016. Torremolinos-Málaga (España).

· Fernando Cardoso Toset, Jaime Gómez Laguna, Carmen Tarradas, Ángela Galán Relaño, Belén Barrero Domínguez, Ana Isabel Vela, Lidia Gómez Gascón, Inmaculada Luque. **Development of Pulse-Field Gel Electrophoresis (PFGE) method for molecular typing of *Trueperella pyogenes* isolates.** 24th International Pig Veterinary Society Congress (IPVS) and 8th European Symposium of Porcine Health Management. 7-10 Junio 2016. Dublín (Irlanda).

· Ana Lucía Solarte, Rafael J. Astorga Márquez, Fabiana C. de Aguiar, Belén Barrero Domínguez, Ángela Galán Relaño, Alfonso Maldonado, Belén Huerta. **In vitro assay to assess the antimicrobial activity of essential oils clinical strains of *Salmonella* Typhimurium and *Salmonella enteritidis*.** International Symposium Salmonella and Salmonellosis. 6-8 Junio 2016. Saint Malo (Francia).

· Belén Huerta, Belén Barrero, Ángela Galán, Carmen Tarradas, Alfonso Maldonado, Rafael J. Astorga and Inmaculada Luque. **Essential oils use as an alternative to antimicrobial in**

***Staphylococcus xylosus* and *Staphylococcus epidermidis* infection in horse.** III International Conference on Antimicrobial Research (ICAR). 1-3 Octubre 2014. Madrid (España).

APORTACIONES A CONGRESOS NACIONALES

· Fabiana De Aguiar, Lidia Gómez-Gascón L, Belén Barrero-Domínguez, Alfonso Maldonado, Carmen Tarradas, Inmaculada Luque, Belén Huerta. **Estudio comparativo de la actividad antimicrobiana del cinamaldehído y aceite esencial de canela frente a *Streptococcus suis*.** XXII Simposio anual de AVEDILA (Asociación de Veterinarios Especialistas en Diagnóstico de Laboratorio). 15-16 Noviembre 2018. Granada.

· Ángela Galán-Relaño, Belén Barrero-Domínguez, Lidia Gómez-Gascón, Fabiana de Aguiar, Eduardo Vera-Salmoral, Alfonso Maldonado, Belén Huerta. **Valor diagnóstico de signos clínicos asociados a la Leishmaniosis canina.** XXII Simposio anual de AVEDILA (Asociación de Veterinarios Especialistas en Diagnóstico de Laboratorio). 15-16 Noviembre 2018. Granada.

· José María Sánchez Carvajal, Ángela Galán-Relaño, Belén Barrero-Domínguez, Inés Ruedas Torres, Eduardo Vera Salmoral, De Marco Viott, Irene María Rodríguez Gómez. **Brote de mortalidad aguda en jabalíes: un riesgo potencial para el cerdo ibérico.** X Foro ANVEPI (Asociación Nacional de Veterinarios de Porcino Ibérico). 14-15 Marzo 2018. Badajoz (España).

· Belén Barrero-Domínguez, Ángela Galán-Relaño, Carmen Tarradas, Rafael J. Astorga, Fernando Cardoso-Toset, Inmaculada Luque, Alfonso Maldonado. **Estudio epidemiológico preliminar de la Enfermedad de la Frontera (BD) en explotaciones ovinas del norte de la**

provincia de Córdoba. II Congreso de Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos. 9 Febrero 2018. Córdoba (España).

· Ángela Galán-Relaño, Belén Barrero-Domínguez, Almudena Casamayor, Fernando Cardoso-Toset, Fabiana de Aguiar, Inmaculada Luque, Ana Isabel Vela, Carmen Tarradas.

***Trueperella pyogenes* en ganado porcino: estudio de sensibilidad antimicrobiana.** II Congreso de Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos. 9 Febrero 2018. Córdoba (España).

· Belén Barrero Domínguez, Ángela Galán Relaño, Carmen Tarradas, Rafael J. Astorga, Fernando Cardoso Toset, Inmaculada Luque, Alfonso Maldonado. **Estudio epidemiológico preliminar de la Enfermedad de la Frontera (BD) en explotaciones de la zona norte de la provincia de Córdoba.** XXII Simposio Anual de AVEDILA (Asociación de Veterinarios Especialistas en Diagnóstico de Laboratorio). 16-17 Noviembre 2017. Valladolid (España).

· Emilio Barba, Ana Lucía Solarte, Fabiana de Aguiar, Belén Barrero Domínguez, Ángela Galán Relaño, Alfonso Maldonado, Belén Huerta. **Estudio del efecto potenciador de aceites esenciales y oxatetraciclina en cepas de *Salmonella enterica* subsp. *enterica* resistentes.** XXII Simposio Anual de AVEDILA (Asociación de Veterinarios Especialistas en Diagnóstico de Laboratorio). 16-17 Noviembre 2017. Valladolid (España)

· Fabiana de Aguiar, Ana Lucía Solarte, Inmaculada Luque, Carmen Tarradas, Belén Barrero Domínguez, Belén Huerta. **Efecto combinado entre aceites esenciales y antimicrobianos frente a cepas resistentes de *Streptococcus suis*.** XXII Simposio Anual de AVEDILA

(Asociación de Veterinarios Especialistas en Diagnóstico de Laboratorio). 16-17 Noviembre 2017. Valladolid (España).

· José María Sánchez Carvajal, Ángela Galán Relaño, Belén Barrero Domínguez, Jaime Gómez Laguna, Fernando Cardoso Toset, Inmaculada Luque, Carmen Tarradas, Librado Carrasco, Irene Rodríguez Gómez. **Descripción de un brote de *Salmonella Typhimurium* multirresistente en una explotación cinegética de jabalíes del sur de España.** XXII Simposio Anual de AVEDILA (Asociación de Veterinarios Especialistas en Diagnóstico de Laboratorio). 16-17 Noviembre 2017. Valladolid (España).

· M^a Mar Jarén Morilla, Alfonso Maldonado García, Manuel J. Cumbreiras García, Pedro Moreno Moreno, Rebeca González Frutos, Ángela Galán Relaño, Belén Barrero Domínguez, Rafel J. Astorga Márquez. **Seguimiento serológico de un brote de Brucelosis en ganado Porcino Ibérico: Estudio epidemiológico y de eficacia de las medidas sanitarias implantadas.** XXI Simposio Anual de AVEDILA (Asociación de Veterinarios Especialistas en Diagnóstico de Laboratorio). 17-18 Noviembre 2016. Murcia (España).

· Fernando Cardoso Toset, Jaime Gómez Laguna, Carmen Tarradas, Ángela Galán Relaño, Belén Barrero Domínguez, Ana Isabel Vela, Lidia Gómez Gascón, Inmaculada Luque. **Desarrollo de un protocolo de Electroforesis de Campo Pulsado (PFGE) para la caracterización molecular de aislamientos de *Trueperella pyogenes*.** XXI Simposio Anual de AVEDILA (Asociación de Veterinarios Especialistas en Diagnóstico de Laboratorio). 17-18 Noviembre 2016. Murcia (España).

· Ángela Galán Relaño, Fernando Cardoso Toset, Álvaro López Ruíz de Adana, Javier Faraco Aragón, Belén Barrero Domínguez, Belén Huerta Lorenzo, Inmaculada Luque Moreno, Carmen Tarradas Iglesias. **Sensibilidad antimicrobiana in vitro (CMI) de cepas de *Trueperella pyogenes* aisladas de cuadros de Linfadenitis en cerdos.** XXI Simposio Anual de AVEDILA (Asociación de Veterinarios Especialistas en Diagnóstico de Laboratorio). 17-18 Noviembre 2016. Murcia (España).

· Francisco Jurado Martos, Ángela Morales Partera, Belén Barrero Domínguez, Ángela Galán Relaño, Lidia Gómez Gascón, Rafael J. Astorga Márquez, Belén Huerta, Jaime Gómez Laguna, Carmen Tarradas. **Viabilidad de *Salmonella spp.*, *Listeria spp.* y *Campylobacter coli* a distintas concentraciones de sal y sales nitrificantes en ensayo in vivo.** III Congreso Internacional de Seguridad Alimentaria. 25-27 Noviembre 2015. Murcia (España).

· Ángela Morales Partera, Fernando Cardoso Toset, Francisco Jurado Martos, Ángela Galán Relaño, Belén Barrero Domínguez, Alfonso Maldonado, Inmaculada Luque, Carmen Tarradas, Jaime Gómez Laguna. **Comportamiento de *Salmonella spp.*, *Listeria spp.* y *Campylobacter coli* durante el proceso productivo de la caña de lomo ibérica.** III Congreso Internacional de Seguridad Alimentaria. 25-27 Noviembre 2015. Murcia (España).

· Fabiana C. de Aguiar, Ana Lucía Solarte, Lidia Gómez Gascón, Belén Barrero Domínguez, Inmaculada Luque, Carmen Tarradas, Belén Huerta. **Estudio de la actividad antimicrobiana de diversos aceites esenciales frente a *Streptococcus suis*.** XX Simposio anual de AVEDILA (Asociación de Veterinarios Especialistas en Diagnóstico de Laboratorio). 5-6 Noviembre 2015. Gijón (España).

· Rocío Jiménez Granado, Belén Barrero Domínguez, Rafael J. Astorga Márquez, María D. López Fariña, J. David Andrade Pérez, Manuel Sánchez Rodríguez. **Tipificación de granjas caprinas en el sur de España (I): Valoración sanitaria y productiva.** LX Congreso Nacional y XVI Internacional de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia (SEOC). 16-18 Septiembre 2015. Castellón de la Plana (España).

· Rocío Jiménez Granado, Belén Barrero Domínguez, Rafael J. Astorga Márquez, J. David Andrade Pérez, María D. López Fariña, Lucía Reguillo Granados, Vicente Rodríguez Estévez, Manuel Sánchez Rodríguez. **Optimización del sector caprino lechero: tipificación de granjas y mejora de los aspectos sanitarios y productivos.** VI Foro Nacional del Caprino. 14-15 Mayo 2015. Granada (España).

· Belén Huerta, Belén Barrero, Ángela Galán, Alfonso Maldonado, Carmen Tarradas, Inmaculada Luque. **Puesta a punto del método de difusión por discos para valorar la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales.** XIX Simposio Anual AVEDILA (Asociación de Veterinarios Especialistas en Diagnóstico de Laboratorio). 13-14 Noviembre 2014. Zaragoza (España).

· Belén Barrero, Ángela Galán, Alfonso Maldonado, Rafael J. Astorga, Belén Huerta. **Actividad antimicrobiana de diversos aceites esenciales frente a estafilococos coagulasa negativos aislados de caballo.** XIX Simposio Anual AVEDILA (Asociación de Veterinarios Especialistas en Diagnóstico de Laboratorio). 13-14 Noviembre 2014. Zaragoza (España).

· Fernando Cardoso-Toset, Shyrley Paola Amarilla, Lidia Gómez-Gascón, Layla Fernández, Belén Huerta, Ángela Galán, Belén Barrero, Pilar Ruíz, Jaime Gómez-Laguna. **Evaluación**

de la PCR a tiempo real para el diagnóstico de la tuberculosis porcina. XIX Simposio Anual AVEDILA (Asociación de Veterinarios Especialistas en Diagnóstico de Laboratorio). 13-14 Noviembre 2014. Zaragoza (España).

OTROS MÉRITOS CIENTÍFICOS:

Revisora de la revista Foodborne Pathogens and Disease. Año 2018.

• **Antimicrobial activity of *Moringa oleifera* against multidrug-resistant *Staphylococcus aureus* isolated from raw milk.** ID FPD-2018-2514.

• **Sugar-rich foods carry osmotolerant yeasts with intracellular *Helicobacter pylori* and *Staphylococcus*.** ID FPD-2018-2507.

Capítulo IX

Agradecimientos

Al finalizar la tesis doctoral, un proyecto que requiere tanto esfuerzo y dedicación, me doy cuenta de todo lo que he aprendido en el campo de la investigación, pero sobre todo a nivel profesional y personal. Sin embargo, llegado este momento, es inevitable no acordarse de todas las personas que han hecho posible su realización y que han compartido conmigo esta inolvidable experiencia. Por ello, me gustaría hacer constar en estas líneas mi más sincero agradecimiento a cada una de ellas.

En primer lugar, agradecer al Dr. Rafael J. Astorga Márquez y a la Dra. Inmaculada Luque Moreno por acceder a ser mis directores de tesis. Gracias por vuestra dedicación, paciencia y entrega constante, por la inestimable ayuda prestada durante estos años, por vuestros consejos y palabras de ánimo. Gracias por guiarme en el desarrollo de esta tesis de la mejor de las maneras y con vuestra mayor voluntad.

A los Doctores Carmen Tarradas Iglesias, Alfonso Maldonado García y Belén Huerta Lorenzo por formar, junto a mis directores, un grupo excepcional de profesionales y buenas personas. Gracias por darme la oportunidad de trabajar con vosotros durante estos años, por introducirme en el campo de la sanidad animal, de la medicina preventiva y de la epidemiología. Por estar siempre dispuestos a resolver cualquier duda que se me planteaba. Por conseguir grandes logros a través del trabajo en equipo. Por la exigencia y rigurosidad. Pero sobre todo por vuestra cercanía, cariño y amistad. A los cinco ¡GRACIAS!

A mis compañeras de departamento, las MDS, por vuestra amistad, por tan buenos momentos compartidos en el laboratorio y fuera de éste, por las risas y por hacer bonitos los recuerdos de este periodo. A Ángela Galán Relaño por ser tan buena conmigo, por tu confianza, por tu ayuda constante y por estar a mi lado siempre que lo he necesitado. Sin ella

esta experiencia nunca hubiera sido tan gratificante. A Ana Lucía Solarte Portilla por tu cariño, por tus sabios consejos y tus bonitas palabras y porque a pesar de la distancia sigues estando muy presente entre nosotras. A Fabiana de Aguiar por tus palabras de motivación, por tu apoyo y por enseñarnos a todos tu valentía y espíritu viajero.

A los Doctores Jaime Gómez Laguna, Fernando Cardoso Toset y Lidia Gómez Gascón por brindarme la oportunidad de recurrir a vuestra capacidad y experiencia científica, por estar siempre dispuestos a echarme una mano, por todo lo que me habéis enseñado y porque sois un ejemplo a seguir.

A los compañeros de la Unidad de Enfermedades Infecciosas por los momentos compartidos, por vuestro apoyo y cariño.

Al Dr. Manuel Sánchez Rodríguez y a Rocío Jiménez Granado del Departamento de Producción Animal de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Córdoba, por ser grandes profesionales, por trabajar codo con codo con nosotros en el desarrollo de los objetivos del Proyecto CAPRITEC y por vuestra ayuda.

A todos los ganaderos y técnicos veterinarios de las Asociaciones Caprinas Lecheras de ACRIFLOR, CABRAMA y COVAP, por su participación en el proyecto y porque sin ellos esta tesis doctoral no se hubiese podido realizar.

Al personal del Centro Tecnológico de Investigación y Calidad Agroalimentaria del Valle de los Pedroches (CICAP), por llevar a cabo los análisis de las muestras de leche.

Gracias por el trato y afecto que siempre me habéis tenido. Agraceder aquí también a Francisco Jurado Martos por su ayuda y compañerismo.

A la Dra. Isabel Acosta García de la Unidad de Parasitología del Departamento de Sanidad Animal de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Córdoba, por realizar los análisis coprológicos requeridos en el transcurso del proyecto CAPRITEC.

Al Dr. José Luis Vega Pla y a la Dra. Almudena Pérez Rico del Laboratorio de Investigación Aplicada de Córdoba (Ministerio de Defensa), por poner a mi disposición las instalaciones y materiales necesarios para el desarrollo de la PCR a tiempo real.

A Federico Román del Centro Nacional de Microbiología del Instituto de Salud Carlos III, por la ayuda prestada en la interpretación de los resultados obtenidos en el PFGE.

A los componentes de la Unità Operativa Clinica Medica del Dipartimento di Scienze Medico Veterinaria de la Università degli Studi di Parma (Italia) por brindame la oportunidad de realizar con ellos una estancia de 3 meses para la obtención de la mención internacional de la presente tesis doctoral, y por todos los momentos vividos con ellos en mi querida Parma.

Infinitas gracias a mis padres, M^a Jesús e Isidoro, porque hoy en día soy quien soy gracias a la educación y a los valores que me habéis inculcado desde niña. Gracias por enseñarme que el trabajo y la constancia tienen sus frutos. Gracias por los esfuerzos que habéis realizado para que consiga mis logros. Gracias por confiar siempre en mí y por apostar por mi futuro cada día. Porque esta tesis es tanto mía como vuestra.

A mi hermana Raquel, porque aunque ella sea la pequeña, para mí es un ejemplo a seguir. De ella admiro su afán de superación y perfeccionismo. Gracias por estar siempre conmigo y por enseñarnos a vivir desde tus ojos soñadores.

También agradecer a mis amigos, por los ánimos recibidos en los momentos de agobio, por estar siempre pendientes de mí y por hacer que los momentos que pasamos juntos siempre sean inolvidables. Porque ellos forman, junto a mi familia, los pilares fundamentales de mi vida.

Capítulo X

Anexos

Anexo 1. Encuesta epidemiológica.

**ENCUESTA GENERADA ESPECIFICAMENTE PARA EL PROYECTO
CAPRITEC**

Identificación de la explotación (siglas): _____ Fecha: ___/___/_____

1. Datos personales.

Responsable de la explotación: _____

Ubicación: _____ Contacto: _____

2. Datos explotación.

Sistema de producción: Intensivo Semi-intensivo

Calificación Sanitaria de la explotación (PNEEA): Brucelosis ___ Tuberculosis ___

Censo total: _____ % de Reposición anual: _____ Machos: _____

Nº total cabras producción: _____ Primíparas: _____ Multíparas: _____

Partos/año: _____ Nivel productivo medio (Kg/cabra lactantes): _____

Distribución de parideras:

Época	Fecha	Nº animales
Temprana		
Navideña		
Tardía		

Protocolo L+DDD: Sí No

¿Hay lotes bien diferenciados de producción? Sí No

Manejo Reproductivo: Sí No Método _____

3. Instalaciones

Higiene de las camas: Buena Regular Mala Tipo de cama: _____

Ventilación: Buena Regular Mala

Área de parideras: Sí No

Sala de espera: Sí No

Sala de ordeño según normativa vigente: Sí No

Lechería según normativa vigente: Sí No

Carencias a destacar: _____

Tipo de lactancia: Natural Artificial

Local de lactancia artificial: Sí No

Control de temperatura y humedad: Sí No

Nodrizas automáticas: Sí No

Nivel de higiene del local y utillajes: Buena Regular Mala

4. Alimentación.

Calidad del agua de bebida: Potable No potable Tratamiento: _____

Tipos de alimentación en cabras en lactación:

Forraje-concentrado (por separado): Cantidad cabra/día: _____

Unifeed: Cantidad cabra/día: _____

% Fibra efectiva: $(\text{Kg fibra consumidos}) \times 100 / \text{Kg totales ingeridos}$: _____%

5. Antecedentes de enfermedades.

Agalaxia contagiosa: Sí No

Abortos: Sí No Causa: _____

Paratuberculosis: Sí No

Tuberculosis: Sí No

6. Profilaxis sanitaria.

Desparasitación: Periodicidad _____ Producto _____

Planes de vacunación:

Pasterelosis: Sí No Periodicidad _____

Enterotoxemia: Sí No Periodicidad _____

Agalaxia contagiosa: Sí No Periodicidad _____

Abortos: Sí No Periodicidad _____

7. Datos del ordeño.

Nº ordeños/día: 1 2 Número de operarios: _____
 Tiempo ordeño/tanda: _____ Tiempo ordeño/cabra: _____
 Predipping: Sí No Producto _____
 Postdipping: Sí No Producto _____
 ¿Administración oxitocina previa al ordeño? Sí No
 Línea: Simple Doble Alta Media-alta Baja
 Nº puntos de ordeño: _____
 Nº puestos de ordeño: _____
 Apurado a máquina Sí No
 Sobreordeño: Sí No
 Retirada pezoneras: Automática Retirada con corte de vacío: Sí No
 Anual Contacto de pezoneras en el suelo: Sí No
 Frecuencia de recogida de la leche: Diaria 48 h >48h
 Vacío en vacuómetro: _____ Kpa V pulsación: _____ pul/min

8. Limpieza y mantenimiento de la máquina de ordeño.

Calidad del agua de lavado: Potable Tratada No tratada
 Aclarado inicial: Sí No
 Limpieza diaria con alcalino clorada: Sí No
 Limpieza semanal con solución ácida: Sí No
 Aclarado final: Sí No
 Limpieza de tanque externo: Sí No
 Uso de agua caliente en la limpieza: Sí No Medida T^a: _____
 Tiempo de lavado: _____
 Renovación de manguitos: Sí No Frecuencia: 6 meses 1 año
 Limpieza post ordeño de la sala: Sí No
 T^a de tanque de frío: _____
 En el último mes (x10³): <50 50-100 100-200 >200
 En el último año (x10³): <50 50-100 100-200 >200

9. Situación de mamitis.

Mamitis clínicas (Nº de casos/100 cabras/año): <2% 2-5% 5-10% >10%

Época de aparición: Inicio de lactación A lo largo de lactación Secado

Mamitis gangrenosa Agalaxia contagiosa

RCS medio en el último mes (x10³): <500 500-1000 1000-2000 >2000

RCS medio en el último año (x10³): <500 500-1000 1000-2000 >2000

*Este valor se comparará con el dato de evaluación de mamas final.

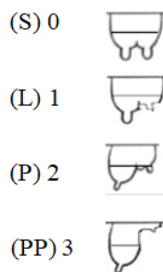
Tratamiento de:	Si	No	Producto y vía de administración
Secado			
Lactación			
Nulíparas			

10. Relación de muestras remitidas.

Muestra	ID Animal	Nº Partos	CMT		Lesiones	
			Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
Tanque						

*Resultados de CMT: -, +/-, ++, +++, +++++

11. Evaluación de las lesiones de mamas (Visualización + Palpación)



Lesiones	Puntuación
Ubre simétrica (S)	0
Atrofia ligera (L)	1
Atrofia parcial (P)	2
Ubre perdida (PP)	3
Ubre indurada, inflamada (nódulos, heridas)	4

Anexo 2. Resultados del muestreo coprológico.

Técnica McMaster (Solución de SO₄Zn de alta densidad).

Muestra: pool de heces de cada explotación.

Indagación: *Eimeria* spp., nematodos hepáticos/gastrointestinales.

Cuando nos referimos a Estrongílicos englobamos a numerosos nematodos gastrointestinales (Tricostrongílicos en general, *Oesophagostomun* spp; *Chabertia ovina* y *Bunostomum trigenocephalum*). *Nematodirus* es también un Estrongílido que puede identificarse genéricamente porque tiene huevos mucho mayores que el resto del grupo.

Los Protostrongílicos son nematodos pulmonares y eliminan larvas, por ello el recuento lo expresamos en lpg (larvas por gramo de heces). En este caso habrá muestras en las que podamos identificar la especie y en otras no lo veamos con claridad. En alguna ocasión hemos identificado *Muellerius*, el más común de todos.

A continuación, mostramos un ejemplo de informe realizado por el Servicio de Parasitología (Departamento de Sanidad Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba) con los resultados del análisis coprológico llevado a cabo en una de las explotaciones participantes en el proyecto. Asimismo, presentamos en formato tabla los resultados obtenidos para cada granja.



PARASITOLOGIA

Sanidad Animal, Facultad de Veterinaria
Campus Universitario de Rabanales
14071 Córdoba

SERVICIO DE DIAGNÓSTICO

21/02/2014

Nº de registro 2014/022

fecha de entrada 20/2/2014

Muestra Heces (*pool* de muestras)

Especie animal Cabra

Remitente Rafael Astorga Márquez - ACRIFLOR MA

Procedencia

Técnicas de diagnóstico McMaster (solución de SO₄Zn de alta densidad)

Resultados *Eimeria spp.*: 500 ooquistes/gh
Estrongílicos gasrointestinales: 100 hpg
Nematodirus sp.: sp 50 hpg
Protostrongílicos (estrongílicos pulmonares): 50 larvas/gh

Observaciones Fecha de recogida de las heces: 19/02/14

Isabel Acosta García

TEL 957 21 87 21; FAX 957 21 10 67; E- mail: sa1acgai@uco.es

RAZA FLORIDA – ACRIFLOR (ACRI)

Nº	Referencia	Coprocultivo MacMaster (SO ₄ Zn)
1	ACRI-HV	Negativo
2	ACRI-RM	<i>Eimeria</i> spp.: 600 ooquistes/gh
3	ACRI-SC	Negativo
4	ACRI-JG	<i>Eimeria</i> spp.: 650 o/g
5	ACRI-HC	<i>Eimeria</i> spp.: 2600 o/g Trichostrongídeos: 50 hpg Trichuris: 100 hpg
6	ACRI-SG	<i>Eimeria</i> spp.: 2950 o/g Trichostrongídeos: 50 hpg Trichuris: < 50 hpg
7	ACRI-HG	<i>Eimeria</i> spp.: 4200 o/g
8	ACRI-CP	<i>Eimeria</i> spp.: 6750 o/g Estrongídeos: 50 hpg
9	ACRI-PN	<i>Eimeria</i> spp.: 7150 o/g Estrongídeos: 300 hpg
10	ACRI-TM	<i>Eimeria</i> spp.: 150 o/g
11	ACRI-MG	<i>Eimeria</i> spp.: 450 o/g
12	ACRI-MY	<i>Eimeria</i> spp.: 1300 o/g
13	ACRI-MM	<i>Eimeria</i> spp.: 800 o/g
14	ACRI-ZN	Trichuris: 50 hpg
15	ACRI-GD	<i>Eimeria</i> spp.: 5850 o/g
16	AGRI-RO	<i>Eimeria</i> spp.: 1650 o/g
17	AGRI-JM	<i>Eimeria</i> spp.: 1050 o/g
18	ACRI-AM	<i>Eimeria</i> spp.: 1850 o/g
19	ACRI-MA	<i>Eimeria</i> spp.: 500 o/g Estrongilos GI: 100 hpg <i>Nematodirus</i> spp.: 50 hpg Protostrongídeos (estrongilos pulmonares): 50 larvas/gh

RAZA MURCIANO-GRANADINA - COVAP (CO)

Nº	Referencia	Coprocultivo MacMaster (SO ₄ Zn)
1	CO-RBG	<i>Eimeria</i> spp.: 35350 ooquistes/gh Moniezia: 50 hpg
2	CO-MMA	<i>Eimeria</i> spp.: 2000 o/gh
3	CO-GDR	<i>Eimeria</i> spp.: 1100 o/gh
4	CO-GAL	<i>Eimeria</i> spp.: 1650 o/gh Trichostrongílicos: 50 hpg Nematodirus: 50 hpg
5	CO-GJJ	<i>Eimeria</i> spp.: 600 o/gh Skrjabinema ovis: 50 hpg
6	CO-BAB	<i>Eimeria</i> spp.: 600 o/gh
7	CO-MO	<i>Eimeria</i> spp.: 2700 o/gh
8	CO-GDF	<i>Eimeria</i> spp.: 450 o/gh
9	CO-GMM	<i>Eimeria</i> spp.: 2350 o/gh

RAZA MALAGUEÑA – CABRAMA (CA)

Nº	Referencia	Coprocultivo MacMaster (SO ₄ Zn)
1	CA-1	<i>Eimeria</i> spp.: 350 o/gh Estrongílicos: 50 hpg Muelleris: 50 hpg
2	CA-2	<i>Eimeria</i> spp: 1400 o/gh
3	CA-3	<i>Eimeria</i> spp: 700 o/gh
4	CA-4	<i>Eimeria</i> spp: 350 o/gh Nematodirus: 50 hpg
5	CA-5	<i>Eimeria</i> spp: 250 o/gh
6	CA-6	<i>Eimeria</i> spp: 600 o/gh Estrongílicos: 50 hpg
7	CA-7	<i>Eimeria</i> spp: 1050 o/gh
8	CA-8	<i>Eimeria</i> spp: 700 o/gh
9	CA-9	<i>Eimeria</i> spp: 6500 o/gh
10	CA-10	<i>Eimeria</i> spp.: 50 o/gh
11	CA-11	<i>Eimeria</i> spp: 400 o/gh Trichuris: 50 hpg
12	CA-12	<i>Eimeria</i> spp: 1000 o/gh Trichuris: 50 hpg
13	CA-13	<i>Eimeria</i> spp.: 1500 o/gh Estrongílicos: 50 hpg
14	CA-14	<i>Eimeria</i> spp: 1350 o/gh
15	CA-15	<i>Eimeria</i> spp.: 600 o/gh
16	CA-16	<i>Eimeria</i> spp.: 800 o/gh
17	CA-17	<i>Eimeria</i> spp.: 450 o/gh
18	CA-18	<i>Eimeria</i> spp: 750 o/gh
19	CA-19	<i>Eimeria</i> spp.: 1000 o/gh Estrongílicos: 50 hpg
20	CA-20	<i>Eimeria</i> spp: 850 o/gh

Anexo 3. Categorización global de todas las granjas caprinas estudiadas durante el transcurso del proyecto CAPRITEC.

Nº	Ref.	RCS	RBT	SCoP/SCoN	Otros patógenos	CAE	PTB	BR	TB	Profilaxis sanitaria	Instalaciones	Alimentación	Producción lechera	Medias	Categoría
1	ACRI-HV	3	3	2	3	1	2	1	3	1	1	1	2	1,92	III
2	ACRI-RM	3	1	2	3	1	1	1	3	1	1	1	3	1,75	II
3	ACRI-SC	2	1	2	3	2	1	1	3	1	1	2	1	1,67	II
4	ACRI-JG	2	3	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1,67	II
5	ACRI-HC	2	1	2	3	1	1	1	3	1	1	1	3	1,67	II
6	ACRI-SG	3	2	2	3	1	2	1	3	1	2	2	3	2,08	III
7	ACRI-HG	1	1	2	3	3	2	1	3	2	1	1	3	1,92	III
8	ACRI-CP	2	1	2	3	1	1	1	3	2	2	1	2	1,75	II
9	ACRI-PN	1	1	2	3	2	1	1	3	3	3	1	3	2,00	III
10	ACRI-MG	1	1	2	3	1	2	1	3	2	2	1	2	1,75	II
11	ACRI-TM	2	1	2	3	2	1	1	3	2	1	1	2	1,75	II
12	ACRI-MY	2	1	2	3	2	1	1	3	1	2	1	3	1,83	II
13	ACRI-MM	2	1	2	3	2	1	1	3	2	1	1	3	1,83	II

14	ACRI-ZN	2	1	2	3	2	2	1	3	2	2	1	3	2,00	III
15	ACRI-GD	2	1	3	3	2	2	1	3	1	1	1	2	1,83	II
16	ACRI-RO	2	1	1	3	1	1	1	3	2	1	1	1	1,50	I
17	ACRI-JM	2	1	1	2	1	2	1	3	2	1	1	2	1,58	II
18	ACRI-MA	2	1	2	2	1	2	1	3	1	2	1	2	1,67	II
19	ACRI-AM	2	2	2	3	3	2	1	3	1	1	1	2	1,92	III
20	CO-RBG	3	1	2	3	3	2	1	3	1	1	2	3	2,08	III
21	CO-GDR	2	1	3	2	1	3	1	3	1	2	2	2	1,92	III
22	CO-MMA	2	1	3	3	1	3	1	3	1	1	2	1	1,83	II
23	GO-GAL	1	1	2	3	1	3	1	3	1	2	2	1	1,75	II
24	CO-GJJ	2	1	2	3	1	3	1	3	1	2	2	1	1,83	II
25	CO-BAB	2	2	2	3	1	2	1	3	1	2	2	1	1,83	II
26	CO-MO	1	1	2	3	2	1	1	3	1	1	2	2	1,67	II
27	CO-GDF	1	1	2	3	1	1	1	3	1	2	2	2	1,67	II
28	CO-GMM	2	1	2	1	3	3	1	3	1	1	2	1	1,75	II
29	CA-1	2	3	2	3	1	2	1	3	2	2	1	3	2,08	III

30	CA-2	2	1	2	3	1	2	1	1	2	2	1	1	1,58	II
31	CA-3	2	3	2	3	2	2	1	2	2	2	1	2	2,00	III
32	CA-4	1	1	2	3	1	1	1	3	3	2	1	3	1,83	II
33	CA-5	2	1	2	3	2	2	1	3	2	1	1	2	1,83	II
34	CA-6	2	1	2	3	1	2	1	3	2	1	1	2	1,75	II
35	CA-7	3	3	2	3	1	1	1	2	2	1	1	3	1,92	III
36	CA-8	2	1	3	2	3	1	1	3	3	1	1	3	2,00	III
37	CA-9	2	1	2	2	1	1	1	3	1	1	1	1	1,42	I
38	CA-10	2	2	2	3	2	2	1	3	2	2	1	2	2,00	III
39	CA-11	1	1	2	3	1	1	1	2	2	1	1	2	1,50	I
40	CA-12	2	1	2	3	1	1	1	2	1	1	1	3	1,58	II
41	CA-13	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	1	2	1,50	I
42	CA-14	2	3	2	3	2	3	1	3	2	1	1	2	2,08	III
43	CA-15	1	3	2	3	1	1	1	1	2	2	1	2	1,67	II
44	CA-16	1	1	2	2	3	3	1	3	2	1	1	2	1,83	II
45	CA-17	1	3	2	3	2	1	1	3	1	1	2	1	1,75	II

46 CA-18	2	1	2	3	2	3	1	3	2	2	1	3	2,08	III
47 CA-19	1	1	2	3	1	2	1	3	1	1	1	2	1,58	II
48 CA-20	2	3	2	3	2	1	1	3	1	1	1	2	1,83	II

Anexo 4. Modelo de informe enviado a los ganaderos para la implementación de recomendaciones en base a los déficits sanitarios y productivos detectados en cada granja.

Proyecto CAPRITEC

Tecnologías para la optimización de la Sanidad, Producción y Productos de la leche de cabra en Andalucía

GRANJA MA (ACRIFLOR)

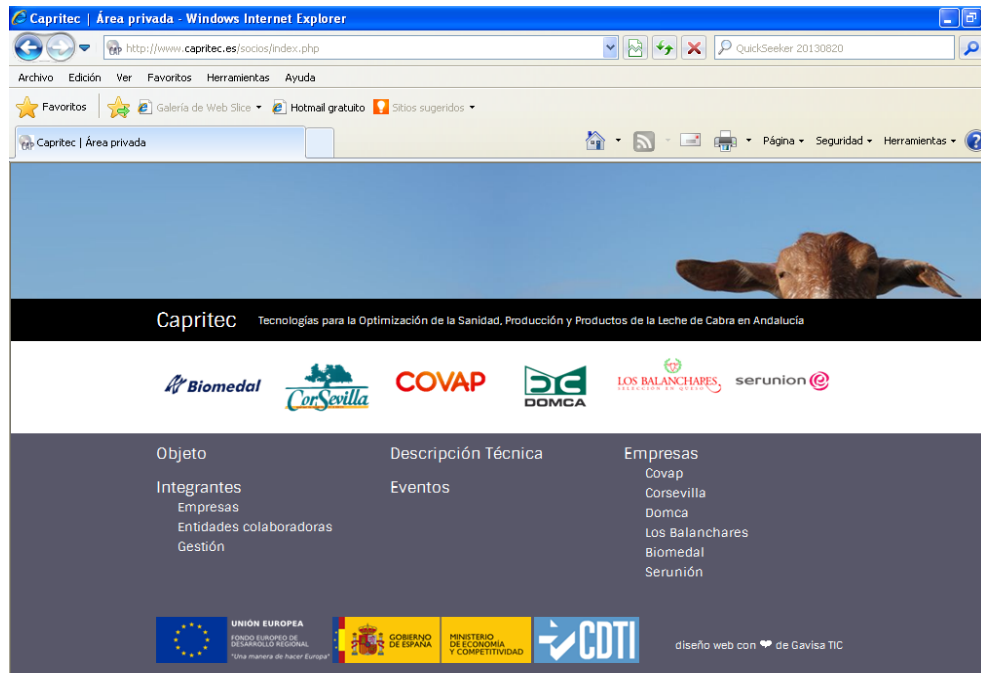
INFORMACIÓN Y RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS A LO LARGO DEL PROYECTO



Informe elaborado bajo la dirección de los grupos de investigación AGR-125 y AGR-256 adscritos, respectivamente, a los Departamentos de Producción Animal y Sanidad Animal de la Facultad de Veterinaria de Córdoba y con la participación de todas las entidades colaboradoras.



VISITA NUESTRA WEB: www.capritec.es



A CONTINUACIÓN, SE DESGLOSAN LAS MEDIDAS CORRECTORAS PROPUESTAS EN LOS INFORMES Y SUGERIDAS PARA SU IMPLANTACIÓN EN LOS NIVELES MÁS DEFICIENTES (II Y III) Y AGRUPADAS POR REGISTROS:

Alimentación.

- El agua de bebida debe ser potable o potabilizada.
- El nivel forrajero de la ración debe ser mínimo del 30 %. Éste puede ser alcanzado mediante una alimentación basada en *unifeed*, o bien con el aporte de forraje por separado en las raciones basadas en concentrados.
- Garantizar que los animales disponen del espacio necesario en la línea de comederos (0,3 m/cabra) para reducir la dominancia de las más `glotonas`.
- Limpieza diaria de los comederos y bebederos.

Calidad de la leche. Control de mamitis.

- Evitar el sobreordeño: optimizar la rutina de ordeño y ajustar el número de operarios a los puntos de ordeño (un operario puede controlar entre 8 - 9 puntos en una sala de ordeño sin retirada automática).
- Realización de lavados de pezones pre-ordeño (yodóforos).
- Realización de sellado post-ordeño mediante antisépticos y sustancias emolientes y cicatrizantes para reponer los ácidos grasos perdidos parcialmente durante el ordeño (ácido láctico + glicerina + emolientes + clorato sódico).
- Desinfección de pezoneras entre ordeños con una mezcla de peróxido de hidrógeno, ácido acético y ácido periacético. Esta práctica es aconsejable entre lotes de ordeños, siendo lo ideal entre animales.

- Evitar el contacto de las pezoneras con el suelo. Para ello incorporar mecanismos de contención de las gomas de los puntos de ordeño.
- Revisar la máquina de ordeño de forma rutinaria. Renovación periódica de los manguitos.
- Revisar periódicamente el vacío del vacuómetro y la pulsación (aconsejable 36 - 40 KPa y 90 pulsaciones/min).
- Limpieza del todo el circuito de la máquina de ordeño después de cada ordeño respetando los tiempos, el uso de sustancias ácida/base y el enjuague.
- Potabilizar el agua de lavado de la máquina de ordeño y realizar controles físicoquímicos y bacteriológicos periódicos. Optimizar la rutina de lavado, tiempos y temperatura (10 min y 65 °C).
- La temperatura del tanque de leche debe oscilar alrededor de los 4 °C.
- Reforzar las medidas de limpieza y desinfección de la máquina de ordeño, sala de ordeño, sala de espera y camas. Incorporar medidas de bioseguridad para evitar la entrada de vectores (perros, gatos).
- Tomar muestras de leche de tanque e individuales periódicamente para el análisis de RCS, RBT y aislamiento de patógenos. En base a los aislamientos obtenidos realizar antibiograma e incorporar tratamientos de secado.
- Tratamientos de secado con jeringas intramamarias y AMs específicos seleccionados tras las pruebas de sensibilidad *in vitro* a partir de leche de tanque/individuales. Tratamientos empíricos a base de cloxacilina (primera semana secado) y eritromicina (última semana secado).
- Administración, durante el secado, de la vacuna específica VIMCO® (HIPRA) en los casos en los que se haya observado una alta frecuencia de aislamientos de estafilococos coagulasa positivos y negativos.

- Vacunación en aquellas explotaciones con historial de Agalaxia Contagiosa. Estudio de presencia de portadores auriculares o mediante serología. Segregación en el parto. Evitar la introducción de animales sin chequeo previo.
- Eliminación o desvieje de cabras con ubres muy afectadas, viejas e improductivas.

Control de CAEV y Paratuberculosis.

- Realizar chequeos serológicos periódicos (al menos anualmente) para segregar a los animales infectados del resto del rebaño cuando la seroprevalencia esté en torno al 10 – 20 %. En el caso de seroprevalencias superiores al 20 % se procederá al sacrificio sanitario de los animales positivos.
- Vigilancia en el parto con separación de las crías procedentes de madres seropositivas y aporte de calostro artificial o de nodrizas seronegativas.
- Vigilancia pasiva sobre signos compatibles generalmente infradiagnosticados. En CAEV: artritis carpianas, mamitis subclínicas con disminución progresiva de la producción y/o atrofia de la glándula, problemas reproductivos y respiratorios, deterioro general y signos nerviosos en animales jóvenes. En Paratuberculosis: diarreas intermitentes, pérdida de peso, debilitamiento de los animales y disminución de la producción.

Brucelosis y Tuberculosis

- Mantener la calificación M4 en las granjas oficialmente indemnes. Obtener la calificación M4 para las explotaciones M3 (indemnes).
- En granjas tipificadas como C1/C2, se recomienda unirse al programa voluntario de erradicación y control de Tuberculosis para el ganado caprino (Orden del 22 junio 2018, Junta de Andalucía) para poder calificarse como C3 (indemne) o C4 (oficialmente indemne).

Profilaxis sanitaria.

- Revisión de los planes de vacunación y desparasitación con periodicidad semestral. Se recomienda la vacunación frente a Enterotoxemia y Pasterelosis, así como la desparasitación con alternancia de productos (ivermectina y moxidectina).

Instalaciones.

- Refuerzo de las medidas de **bioseguridad** y de limpieza, desinfección, desinsectación y desratización (**L + DDD**) en todas las instalaciones de la explotación.
- Aporte de **cama** nueva periódicamente para que siempre esté limpia, sobre todo en los lotes de parto y de parición. Para la limpieza de las camas se recomienda primero retirar la materia orgánica, limpiar y desinfectar la nave (suelo y paredes), añadir productos desecantes (cal o superfosfato de cal), y por último incorporar la cama, aconsejable de paja.
- **Ventilación** adecuada. El espacio mínimo de las ventanas debe ser del 15 % de la superficie total.
- Existencia de un **área de paridera** para introducir los animales más próximos al parto y evitar el estrés. Esta zona debe tener el espacio suficiente para cada reproductora y llevar a cabo un adecuado protocolo de limpieza y desinfección.
- **Sala de ordeño y lechería** adaptadas a la normativa vigente.
- Existencia de una **sala de espera**, integrada con la sala de ordeño y con las mismas condiciones (paredes, suelos, etc.) para facilitar la limpieza. La pendiente hasta la sala de ordeño debe ser ascendente.
- En aquellas granjas en las que se realice **lactancia natural** los cabritos deben permanecer, hasta el destete, en la misma nave junto a las madres para garantizar un buen ahijamiento. Las condiciones de limpieza, temperatura, humedad y ventilación en estas naves deben ser óptimas.

- En las explotaciones donde se lleve a cabo la **lactancia artificial**, se recomienda un **local de lactancia** separado del resto de las instalaciones con condiciones óptimas de temperatura, humedad y ventilación. Las granjas que dispongan de cama caliente se aconseja la renovación constante de la paja para que esté seca. En el caso de poseer *slats*, limpiar el foso diariamente. Se recomienda la instalación de una **nodriza automática** según el tamaño de las parideras. En la nodriza hay que revisar diariamente la temperatura del agua, la calibración de la máquina de fabricación de lactoreemplazante y la dosificación, las gomas de conducción de leche y las tetinas; así como la limpieza general de la nodriza y del vaso de compartimento donde se mezcla la leche con el agua. En el caso de que la lactancia se lleve a cabo en cubetas, hay que proporcionar dos o tres tomas diarias, limpiando y desinfectando todo el utillaje utilizado. Por último, entre parideras se aconseja la limpieza y desinfección del local de lactancia con un vacío sanitario de 15 días.

Anexo 5. Medidas correctoras según las deficiencias higiénico-sanitarias y/o productivas. Selección de granjas según categorización (niveles I, II y III).

EXPLOTACIONES SELECCIONADAS - NIVEL I (Bueno/Aceptable)	
CABRAMA (Ref. 9)	
Puntos críticos	Medidas correctoras
PTB > 10 %	Vigilancia y separación rigurosa de las crías de las madres y alimentarlas con calostro pasteurizado o artificial. Chequeos serológicos para controlar los niveles de prevalencia
Desparasitación aleatoria	Revisar plan de desparasitación, principios activos y pautas
Sellado de pezones con yodóforos	Sellado pezones: Ácido láctico + glicerina + emolientes + clorato sódico
No realiza tratamiento de secado	Tratamiento secado: Cloxacilina (1ª semana) + eritromicina (última semana)
CABRAMA (Ref. 11)	
Puntos críticos	Medidas correctoras
Presencia SCoN y <i>Pseudomonas</i>	Mejorar las medidas de limpieza y desinfección Revisar los tratamientos antibióticos (posibles resistencias)
Parasitación con Eimeria y Estrongílicos	Revisar plan de desparasitación y productos
Desparasitación aleatoria	Revisar plan de desparasitación, principios activos y pautas
No realiza tratamiento de secado	Tratamiento secado: Cloxacilina (1ª semana) + eritromicina (última semana)
CABRAMA (Ref. 13)	
Puntos críticos	Medidas correctoras
No vacuna de Pasterelosis	Revisar el plan vacunal de Pasterelosis
No realiza sellado de pezones	Sellado pezones: Ácido láctico + glicerina + emolientes + clorato sódico
Tratamiento de secado inadecuado	Tratamiento secado: Cloxacilina (1ª semana) + eritromicina (última semana)
ACRIFLOR (Ref. RO)	
Puntos críticos	Medidas correctoras
No vacuna de Pasterelosis	Revisar el plan vacunal de Pasterelosis
No controla la temperatura y humedad en el local de lactancia	Mejorar el aislamiento de la recria en local de lactancia
No realiza sellado de pezones	Sellado pezones: Ácido láctico + glicerina + emolientes + clorato sódico
Tratamiento de secado inadecuado	Antibiograma para un tratamiento eficaz frente a los microorganismos presentes

EXPLOTACIONES SELECCIONADAS - NIVEL II (Moderado)	
CABRAMA (Ref. 16)	
Puntos críticos	Medidas correctoras
TB (C1)	Chequeo con gamma-interferón para conocer la prevalencia. Incorporarse al Programa Voluntario de Erradicación y Control de TB de la Junta de Andalucía
PTB 34 % / CAEV 66 % / Mycoplasma ++	Para PTB y CAEV realizar chequeos serológicos para eliminar los animales infectados. Segregación de la cría Revisar el plan de vacunación de Agalaxia Contagiosa
Antecedentes Agalaxia Contagiosa	Revisar el plan vacunal de Agalaxia Contagiosa
Sellado de pezones con yodóforos	Sellado pezones: Ácido láctico + glicerina + emolientes + clorato sódico
Tratamiento con quinolonas durante el secado y la lactación	Tratamiento secado: Cloxacilina (1ª semana) + eritromicina (última semana)
Mamitis 5 - 10 %; asimetría ubres 40 %	Eliminación de cabras con ubres muy afectadas
CABRAMA (Ref. 20)	
Puntos críticos	Medidas correctoras
TB (C1)	Chequeo con gamma-interferón para conocer la prevalencia. Incorporarse al Programa Voluntario de Erradicación y Control de TB de la Junta de Andalucía.
Antecedentes de Agalaxia Contagiosa, Paratuberculosis	Revisar el plan vacunal frente a Agalaxia Contagiosa para incorporar inmunidad a la explotación. Para PTB realizar chequeos serológicos para eliminar animales infectados. Segregación de la cría
Presencia SCoP y enterobacterias. Recuento de bacterias totales	Mejorar las medidas de limpieza y desinfección Desinfección de pezoneras entre ordeños con peróxido de hidrógeno
Tratamiento de secado con macrólidos	Antibiograma de los aislamientos obtenidos de muestras de leche de tanque e individuales para tratamiento de secado
Mamitis 5 – 10 % Asimetría 30 % glándulas mamarias	Eliminación de cabras con ubres muy afectadas
ACRIFLOR (Ref. RM)	
Puntos críticos	Medidas correctoras
TB (C1)	Chequeo con gamma-interferón para conocer la prevalencia. Incorporarse al Programa Voluntario de Erradicación y Control de TB de la Junta de Andalucía
Comunicación de la sala ordeño con el exterior	Colocación de ventanas o elementos similares con mallas antipájaros o mosquiteras en la sala de ordeño: aislamiento por higiene y bioseguridad
Revisión plan vacunal	Vacunación frente Agalaxia Contagiosa, plantear para Paratuberculosis
Antecedentes de Agalaxia Contagiosa y abortos	Revisar el plan vacunal frente a Agalaxia Contagiosa para incorporar inmunidad a la explotación Remitir fetos y anejos al laboratorio de diagnóstico para conocer la causa de los abortos
Tratamiento de secado y en lactación con penicilinas Asimetría 35 % glándulas mamarias	Antibiograma de los aislamientos obtenidos de muestras de leche de tanque e individuales para tratamiento de secado Desinfección de pezoneras entre ordeños con peróxido de hidrógeno
ACRIFLOR (Ref. MA)	
Puntos críticos	Medidas correctoras
TB (C1)	Chequeo con gamma-interferón para conocer la prevalencia. Incorporarse al Programa Voluntario de Erradicación y

	Control de TB de la Junta de Andalucía.
Prevalencia de CAEV 45 % y Paratuberculosis 11,6 %	Para disminuir la prevalencia se aconsejan chequeos serológicos, segregación y vigilancia en el parto con separación de las crías de la madre y aporte de calostro artificial
No realiza sellado de pezones	Sellado pezones: Ácido láctico + glicerina + emolientes + clorato sódico
Tratamiento de secado y en lactación con penicilinas	Antibiograma de los aislamientos obtenidos de muestras de leche de tanque e individuales para tratamiento de secado
COVAP (Ref. MMA)	
Puntos críticos	Medidas correctoras
TB (C1)	Chequeo con gamma-interferón para conocer la prevalencia. Incorporarse al Programa Voluntario de Erradicación y Control de TB de la Junta de Andalucía.
No realiza sellado de pezones	Sellado pezones: Ácido láctico + glicerina + emolientes + clorato sódico
Tratamiento de secado con eritromicina (No Gram +)	Reforzar el tratamiento de secado con cloxacilina o realizar antibiograma específico según los aislamientos obtenidos de muestras de leche de tanque e individuales
Sobreordeño	Optimizar la rutina de ordeño y equipo humano para evitar el sobreordeño
COVAP (Ref. GMM)	
Puntos críticos	Medidas correctoras
TB (C1)	Chequeo con gamma-interferón para conocer la prevalencia. Incorporarse al Programa Voluntario de Erradicación y Control de TB de la Junta de Andalucía.
Prevalencia de CAEV 67 %	Para disminuir la prevalencia se aconsejan chequeos serológicos, segregación y vigilancia en el parto con separación de las crías de la madre y aporte de calostro artificial
Tratamiento de secado con eritromicina (No Gram +)	Reforzar el tratamiento con cloxacilina o realizar antibiograma específico según los aislamientos obtenidos de muestras de leche de tanque e individuales

EXPLOTACIONES SELECCIONADAS - NIVEL III (Deficientes)	
CABRAMA (Ref. 1)	
Puntos críticos	Medidas correctoras
TB (C1)	Chequeo con gamma-interferón para conocer la prevalencia. Incorporarse al Programa Voluntario de Erradicación y Control de TB de la Junta de Andalucía.
Prevalencia CAEV 2 % y Paratuberculosis 15 %	Para disminuir la prevalencia se aconsejan chequeos serológicos, segregación y vigilancia en el parto con separación de las crías de la madre y aporte de calostro artificial
Presencia SCoP y <i>Pseudomonas</i> . Alto recuento de células somáticas (RCS)	Mejorar las medidas de limpieza y desinfección. Aplicar tratamientos antibióticos según los resultados de los antibiogramas realizados para los aislamientos obtenidos de muestras de leche de tanque y de animales individuales Desinfección de pezoneras entre ordeños con peróxido de hidrógeno
Sellado de pezones con yodóforos	Sellado pezones: Ácido láctico + glicerina + emolientes + clorato sódico
Tratamiento de secado con quinolonas	Tratamiento secado: Cloxacilina (1ª semana) + eritromicina (última semana)
Asimetría del 30 % glándulas mamarias	Eliminación de cabras con ubres muy afectadas
CABRAMA (Ref. 18)	
Puntos críticos	Medidas correctoras
TB (C1)	Chequeo con gamma-interferón para conocer la prevalencia. Incorporarse al Programa Voluntario de Erradicación y Control de TB de la Junta de Andalucía
Antecedentes de Agalaxia Contagiosa y Paratuberculosis	Revisar los planes de vacunación
Prevalencia de CAEV 18 %, Paratuberculosis 35 % y aislamientos de <i>Mycoplasma</i>	
Alto RCS y RBT	Sellado pezones: Ácido láctico + glicerina + emolientes + clorato sódico Desinfección de pezoneras entre ordeños con peróxido de hidrógeno
No realiza tratamiento de secado	Tratamiento secado: Cloxacilina (1ª semana) + eritromicina (última semana)
Asimetría y atrofia del 50 % glándulas mamarias	Eliminación de cabras con ubres afectadas, cabras viejas e improproductivas y posibles mamíticas
Producción láctea (3)	Trabajar en sanidad, alimentación y manejo para intentar mejorar la producción
ACRIFLOR (Ref. SG)	
Puntos críticos	Medidas correctoras
Prevalencia del 11,5 % CAEV y 23 % Paratuberculosis	Para disminuir la prevalencia se aconsejan chequeos serológicos, segregación y vigilancia en el parto con separación de las crías de la madre y aporte de calostro artificial
Aislamiento de SCoN y <i>Pseudomonas</i> . Aumento del RCS	Aplicar adecuadas medidas de limpieza y desinfección de las pezoneras entre ordeños con peróxido de hidrógeno.
No realiza sellado de pezones	Sellado pezones: Ácido láctico + glicerina + emolientes + clorato sódico Desinfección de pezoneras entre ordeños con peróxido de hidrógeno

No realiza tratamiento de secado	Tratamiento secado: Cloxacilina (1ª semana) + eritromicina (última semana)
ACRIFLOR (Ref. PN)	
Puntos críticos	Medidas correctoras
Prevalencia del 33,5 % CAEV	Para disminuir la prevalencia se aconsejan chequeos serológicos, segregación y vigilancia en el parto con separación de las crías de la madre y aporte de calostro artificial
Alta carga parasitaria	Revisar el protocolo de desparasitación: productos y dosis
Animales sin lotificar	Hacer distintos lotes según la producción
Plan vacunal deficitario	Revisar el plan de vacunación
Antecedentes de abortos	Reforzar las medidas de limpieza y desinfección
No realiza sellado de pezones	Sellado pezones: Ácido láctico + glicerina + emolientes + clorato sódico
No realiza tratamiento de secado	Tratamiento secado: Cloxacilina (1ª semana) + eritromicina (última semana)
Sobreordeño	Optimizar la rutina de ordeño y equipo humano para evitar el sobreordeño
Asimetría y atrofia del 40 % glándulas mamarias	Eliminación de cabras con ubres afectadas, cabras viejas e improproductivas y posibles mamíticas
COVAP (Ref. RBG)	
Puntos críticos	Medidas correctoras
Prevalencia del 67 % CAEV	Para disminuir la prevalencia se aconsejan chequeos serológicos, segregación y vigilancia en el parto con separación de las crías de la madre y aporte de calostro artificial
Alta carga parasitaria	Revisar el protocolo de desparasitación: producto y dosis
RCS alto	
Sellado de pezones con yodóforos	Sellado pezones: Ácido láctico + glicerina + emolientes + clorato sódico
Sobreordeño	Optimizar la rutina de ordeño y equipo humano para evitar el sobreordeño
Asimetría y atrofia del 30% glándulas mamarias	Eliminación de cabras con ubres afectadas, cabras viejas e improproductivas y posibles mamíticas
Revisar las instalaciones de lactancia artificial	Las instalaciones para la lactancia artificial deben estar bien definidas y aisladas del resto. En ellas se deben llevar a cabo adecuados protocolos de limpieza y desinfección

Capítulo XI

Listado de abreviaturas

AC: Agalaxia Contagiosa

ACCP: Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos

ADN: Ácido Desoxirribonucleico

AGID: Inmunodifusión en Gel de Agar

AMs: Antimicrobianos

ACRI: Asociación Caprina ACRIFLOR

ACRIFLOR: Asociación Nacional de ganado Caprino de raza Florida

API: Analytical Profile Index (Índice Analítico de Perfil)

ARN: Ácido Ribonucleico

BR: Brucelosis

CA: Asociación Caprina CABRAMA

CABRANDALUCÍA: Federación Andaluza Asociaciones de Ganado Caprino de Raza Pura

CABRAMA: Asociación de Criadores de Raza Malagueña

CAE: Artritis Encefalitis Caprina

CAEV: Virus de la Artritis Encefalitis Caprina

CAMP: Prueba de Christie, Atkins y Munch-Peterson

CDTI: Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial

CE: Comisión Europea

CFT: Ceftiofur

CFSPH: The Center for Food Security and Public Health

CICAP: Centro Tecnológico Agroalimentario del Valle de los Pedroches

CLO: Control Lechero Oficial

CLSI: Clinical and Laboratory Standards Institute

CMT: California Mamitis Test

CO: Asociación Caprina COVAP

COVAP: Cooperativa Ganadera del Valle de los Pedroches

CPL: Cefalotin

DAFO: Análisis de las Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades

DE: Desviación Estándar

DOP: Denominación de Origen Protegida

ECDC: European Centre for Disease Prevention and Control

EFSA: European Food Safety Authority

ELISA: Inmunoabsorción Ligada a Enzimas

ENR: Enrofloxacina

ERY: Eritromicina

ETAs: Enfermedades Transmitidas por Alimentos

FAOSTAT: Food and agriculture data

FEADER: Fondo Europeo Agrario de Desarrollo Rural

FOX: Cefoxitin

G: Cabra (Goat)

GEN: Gentamicina

IC: Intervalo de Confianza

I+D+i: Investigación, Desarrollo e Innovación

IDTB: Intradermotuberculinización, sencilla (IDTBS) y comparada (IDTBC)

IFAPA: Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera

IFN: Interferón

IGP: Indicación Geográfica Protegida

INE: Instituto Nacional de Estadística

Letra Q: LEche cruda, TRAzabilidad y Qualidad

L+D: Limpieza y Desinfección

L+DDD: Limpieza, Desinfección, Desinsectación y Desratización

MAGRAMA: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

MAP: *Mycobacterium avium* subespecie *paratuberculosis*

MAPAMA: Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente

MARM: Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino

MDR: Multiple Drug Resistance

MRS: Estafilococos Meticilina Resistentes

MTC: Complejo *Mycobacterium tuberculosis*

NEO: Neomicina

OIE: Organización Mundial de la Sanidad Animal

OR: Odds Ratio

PCR: Reacción en Cadena de la Polimerasa

PFGE: Electroforesis en Gel de Campo Pulsado

PEN: Penicilina

PNEEA: Plan Nacional de Erradicación de Enfermedades Animales

PPD: Derivado Proteico Purificado

PTB: Paratuberculosis

RCS: Recuento de Células Somáticas

RBT: Recuento de Bacterias Totales

S: Oveja (Sheep)

SANDACH: Subproductos Animales No Destinados al Consumo Humano

SCCmec: Staphylococcal Cassette Chromosome mec

SCoP: Estafilococos Coagulasa Positivos

SCoN: Estafilococos Coagulasa Negativos

SRLVs: Lentivirus de los Pequeños Rumiantes

SXT: Trimetoprim+Sulfametoxazol

TB: Tuberculosis

TET: Tetraciclina

TM: Temperatura media

UFC: Unidades Formadoras de Colonias

X: Media