

III

INCIDENCIA DE LA SARNA SARCOPTICA
ESTADO SANITARIO

INCIDENCE OF A SARCOPTIC MANGE OUTBREAK
HEALTH POPULATION STATUS



Foto: *Gloria González*

9. Seguimiento sanitario del rebecco cantábrico en el Principado de Asturias

Health condition monitoring in the Cantabrian chamois (*Rupicapra pyrenaica parva*) in Asturias (North of Spain)

Óscar Rodríguez, Álvaro Oleaga, Miguel Prieto, Alberto Espí, Ana Balseiro, Rosa Casais y Christian Gortázar



Ilustración: Raúl Alonso

RESUMEN

El rebecco cantábrico (*Rupicapra pyrenaica parva*) comparte durante parte del año su hábitat con el ganado doméstico. Además del hábitat comparte ciertas enfermedades de las que puede actuar como reservorio, transmisor o víctima. Con el fin de profundizar en el conocimiento, la epidemiología y el control de las enfermedades, el Gobierno del Principado de Asturias ha

establecido una red de vigilancia sanitaria, activa y pasiva, para monitorizar el estado sanitario de la fauna silvestre. La sarna sarcóptica, principal problema sanitario que afecta al rebeco cantábrico, puede ser considerada en la actualidad endémica (presente de forma continua, aunque con escasa mortalidad) en su núcleo oriental. Entre el resto de agentes patógenos cabe destacar la presencia de anticuerpos frente a Pestivirus (relevante considerando las mortalidades asociadas en poblaciones de rebeco pirenaico -*Rupicapra pyrenaica pyrenaica*-), así como frente a agentes bacterianos como *Mycobacterium avium paratuberculosis*, *Leptospira interrogans* y *Chlamydophila abortus* y un protozoo (*Toxoplasma gondii*). La ausencia de otros agentes patógenos estudiados y la escasa prevalencia de algunos de los procesos detectados, así como los datos de necropsia de animales muestreados aleatoriamente, indican un buen estado sanitario de las poblaciones de rebeco cantábrico en Asturias.

Palabras clave: rebeco cantábrico, *Rupicapra pyrenaica parva*, seguimiento sanitario fauna silvestre, enfermedades, Asturias.

ABSTRACT

The Cantabrian chamois (Rupicapra pyrenaica parva) shares its habitat with domestic ungulates during part of the year. It also shares some diseases, as reservoir, carriers or becoming victim itself. In order to monitor the health status of valuable wildlife fauna in Asturias, the regional government set up an active and passive health surveillance network whose aims are to better understand potential diseases, their epidemiology and control. Currently, sarcoptic mange is the main health issue that affects Cantabrian chamois and it can be considered endemic (it is present all year round, even though mortality is low) in the eastern chamois population (eastern nucleus). The presence of specific antibodies indicate other significant pathogenic agents besides sarcoptic mange, in the population. We have found, pestivirus (very important considering the high mortality reported in Eastern Pyrenees chamois), bacteria such as Mycobacterium avium paratuberculosis, Leptospira interrogans and Chlamydophila abortus and the protozoa Toxoplasma gondii. The absence of other pathogens studied and the low prevalence of some of the detected diseases, as well as, results from necropsies of random sampled animals, indicate a good health status of the Cantabrian chamois populations in Asturias.

Key words: cantabrian chamois, *Rupicapra pyrenaica parva*, wildlife health surveillance, diseases, Asturias.

INTRODUCCIÓN, MATERIAL Y MÉTODOS

No cabe duda de que, en la actualidad, las enfermedades tienen un enorme impacto en la salud pública, la producción de alimentos y el medio

ambiente. Los animales, y muy particularmente la fauna silvestre, se consideran la fuente de más del 70% de todas las enfermedades emergentes. En consecuencia, la vigilancia sanitaria de la fauna silvestre es crítica para el control de esas enfermedades (Kuiken et al. 2005), y parece importante que se establezcan planes de vigilancia sanitaria adecuados a las características de cada región, de su fauna silvestre y de su sector ganadero.

En el Principado de Asturias es a partir del 2003 cuando se instaura la red de vigilancia sanitaria de la fauna silvestre. Fruto del convenio de colaboración entre el Gobierno del Principado y el Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos (IREC), con la colaboración del Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), se pone en marcha esta red. Previamente a esta fecha ya se habían desarrollado en el Principado estudios sanitarios concretos, pero es a partir de este momento cuando se inicia un sistema de toma de muestras sistemático, organizado y distribuido por toda la geografía asturiana. Debido a las modalidades de caza, las especies existentes y a la orografía de la región, la toma de muestras exige un esfuerzo mayor, adaptado a estas particularidades. Por esta razón, la colaboración de todos los sectores implicados en el ejercicio de la caza, y en especial de la Guardería de Medio Natural, resulta imprescindible para el funcionamiento de la misma.

Para el óptimo funcionamiento de esta red se deben de combinar de manera efectiva la vigilancia sanitaria pasiva y la activa. La vigilancia sanitaria pasiva consiste en el diagnóstico sistemático de la causa de muerte o enfermedad de aquellos animales silvestres que aparecen muertos o moribundos en el medio natural. Para ello, en Asturias, se cuenta con una extensa red de colaboradores (guardas de Medio Natural, guardas de Cotos Regionales de Caza, cazadores, veterinarios, etc.), que avisan de cada hallazgo y aportan la información de campo o historia clínica. Los animales son trasladados a las instalaciones que el SERIDA dispone en Jove donde se realiza una necropsia completa. En función de los hallazgos se realizan, o se remiten para su realización, analíticas complementarias (histopatológicas, microbiológicas, parasitológicas, toxicológicas, etc.). Finalmente, los datos de campo, de la necropsia y de las analíticas complementarias son integrados en un informe que, a su vez, pasa a formar parte de una base de datos. Esta base de datos registra, por tanto, las principales causas de mortalidad observadas en las poblaciones naturales de cada una de las especies objeto de vigilancia sanitaria. Se trata de un sistema que detecta “la punta del iceberg” en patología de fauna silvestre. La vigilancia sanitaria activa consiste en el muestreo aleatorio de animales por medio de su captura en vivo, su caza o mediante técnicas no invasivas, como por ejemplo la recogida de heces. De esta manera se obtienen muestras de sangre, por parte de la guardería, de todos los animales cazados dentro del plan de

caza de las Reservas Regionales de Caza. Algunos de los animales cazados en las Reservas, cacerías en las que un veterinario del IREC acompaña al guarda y al cazador, son necropsiados en el campo obteniendo toda la información posible de los mismos. Se trata de una técnica de vigilancia que permite, si el muestreo es adecuadamente aleatorio y estratificado, calcular prevalencias y compararlas en el espacio (entre localidades o regiones) y en el tiempo.

Para el correcto funcionamiento de la red se dispone de una amplia red de congeladores y centrífugas distribuidas por todas las Reservas Regionales de Caza (en el Principado hay 17 Reservas distribuidas por toda la región ocupando más de 200.000 Ha., lo que supone el 20% de la superficie asturiana). Ello permite a los propios guardas centrifugar las muestras de sangre y poder almacenar tanto los sueros como los animales encontrados muertos hasta su posterior recogida por el personal del IREC.

Desde la instauración de esta red, y para el caso del rebeco, se han obtenido en el periodo 2003 - 2008 un total de 236 sueros y se han realizado 68 necropsias, de las cuales 21 corresponden a vigilancia pasiva. En todas estas necropsias se recogieron diferentes variables de cada animal (biometría completa, aspecto externo, presencia y extensión de posibles lesiones cutáneas o cualquier otra alteración visible, ectoparásitos), y se procedió a la toma de una serie de muestras (sangre, piel, así como muestras de diferentes órganos).

Parte de las muestras obtenidas, 33 sueros en concreto, corresponden a rebecos capturados en vivo con la intención de trasladarlos, dentro del proyecto de recuperación de las poblaciones de rebeco en las sierras de la zona centro asturiana.

Así mismo, se dispone de algunos datos de una serie de necropsias realizadas en el periodo 1994 - 1995, por la empresa BIOGESTIÓN, sobre animales cazados dentro de un programa de cacerías selectivas para el abatimiento de animales afectados de sarna.

Es importante destacar que los resultados obtenidos hasta el momento parecen indicar que el estado sanitario de la población de rebecos del Principado de Asturias es bueno. Si exceptuamos los problemas derivados de la afección por sarna en el núcleo Oriental de la población, que trataremos más adelante, los análisis realizados frente a otras enfermedades, cómo paratuberculosis, brucelosis o leptospirosis, confirman el buen estado de esta población.

A continuación se detallarán los resultados obtenidos frente a las enfermedades más relevantes analizadas. Dentro de las enfermedades parasitarias se tratará la sarna sarcóptica, entre las enfermedades bacterianas la paratuberculosis, la brucelosis y la leptospirosis y como enfermedad vírica la infección por pestivirus.

RESULTADOS

Sarna sarcóptica.

La sarna sarcóptica, producida por el ácaro arador *S. scabiei* (Figura 1), es una dermatosis parasitaria altamente contagiosa, descrita en más de 100 especies de mamíferos domésticos y silvestres (Bornstein et al. 2001, Pence & Ueckerman 2002), incluyendo al hombre (Menzano et al. 2004) y cuya transmisión se produce de forma habitual por contacto con animales parasitados. Aunque existen opiniones encontradas, taxonómicamente *S. scabiei* se considera una única especie de ácaro con “variedades” adaptadas a diferentes especies de hospedador.

Se trata de una enfermedad importante en todo el mundo desde el punto de vista económico que afecta al ganado vacuno, porcino, ovino y caprino (Alonso de Vega et al. 1998, Rehbein et al. 2003, Tarigan & Huntley 2005, Menzano et al. 2007). Sus efectos se manifiestan de manera especialmente dramática en fauna silvestre, donde la ausencia de tratamiento puede acabar derivando en la muerte del animal, produciendo efectos drásticos a nivel poblacional.

Las especies de ungulados silvestres afectadas por los brotes epidémicos más importantes registrados en Europa han sido el rebeco (*Rupicapra rupicapra*) y el íbice (*Capra ibex*) en los Alpes (Onderscheka 1982, Schaschl 2003, Rossi et al. 2007), así como la cabra hispánica (*Capra pyrenaica*, Leon Vizcaino et al. 1999), el rebeco cantábrico (*Rupicapra pyrenaica parva*, Fernandez-Moran et al. 1997) y el arruí (*Ammotragus lervia*, Gonzalez-Candela et al. 2004) en España. Todas ellas, pertenecientes a la familia *Bovidae*, presentan unas tasas de morbilidad y mortalidad relativamente elevadas en un primer contacto de sus poblaciones con la enfermedad, para después descender paulatinamente siguiendo una onda epidémica. Un buen ejemplo de la progresión temporal de este primer contacto con la sarna sarcóptica lo constituyen los brotes registrados por el rebeco y el íbice en diversos puntos de los Alpes italianos, con descensos poblacionales de hasta un 80%, pero con la recuperación poblacional a largo plazo. La evolución apreciada en Italia demuestra una paulatina recuperación de las poblaciones y su densidad en el tiempo, con rebrotes menos virulentos de la enfermedad a intervalos de 10 o 15 años (Rossi et al. 1995, Rossi et al. 2007).

En España, a parte de los efectos referidos sobre bóvidos silvestres, la sarna sarcóptica es una enfermedad que afecta de forma endémica al zorro (Gortázar et al. 1998), y aparece de forma esporádica en otros carnívoros (Domínguez et al. 2008) y en cérvidos (Oleaga et al. 2008).

El brote de sarna sarcóptica, que aún en la actualidad afecta al rebeco cantábrico (Fernández-Morán et al. 1997, González-Quirós et al. 2002),

fue detectado por primera vez en Mayo de 1993 en las proximidades del Pico Torres (Concejo de Aller) (**Capítulo 10**). Desde entonces el área afectada por la enfermedad se ha ido extendiendo de forma continua, habiendo sido registrados hasta la fecha un número superior a los 1500 animales afectados por esta parasitosis en las Reservas Regionales de Caza del Principado de Asturias (González-Quirós et al. 2007b). Esto convierte a la sarna sarcóptica en el proceso patológico más importante de cuantos afectan a día de hoy al rebeco cantábrico.

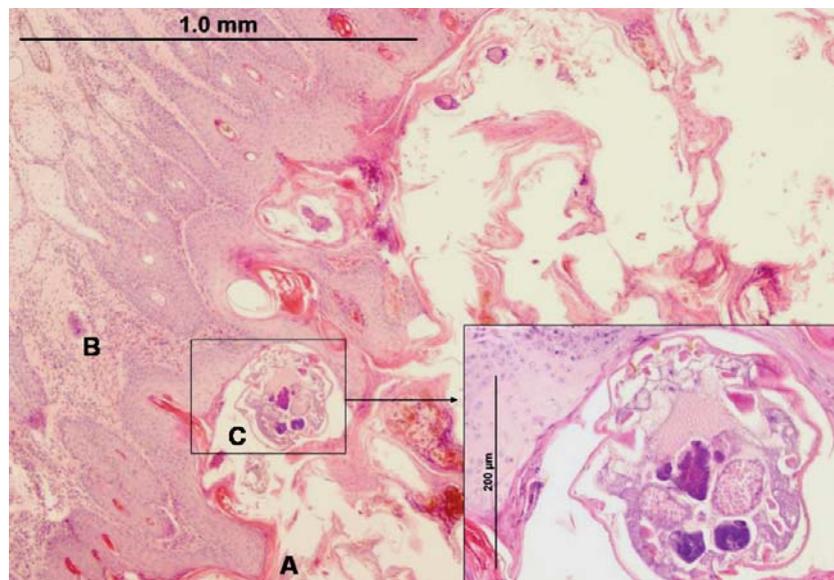


Figura 1. Imagen microscópica de una muestra de piel de rebeco afectado por sarna sarcóptica mostrando hiperqueratosis y paraqueratosis (A) en la epidermis. En la dermis se puede observar un infiltrado celular inflamatorio difuso (B) en el que predominan macrófagos, células plasmáticas, histiocitos, linfocitos y eosinófilos. El detalle muestra a un ácaro (C) en el interior del túnel excavado en la epidermis.

La evolución de la parasitosis puede dividirse en:

- Fase inicial o de desarrollo: se aprecia prurito, las lesiones dérmicas son aún poco evidentes.
- Fase aguda o de consolidación: prurito muy intenso, piel de aspecto anormal y áreas alopecicas.
- Fase crónica: acusada depilación de buena parte de la superficie corporal. La piel aparece endurecida, costrosa, engrosada y agrietada. Parece asociada a la incapacidad del sistema inmune para controlar al agente ex-

traño e insidioso que el ácaro supone. La condición general del animal se deteriora progresivamente, presentando ya en esta última fase una delgadez extrema, concluyendo de forma general el proceso con la muerte del animal.

El elevado grado de parasitación con que esta enfermedad cursa en el rebeco ha permitido la confirmación etiológica de todos aquellos casos en que las lesiones apreciadas eran compatibles con sarna. En todos los casos estudiados ha sido confirmada mediante el aislamiento de ácaros a partir de muestras de piel incubadas durante 24 horas a 37 °C y su posterior identificación visual en la lupa, o bien mediante su identificación en cortes histológicos.

Las lesiones dérmicas se manifiestan como una inflamación epidérmica crónica con hiperqueratosis y paraqueratosis. En el rebeco cantábrico las primeras lesiones apreciables macroscópicamente se detectan generalmente a nivel de cuello, orejas y “cara”, para extenderse paulatinamente pudiendo afectar a la práctica totalidad de su superficie corporal (**Figura 2**).

Microscópicamente, en las muestras de piel lesionada estudiadas en rebecos cantábricos con sarna sarcóptica se observan numerosos ácaros en diferentes fases de desarrollo, localizados en el estrato córneo de la piel y rodeados de queratina y restos celulares (**Figura 1**). Las lesiones histológicas son similares a las observadas en otros rumiantes silvestres y consisten, fundamentalmente, en una hiperqueratosis (engrosamiento de la capa córnea de la piel) y paraqueratosis (anormal presencia de células nucleadas en la capa córnea) de la epidermis, que acaba con la formación de costras. En esta capa se pueden observar pequeñas áreas de necrosis y un infiltrado celular inflamatorio difuso en el que predominan macrófagos, células plasmáticas, histiocitos, linfocitos y eosinófilos. El mismo infiltrado inflamatorio aparece en la dermis papilar y reticular, acompañado de una hipertrofia e hiperplasia de las glándulas sebáceas.

Aparte de las alteraciones cutáneas indicadas, cabe señalar como hallazgos más característicos de este proceso, en los rebecos con sarna estudiados, una mayor presencia de otros agentes parasitarios, un evidente deterioro de la condición corporal (presentan un engrasamiento renal menor) y un mayor nivel de estrés crónico (basándose en el mayor tamaño de las glándulas adrenales).

Con la intención de mejorar el seguimiento y monitorización de la enfermedad en la fauna silvestre, se desarrolló en el Área de Sanidad Animal del SERIDA un método de diagnóstico serológico para la detección de anticuerpos específicos frente a *S. scabiei*, (Casais et al. 2007). Este ELISA fue validado para su uso en el diagnóstico de la enfermedad en el rebeco cantábrico y se caracteriza por tener una sensibilidad del 100 % (un 100 % de los animales enfermos son detectados como positivos) y una espe-

cificidad del 97 % (un 97 % de los animales sanos son detectados como negativos).



Figura 2. Imagen de una hembra de rebeco cantábrico severamente afectada por sarna sarcóptica en el Concejo de Ponga (Asturias) en el 2006. Se aprecian con claridad la mala condición corporal y las áreas alopécicas, con piel engrosada y agrietada, características de esta afección.

Utilizando este ELISA se realizó en 2008 un estudio para evaluar la presencia de anticuerpos específicos frente a *S. scabiei* en una muestra de 180 sueros de rebecos procedentes de distintos concejos del Principado de Asturias (Valdés, Caso, Piloña, Somiedo, Ponga, Quirós, Aller, Sobrescobio y Lena) tomados entre los años 2005-2008. Este análisis reveló la presencia de anticuerpos específicos en el 8,9 % (16 de 180 animales analizados). Para realizar este estudio hemos considerado dos núcleos geográficamente diferenciados en el Principado:

- Núcleo Occidental: incluye los concejos de Somiedo y Quirós. La población de rebeco de este núcleo no se ha visto afectada por la sarna y en la actualidad es donde se encuentran las mayores densidades.
- Núcleo Oriental: incluye los concejos de Caso, Sobrescobio, Lena, Aller, Ponga y Piloña. Zona donde la sarna continúa afectando a la población de este bóvido.

En la **Tabla 1** se indica el número de casos de sarna sarcóptica (positivos por ELISA) clasificados por años y por sectores. En el núcleo Occidental, teóricamente libre de sarna, se han detectado 5 individuos positivos (5/108), esto supone un 4,6 % del total de individuos analizados en la zona. Este resultado es muy interesante puesto que podría indicar que algunos animales de esta zona han estado en contacto con *S. scabiei* aunque no han desarrollado la enfermedad. En el núcleo Oriental, con presencia de sarna, se han detectado por ELISA un total de 10 individuos positivos, un 16,6 % de la población total analizada en esta zona.

Se había postulado que el origen de la epidemia de sarna en rebecos podría haber estado en cabras infectadas que en algún momento compartieron su hábitat con los rebecos. Por esta razón, se realizó un estudio de la seroprevalencia de la enfermedad en cabras domésticas procedentes de ambas áreas, siendo de un 8,1% (n=86) para el núcleo oriental, y un 11,8% (n=68) para el Occidental. Este dato nos alerta del potencial peligro que supone la presencia de ganado doméstico infectado en el núcleo libre de sarna.

Tabla 1. Diagnóstico serológico de la sarna sarcóptica en rebecos de los núcleos Oriental y Occidental del Principado de Asturias entre los años 2005-2008. Entre paréntesis se indica el número de individuos que presentaban lesiones externas compatibles con sarna sarcóptica.

NÚCLEO	REBECOS SEROPOSITIVOS POR SECTORES			REBECOS SEROPOSITIVOS POR SECTOR / AÑO			
	SUEROS ANALIZADOS	POSITIVOS	PORCENTAJE	2005	2006	2007	2008
Occidental	108	5	4.63		2	2	1
Oriental	60	10	16.66	2 (1)	2 (2)	4 (1)	2 (2)
Origen desconocido	12	1	8.3		1		
TOTAL	180	16	8.9	2	5	6	3

Teniendo en cuenta la existencia o circulación de la sarna sarcóptica en cabras domésticas de esta zona y atendiendo a la especificidad del ELISA empleado, la aparición de animales seropositivos frente a *S. scabiei* en el núcleo Occidental, parece indicar la existencia de contacto de estas poblaciones de rebeco con *S. scabiei*. Este fenómeno, de difícil interpretación, ya ha sido descrito en rebecos no expuestos de otras regiones europeas (Rambozzi et al. 2004). Considerando asimismo la importante densidad de rebecos alcanzada en este núcleo durante los últimos años (González-Quirós et al. 2007a, **Capítulo 4**), cabe concluir con la necesidad de extremar las precauciones y el control sanitario sobre el ganado doméstico de la zona. Asimismo, parece recomendable establecer un adecuado programa de gestión de las poblaciones de rebeco presentes, con la intención de controlar sus densidades y tratar de evitar a corto plazo un brote de la enfermedad cuya evolución podría no diferir mucho del observado en 1993 en el sector Oriental.

La reducción en morbilidad y mortalidad de esta parasitosis tras el brote inicial, propio de una onda epidémica típica, supone que el número de animales afectados por la enfermedad sea en la actualidad notablemente inferior, y con ello, también el acceso a muestras de animales con sarna. Ello limita las posibilidades de estudio y comparación, convirtiendo en especialmente valiosa cualquier muestra de esta especie. La descripción en

otras zonas de Europa de un aparente pico o rebrote de la enfermedad menos virulento aproximadamente 15 años tras la aparición de la misma (Miller et al. 1985, Rossi et al. 1995) hace necesario un estricto control y seguimiento de la epidemiología de esta parasitosis en el rebeco cantábrico en el momento en que se cumplen ya 16 años de su irrupción en la Cordillera Cantábrica.

Paratuberculosis.

La paratuberculosis está causada por la micobacteria *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*. Es una enfermedad que cursa con una inflamación granulomatosa del intestino y ganglios linfáticos asociados, provocando un adelgazamiento progresivo de los animales, acompañado o no de diarrea. Actualmente es considerada uno de los principales procesos patológicos de los rumiantes, constituyendo una de las enfermedades de importancia creciente en las últimas décadas, afectando tanto a ganado extensivo como al de alta producción y observándose en países con un elevado desarrollo ganadero.

Esta enfermedad ha sido confirmada en el rebeco en Austria mediante técnicas bacteriológicas y moleculares (Deutz et al. 2005). En el rebeco cantábrico se han realizado estudios histopatológicos y serológicos con el fin de determinar la prevalencia de esta enfermedad en su población. Entre los años 1993 y 1994 se recogieron muestras de suero de 105 rebecos con las que se realizó la técnica de inmunodifusión en gel de agar (IDGA, Benito et al. 1994), resultando todos los animales negativos (Tabla 2). Posteriormente, durante los años 1996-2006 se recogieron muestras de intestino y ganglios linfáticos asociados de 14 rebecos con las que se realizó un estudio histopatológico, así como muestras de suero para su estudio serológico mediante dos técnicas ELISA (Prieto et al. 2004, Reyes García-et al. 2008). En ninguna de las muestras de tejido de los 14 rebecos estudiados se observaron lesiones compatibles con paratuberculosis. En cambio, sí se obtuvieron resultados positivos en los sueros analizados mediante la técnica ELISA, como se puede observar en la Tabla 2.

Tabla 2. Prevalencia serológica de la paratuberculosis en el rebeco cantábrico.

TÉCNICA	Nº ANIMALES ESTUDIADOS	Nº ANIMALES POSITIVOS (%)
IDGA (Benito et al., 1994)	105	0
ELISA (Prieto et al., 2004)	99	4 (4,04)
ELISA (Reyes-García et al., 2008)	236	23 (9,7)

Esta diferencia en los resultados entre las técnicas IDGA y ELISA se debe a que la IDGA es una técnica más específica pero, a la vez, mucho

menos sensible que el ELISA, por lo que solamente detectaría a los animales en fases muy avanzadas de la enfermedad. Con las dos técnicas ELISA se obtuvo una positividad de un 4,04% y un 9,7%. Esta diferencia se puede deber principalmente a la variedad de la técnica diagnóstica, a los diferentes tamaños de muestra elegidos y a los distintos grupos de edad considerados. Además, hay que tener en cuenta, que esta técnica detecta fundamentalmente a los animales adultos que se encuentran en la fase clínica o en el período inmediatamente anterior, con lesiones de tipo difuso (González et al. 200, Balseiro et al. 2008). En el rebeco cantábrico hasta el momento no se ha detectado ningún animal enfermo o con lesiones difusas de paratuberculosis, pero esto puede deberse al bajo número de muestras analizadas histopatológicamente.

El origen de la paratuberculosis en el rebeco cantábrico no se conoce, pero parece ser que la cabra doméstica podría ser una fuente de infección para esta especie (Falconi et al., en prensa).

Brucelosis.

La brucelosis es una enfermedad muy contagiosa producida por bacterias del género *Brucella*. Los animales domésticos actúan como reservorios de *B. abortus* (ganado vacuno), y de *B. mellitensis* (ganado ovino y caprino), de *B. Suis* el ganado porcino y de *B. ovis* el ganado ovino. En los rumiantes domésticos la enfermedad ha sido objeto de intensas campañas de erradicación que han conseguido reducir muy significativamente la incidencia anual de la enfermedad.

Estudios en curso prueban, tras analizar más de 9000 muestras de rumiantes silvestres españoles, que éstos no participan en la epidemiología de la brucelosis de los rumiantes domésticos.

En el caso de los rebecos, la brucelosis es una enfermedad poco común. En Europa está descrito un caso por *B. mellitensis* biovar 3, aislada de un rebeco macho en los Alpes Franceses (Garin-Bastujil et al. 1990). Este animal presentó una orquiepididimitis bilateral, queratoconjuntivitis, poliartritis y signos neurológicos. En estudios posteriores no se consiguieron nuevos aislamientos y por seroprevalencia tampoco se registraron nuevos animales positivos (Ferroglia et al. 1998; Garffuri et al. 2006). En el rebeco pirenaico, los estudios de seroprevalencia realizados tanto en el Pirineo Catalán como en el Pirineo Aragonés resultaron negativos (Lavin et al 2008; Arnal y Fernandez de Luco, 2004).

En cuanto al rebeco cantábrico se ha realizado un estudio de seroprevalencia en un muestreo de 123 animales, utilizando para ello un ELISA indirecto multiespecie (Muñoz et al. 2008), encontrándose dos animales con reacción débilmente positiva, que podrían ser interpretadas como inmunoreacciones inespecíficas.

Leptospirosis.

La leptospirosis es una enfermedad zoonótica (transmisibles de animales a personas) que puede afectar a gran número de especies domésticas y silvestres. El agente causal es una espiroqueta del género *Leptospira*. La infección puede tener un carácter subclínico o bien dar lugar a formas clínicas de evolución aguda, subaguda o crónica. La leptospirosis puede cursar inicialmente con septicemia, anemia hemolítica y agalaxia, siendo las alteraciones renales y los abortos manifestaciones mucho más tardías. La diferente patogenicidad de las distintas serovariedades de *Leptospira* influye de modo importante en el cuadro clínico producido.

Algunas especies silvestres pueden ser reservorios de la infección y responsables de la transmisión directa o indirecta a personas. Pese a que la infección humana está claramente infradiagnosticada en España, se han registrado casos en personas que realizan actividades recreativas como caza, pesca, espeleología o baños en estanques (Pumarola 1996).

Se analizaron un total de 24 sueros, 17 correspondientes a rebecos abatidos en cacerías en el año 1999 y 7 en el año 2001. La técnica empleada fue la prueba de aglutinación microscópica (Cole et al. 1973), test de referencia para el diagnóstico de la leptospirosis y para evaluar otras pruebas. Esta técnica detecta Ig G e Ig M y muestra una considerable especificidad de serogrupo, siendo capaz de detectar niveles bajos de anticuerpos circulantes. Se investigaron 7 serovariedades: Bratislava, Autumnales, Bataviae, Icteo-haemorrhagiae, Louisiana, Pyrogenes y Hardjo.

No se detectaron anticuerpos en ninguno de los 24 sueros investigados, a diferencia de lo que ocurrió en otras especies como el jabalí (14,5%), el gamo (13,8%) o ciervo (7,8%). No obstante, hay que resaltar que el número de muestras investigado en esas especies fue muy superior (172, 290 y 449 respectivamente) (Espí et al. 2008). En cualquier caso, uniendo estos resultados a la experiencia de otros estudios realizados en los últimos 10 años en diferentes especies domésticas y silvestres, no parece probable que la leptospirosis sea un proceso que esté afectando de manera importante a los rebecos, ni a otras de las principales especies cinegéticas de Asturias. Ocasionalmente se pueden producir casos esporádicos que afectan a un reducido número de animales y también es posible que determinadas especies puedan portar de modo subclínico alguna serovariedad concreta.

Infección por pestivirus.

El género Pestivirus, perteneciente a la familia *Flaviviridae*, está constituido por virus ARN monocatenarios que afectan a fauna doméstica y salvaje, con un complicado ciclo biológico que incluye la existencia de animales persistentemente infectados (virémicos y seronegativos) que dificultan su control.

Se reconocen de forma genérica 4 genotipos o especies principales: el virus de la Peste porcina clásica (CSF, enfermedad altamente contagiosa incluida en la lista de la Oficina Internacional de Epizootias -OIE-), los virus de la Diarrea Vírica Bovina BVDV-1 y BVDV-2, y el virus de la Enfermedad de la Frontera (BDV) (Nettleton 1990, Thiel et al. 2005). Mientras que el virus CSF afecta a cerdo y jabalí, los otros tres miembros del género (BVDV-1, BVDV-2 y BDV) han sido aislados en diferentes especies de rumiantes, tanto domésticas como silvestres, en todo el mundo (ganados bovino, ovino y caprino, ciervo, corzo, reno, bisonte europeo y americano, llama, alpaca, jirafa, etc.). Las nuevas técnicas moleculares empleadas en estudios genéticos y un creciente interés por los patógenos presentes en fauna silvestre han permitido identificar durante los últimos años nuevas variedades de Pestivirus, consideradas en algunos casos como especies o genotipos diferentes a los 4 tradicionalmente descritos (por ejemplo Pestivirus de la jirafa o del berrendo (Vilcek & Nettleton 2006).

Los síntomas más frecuentes en ungulados silvestres son variados dependiendo de la cepa de virus, la especie de ungulado afectada, la dosis infectiva y la vía de transmisión. Pueden manifestarse con alteraciones a nivel intestinal (en forma de diarreas, como en el ganado bovino), reproductivo (característica de ganado ovino) o incluso de forma generalizada (como un síndrome sistémico, presente por ejemplo en porcino).

Durante los años 2001 y 2002 una enfermedad, no descrita con anterioridad, asociada a un nuevo Pestivirus del grupo BDV (BDV-4) fue detectada en el sarrio en el Pirineo Central, afectando tanto a la parte española como a la francesa. Ésta ocasionó un descenso en la población de rebeco pirenaico de más de un 40% en aquellas áreas más afectadas (Arnal et al. 2004; Marco et al. 2008a). Las seroprevalencias detectadas alcanzaron en la zona valores entre 62,8% y el 70%, con un cuadro clínico caracterizado por debilidad, movilidad reducida, alteraciones nerviosas, caquexia, alopecia local o generalizada, hiperpigmentación, y en última instancia, muerte del animal (Hurtado et al. 2004; Marco et al. 2007, Pioz et al. 2007, Marco et al. 2008a).

Aunque no existe aún demostración científica de que el virus aislado en los rebecos afectados es el agente etiológico del proceso descrito, esta epizootia puede ser considerada como la primera descripción de un virus del grupo BDV relacionado con un brote de enfermedad en una especie salvaje (Hurtado et al. 2004), y uno de los pocos registros de este grupo de virus asociado a un proceso patológico con impacto sobre poblaciones de rumiantes silvestres (Van Campen et al. 2001; Vilcek and Nettleton, 2006).

En el Principado de Asturias se ha llevado a cabo durante el 2008 un estudio serológico sobre la presencia de anticuerpos frente a Pestivirus en el rebeco cantábrico. Este trabajo se ha realizado sobre un total de 180 sueros, recogidos en el marco de la red de vigilancia sanitaria, pertenecientes

a rebecos de los dos núcleos, completándose con un estudio sobre seroprevalencia frente a Pestivirus en cabras domésticas de las mismas zonas. Se ha utilizado con este fin, en ambas especies, un ELISA comercial: POURQUIER® ELISA BVD/Mucosal Disease p80 kit Institut Pourquier, Montpellier, France (Pioz et al. 2007), que detecta la presencia en suero de anticuerpos frente a la proteína p80/125, común a todos los Pestivirus.

Aunque hasta la fecha, y en base al seguimiento sanitario de las poblaciones de rebeco presentes en Asturias, no se han detectado mortalidades ni síntomas en animal alguno que puedan indicar la acción patógena de este virus, los resultados obtenidos en el estudio serológico (Tabla 3) muestran una seroprevalencia media del 4,44% para el total de los animales analizados, con diferencias estadísticamente significativas entre las dos zonas monitorizadas. Mientras que en el núcleo Oriental no fue detectado ningún rebeco con anticuerpos frente a Pestivirus en sangre (por una prevalencia de 2,32% en cabras domésticas), el porcentaje de seropositividad alcanzó un 6,48% en la población Occidental de este bóvido silvestre (donde sin embargo no se ha detectado ninguna cabra positiva).

Cabe señalar asimismo un incremento estadísticamente significativo de la seroprevalencia del Pestivirus en esta especie a lo largo del período de estudio 2005-2008 en el Sector Occidental (Tabla 3).

Tabla 3. Resultados y evolución temporal del muestreo serológico llevado a cabo sobre animales pertenecientes a los sectores Oriental y Occidental entre los años 2005-2008.

NÚCLEO	REBECOS SEROPOSITIVOS POR SECTORES			REBECOS SEROPOSITIVOS/ ANALIZADOS Y PORCENTAJE ANUAL DE SEROPOSITIVIDAD			
	SUEROS ANALIZADOS	POSITIVOS	PORCENTAJE	2005	2006	2007	2008
Occidental	108	7	6,48				
Oriental	60	0	0	0/7	1/61	2/97	5/15
Origen desconocido	12	1	8,33				
TOTAL	180	8	4,44	0%	1,6%	2,06%	33,3%

La seroprevalencia relativamente baja frente a Pestivirus señalada en el citado estudio, así como la ausencia de mortalidad o síntomas compatibles con la acción patógena del virus en el rebeco cantábrico, permiten comparar la situación epidemiológica en el Principado de Asturias con la descrita en los montes Abruzzo y Alpes italianos (Gentile et al. 2000, Baradel et al. 1988, Olde Riekerink et al. 2005, Gaffuri et al. 2006) e incluso en regiones pirenaicas próximas a las más severamente azotadas por la enfermedad descrita en 2001, que no presentaron hasta la fecha aislamiento del virus ni enfermedad asociada (Arnal et al. 2004). Las seroprevalencias descritas

en todos estos casos variaron entre 5,6% y 25,5%, haciendo pensar en la circulación y mantenimiento del virus en el complejo fauna doméstica-rebeco sin ocasionar enfermedad aparente.

El ganado doméstico ha sido considerado el origen de Pestivirus inductores de bajas seroprevalencias en las poblaciones sanas de rebeco (Olde Riekerink et al. 2005, Gaffuri et al. 2006, Marco et al. 2008b), siendo este último identificado generalmente más como un hospedador susceptible o accidental que como reservorio principal (interpretación compatible con los resultados obtenidos para cabra y rebeco en la población Oriental). Sin embargo, la seroprevalencia mayor (estadísticamente significativa) detectada en rebecos frente a cabras domésticas en la población Occidental puede indicar una circulación independiente del virus de rebeco cantábrico en esta zona o bien la intervención de otras especies de ganado doméstico en la epidemiología de este virus.

El incremento a lo largo del tiempo en el número de rebecos seropositivos apreciados en el núcleo Occidental (**Tabla 3**), así como la mayor seroprevalencia detectada en rebecos que en cabras en el mismo concuerdan con el aumento apreciado en la densidad poblacional de rebeco cantábrico en esta zona (González-Quirós et al. 2007a). Todo ello sugiere una transmisión y circulación del virus más sencilla en esta población de rebeco cantábrico, que facilitaría su mantenimiento y progreso incluso en ausencia de contacto con cabras u otro reservorio doméstico.

Los datos recabados sobre las poblaciones de rebeco cantábrico y la existencia de anticuerpos frente a Pestivirus en las mismas confirman la necesidad e interés de monitorizar y estudiar este agente en la Cordillera Cantábrica, especialmente considerando el brote epidémico descrito en el Pirineo Central. Sin embargo, dada la escasa especificidad del ELISA empleado y la existencia de reacciones cruzadas entre los distintos tipos de Pestivirus (la mayor parte de ellos confirmados como no patógenos para rumiantes silvestres), es imposible a día de hoy conocer si cabras domésticas y rebecos cantábricos comparten el mismo Pestivirus, o qué relación taxonómica guarda éste con el aislado en Pirineos.

Otras enfermedades encontradas.

En la **Tabla 4** aparecen resumidos otros procesos y agentes patógenos diagnosticados durante los últimos años en el marco de la red de vigilancia sanitaria. Aunque determinados hallazgos pueden ser considerados como anecdóticos, con muy escasa relevancia a nivel sanitario y nulo efecto sobre la dinámica de poblaciones, otros pueden revestir gran importancia desde un punto de vista económico (por las interacciones con el ganado doméstico) o de salud pública (al tratarse de zoonosis, como en el caso de *Toxoplasma gondii*).

Tabla 4. Resumen de otros procesos diagnosticados en rebeco cantábrico entre los años 2005-2008.

PROCESO	SEPTICEMIA (INFECCIÓN GENERALIZADA)		PRESENCIA DE CHLAMYDIACEAE	PRESENCIA DE TOXOPLASMA GONDII
Etiología (Tipo de patógeno)	Streptococcus sp. (Bacteria)	<i>Arcanobacterium pyogenes</i> (bacteria)	Familia <i>Chlamydiaceae</i> <i>Chlamydia abortus</i> (bacterias)	<i>Toxoplasma gondii</i> (protozoo parásito)
Fecha/lugar	28/05/08 Vegallagos (Caso)	5/06/07 Pigüña (Somiedo)	2005-2007 Principado de Asturias	2005 Principado de Asturias
Animales estudiados	1	1	30	10
Síntomas	Alteración del comportamiento, vómitos, diarrea, muerte.	Animal sin capacidad de huida, en carretera, extremadamente delgado y con dificultades respiratorias.	Ocasiona abortos o neonatos débiles en oveja y cabra, con relevancia económica. Muy pocos datos sobre sus efectos y epidemiología en fauna silvestre.	Sin síntomas de relevancia descritos en rumiantes silvestres (hospedador intermedio, al igual que el hombre). Posibilidad de abortos, malformaciones u otros problemas durante el embarazo en ser humano.
Lesiones macroscópicas	Pequeñas hemorragias generalizadas, neumonía, necrosis renal, ganglios reactivos.	Lamentable condición corporal (caquexia). Presencia de pequeños abscesos purulentos en pulmones.	Ausencia de datos en fauna silvestre.	Invade células en el hospedador intermedio, sin lesiones macroscópicas aparentes.
Técnicas diagnósticas usadas	Análisis histopatológico. Análisis microbiológico (cultivo).	Análisis histopatológico. Análisis microbiológico (cultivo).	Usados 2 test ELISA de bloqueo específicamente diseñados para la identificación de anticuerpos frente al género <i>chlamydiaceae</i> y frente a la especie <i>C. Abortus</i> respectivamente.	Test de aglutinación modificado (Dubey and Desmonts, 1987) sobre muestras de suero.
Resultado	Aislamiento de <i>Streptococcus</i> sp. en hígado y riñón.	Aislamiento de <i>Arcanobacterium Pyogenes</i> en pulmones y bazo.	43,3% (n=13) de rebecos con presencia de anticuerpos frente a <i>Chlamydia</i> . De ellos, 12 animales (40% prevalencia) presentaron anticuerpos específicos frente a <i>C. abortus</i> .	Detección de 2 rebecos (20%) positivos a <i>Toxoplasma gondii</i> .
Relevancia	Patógeno ubicuo oportunista, con casos aislados de afección clínica y escasa importancia a nivel poblacional en fauna silvestre.	Patógeno oportunista, con casos aislados de afección clínica y escasa importancia a nivel poblacional en fauna silvestre.	Confirmación del contacto de <i>C. Abortus</i> con las poblaciones silvestres de rebeco cantábrico. Probable circulación entre poblaciones silvestres de rebeco cantábrico y ganado doméstico, con posibles implicaciones económicas.	Primera detección de este agente en rebeco cantábrico, con importancia en salud pública dado su carácter de zoonosis (Dubey & Beattie, 1988).

BIBLIOGRAFÍA

Alonso de Vega F, Mendez de Vigo J, Ortiz Sanchez J, Martínez-Carrasco Pleite C, Albaladejo Serrano A, Ruiz de Ybanez Carnero M.R., 1998. Evaluation of the prevalence of sarcoptic mange in slaughtered fattening pigs in southeastern Spain. *Veterinary Parasitology* 76, 203-209.

Arnal M., Fernandez-de-Luco D., Riba L., Maley M., Gilray J., Willoughby K., Vilcek S., Nettleton P.F., 2004. A novel pestivirus associated with deaths in Pyrenean chamois (*Rupicapra pyrenaica pyrenaica*). *J. Gen. Virol.* 85, 3653-3657.

Balseiro A, García-Marín JF, Solano P, Garrido JM, Prieto JM, 2008. Histopathological classification of lesions observed in natural cases of paratuberculosis in free-ranging fallow deer (*Dama dama*). *J Comp Pathol*, 138: 180-188.

Baradel J.M., Barrat J., Blancou J., Boutin J.M., Chastel C., Danna-cher G., Delorme D., Gerard Y., Gourreau J.M., Kihm U., Larenaudie B., Le Goff C., Pastoret P.P., Perreau P., Schwers A., Thiry E., Trap D., Uilenberg G., Vannier P., 1988. Results of a serological survey of wild mammals in France. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 7, 873-883.

Benito J. L., González-Quirós P, Ballesteros F, Fernández Morán J. P., 1994. Plan de actuaciones sanitarias en la Población de Rebeco de Asturias. Informe inédito, Consejería de Medio Ambiente y Urbanismo - Principado de Asturias.

Bornstein S., Mörner T. & Samuel W. M., 2001. *Sarcoptes scabiei* and sarcoptic mange. In *Parasitic diseases of wild mammals*, 2nd Ed. (W M Samuel, M J Pybus & A A Kocan, eds.). Iowa State University Press, Ames, 107-119.

Casais R., Prieto M., Balseiro A., Solano P, Parra F, Martín-Alonso J.M., 2007. Identification and heterologous expression of a *Sarcoptes scabiei* cDNA encoding a structural antigen with immunodiagnostic potential. *Veterinary Research* 38, 435-450.

Cole, J.R., Sulzer, C.R. & Pursell, A.R., 1973. Improved microtechnique for the leptospiral microscopic agglutination test. *Appl. Microbiol.*, 25: 976-980.

Cruz Arnal, M.C., Fernández de Luco, D., 2004. Estudio sanitario del sarrío en el Pirineo aragonés (1997-2002). En: *El Sarrío Pirenaico (Rupicapra p. pyrenaica: Biología, Patología y Gestión*. Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. pp. 125-132.

Deutz A, Spergser J, Wagner P, Rosengarten R, Köfer J., 2005. *Mycobacterium avium* subsp. paratuberculosis in wild animal species and cattle in Styria/Austria. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr*, 118: 314-320.

Domínguez G., Espi A., Prieto J. M., De La Torre J. A., 2008. *Sarcoptic mange in Iberian wolves (Canis lupus signatus) in northern Spain.* Veterinary Record 162(23), 754-755.

Dubey, J.P., Desmots, G., 1987. Serological responses of equids fed *Toxoplasma gondii* oocysts. Equine Vet. J. 19, 337-339.

Dubey J P, Beattie C P, 1988. Toxoplasmosis of Animals and Man. CRC Press, Boca Raton, FL, p. 220.

Espí, A., Prieto, J.M., Alzaga, V., 2008. Leptospiral antibodies in Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*), fallow deer (*Dama dama*) and European wild boar (*Sus scrofa*) in Asturias, Northern Spain. Vet J. (en prensa).

Falconi C, Oleaga A, López-Olvera J, Casais R, Prieto M, Gortázar C (en prensa). Prevalence of antibodies against selected diseases shared between Cantabrian chamois (*Rupicapra pyrenaica parva*) and domestic goats. Research in Veterinary Science, en prensa.

Fernández-Moran J., Gomez S., Ballesteros F., Quirós P., Benito J.J., Feliu C., Nieto J.M., 1997. Epizootiology of sarcoptic mange in a population of cantabrian chamois (*Rupicapra pyrenaica parva*) in Northwestern Spain. Vet. Parasitol. 73, 163-171.

Ferroglio, E., Tolari, F., Bollo, E., Bassano, B., 1998. Isolation of *Brucella melitensis* from Alpine Bies. Journal of wildlife diseases 34(2): 400-402.

Gaffuri A., Giacometti M., Tranquillo V.M., Magnino S., Cordioli P., Lanfranchi P., 2006. Serosurvey of roe deer, chamois and domestic sheep in the Central Italian Alps. Journal of Wildlife Diseases 42(3), 685-690.

Garin-Bastuji, B., Oudar., Richard, Y., Gastellu, J., 1990. Isolation of *Brucella melitensis* Biovar 3 from a Chamois (*Rupicapra rupicapra*) in Southern French Alps. Journal of Wildlife Diseases 26(1): 116-118.

Gentile L., Mari F., Cardeti G., Macrì G., 2000. Serologic survey in a chamois population of Abruzzo. Hystrix 11(2), 115-119.

González J, Geijo MV, García-Pariente A, Verna A, Corpa JM, Reyes LE, Ferreras M C, Juste RA, García Marín JF and Pérez V., 2005. Histopathological classification of lesions associated with natural paratuberculosis infection in cattle. Journal of Comparative Pathology, 133: 184-196.

González-Candela M., Leon Vizcaino L., Cubero-Pablo M.J., 2004. Population effects of sarcoptic mange in Barbary sheep (*Ammotragus lervia*) from Sierra Espuña Regional Park, Spain. J. Wildlife Dis. 40, 456-465.

González-Quirós P., Silva Manzano P., Solano Rodríguez S., 2002. Population evolution of Cantabrian chamois (*Rupicapra pyrenaica parva*) with sarcoptic mange (*Sarcoptes scabiei*) in centre-eastern Asturias (Northwest Spain). Pirineos 157, 201-209.

González-Quirós P, Sánchez M., 2007a. Censo de Rebeco en la Zona Occidental de Asturias - Año 2007. Informe inédito, Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural - Principado de Asturias.

González-Quirós P, Sánchez M., 2007b. Censo de Rebeco en las Reservas Regionales de Caza de la Zona Oriental de Asturias (Aller, Caso, Piloña y Ponga)- Año 2007. Informe inédito, Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras - Principado de Asturias.

Gortázar C., Villafuerte R., Blanco J.C., Fernández-De-Luco D., 1998. Enzootic sarcoptic mange in red foxes in Spain. *Z. Jagdwiss* 44, 251-256.

Hattel AL, Shaw DP, Fisher JS, Brooks JW, Love BC, Drake TR, Wagner DC (2007). Mortality in Pennsylvania captive elk (*Cervus elaphus*): 1998-2006. *J Vet Diagn Invest*, 19: 334-337.

Hurtado A., Aduriz G., Gomez N., Oporto B., Juste R.A., Lavin S., Lopez-Olvera J.R., Marco I., 2004. Molecular identification of a new pestivirus associated with increased mortality in the Pyrenean chamois (*Rupicapra pyrenaica pyrenaica*) in Spain. *J. Wildl. Dis.* 40, 796-800.

Kuiken T., Leighton F.A., Fouchier R., LeDuc J., Peiris J., Schudel A., Stohr K., Osterhaus A., 2005. Public health - Pathogen surveillance in animals. *Science* 309 (5741): 1680-1681

Lavín S., Ruiz-Bascaran M., Marco I., Fondevila M.D., Ramis A. J., 2000. Experimental infection of chamois (*Rupicapra pyrenaica parva*) with *Sarcoptes scabiei* derived from naturally infected goats, *J. Vet. Med.* 47, 693-699.

Lavín, S, Casanova, R., Marco, I. (2008). Seguimiento sanitario y situación epidemiológica de las especies cinegéticas en Cataluña.

Leon Vizcaino L., Ruiz de Ibáñez M.R., Cubero-Pablo M.J., Ortiz J.M., Espinosa J., Pérez L., Simon M.A., Alonso P., 1999. Sarcoptic mange in Iberian ibex from Spain. *J. Wildlife Dis.* 35, 647-659.

Marco I., López-Olvera J.R., Rosell R., Vidal E., Hurtado A., Juste R., Pumarola M., Lavín S., 2007. Severe outbreak of disease in the Southern chamois (*Rupicapra pyrenaica*) associated with border disease virus infection. *Veterinary Microbiology* 120, 33-41.

Marco I., Rosell R., Cabezón O., Mentaberre G., Casas E., Velarde R., López-Olvera J.R., Hurtado A., Lavín S., 2008a. Epidemiological study of border disease virus infection in Southern chamois (*Rupicapra pyrenaica*) after an outbreak of disease in the Pyrenees (NE Spain). *Veterinary Microbiology* 127, 29-38.

Marco I., Rosell R., Cabezón O., Beneria M., Mentaberre G., Casas E., Hurtado A., López-Olvera J.R., Lavín S., 2008b. Serologic and virologic investigations into pestivirus infection in wild and domestic ruminants in the Pyrenees (NE Spain) *Res. Vet. Sci.*, doi:10.1016/j.rvsc.2008.10.014.

Menzano A., Rambozi L., Rossi L., 2004. Outbreak of scabies in human beings, acquired from chamois (*Rupicapra rupicapra*). *Vet. Rec.* 155(18), 568.

Menzano A., Rambozzi L., Rossi L., 2007. A severe episode of wildlife derived scabies in domestic goats in Italy. *Small Rum. Res.* 70, 154-158.

The impact of mange on chamois in Bavaria. En: *The biology and management of mountain ungulates* (ed Lovari S), p. 243-249. Croom Helm, Beckenham.

Muñoz P.M., de Miguel M.J., Grilló M.J., Marín C.M., Barberán M., Blasco J.M., 2008. Vaccine. Immunopathological responses and kinetics of *Brucella melitensis* Rev 1 infection after subcutaneous or conjunctival vaccination in rams. 19;26(21):2562-9.

Nettleton P. F., 1990. Pestivirus infections in ruminants other than cattle. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 9, 131-150.

Olde Riekerink R.G.M., Dominici A., Barkema H.W., De Smit A.J., 2005. Seroprevalence of pestivirus in four species of alpine wild ungulate in the High Valley of Susa, Italy. *Veterinary Microbiology* 108, 297-303.

Oleaga A., Casais R., Gonzalez-Quiros P., Prieto, M., Gortazar C., 2008. *Sarcoptic mange in red deer from Spain: Improved surveillance or disease emergence?* *Veterinary Parasitology* 154, 103-113.

Onderscheka K., 1982. Etat actuel de la recherche sur la gale du chamois. In: Proc. Symp. Sur le chamois, Conseil International de la Chase et de la Fauna sauvage, Ljubljana, Yugoslavia, 89-108.

Pence D.B., Ueckerman E., 2002. Sarcoptic mange in wildlife. *Revue Scient. Techn. l'Office Int. des Epizooties* 21, 385-398.

Pioz M., Loison A., Gibert P., Dubray D., Menaut P., Le Tallec B., Artois M., Gilot- Fromont E., 2007. Transmission of a pestivirus infection in a population of Pyrenean chamois. *Veterinary Microbiology* 119, 19-30.

Prieto JM, Balseiro A, Espí A., 2004. Situación de la infección natural de *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* en los gamos (Dama dama) de Asturias. Procc. XII Encontro anual da Sociedade Portuguesa de Patología Animal y XVI Veterinaria Encontro anual da Sociedade Espanhola de Patología Veterinária: 152.

Pumarola, T., 1996. *Diario Médico*, 18-nov-96. p. 14.

Rambozzi L., Menzano A., Lavin S., Rossi L., 2004. Biotin-avidin amplified ELISA for detection of antibodies to *Sarcoptes scabiei* in chamois (*Rupicapra sp.*). *Vet. Res.* 35, 701-708.

Rehbein S., Visser M., Winter R., Trommer B., Matthes A.E., Maciel A.E., Marley S.E., 2003. Productivity effects of bovine mange and control with ivermectin. *Vet. Parasitol.* 114, 267-284.

Reyes-García R, Pérez-de-la-Lastra JM, Vicente J, Ruiz-Fons F, Garrido JM, Gortázar C., 2008. Large-scale ELISA testing of Spanish red deer for paratuberculosis. *Vet Immunol Immunopathol*, 124: 75-81.

Rossi L., Meneguz P.G., De Martin P., Rodolfi M., 1995. The epidemiology of sarcoptic mange in chamois, *Rupicapra rupicapra*, from the Italian Eastern Alps. *Parassitologia* 37, 233-240.

Rossi L., Fraquelli C., Vesco U., Permunian R., Somnavilla G.M., Carmignola G., Da Pozzo R., Meneguz P.G., 2007. Descriptive epidemiology of a scabies epidemic in chamois in the Dolomite Alps, Italy. *Eur. J. Wildlife Res.* 53(2), 131-141.

Schaschl E., 2003. Gamsräude. Österreichischer Jagd- und Fischereiverlag, Wien, 160 pp.

Tarigan S., Huntley J.F., 2005. Failure to protect goats following vaccination with soluble proteins of *Sarcoptes scabiei*: evidence for a role for IgE antibody in protection. *Vet. Parasitol.* 133, 101-109.

Thiel H., Collet M.S., Gould E.A., Heinz F.X., Houghton M., Meyers G., Purcell R.H., Rice C.M., 2005. Family Flaviviridae. En: *Virus Taxonomy*, Eight Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses (ed: Fauquet C.M., Mayo M.A., Maniloff J., Desselberger U., Ball L.A.), p. 981-998. New York: Elsevier Academic Press.

Van Campen H., Frolich K., Hofmann M., 2001. Pestivirus infections. En *Infectious Diseases of Wild Mammals* (ed. Williams E.S., Barker I.K.), p. 232-237. London: Manson Publishing Veterinary Press.

Vilcek S., Nettleton P.F., 2006. Pestiviruses in wild animals. *Vet. Microbiol.* 116, 1-12.

10. Monitorización del brote de sarna sarcóptica en las reservas regionales de caza de Asturias

Monitoring of an outbreak of sarcoptic mange in Cantabrian chamois (*Rupicapra pyrenaica parva*) in the game reserves of Asturias (North of Spain)

Pablo González-Quirós y Sergio Solano



Foto: Pablo González-Quirós

RESUMEN

En el presente trabajo se analizan los seguimientos realizados sobre la epidemia de sarna en las reservas regional de caza orientales del Principado de Asturias (noroeste de España) entre los años 1991 y 2008. Esta población se extiende sobre unas 81.300 ha, donde habitaba una población de 6.200 rebecos, antes de iniciarse la epidemia de sarna, con una densidad media de 12,3 rebecos/100 ha. Durante este período, la enfermedad había

avanzado entre 1,3 y 7,7 km al año. La epidemia comenzó en 1993 y la población creció hasta 1995; después comenzó a disminuir hasta alcanzar el mínimo en 2001, que suponía el 35,9% de los ejemplares presentes en 1995. La variación poblacional anual en sectores con epidemia fue fuerte, con pérdidas máximas de entre el 30-48%. Las mayores pérdidas se producen entre los 1-3 años después de la entrada de la enfermedad en el sector. Al cabo de 4-5 años del inicio de la epidemia, la densidad se había estabilizado en 4,1-6,4 rebecos/100 ha. Después de alcanzar el mínimo hubo cuatro años de lenta recuperación, tras los cuales la población se mantuvo dos años en niveles de cierta estabilidad, en los últimos tres años se detecta un lento descenso poblacional que no alcanza las mortalidades obtenidas en el primer brote sarcóptico. El número de rebecos que mostraban síntomas aparentes de tener la sarna en relación con el total observado es más alto en la primavera que en el verano y el otoño. La sarna afecta más a los machos adultos que a los demás grupos de sexo y edad, por lo que la razón sexual se ha desviado a favor de las hembras como consecuencia de la epizootia. El éxito reproductor observado en los recuentos del mes de julio no ha variado, a pesar de estar presente la enfermedad.

Palabras clave: rebeco cantábrico, sarna sarcóptica, dinámica poblacional, epizootiología.

ABSTRACT

We studied a chamois population affected by an outbreak of sarcoptic mange in Asturias (North West Spain) since 1991 to 2008. The size of study area was 813 km² and the population was estimated to be around 6200 individuals before the epizootic. The epizootic spreads at speed of 1.3-7.7 km year, depending areas. The outbreak started in 1993, but population continued increasing until 1995, when there was a progressive reduction of the population size, reaching its minimum in 2001. In 2001 the population has decrease by 64% since 1995. Annual population decrease in the first years of disease, with maximum annual losses between 30-48%. The strongest decrease happening between the first and the third year after the outbreak. Four or five years after the beginning of the epidemic, the population stabilized at density around 4.1-6.5 specimens/100 ha. During four years after the maximum losses the population was going up slowly, and numbers stabilised after another two years. In the last three years we detect another decline, but more minimize than in the first years of disease. The number of animals showing apparent clinical signs of scabies in relation to the number of observed animals (prevalence) was the highest in spring and the lowest in summer and autumn. Adult males is the most affected class of the population, consequently the sex-ratio is heavily biased to females. Kid/female ratio recordered in july was not affected by scabies.

Key words: cantabrian chamois, sarcoptic mange; population changes, epizootiology.

1. INTRODUCCIÓN

La enfermedad de la sarna esta causada por un ácaro *Sarcoptes scabiei*, que causa lesiones en la piel de una gran variedad de especies a nivel mundial (Arlian, 1989) y pueden llegar a ocasionar la muerte en algunas especies parasitadas. Epizootias de sarna han sido descritas en otras poblaciones del género *Rupicapra* situadas en los Alpes (Miller, 1985; Onderscheka, 1982; Rossi, et al., 1995, 2007) y en otros bóvidos silvestres en otros sistemas montañosos del sur de España, como el caso de la cabra montes (*Capra pyrenaica*) en Sierra Nevada y otras sierras andaluzas (Pérez et al., 1997a, 1997b) o el Arruí (*Ammotragus Lervia*) en Sierra Espuña (González-Candela et al, 2004). Los patrones típicos sobre la evolución de la sarna sarcóptica en rebecos y otros ungulados silvestres, suelen consistir en la aparición de “olas” epizoóticas, que provocan altas mortandades en las fases iniciales, seguidas de periodos de menor prevalencia de la enfermedad (Kutzer y Onderscheka, 1966; Onderscheka, 1982; Miller, 1985; Rossi et al., 1995).

El rebeco *Rupicapra pyrenaica parva* es una especie de gran interés en la Cordillera Cantábrica, tanto por su importante papel en el mantenimiento de la biodiversidad de los ecosistemas de montaña, como por ser una especie de gran valor cinegético. Durante la década de 1990 surgió un brote de sarna entre los rebecos cantábricos que produjo una gran mortandad que se expandió por toda la población, provocando una seria preocupación por la conservación de esta subespecie y por la implicación que podía llegar a tener en la gestión cinegética de la zona (González Quirós et al. 1995). Los estudios acerca de la sarna son útiles y necesarios porque proporcionan datos importantes para mejorar la gestión de la especie y para facilitar su recuperación poblacional, además de poder aplicar los conocimientos adquiridos en otras áreas cantábricas donde la sarna actuará con bastante probabilidad en los próximos años.

La sarna sarcóptica ha afectado, a gran parte del núcleo de la población oriental (situado al este de la autopista del Huerna) de rebeco cantábrico, aunque en el año 2008 aún no había alcanzado la zona más oriental de su distribución en Cantabria, con unos 939 rebecos censados en ese año (González-Quirós et al., 2008). El núcleo occidental de la Cordillera Cantábrica, actualmente, no presenta ejemplares con sarna sarcóptica, sin embargo la expansión poblacional de este núcleo podría, en un futuro, comunicar ambas poblaciones y ser finalmente contaminada también por el ácaro.

La epidemia de sarna se detectó inicialmente en dos zonas diferentes del Principado de Asturias. El primer caso conocido se localizó en la Reserva Regional de Caza (RRC) de Aller en 1993 (Fernández-Morán, et al, 1997), en el límite entre Asturias y León. El segundo brote se detectó un año más tarde en la Reserva Regional de Caza de Piloña (Benito et al., 1994). La progresión de la epizootia desde ambos brotes hizo que se unieron en 1998, desde entonces la epidemia avanzó en dirección este, dentro del núcleo oriental de rebecos de la Cordillera Cantábrica (González-Quirós et al., 1998). En el año 2008 la sarna ha sido detectada en los límites de Cantabria con León y Palencia, por lo que en los próximos años es probable que alcance a gran parte de esta zona.

Se conoce razonablemente bien la situación del rebeco en Asturias porque se han venido haciendo recuentos periódicos de la especie, como se indica en otros capítulos de este libro, impulsados por la administración asturiana desde el año 1985 (González González y Rico, 1985; Fernández Gil et al., 1989; Solano et al., 1991, 1997; González-Quirós et al., 2007). Desde la detección del primer episodio de sarna en el año 1993, se ha monitorizado la evolución de la enfermedad y se han analizado los efectos de la misma sobre la población de rebecos (Benito et al., 1994; González-Quirós, et al, 2001, 2006).

Aunque tras la aparición de la sarna en Asturias podía preverse cuál serían sus efectos a partir de la bibliografía existente, especialmente la referida a la gamuza *Rupicapra rupicapra* de los Alpes (Kutzer y Ondersheka, 1966; Ondersheka, 1982; Rossi et al., 1995), era necesario conocer mejor cómo afectaría a una especie afín como el rebeco cantábrico en las condiciones locales, muy diferentes a las que pueden existir en los Alpes, especialmente en lo que se refiere al clima invernal, ya que en la Cordillera Cantábrica la influencia oceánica y las menores altitudes podían atenuar notablemente la virulencia de su manifestación. Por esta razón el objetivo de la monitorización de la sarna en las reservas regionales de caza de Asturias ha sido conocer cómo se ha producido la expansión de la epizootia, la afectación a las diferentes clases de edad y sexo así como a la densidad de las poblaciones de rebeco y los períodos que pueden transcurrir desde que los animales presentan las fases iniciales de la enfermedad y finalmente mueren. La obtención de datos de esta naturaleza han podido permitir adecuar la gestión cinegética del rebeco a medida que la epizootia alcanzaba las diferentes áreas de caza y el conocimiento sobre la prevalencia, morbilidad, estacionalidad y evolución de la enfermedad a lo largo del tiempo, ha permitido disponer de datos útiles para prever la afectación futura en otras áreas de la Cordillera Cantábrica aún sin presencia del ácaro, y comparar los resultados obtenidos con los disponibles sobre la gamuza alpina para una mejor comprensión de la dinámica que provoca la epizootia de sarna en las poblaciones de ungulados.

2. METODOLOGÍA

2.1. Área de estudio.

La población de rebecos de la Cordillera Cantábrica se extiende por las vertientes norte y sur de este sistema montañoso. El área de estudio del presente trabajo se circunscribe a las 81.300 hectáreas de la población oriental que ocupan las RR.RR.C. de Aller, Caso, Piloña y Ponga, en las que el rebeco se distribuye por el 80% del territorio, formando una unidad continua a lo largo del eje de la Cordillera Cantábrica y sus estribaciones. A continuación de estas reservas, en dirección este, se situaría el Parque Nacional de los Picos de Europa, donde la sarna ya está presente y cuyo análisis se hace en el **Capítulo 11**.

El rebeco ocupa las laderas más escarpadas de la zona, en un rango altitudinal que comprende de los 500 a los 2.000 m sobre el nivel del mar, aunque su distribución más continua se sitúa por encima de los 1.200 m. En la zona de estudio los bosques principales son los hayedos *Fagus sylvatica*, alternados con brezales de *Erica* spp, *Calluna vulgaris* y piornales de *Genista* spp, *Cytisus*, spp y con áreas de pastizales de montaña, donde se mantiene ganado doméstico en la época estival. Los prados y los cultivos se localizan, fundamentalmente en zonas de valle, poco utilizadas por el rebeco.

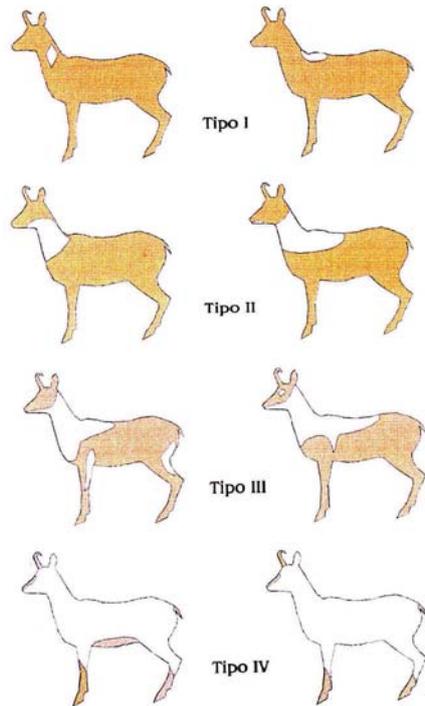
Compartiendo el área con el rebeco, se localiza una abundante población de ciervos *Cervus elaphus*, jabalíes *Sus scrofa* y corzos *Capreolus capreolus*, así como, ganado vacuno doméstico, caballos y algunas ovejas y cabras. El ganado doméstico es llevado desde los fondos de valle a los pastos de montaña de la primavera hasta el otoño.

En el momento que aparecieron los primeros casos de sarna se estaban concediendo, en estas reservas regionales de caza, unos 200 permisos para la caza del rebeco. Los aprovechamientos cinegéticos se vienen realizando solo sobre los adultos, aplicando unas tasas de extracción de entre el 3% al 5% de los rebecos censados en el año anterior. La extracción por caza se aplicaba teniendo en cuenta la razón sexual, que en el año 1991 era de 1,4:1 y en 1995 de 1,8:1 (hembras/macho). Después de los mayores decrecimientos poblacionales en las distintas áreas de caza, se suspendió, durante unos años, la actividad cinegética. En los últimos años, y tras una lenta recuperación numérica, se otorgan algunas cacerías, aunque siempre en números muy bajos, con la finalidad de no impedir la recuperación de la especie (**Capítulo 13**).

2.2. Programa de seguimiento de la sarna.

Durante el periodo 1991-2008 se han realizado recuentos anuales en toda la zona de estudio, salvo en los años, 1992, 1994, 2006 y 2008, cuan-

do tan sólo se han efectuado conteos parciales. Los conteos siempre se realizan entre finales de junio y el mes de julio, ya que en esta época los rebecos se localizan en las zonas altas de la cordillera y son más fácilmente detectables. La zona de recuento se divide en sectores que pueden ser recorridos en un solo día de trabajo mediante la realización de itinerarios simultáneos complementados con puntos fijos. Los rebecos con los que se contacta durante las jornadas de recuento se anotan en fichas de campo, de acuerdo con la clase de edad y sexo, además se ha prestado especial atención a la presencia de lesiones cutáneas producidas por la sarna. La densidad del rebeco en cada sector de censo se ha calculado en base a la superficie planimétrica con posibilidades de albergar rebecos en algún momento del periodo anual, sin descartar aquellas zonas intermedias con hábitats menos adecuados para la especie. Los sectores de censo se han delimitado teniendo en cuenta las barreras orográficas que dificultasen los movimientos de los rebecos. En los **Capítulos 4 y 16** se trata la metodología de censo y el número de recorridos efectuados en los distintos sectores.



Esquema 1. Representativo de las categorías de rebecos con sarna según el porcentaje de superficie corporal con lesiones cutáneas (en color claro). Ilustración: José Luis Benito.

Las clases de edad y sexo son las siguientes: machos de más de 2 años de edad, hembras de más de dos años de edad, jóvenes de 1 a 2 años -subadultos-, crías del año, adultos sin poder determinar el sexo, ejemplares que se sabe que no son crías sin poder identificar sexo ni edad y rebecos indeterminados de los que no se conoce ni la edad ni el sexo. Los rebecos afectados de sarna se clasifican en cuatro categorías dependiendo de la extensión de la lesión y del grado de afección (**categorías I a IV del Esquema 1**). La categoría I comprende

ejemplares con lesiones que ocupan menos del 25% de su cuerpo (son frecuentes los comienzos de la sarna en la zona del cuello y cruz); la categoría

II comprende rebecos con el 25 al 50% de su cuerpo afectado; la categoría III con rebecos con el 50 al 75% de su superficie cutánea afectada y la categoría IV con lesiones cutáneas en más del 75% de su superficie corporal.

Además de los conteos periódicos estivales, en las cuatro RR.RR.C monitorizadas (con 80 itinerarios de recuento diferentes), se han efectuado mensualmente entre 9 y 10 itinerarios, siempre los mismos, durante el resto del periodo anual, salvo en el mes de diciembre, cuando apenas se han hecho recorridos. Los recorridos realizados fuera de la época de recuento estival, han sido destinados a evaluar reiteradamente la zona afectada por la sarna, con la finalidad de recoger información sobre la evolución de la epidemia.

En diciembre de cada año se había realizado un mapa con las zonas afectadas por la epizootia mediante el método del máximo polígono convexo a partir de la localización de los ejemplares observados con sarna ese año. Se han agrupado los sectores de conteo en cuatro áreas de trabajo, denominadas con la letra S, seguida del año de entrada de la sarna en cada área. El área S-95 comprende los sectores de censo A, B, C, D, F, N y O, es decir aquellos donde la sarna estaba presente en el año 1995. El área S-96 incluye los sectores de censo E, G, H y M, donde la sarna había sido detectada a partir del año 1996. El área S-97 comprende los sectores de censo I y L donde la sarna había sido observada en el año 1997. Por último el área S-98, comprende a los sectores J y K, donde la sarna había llegado en el año 1998 (**Figura 1**). La agrupación de los sectores de censo incluidos en las reservas regionales de caza del oriente de Asturias en cuatro grandes áreas, permite analizar los datos según el año de entrada de la epidemia y de esta forma comparar de forma homogénea la evolución de la sarna desde el punto de vista espacial y temporal. También permite amortiguar las variaciones observadas en zonas con pocos rebecos, en las que un número bajo de individuos hace que, por la influencia del azar, el resultado del recuento sea menos fiable. Se debe de tener en cuenta que los sectores situados más al norte, con menor altitud (borde de distribución), cuentan con menor población de rebecos. Los sectores E, N, M y O, sólo proporcionaban el 11,30% (n= 709), de los rebecos presentes en el conteo realizado en el año 1995. En estas zonas con áreas intercaladas de hábitat poco favorable para el rebeco, los contactos entre los diferentes grupos de rebecos son menores que en los sectores situados dentro de la población más numerosa.

El mínimo polígono convexo ha sido utilizado para calcular el área de afección de la epidemia en cada año, considerando los puntos más externos con información sobre rebecos con sarna correctamente identificada. La distancia sobre el avance máximo de la sarna para cada año, se ha calculado midiendo el avance máximo del frente determinado por dicho polígono de afección en dos años consecutivos.

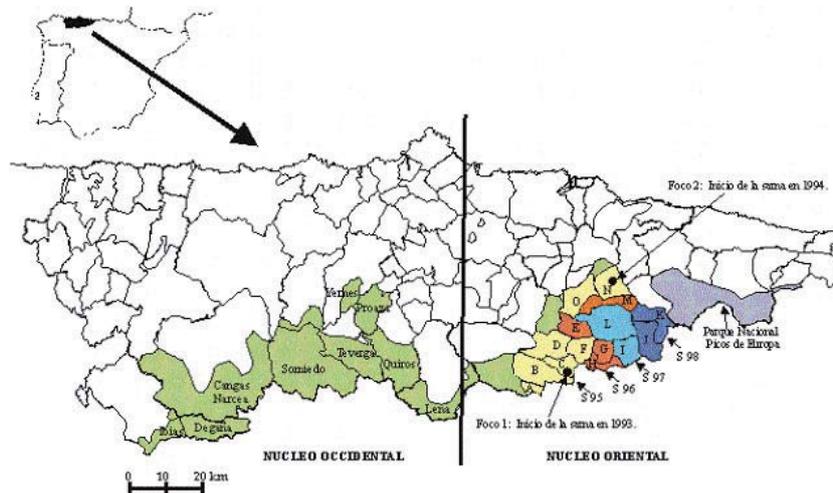


Figura 1. Se indican en verde las Reservas Regionales de Caza de Asturias (RRC), indicando la línea que divide los núcleos oriental (con sarna) y occidental de rebecos (sin sarna). En el núcleo oriental se indican los sectores de recuento y la agrupación, por colores, según la fecha de entrada de la sarna. Los sectores de recuento del núcleo oriental se extienden por las RRC de Aller (A, B, ½ C, ½ D), RRC de Caso (½ C, ½ D, E, F, G, H, ½ I, ½ L, ½ O), RRC de Piloña (N, ½ M, ½ O) y la RRC de Ponga (½ I, J, K, ½ L, , ½ M) En color morado se indica la superficie ocupada por el Parque Nacional de los Picos de Europa.

Las diferencias existentes entre el porcentaje de individuos de las diferentes clases de edad y sexo y el porcentaje de individuos con sarna en esas mismas clases observadas en los recuentos, se comparó mediante la prueba de la t de Student para pequeñas muestras (Lamotte, 1976).

Se han recopilado los datos sobre los rebecos encontrados muertos y sobre los abatidos en cacerías específicas. En este sentido la guardería ambiental del Principado de Asturias ha venido rellenando fichas con la localización de los ejemplares y con las condiciones particulares de cada hallazgo. En los casos en los que ha sido posible se han recogido muestras de piel de las zonas con lesiones cutáneas y sus proximidades. Las muestras han sido analizadas, después de su preparación en KOH al 40%, en el laboratorio de Sanidad Animal de Jove (SERIDA), con el fin de comprobar mediante análisis microscópico si las lesiones se debían a *Sarcoptes scabiei*.

En el año 1997 se habían marcado con collares de colores y con collares con radioemisores, 22 rebecos adultos en una zona próxima al frente de avance de la enfermedad, pero sin sarna en ese momento. En la zona con

los rebecos así identificados se realizaron itinerarios cada 15 días que permitieron conocer en mayor profundidad la evolución de la sarna.

3. RESULTADOS

Los conteos periódicos y los itinerarios realizados al margen del recuento estival han permitido describir los patrones de comportamiento de la sarna en la Cordillera Cantábrica. El primer caso de sarna fue registrado en mayo de 1993 en las canales de Riofrío (RRC de Aller), en el concejo de Aller, fronterizo con el de Lillo (León), muy cerca del límite oeste de distribución de la población oriental de rebecos de la Cordillera Cantábrica, por lo que la enfermedad progresó fundamentalmente en dirección este. Algo parecido sucedió con el segundo brote, localizado un año más tarde a 21 km de distancia, en la RRC de Piloña, que al estar cerca del límite norte de la distribución de la especie en Asturias, progresó hacia el sur.

En los dos lugares donde comenzó la sarna, fueron recogidos testimonios de algunos casos de cabras domésticas con lesiones similares a las de los rebecos afectados, en los mismos años de inicio de los brotes. Algunos habitantes de la zona indicaron que las cabras domésticas provenían de traslocaciones recientes de ejemplares provenientes del sur de España, aunque este dato no pudo ser confirmado, ya que la importancia mediática que se le concedió a este hecho en su momento hizo que estos ejemplares fuesen rápidamente eliminados, por lo que no se pudieron obtener muestras que probasen este hecho clínicamente. En los años posteriores los técnicos de la administración del Principado de Asturias, sí determinaron ejemplares de cabra doméstica con *Sarcoptes scabiei* en otras zonas de Asturias, aunque sin contacto con poblaciones de rebeco. Una vez que la enfermedad se implantó en la zona también se comprobaron algunos casos de contagio de la sarna sobre ganado doméstico, aunque en cautividad dicha enfermedad es fácilmente curable.

3.1. Evolución de la epizootia.

Hasta 1997 la epizootia de sarna procedente del primer foco se extendió por una superficie de 34.200 ha (Tabla 1), mientras que la del segundo foco, en ese mismo año, se había extendido sobre 12.750 ha (González-Quirós et al., 1997). En 1998 ambos focos contactaron (González-Quirós et al., 1998), siguiendo el avance típico de la enfermedad en forma de “mancha de aceite”. En el año 2000 la sarna ya se había extendido por la práctica totalidad del área de estudio (González-Quirós et al., 2000). En diciembre del año 2001 la sarna alcanzaba una superficie de 87.112 ha a lo largo de las cuatro reservas regionales de caza del oriente de Asturias (González-Quirós et al., 2001). Entre en año 2002 y 2008 la epidemia

había continuado avanzando en dirección este a través del Parque Nacional de los Picos de Europa (González-Quirós et al., 2002a)(Figura 2). Paralelamente, la sarna también se extendió por los territorios leoneses de la vertiente sur de la Cordillera Cantábrica (Capítulos 6 y 11).

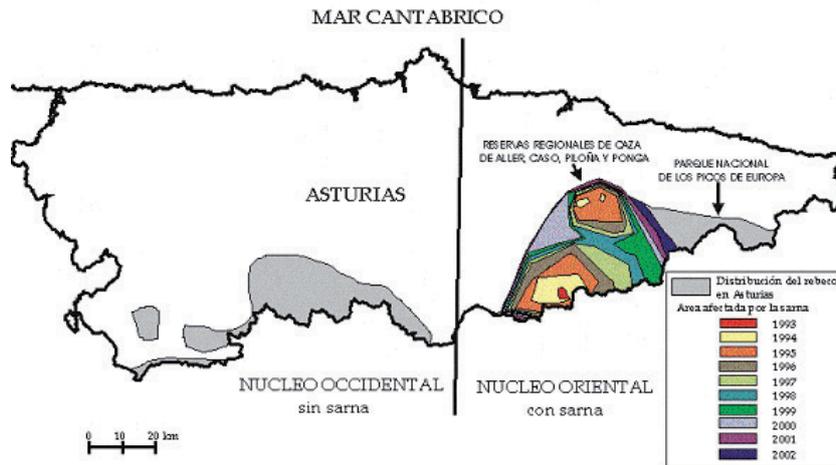


Figura 2. Representación gráfica del avance de la epidemia de sarna en Asturias entre los años 1993-2002. A partir del año 2002 la enfermedad ha avanzado en dirección este a través del territorio ocupado por el Parque Nacional de los Picos de Europa.

Tabla 1. Avance en kilómetros de la epidemia de sarna en Asturias en cada foco de inicio entre los años 1993-1997, y en la unión de ambos focos (1998-2002).

	AÑO	SUPERFICIE AFECTADA (HA)	INCREMENTO SUPERFICIAL ANUAL (x)	AVANCE MÁX. DEL FRENTE (KM)
Foco 1	1993	400	-	1,6
	1994	5440	13.6	5,8
	1995	14030	2.6	6,3
	1996	24300	1.7	4,9
	1997	34200	1.4	3,7
Foco 2	1994	200	-	2,0
	1995	6480	32.4	7,7
	1996	8200	1.3	1,3
	1997	12750	1.5	2,3
Unión Focos 1 y 2	1998	54650	1.2	2,0
	1999	67130	1.2	6,8
	2000	83495	1.2	3,0
	2001	87112	1.04	0,7
	2002	90549	1.04	4,0

El avance medio de la enfermedad entre dos años consecutivos ha sido de $3,7 \pm 2,2$ (sd) km/año, aunque existen variaciones entre años (Tabla 1, Figura 2), dependiendo de la distribución del rebeco a lo largo del eje de la Cordillera, así como de factores orográficos que actuaban como barreras entre las distintas poblaciones de rebeco y ralentizaban en algunas temporadas la extensión de la sarna. Las barreras orográficas como en Desfiladero de los Beyos (en Ponga) o las áreas marginales con pocos rebecos, en este caso de distribución norte, han coincidido con avances menores a la velocidad media anual. El número anual de rebecos incluidos en las áreas con sarna, respecto al número total de ejemplares contados en los recuentos anuales en las R.R.C. de la zona oriental asturiana, se proporcionan en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados del número de rebecos contados entre los años 1991 y 2007 en las reservas regionales de caza del oriente de Asturias, según su inclusión en áreas con presencia o no de sarna.

	1991	1993	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2007
Zonas con sarna	0	179	1930	2355	3132	2727	3026	2691	2208	2468	2997	3258	3105	3309
Zonas sin sarna	5457	5647	4343	2994	1377	1372	198	100	44	0	0	0	0	0
TOTAL ÁREA	5457	5826	6273	5349	4509	4099	3224	2791	2252	2468	2997	3258	3105	3309

Desde el inicio de la sarna, en 1993, el número de rebecos afectados aumenta durante el período de estudio, aunque en los dos primeros años, al ser el número de ejemplares con sarna relativamente pequeño y al estar limitados a una zona de escasa superficie, la población sigue aumentando hasta 1995, año en el que se alcanza en la zona estudiada, el número máximo de 6.273 rebecos (Tabla 2). A partir de 1995, cuando más del 40% de los rebecos observados se localizan en zonas con sarna, la población total comienza a decrecer, hasta alcanzar menos de 2.500 ejemplares. Considerando el descenso máximo ocurrido en cada sector de recuento (comparación entre el máximo y el mínimo valor alcanzado antes y después de la aparición de la sarna), la población quedaría reducida a valores entre el 46,4% y el 22,5% de la población inicial, quedando reducida para el total de la zona al 35,9% de la población inicial (González-Quirós et al., 2007). Por su parte, el descenso ocurrido entre el año de entrada de la sarna en cada sector y el momento de mínimo poblacional, había reducido la población a valores entre, 44,9% y el 27,0%, quedando reducida en el total de la zona a valores del 38,7% de los rebecos presentes al inicio de la epidemia (González-Quirós et al., 2002b).

Según la agrupación de sectores, teniendo en cuenta el año de aparición de la sarna, observamos, que mientras en las áreas S-95 y S-96, el descenso más fuerte se ha producido en el año siguiente a la entrada de la sarna, en el área S-97 se ha producido a los dos años y en el área S-98 a los tres años. Estas diferencias pueden deberse a la proporción de superficie afectada por sarna desde el momento que se detecta la enfermedad y a la velocidad de avance de la misma. Así, en realidad en el área S-95 la enfermedad se detectó en 1993, pero los dos primeros años afectó una superficie bastante escasa (4 km² en 1993 y 54 km² en 1994, frente a los 213,5 km² del área). Además, no siempre existe seguridad de que la detección de la enfermedad en un área se produzca de forma simultánea a la entrada real en el mismo. En concreto, en el área S-97, que tiene 128 km², la evolución de la población ya era ligeramente decreciente un año antes de la detección de la sarna, aunque fue dos años después cuando se produjo un fuerte descenso. Muy probablemente, como ocurre para el total de la zona, sea necesario que una gran parte del área esté afectada por la epidemia para que se produzca un fuerte descenso poblacional (Figura 3).

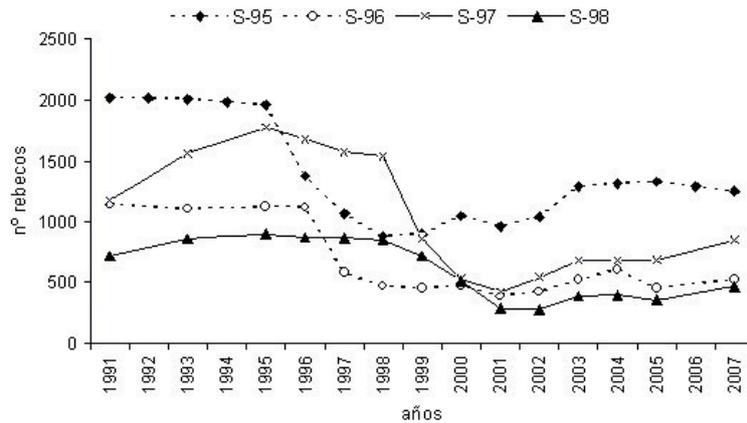


Figura 3. Evolución por áreas (agrupación de sectores de censo), considerados según el año de comienzo de la sarna, del número de rebecos, en las reservas regionales de caza del oriente de Asturias.

Si consideramos por separado, los sectores de recuento de los Fueyos (C), donde comenzó la sarna, y el de Corteguero (F), que limita con el anterior en la dirección del avance de la sarna, observamos cómo durante unos cuatro años se produjo un brusco descenso, para aumentar durante otros cinco años, estabilizarse dos años más, para descender levemente en los tres últimos años de seguimiento (Figura 4).

EL REBECO CANTÁBRICO

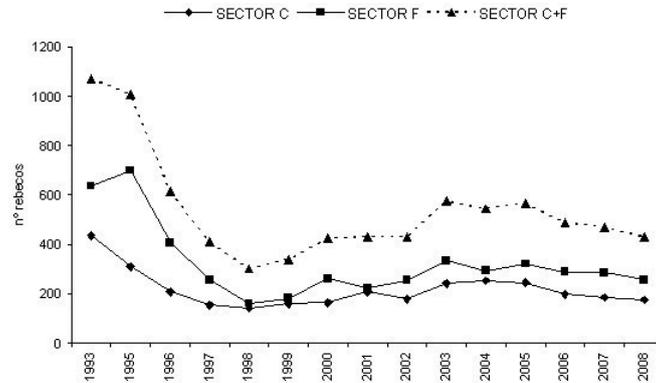


Figura 4. Comparativa acerca de la tendencias poblacionales de los sectores de censo C y F desde el año 1993 al año 2008, ambos incluidos en la zona donde comenzó la sarna el año 1995 (S-95). Se indica la suma de los sectores C+F en ese mismo periodo de tiempo. En el año 1993 había comenzado la sarna en el sector de los Fueyos (C) y entre 1994 y 1995 en el sector de recuento de Corteguero (F).

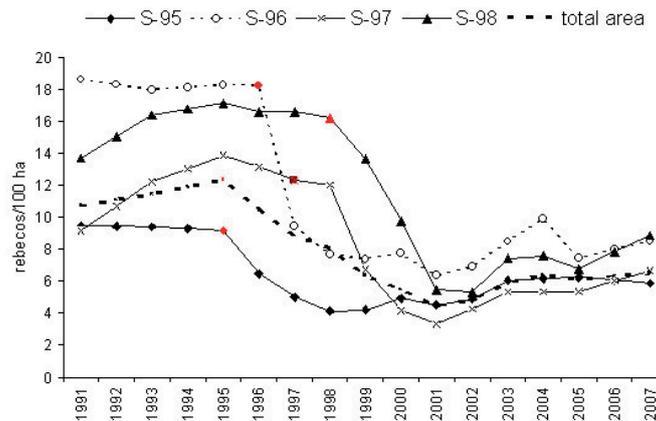


Figura 5. Evolución de la densidad entre los años 1991 y 2007, en Asturias, de acuerdo con las áreas consideradas según el año de comienzo de la enfermedad en cada una de ellas. En rojo se indica el año en el que la sarna ocupaba gran parte de la superficie de las áreas consideradas.

Por áreas de trabajo (agrupación de sectores de recuento) la densidad máxima, antes de la sarna, había alcanzado cifras de 9,5-18,6 rebecos/100 ha y la densidad media de toda la zona llegó a ser de 12,3 rebecos/100 ha en 1.995 (Figura 5). Después de la reducción poblacional debida a la sarna, la densidad

bajó a cifras de 3,3-6,7 rebecos/100 ha, alcanzando, para toda la zona de estudio, una densidad media de 4,4 rebecos/100 ha en el año 2001 (González-Quirós et al., 2002b). Si comparamos las densidades máximas anteriores a la presencia de sarna, en cada sector de conteo y las densidades mínimas obtenidas tras el paso del primer brote sarcóptico en cada una de esas unidades, observamos como existe cierta diferencia entre las densidades mínimas de los sectores con mayor y menor población antes de la epidemia, aunque el valor mínimo medio para toda el área de $4,18 \pm 1,36$ rebecos/100 ha, se encuentra muy próximo a las consideraciones espaciales particulares (Tabla 3).

Tabla 3. Comparación entre las densidades de rebecos presentes en los sectores de recuento antes de estar presente la sarna (densidad máxima) y la mínima densidad alcanzada (densidad mínima) una vez que la sarna hubiese actuado en cada sector. Se han eliminado de los cálculos los sectores marginales A, E y O con unos pocos rebecos presentes en cada zona (26-76). Los sectores se han ordenado en orden creciente según los valores de densidad antes de la epidemia.

SECTOR DE RECUESTO	N	K	D	B	M	C	L	J	F	G	H	I
Densidad máxima	5,22	8,09	8,67	8,90	10,59	13,21	15,20	17,12	18,61	20,90	21,43	21,75
Media±sd	7,72±1,70				13,0±2,31			19,96±2,01				
Densidad mínima	1,61	3,11	4,19	4,02	3,31	4,27	3,41	5,29	4,27	6,81	5,94	3,88
Media±sd	3,23±1,18				3,66±0,53			5,24±1,20				

A partir de los recorridos repetidos mensualmente se ha observado como la mayor prevalencia de la enfermedad, se ha registrado entre el final del invierno y la primavera, mientras que los mínimos anuales se han obtenido durante el verano y el otoño (Figura 6).

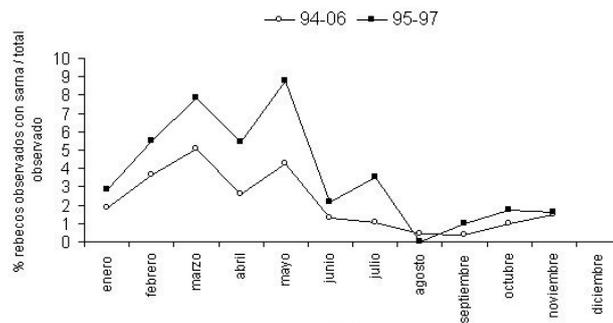


Figura 6. Porcentaje medio mensual de rebecos afectados con sarna respecto al total observado. La media se ha obtenido en el periodo 1994-2006 y en el periodo 95-97 (máxima afección de la sarna), para las reservas regionales de caza del oriente de Asturias. En el mes de diciembre no se habían realizado prospecciones.

3.2. Variación de la estructura de población con la sarna.

La razón sexual (proporción hembras/machos) en el año 1991, antes de la aparición de la sarna, era de 1,4. En el año 2001, donde la sarna había sido la causante del máximo decrecimiento poblacional anual, la razón sexual había alcanzado el valor de 4,0 hembras/macho. En los años posteriores y después de una lenta recuperación poblacional la razón sexual se recuperó ligeramente hasta alcanzar, en el año 2007, valores de 2,7 (González-Quirós et al., 2007), (Figura 7).

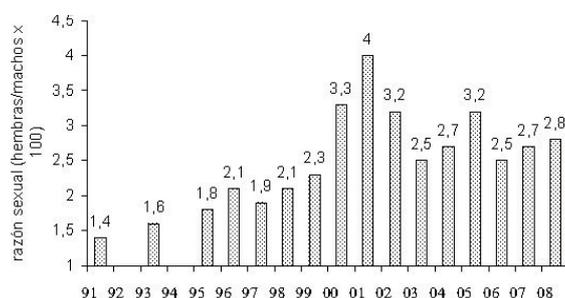


Figura 7. Evolución de la razón sexual entre los años 1991-2008 en la zona afectada por la sarna en Asturias. En los años 2006 y 2008 se realizaron muestreos parciales. La máxima disminución poblacional debida a la sarna tuvo lugar en el año 2001.

Las lesiones de sarna se han observado en todas las clases de sexo y edad, pero su grado de infestación es variable (Tabla 4).

Tabla 4. Comparación entre sexos y clases de edad, de los rebecos afectados de sarna (número total de rebecos diferentes observados) frente a los rebecos del total poblacional (recuentos poblacionales) en toda la zona asturiana con sarna, entre los años 1995 a 2002. Se muestra el valor del estadístico de la t de Student para comparar la medias entre la proporción de afectados por sarna en cada clase y el nivel de significación.

Año	MACHOS %		HEMBRAS %		JÓVENES %		CRÍAS %	
	Rebecos con sarna	Total en la población	Rebecos con sarna	Total en la población	Rebecos con sarna	Total en la población	Rebecos con sarna	Total en la población
1995	28,1	22,6	45,1	41,5	17,5	11,8	11,2	24,1
1996	42,7	20,4	38,9	42,3	12,1	12,2	6,3	25,2
1997	33,2	21,1	41,2	40,9	14,2	12,3	11,3	25,8
1998	42,6	19,7	35,1	41,0	18,3	15,2	4,0	24,1
1999	40,9	18,9	38,6	44,1	18,2	12,0	2,3	25,0
2000	41,1	14,2	38,4	47,0	17,8	12,4	2,7	26,1
2001	49,0	12,0	27,5	47,5	17,6	14,3	5,9	26,2
2002	31,6	14,1	36,8	45,7	21,1	14,5	10,5	25,7
Media ± ET	38,6±2,5	17,9±0,7	37,7±1,8	43,8±1,0	17,1±1,0	13,1±0,5	6,8±1,3	25,3±0,3
t, p	t= 13,6; p < 0,0001		t= 9,4; p < 0,0001		t= 10,8; p < 0,001		t= 14,91; p < 0,001	

Los machos adultos son el grupo más afectado ya que el porcentaje de afectados por sarna que se observa en los recuentos es más del doble que el porcentaje de machos adultos que se encuentra en la población. También los jóvenes resultan más afectados por la sarna en relación con el número que hay, pero no en tanta proporción como los machos adultos, probablemente porque en esta clase están mezclados individuos machos e individuos hembras. Por el contrario, las hembras adultas y las crías del año están menos afectadas de lo esperable. A pesar de que pueda resultar extraño la baja afección de las crías, se debe tener en cuenta, que éstas nacen entre abril y principios de junio, e inmediatamente después comienza el periodo del año de menor prevalencia de la enfermedad. A partir del mes de abril del siguiente año estas crías se consideran como jóvenes de un año de edad. Como es lógico, a medida que aumentaba el número de machos infestados se desviaba la razón sexual de la población a favor de las hembras.

En el área S-95 se eliminó un gran número de rebecos al inicio de la enfermedad tratando de establecer un vacío sanitario con el que atajar la expansión de la enfermedad. Por el contrario, en las S-96, S-97 y S-98 solo se abatieron los animales observados con un mayor grado de afección corporal. En ambos casos la densidad final fue similar, con 4,12 rebecos/100 ha para la primera área y de 6,37, 3,31 y 5,30 rebecos/100 ha en las demás. A partir de finales de la década de los noventa tan sólo se abatían ejemplares enfermos localizados en áreas muy transitadas o con ganado domestico en sus cercanías.

Los resultados de los conteos anuales efectuados, para el total del área de estudio, proporcionaron, en el mes de julio, valores del éxito reproductivo de 0,49 a 0,69 crías/hembra, (González-Quirós et al., 2007), no observando variaciones en los valores del éxito reproductivo a partir del año 1995, cuando la sarna había comenzado a incidir con mayor intensidad (Figura 8).

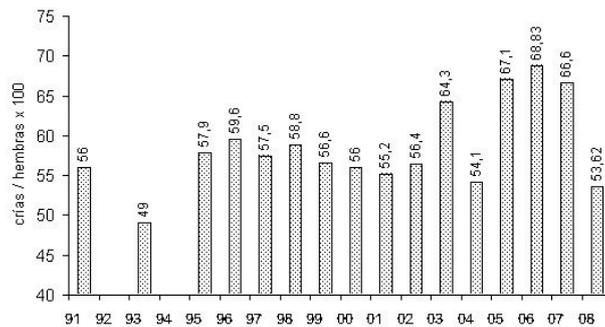


Figura 8. Evolución del éxito reproductivo entre los años 1991-2008 (crías/hembras x 100), en toda la zona con sarna de Asturias. En los años 2006 y 2008 se realizaron muestreos parciales.

La mayor proporción de los rebecos encontrados muertos por la sarna se habían incluido dentro de la categoría IV, mientras que la mayor parte de los rebecos observados vivos con lesiones de sarna en el campo, pertenecían a las categorías I y II (Figura 9). Desde el año 1993 al año 2006 (Tabla 5) se recogieron datos acerca de 1 519 rebecos diferentes afectados de sarna, el 69,4% fueron rebecos observados vivos (n=1.054) sin localización posterior y el 30,6% restante, han sido rebecos encontrados muertos (n=246) o abatidos en cacerías específicas (n=219), (González-Quirós et al., 2006).

Tabla 5. Rebecos diferentes con sarna detectados durante el monitoreo realizado en las Reservas Regionales de Caza de Aller, Caso, Piloña y Ponga entre 1993 y 2006. Se separan entre los rebecos observados vivos sin localización posterior, los rebecos encontrados muertos y los abatidos por la guardería ambiental con lesiones cutáneas de sarna. Los animales vivos observados con sarna son números mínimos, ya que los rebecos de la misma clase de edad o sexo, observados en distintos días, en la misma zona con lesiones similares, eran considerados como una única observación.

	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	TOTAL
Observados	1	16	91	177	231	167	153	108	44	18	5	8	17	18	1054
Encontrados muertos	2	4	25	39	42	43	25	39	10	1	6	0	5	5	246
Abatidos	4	55	62	33	30	9	10	10	2	0	0	0	4	0	219
TOTAL	7	75	178	249	303	219	188	157	56	19	11	8	26	23	1519

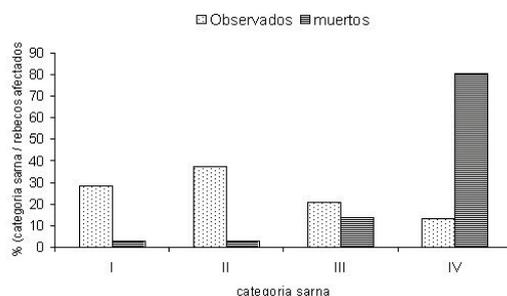


Figura 9. Distribución de las categorías de rebecos afectados por sarna en función de que hayan sido observados vivos o encontrados muertos. Valores medios obtenidos entre los años 1995-2001 en Asturias. Ver descripción de categorías en el apartado de metodología de este capítulo.

3.3. Seguimiento de rebecos marcados.

Entre agosto de 1997 y agosto de 1998 se marcaron con collares identificativos (Esquema 2) con combinaciones de colores diferentes y emisores

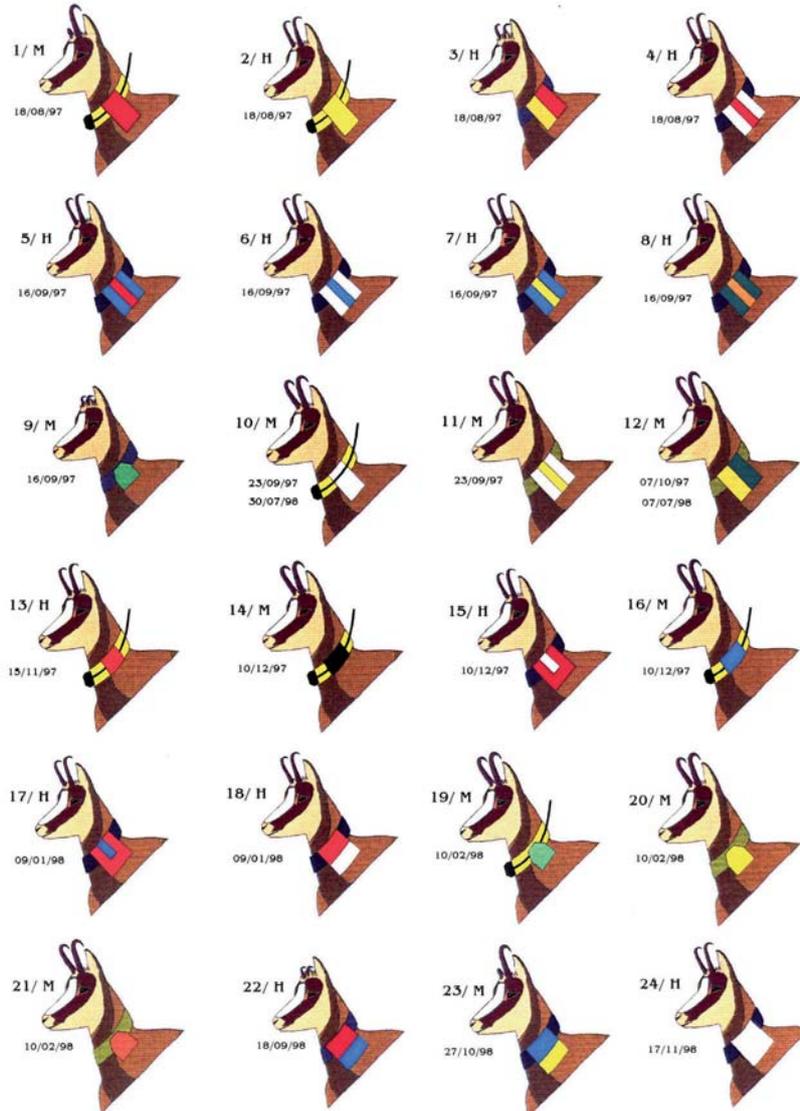
de radiotracking 22 rebecos adultos (nueve machos y trece hembras), en una zona de la RRC Caso que no fue afectada por la sarna hasta el invierno de 1998. El objetivo del marcaje había sido evaluar la mortalidad debida a la sarna, por lo que se había elegido una zona libre de sarna, pero muy próxima al frente de avance. Además se quería comprobar si alguno de los rebecos con lesiones de sarna visibles en el campo, mediante telescopio, superaba la enfermedad. En este sentido no ha habido rebecos marcados con alopecias detectables a distancia, que hubiesen superado la enfermedad, aunque en un caso parecía que las alopecias iban remitiendo, semanas después se encontró el ejemplar muerto con sarna.

El tiempo medio de desaparición de los ejemplares, fue de 24,1 meses para los machos y de 33,7 meses para las hembras. En 11 de esos rebecos se diagnosticó la afección por sarna, siete de ellos se encontraron muertos con sarna (4 machos y 3 hembras) y otras cuatro hembras fueron observadas con sarna sin haber sido localizadas posteriormente, además se encontró el collar cerrado de otro rebeco macho sin poder conocer la causa de la muerte. Los rebecos encontrados muertos con sarna, tenían la práctica totalidad de su superficie corporal afectada por la sarna (categoría de afección clase IV). En otros ocho casos no se pudieron encontrar los cadáveres (no disponían de collares radioemisores) por lo que la causa de la muerte no se pudo determinar en laboratorio (González-Quirós, 1999). Los 11 rebecos con afección comprobada de sarna, tenían en el momento de la muerte o de la última observación entre 4 y 15 años (media $8,09 \pm 3,21$ sd), mientras que en el momento de la captura las edades de los 22 rebecos con seguimiento, iban de 2 a 12 años (media total $6,23 \pm 3,12$ sd, machos $6,0 \pm 2,60$ sd y hembras $6,38 \pm 3,52$ sd).

La mortalidad, incluyendo tanto la debida a la sarna, como la natural, de los rebecos marcados en la zona del Pico de la Senda en la RRC de Caso, había sido del 13,63% (n=3) de esos rebecos marcados en el año 1998, del 36,36% (n=8) en el año 1999, del 18,18% (n=4) en el año 2000 y del 22,73% (n=5) en el año 2001 del (González-Quirós, 2001). La mortalidad total entre 1998 y 2001, de los rebecos marcados adultos, había sido del 90,9%. De los 11 rebecos localizados afectados de sarna, dos se habían detectado en 1998 (18,18%), tres en 1999 (27,27%), cuatro en el año 2000 (36,36%) y dos en el año 2001 (18,18%).

Todos los machos marcados murieron durante el periodo de seguimiento. En cuatro de ellos se pudo comprobar la muerte por la sarna, mientras que el resto había desaparecido sin localización posterior. Las dos hembras que permanecieron vivas, murieron por causas naturales, en el año 2002 y 2004, con 15 y 16 años de edad, una de ellas y otros dos rebecos acompañantes, perecieron como consecuencia de una tormenta eléctrica.

EL REBECO CANTÁBRICO



Esquema 2. Rebecos marcados con collares de colores individualizados y algunos de ellos con radioemisores para el seguimiento de la evolución de la sarna sarcóptica, en la zona del pico de la Senda (Caso). Ilustración: *José Luis Benito*.

Entre 1998 y 1999 se había confirmado la mortalidad diferencial de los rebecos marcados, en las primeras fases del proceso parasitario, ya que

en ese periodo, murieron el 66,7% de los machos marcados, mientras que sólo murieron el 15,38% de las hembras marcadas. Los ocho rebecos con sarna que han podido ser seguidos de forma continuada, habían iniciado el proceso parasitario entre febrero y mayo (menos un caso en otoño), muriendo todos los ejemplares con lesiones visibles a larga distancia, entre un mes y medio a cinco meses después, de la detección de las primeras lesiones. La extensión de las lesiones cutáneas había sido más rápida en los estadios iniciales, pasando de una categoría de afección a otra entre 13 días a un mes. Para producirse el cambio entre más de dos categorías diferentes había sido necesario que trascurriese un periodo de tres semanas a dos meses, e incluso en ese periodo se había pasado, en algún caso, de la primera categoría a la muerte del ejemplar (González-Quirós, 1999).

4. DISCUSIÓN

En Asturias la sarna afecta principalmente al rebeco aunque también se ha transmitido a algún corzo y a ciervos de forma puntual (Oleaga et al., 2008a y 2008b; González-Quirós et. al., 2006), tal y como ocurría en otras partes de Europa (Kutzer, 1966, 1990, Onderscheka, 1982, León-Vizcaíno et al, 1990, 1992). Aunque las mortandades provocadas por la sarna a corto plazo pueden parecer devastadoras, en poblaciones suficientemente grandes no suele tener consecuencias demográficas peligrosas a largo plazo, sin embargo, pueden tener consecuencias graves si afecta a poblaciones residuales o fragmentadas de especies amenazadas (Pence y Ueckermann, 2002).

El modelo encontrado en Asturias, coincide con los patrones típicos en “olas epizooticas”, encontrados en otros lugares de Europa. En los Alpes, las olas epizooticas presentan un gran pico de mortalidad inicial, seguido de un decrecimiento en la prevalencia de la enfermedad. El segundo pico de infección ocurría a los 15 años del inicio de la sarna, aunque asociado a menores tasas de mortalidad (Rossi et al., 1995). En general, en todos los procesos en los que interviene la sarna sarcóptica las tasas de morbilidad y mortalidad son muy elevadas en los inicios de la epizootia, para ir atenuándose posteriormente (Kutzer y Ondercheka, 1966; Miller, 1985, Rossi et al, 1995).

En las diferentes áreas consideradas según la fecha de entrada de la epidemia, la evolución de la población mantiene un patrón común: la población aumenta o se mantiene hasta el año de la entrada de la enfermedad en ese sector, para después descender durante los cuatro-seis años siguientes. En este seguimiento de 15 años realizado hasta el momento, el tiempo que hay entre el inicio de la sarna y el mínimo poblacional es de 4-6 años. El periodo de seis años para alcanzar los niveles poblacionales más bajos, tras el paso de la sarna, ha sido constatado en la población de rebecos de los

Dolomitas en los Alpes Italianos (Rossi et al, 2007). El descenso anual de población en sectores con epidemia puede ser muy variable, con pérdidas máximas de entre el 30-48%. Aunque se debe de tener en cuenta, que cuanto mayor sea la superficie del territorio en la que se haga la monitorización, más largo será el período existente entre la irrupción de la sarna y el mínimo poblacional. El mínimo poblacional se producirá cuando la sarna se haya extendido por gran parte de la superficie del sector, de modo que tardará menos en infestar completamente un territorio pequeño que uno grande, siempre y cuando no sea tan grande que cuando llegue a ocupar toda su superficie ya se haya recuperado en las zonas de inicio.

En la zona oriental asturiana de la Cordillera Cantábrica, el avance anual del frente de la enfermedad, en determinados años, del periodo 1993 a 2002, había variado entre 0,7 y 7,7 km, con un valor medio $3,7 \pm 2,2$ km/año. Estos valores son similares a los 2,4 a 4,5 km de avance anual descritos en los Alpes (Fuchs et al., 2000; Rossi et al., 1995), aunque en recientes trabajos llevados a cabo en Dolomitas Italianos se han encontrado infestaciones situadas a más de 10 km del núcleo con sarna más cercano (Rossi et al., 2007). La progresión del avance parece estar directamente relacionada con los movimientos de los rebecos en una zona determinada. Según Rossi et al. (1995) el avance medio de la sarna en los Alpes Italianos, estaría relacionado con las distancias recorridas por los machos en la búsqueda de hembras en los periodos de celo y por los desplazamientos de las hembras y las crías entre las áreas ocupadas en invierno y las del verano.

Existen estudios que relacionan la aparición de procesos parasitológicos intensos con el equilibrio existente entre el tamaño de la población de herbívoros y la capacidad de carga del hábitat (Bidovec et al., 1985), o la densidad con el tamaño de grupo o con ciertos movimientos dispersivos (Crampe, 1997; Jullien et al, 1997). Sin embargo no parece ser el caso de esta epizootia cantábrica ya que la sarna se inició en dos zonas con densidades muy diferentes; así, en el sector de recuento C (primer brote) había en el inicio una densidad de 13,21 rebecos/100 ha y en el sector N (segundo brote) la densidad era de 5,22 rebecos/100 ha, de manera que resulta verosímil que el inicio se produjese de forma externa, por contaminación a partir de las cabras domésticas previamente infestadas. Las densidades mínimas alcanzadas tras el paso de la primera ola epizootica han sido relativamente similares en los diferentes sectores de conteo con valores mínimos situados entre 1,61 y 6,81 rebecos/100 ha (media $4,18 \pm 1,36$). Las diferencias entre los mínimos de densidad alcanzados en los sectores con densidades iniciales más altas y aquellos con menor presencia de la especie, pueden estar relacionados con la calidad del hábitat, ya que los sectores situados en pleno eje de cordillera han mantenido los mayores valores de densidad, mientras que en las áreas marginales el descenso ha sido más acusado.

La sarna no ha actuado con la misma intensidad, en todas las áreas de recuento, aún en el caso de partir de densidades poblacionales iniciales similares, por lo que algunos factores como las barreras orográficas, la calidad del hábitat o la capacidad de carga del medio, entre otros, podrían modificar las pautas generales en áreas determinadas. En todo caso es reseñable destacar como los valores de densidad mínima alcanzados, tras el paso del primer pico de la epizotía, en la Cordillera Cantábrica son superiores a los valores de 1,1-1,7 rebecos/100 ha, alcanzados en los Alpes Italianos (Rossi et al, 2007).

Las densidades obtenidas antes y después del paso de la enfermedad coinciden con los resultados de otras poblaciones de rebecos presentes en diversas áreas pirenaicas, sin presencia de sarna. En los Pirineos franceses en el año 1990, las densidades alcanzadas eran variables con valores de 4,9-16,3 rebecos/km² en zonas protegidas, y con cifras entre 0,3-4,0 rebecos/km² en zonas con mayores presiones de caza de (Catusse et al., 1991). En ese mismo año en el Parque Nacional de Ordesa se había obtenido una densidad media de 21 rebecos/km² (García-González et al., 1992). Por tanto los valores de densidad obtenidos en gran parte de los sectores de las reservas regionales de caza del oriente de Asturias, antes de la presencia de la sarna, se pueden considerar como altos frente a otras poblaciones de la misma especie, observadas en Pirineos. En el año 2007 los valores de densidad obtenidos en el Parque Natural de Somiedo en Asturias, perteneciente al núcleo occidental y por tanto sin sarna por el momento, eran de 19,37 rebecos/100 ha (González-Quirós et al., 2007b).

En las reservas regionales de Asturias la monitorización mensual realizada en el periodo de estudio, ha proporcionado mayores valores de morbilidad entre el invierno y la primavera. Los patrones estacionales, con máximos de infestación en invierno y poca prevalencia en el verano han sido encontrados también, los Alpes (Rossi et al., 1995), aunque en el caso de los Dolomitas en los Alpes Italianos, la mayor prevalencia de la enfermedad comprendía los meses de noviembre a marzo, con máximos picos de afección en enero y febrero, disminuyendo entre abril y octubre (Rossi et al, 2007). En las cabras monteses presentes en el Parque Natural de Sierra Nevada los valores más altos de prevalencia de la enfermedad ocurrían, al igual que en Asturias, entre el invierno y la primavera (Pérez et al, 1997b).

La estacionalidad en la presencia de la sarna, se ve favorecida porque al final del invierno y principios de la primavera los rebecos presentan peores condiciones corporales, motivado por la escasez de comida en el periodo invernal, por el desgaste sufrido por los machos durante la época de celo (octubre a diciembre) y por la preñez de las hembras (Perez-Barbería, 1994), mientras que el ácaro muestra su máxima producción de huevos

en otoño (Rossi et al., 1995). Las condiciones más favorables para el desarrollo de *Sarcoptes scabiei* se dan por una combinación de ausencia de altas temperaturas y presencia de altos niveles de humedad (Arlian et al. 1989). El periodo de celo del rebeco, entre octubre y diciembre, proporciona mayores posibilidades de contactos directos y por tanto facilita la transmisión del ácaro entre individuos.

Si analizamos la afección de la sarna según sexos y clases de edad, comprobamos como la epidemia incide en mayor medida sobre los machos adultos, que resultan significativamente más afectados que cualquier otro grupo de edad y sexo, en tanto que las hembras adultas resultan proporcionalmente mucho menos afectadas, lo que explica la alteración de la razón sexual a causa de la epizootia. Las crías resultan poco infestadas y por lo tanto proporcionan un importante reclutamiento de machos que resultarán más afectados desde que cumplen su primer año de vida. Estas afecciones diferenciales según sexos y clases de edad, también habían sido constatadas en algunas poblaciones alpinas de rebecos (Onderscheka, 1982), aunque no han sido observadas en otras áreas, como en los Dolomitas Italianos (Rossi et al., 2007).

El grado de afección corporal de la sarna sobre los rebecos, teniendo en cuenta la categorización efectuada en el apartado de metodología, indica una mayor detectabilidad en el campo de los rebecos vivos, dentro de las categorías con menos de la mitad del cuerpo afectado, mientras que los rebecos encontrados muertos presentan la practica totalidad de la superficie corporal con alopecias debidas a la sarna. Aunque se han encontrado rebecos muertos incluidos en las categorías I y II de afección de la enfermedad, no puede asegurarse que la muerte de estos ejemplares haya sido producida de forma directa por la sarna. Probablemente la muerte de los ejemplares a causa de la enfermedad empieza a producirse de forma relevante cuando alcanzan la categoría III, pero sobre todo cuando alcanzan la categoría IV, que es cuando la mayor parte de los ejemplares observados con este nivel de afectación están en su mayoría muertos (**Figura 9**).

AGRADECIMIENTOS

La financiación para realizar la monitorización de la sarna sarcóptica en Asturias ha sido aportada por la Consejería de Medio Ambiente del Principado de Asturias, y coordinada por J. Marcos, J.C. del Campo, V.M. Vázquez, T. Sánchez-Corominas, A. de Miguel, O. Hernández, D. Belloso, S. Blanco y J. Martínez. Además M. Sánchez Caballero, P. Silva, F. Ballesteros, J.L. Benito, y A. González Oliveros, han intervenido en alguna de las fases del trabajo realizadas. Asimismo la guardería de las reservas regionales de caza ha contribuido con su inestimable ayuda en todos los recuentos realizados y en la recogida de datos a lo largo del año. Agradecer, además,

la desinteresada ayuda de Carlos Nores en la corrección y aportación de sugerencias en este manuscrito.



Grupo de rebecos de poco más de un año de edad fotografiados en el Maciédome (Ponga) en el mes de julio. Los cambios estacionales de pelaje pueden inducir a errores en observadores no experimentados, y confundir rebecos sanos con falsas lesiones cutáneas. Foto: *Pablo González-Quirós*.



Rebeco de varios meses de edad que murió a las pocas horas de realizar la fotografía por una infección generalizada (septicemia) en la primavera de 2006, Pico la Senda (Caso). Foto: *Miguel Sánchez Caballero*.



Rebeco hembra abatido en Aller con sarna en la práctica totalidad de su superficie corporal. Foto: *Pablo González-Quirós*.



Rebeco adulto abatido con sarna en cuello, cruz y cara. Foto: Pablo González-Quirós.



Buitres comiendo un rebeco joven en el concejo de Aller. La acción de las aves carroñeras, así como del lobo y el zorro disminuye la probabilidad de encontrar rebecos muertos en el campo. Foto: Pablo González-Quirós.

BIBLIOGRAFÍA

Arlan, L.G., Vyszenski-Moher, D.L. & M.J. Pole (1989). Survival of adults and development stages of *Sarcoptes scabiei* var *canis* when off the host. *Exp. Appl. Acarol.* 6(3): 181-187.

Benito, J.L., Gonzalez-Quirós, P., Ballesteros, F. y Fernández Morán J.P. (1994). *Plan de Actuaciones Sanitarias en la Población de Rebeco de Asturias*. Informe inédito. Consejería de Medio Ambiente y Urbanismo del Principado de Asturias.

Bidovec, A., Valentincic, S & M. kusej (1985). Parasitic pneumonia in chamois (*Rupicapra rupicapra*) in Slovenia. In S. Lovari (ed.) *The Biology and Management of Mountain Ungulates*. Croom-Helm.

Catusse, M., Appollinaire, J. et E. Dubarry (1991). Suivi des populations d'espèces animales sauvages et de leurs habitats. Synthèse 1990 des suivis des populations d'isards sur la chaîne pyrénéenne. *Bulletin Mensuel de Office National de la Chasse n° 160 (Sept. 1991)*.

Crampe, J.P. (1997). Caractéristiques bio-démographiques d'une population d'isards (*Rupicapra p. pyrenaica*) dans le Parc National des Pyrénées, en vallée de Cauterets. *Documents scientifiques du Parc National des Pyrénées*. Memoria de diplomatura Universidad Paul Sabathier de Toulouse.

Fernández Gil, A., Fernández, J.M., Naves, J, Palomero, G. y Solano, S. (1989). *Evaluación de las poblaciones de rebeco cantábrico*. Informe inédito. Consejería de Agricultura y Pesca del Principado de Asturias.

Fernández Morán, J., Gómez, S., Ballesteros, F., Quirós, P., Benito, J.L., Feliu, C., Nieto, J.M. (1997). Epizootiology of sarcoptic mange in a population of cantabrian chamois (*Rupicapra pyrenaica parva*) in Northwestern Spain. *Veterinary Parasitology* 73, 163-171.

Fuchs, K., Deutz, A., Gressmann, G. (2000). Detection of space-time clusters and epidemiological examinations of scabies in chamois. *Veterinary Parasitology* 92: 63-73.

García-González, R., Hidalgo, R., Amezttoy, J.M. y J. Herrero (1992). Census, population structure and habitat use of a Chamois population in Ordesa N.P. living in sympatry with Pyrenean Wild Goat. *Eco-ethology: Cliff-dwelling Ungulates* 91: 321-325.

González-Candela, M., León-Vizcaíno, L. y Cubero-Pablo, M.J. (2004). Population effects of sarcoptic mange in Barbary sheep (*Ammotragus lervia*) from Sierra Espuña Regional Park, Spain. *Journal of Wildlife Diseases* 40(3): 456-465.

González González, G.R. y Rico, E. 1985. *Resultado del censo de rebecos realizado en el Coto nacional de Reres y en la Reserva Nacional de Caza de Somiedo*. Informe inédito. Tema-3-Gobierno del Principado de Asturias, Asturias.

González-Quirós, P., Fernández, J.P., Benito, J.L. y Ballesteros, F. 1995. A recent outbreak of sarcoptic mange in Cantabrian chamois (*Rupicapra pyrenaica parva*). En N. Botev (Ed.) Proceedings of the International Union of Game Biologists, XXII Congress, The Game and the Man. Pensoft, Sofia: 475-479.

González-Quirós, P., Ballesteros, F., Benito, J.L. (1997). *Programa de Seguimiento de la Evolución de la Sarña en las Poblaciones de Rebeco de las Reservas de Caza de Aller, Caso, Piloña y Ponga*. Informe Inédito. Consejería de Agricultura del Principado de Asturias.

González-Quirós, P., Ballesteros, F., Benito, J.L. (1998). *Seguimiento de la Evolución de la Sarña en las Poblaciones de Rebeco de las Reservas de Caza de Aller, Caso, Piloña y Ponga*. Informe Inédito. Consejería de Agricultura del Principado de Asturias.

González-Quirós, P., Ballesteros, F., Benito, J.L. (1999). *Seguimiento de la Evolución de la Sarña en las Poblaciones de Rebeco de las Reservas de Caza de Aller, Caso, Piloña y Ponga*. Informe Inédito. Consejería de Medio Ambiente del Principado de Asturias.

González-Quirós, P., Silva, P., Solano, S. (2000). *Programa de Seguimiento de la Evolución de la Sarña en las Poblaciones de Rebeco de las Reservas de Caza de Aller, Caso, Piloña y Ponga*. Informe Inédito. Consejería de Medio Ambiente del Principado de Asturias.

González-Quirós, P., Sánchez, S. y Solano, S. (2001). *Programa de Seguimiento de la Evolución de la Sarña en las Poblaciones de Rebeco de las*

Reservas de Caza de Aller, Caso, Piloña y Ponga. Informe Inédito. Consejería de Medio Ambiente del Principado de Asturias.

González-Quirós, P., Sánchez, S. y Solano, S. (2002a). Programa de Seguimiento de la Evolución de la Sarna en las Poblaciones de Rebeco de las Reservas de Caza de Aller, Caso, Piloña y Ponga. Informe Inédito. Consejería de Medio Ambiente del Principado de Asturias.

González-Quirós, P., Solano, S. y Silva, P. (2002b). Population evolution of cantabrian chamois with sarcoptic mange in centre-eastern Asturias (Northwest Spain). *Pirineos*, 157: 201-109.

González-Quirós, P., Sánchez, S. (2006). Programa de Seguimiento de la Evolución de la Sarna en las Poblaciones de Rebeco de las Reservas de Caza de Aller, Caso, Piloña y Ponga. Informe Inédito. Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras del Principado de Asturias.

González-Quirós, P., Sánchez, S. (2007a). *Censo de Rebeco en las Reservas de Caza de la Zona oriental de Asturias (Aller, Caso, Piloña y Ponga), año 2007*. Informe Inédito. Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural del Principado de Asturias.

González-Quirós, P., Sánchez, S. (2007b). *Censo de Rebeco en las Reservas de Caza de la Zona occidental de Asturias, año 2007*. Informe Inédito. Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural del Principado de Asturias.

González-Quirós, P., García, E.J., Llana, L. (2008). *Censo de Rebeco en la Reserva Regional de Caza de Saja, año 2008*. Informe Inédito. Consejería de Desarrollo Rural, Ganadería, Pesca y Biodiversidad del Gobierno de Cantabria.

Jullien, J.M., Loison, A. and Pepin, G. (1997). Les mouvements individuels des chamois des Bauges *Bulletin Mensuel de Office National de la Chasse n° 226 (Oct. 1997), 14-19 pp.*

Kutzer, E. y Onderscheka, K. (1966). Die Räude der Gemse und ihre Bekämpfung. *Z. Jagdwiss.*, 12: 63-84.

Kutzer, E. (1966). Epidemiologie der Sarcoptesraende (Epidemiology of sarcoptic mange). *Angew. Parasitolo.*, 7: 241-248.

Lamotte, M. (1976). *Estadística biológica. Principios fundamentales*. Toray-Masson, Barcelona: 163 pp.

León-Vizcaíno, L. (1990). Patología de la cabra montés en Cazorla. *Quercus*, 50, 22.

León-Vizcaíno, L., Astorga, R., Escos, J., Alonso, F., Alados, C., Contreras, A. y M.J. Cubero (1992). *Epidemiología de la sarna sarcóptica en el parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y Las Viñas*. Informe inédito.

Miller, C. (1985). The impact of mange on chamois in Bavaria. In S.Lovari (ed.) *The Biology and Management of Mountain Ungulates*. Croom-Helm.

- Oleaga, A., Casais, R., González-Quirós, P., Prieto, M., Gortazar, C. (2008a). Sarcoptic mange in red deer from Spain: Improved surveillance or disease emergence ?. *Veterinary Parasitology*. 154: 103-113.
- Oleaga, A., Balseiro, A., Gortazar, C. (2008b). Sarcoptic mange in two roe deer (*Capreolus capreolus*) from northern Spain. *European Journal of Wildlife Research*. 54: 134-137.
- Onderscheka, K. (1982). Etat actuel de la recherche sur la gale du chamois. In *Symposium sur le Chamois, Ljubljana 1982. C.I.C. (trad. O.N.C.)* 89-108.
- Pence, D.B. y Ueckermann, E (2002). Sarcoptic mange in wildlife. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 21(2) : 385-398.
- Pérez-Barbería, F.J., Mutuberría, G. y Nores, C. (1998). Reproductive parameters, kidney fat index, and grazing activity relationships between the sexes in Cantabrian chamois *Rupicapra rupicapra parva*. *Acta Theriologica* 43(3) : 311-324.
- Pérez-Barbería, F.J. (1994). Biología, ecología y caracterización genética del rebeco cantábrico, *Rupicapra pyrenaica parva*. Tesis doctoral, Universidad de Oviedo. 112 pp.
- Pérez, J.M., Ruíz-Martínez, I., Granados, J.E. y Pérez, M.C. (1997a). Prevención y control de la sarcoptidosis en la fauna silvestre. *Ovis (España)* nº 51: 71-78.
- Pérez, J.M., Ruíz-Martínez, I., Granados, J.E., Soriguer, R.C. y Fandos, P. (1997b). The dynamics of sarcoptic mange in the Bies population of Sierra Nevada in Spain-influence of climatic factors. *J. Wildl. Res.* 2 (1): 86-89.
- Rossi, I., Meneguz, P.G., Martin, P., Rodolfi, M. and De-Martin, P. (1995). The epizootiology of sarcoptic mange in chamois *Rupicapra rupicapra* from the Italian Eastern Alps. *Parassitologia*, 37: 2-3, 233-240 pp.
- Rossi, I., Fraquelli, C., Vesco, U., Permunian, R., Somavilla, G.M., Carmignola, G., Da Pozo, R., Meneguz, P.G. (2007). Descriptive epidemiology of a scabies epidemic in chamois in the Dolomite Alps, Italy. *Eur. J. Wildl. Res.* (2007) 53: 131-141. DOI 10.1007/s10344-006-0067-x.
- Solano, S. y Silva, P (1991). Evaluación de la población de rebeco cantábrico. Sector Oriental. Informe inédito. Agencia de Medio Ambiente del Principado de Asturias.
- Solano, S. y Silva, P (1997). *Censo de rebecos en las Reservas regionales de caza..* Informe inédito. Consejería de Agricultura del Principado de Asturias.

11. Seguimiento de la sarna sarcóptica en el Parque Nacional de los Picos de Europa

Monitoring of sarcoptic mange in the Cantabrian chamois (*Rupicapra pyrenaica parva*) in Picos de Europa National Park (North of Spain)

González Álvarez Cienfuegos, Gloria y Miguel Menéndez de la Hoz



Foto: Gloria González

RESUMEN

La sarna sarcóptica que afecta a los rebecos en la Cordillera Cantábrica se diagnosticó por primera vez en 1993. En el año 1999 se observa el primer rebeco sospechoso de estar afectado por la enfermedad en el interior del Parque Nacional de Picos de Europa y en enero de 2000 se confirma en la zona sur-oeste del Parque Nacional. Hasta 2008 se han estudiado

274 rebecos con lesiones compatibles con sarna sarcóptica que han sido agrupados en cuatro grupos según el grado de afectación. En el 55% del territorio está presente la enfermedad. Los estadios intermedios de infestación de la enfermedad (estadios 2 y 3) son los mayormente detectados en los ejemplares estudiados. En la gestión del Parque Nacional solamente se retiran del medio natural aquellos que presentan un estadio número 4. En este artículo se recoge el seguimiento epidemiológico realizado, los resultados obtenidos y las conclusiones del trabajo hecho, así como unas recomendaciones de gestión.

Palabras clave: rebeco cantábrico, sarna sarcóptica, epizootia, Parque Nacional Picos de Europa, España.

ABSTRACT

The first recorded outbreak of sarcoptic mange in the cantabrian chamois took place in 1993. The first suspected chamois with mange in Picos de Europa National Park (North of Spain) was recorded in 1999, and in January 2000 it was confirmed that the disease was affecting animals in the south-west of the Park. Since then until 2008 a total of 274 chamois have been recorded with sarcoptic mange within four classes of infestation, from light (stage 1) to severe (stage 4). At the moment the epizooty has spread to 55% of the Park. Most of the affected animals were classified within stages 2 and 3. Only animals in stage 4 were culled. In this chapter we describe the sarcoptic monitoring of the last eight years and the recommendations for management of this epizootic.

Key words: cantabrian chamois, sarcoptic mange, epizooty, Picos de Europa National Park, Spain.

1. INTRODUCCIÓN

La sarna sarcóptica es una enfermedad parasitaria producida por el desarrollo del ácaro *Sarcoptes scabiei* (Figura 1) dentro de la epidermis del hospedador, es altamente contagiosa y se transmite principalmente por contacto directo con animales afectados, aunque también a través de zonas comunes de rascado, alimentación y refugio (Capítulo 9).

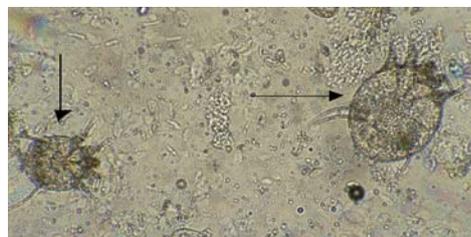


Figura 1. *Sarcoptes sp.* al microscopio óptico. Foto: Gloria González.

En la Cordillera Cantábrica el proceso de sarna sarcóptica que afecta a los rebecos del Parque Nacional de los Picos de Europa, se diagnosticó por primera vez en las proximidades del Pico Torres (entre los concejos de Aller y Caso, Asturias) en mayo de 1993. El avance de la epizootia se movió de oeste a este, hasta que alcanzó la zona más occidental del Parque Nacional de los Picos de Europa (Municipio de Oseja de Sajambre, León), en donde se localizó el primer ejemplar sospechoso de estar afectado de sarna en diciembre de 1999, a aproximadamente a 30 Km. del foco inicial (**Capítulo 10**).

La evolución de la virulencia de la enfermedad en la población se caracteriza por ciclos que se repiten en relación a la rapidez del recambio generacional del hospedador (7-15 años en el rebeco). Esto hace pensar que la inmunidad de la población juega un papel epidemiológico importante (León Vizcaíno, 1996).

Las primeras reacciones inflamatorias en el animal afectado las producen la propia presencia del ácaro, la irritación mecánica ocasionada por éste, sus excrementos y los productos originados de la necrosis de la piel. Sin embargo, probablemente son las sustancias tóxicas liberadas por el ácaro las que provocan el desencadenamiento de una reacción de hipersensibilidad cutánea, como mecanismo de defensa.

En función de la dosis infestante y el grado previo de sensibilización del hospedador, el periodo de incubación varía de pocas a varias semanas. Se pueden distinguir tres fases:

Fase de inducción o fase inicial: en la que no se exteriorizan signos clínicos evidentes, pero una inspección detallada de la piel permite descubrir ligeros eritemas y una erupción difusa papular. Comienza el prurito.

Fase de hipersensibilidad: en la que la condición del animal es aparentemente buena aunque se detectan prurito intenso, alopecia, excoriaciones, pápulas y costras. El animal ya se rasca continuamente, y a distancia se detectan amplias zonas depiladas, principalmente en la cara, cuello y costados. El animal todavía mantiene el reflejo de huida ante molestias o depredadores.

Fase de desensibilización: La delgadez del animal se incrementa hasta hacerse extrema, se llega a la total depilación zonal, muy notable en la cabeza y en los salientes óseos. La piel pierde elasticidad, aparece resquebrajada y cubierta por costras. El aspecto acartonado, costroso y depilado es destacable alrededor de la boca (lo que impide la alimentación), alrededor de los ojos y en la base de las orejas. Finalmente, el animal puede morir.

En los animales silvestres se han descrito, casi exclusivamente, formas costrosas generalizadas. La mortalidad es notoriamente superior a la que se observa en los animales domésticos y puede alcanzar valores superiores al 90% como consecuencia del primer contacto de los ácaros con una población inmunológicamente "virgen" (León Vizcaíno, 1996).

Al estar gestionando un Parque Nacional el primer objetivo con el que nos enfrentamos era conocer su progresión y evolución. Se persigue conocer la situación de la enfermedad en todo momento, su localización sobre el territorio y sobre las poblaciones de rebecos del Parque, los grados de infestación y como afecta a la estructura poblacional. En base a estos conocimientos mas los provenientes de las Comunidades Autónomas que trabajan en este mismo tema proponer medidas de gestión acordes con este espacio protegido.

2. MATERIAL Y METODOS

Para facilitar el seguimiento epidemiológico que realizan los observadores de campo (guardas y técnicos) se decidió establecer unos criterios para describir el estado de los animales observados en relación a su edad, sexo y etapa de infestación de la enfermedad, criterios comunes a las tres administraciones implicadas.

Se definen cuatro clases de sexo y edad:

Cría del año: ejemplares hasta un año de edad.

Joven: individuos de 1-2 años de edad, sin sexo identificado.

Adultos: machos y hembras con tres o más años de edad, y sexo perfectamente identificado.

Indeterminado: aquellos animales en los que no se puede determinar ni el sexo ni la edad, por razones de dificultad en la identificación en el trabajo de campo.

En función de las lesiones observadas y el comportamiento, los animales se clasifican en cuatro grupos que ilustramos a continuación:

Tipo 1. No se observan lesiones a distancia, la apariencia general del animal es sana y su comportamiento comienza a ser característico, con pausas en su actividad normal y comienzo de rascado. En este grupo se incluirían los animales considerados dudosos de padecer la enfermedad (Figura 2).



Figura 2. Ilustración de la sintomatología de la sarna en el grado I de infestación, para ser usado como criterio práctico de monitorización en el campo.

Tipo 2. Se observan lesiones a distancia, el comportamiento del animal es característico, con continuos rascados y sacudidas.

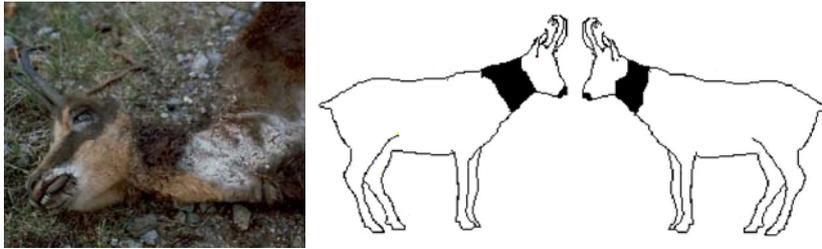


Figura 3. Ilustración de la sintomatología de la sarna en el grado II de infestación, para ser usado como criterio práctico de monitorización en el campo.

Tipo 3. El animal muestra aspecto enfermizo y la movilidad es limitada, las lesiones están bastante extendidas.

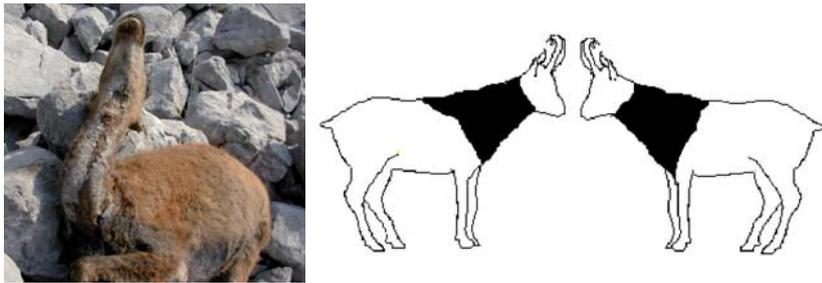


Figura 4. Ilustración de la sintomatología de la sarna en el grado III de infestación, para ser usado como criterio práctico de monitorización en el campo.

Tipo 4. Movilidad prácticamente nula y lesiones muy extendidas.

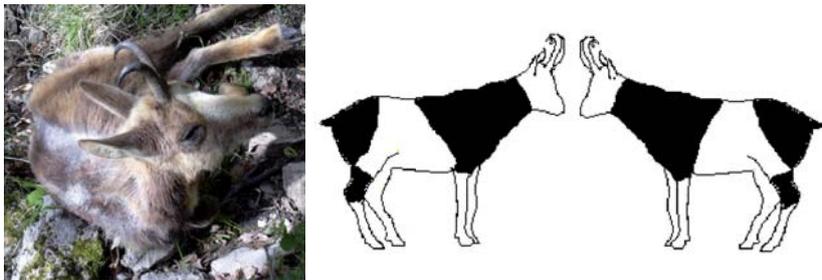


Figura 5. Ilustración de la sintomatología de la sarna en el grado IV de infestación, para ser usado como criterio práctico de monitorización en el campo.

De cada animal potencialmente afectado se tomaba referencia de su situación geográfica y fecha de observación.

La metodología aplicada para el seguimiento de la sarna en la población de rebecos del Parque Nacional, consiste en el desarrollo de itinerarios en los que se evalúa el estado de infestación de cada animal observado. Los itinerarios se realizan por un equipo compuesto por personal del parque y veterinario. Los itinerarios son coincidentes con los utilizados en los censos regulares de rebeco (**Capítulo 8**), se realizan a lo largo de todo el año y se intensificaban en la primavera y verano.

Adicionalmente, también se anotaba la presencia de animales potencialmente afectados durante la actividad diaria desarrollada por el personal de la guardería del Parque.

En todo el periodo se realizó la necropsia de ocho ejemplares, dos crías del año, tres machos adultos (uno de ellos abatido por tener sarna) y tres hembras adultas.

El protocolo de seguimiento descrito también se aplicó a otras especies silvestres que pueden verse afectadas por el proceso parasitario como son ciervo (*Cervus elaphus*), corzo (*Capreolus capreolus*) y zorro (*Vulpes vulpes*) y los animales domésticos que comparten hábitat con los rebecos, principalmente cabras.

SECTORIZACIÓN DEL TERRITORIO

Los sectores utilizados para el estudio del avance de la enfermedad son los mismos que presenta la **Figura 2 del Capítulo 8**.

Las zonas donde aparecieron los primeros rebecos del Parque Nacional afectados de sarna sarcóptica corresponde a los sectores Altos de Sajambre, Precornión-Sajambre y Cabronero-Beza; el proceso parasitario desde aquí se fue expandiendo en dirección oeste-este (**Figura 6**) Los resultados de los censos de rebeco realizados en estos sectores mencionados son correspondientes a los años 2000 y 2006 (censos de celo) y 2002, 2003 y 2005 (censos de cría). (**Capítulo 8**). Se detectó una reducción en el número de rebecos del 54% entre los años 2000 y 2006 en los sectores mencionados, y a partir de los datos de los censos de referencia (**Tabla 1**). Se detectó una reducción en el número de rebecos del 54% entre los años 2000 y 2006 en los sectores mencionados, y a partir de los datos de los censos de referencia (**Tabla 1**).

Tabla 1. Efecto de la sarna en la densidad, sex-ratio y del éxito reproductivo del rebeco en el PNPE entre los años 2000 y 2006 (el brote de sarna en el Parque se detectó en el año 2000). Área rebequera: Área de campeo en el que el rebeco está distribuido a lo largo del año; cr: censos de cría; cl: censos de celo; H: hembra; M: macho.

SECTOR	SUPERFICIE (KM2)	VARIACIÓN ENTRE CENSOS 2000-2006	DENSIDAD (REBECOS/ KM2)					VARIACIÓN SEX-RATIO (H/M)		ÉXITO REPRODUCTIVO		
			2000 (CL)	2002 (CR)	2003 (CR)	2005 (CR)	2006 (CL)	2000 (CL)	2006 (CL)	2002 (CR)	2003 (CR)	2005 (CR)
Altos de Sajambre	27	-17,31 %	10	7	6	12	9	1,49	1,19	70	82	85
Precomión-Sajambre	26	-40,16 %	9	12	6	6	6	1,59	1,92	83	77	71
Cabronero-Beza	15	-72,28 %	48	13	25	13	13	2,72	2,5	69	70	94

Para el cálculo de la variación demográfica entre censos se ha calculado la tasa porcentual de variación de acuerdo con la fórmula:

$$T = \frac{N_t - N_{t-1}}{N_{t-1}} \times 100$$

siendo, N_t : número de rebecos contabilizados en el último censo. N_{t-1} : número de rebecos contabilizados en el censo con el que se compara.

Con la información obtenida en los censos de rebeco y la superficie del área rebequera de cada sector, se ha calculado la densidad de rebecos/Km2, la sex - ratio (nº de hembras/machos) sólo para los censos realizados en época de celo, y el éxito reproductivo (nº de crías/nº de hembras adultas)x100 solo para los censos de cría (aquellos realizados entre los años 2000-2008).

3. EVOLUCIÓN DE LA SARNA SARCÓPTICA DEL REBECO EN EL PNPE

A principios del año 2000 se confirma la existencia de la enfermedad en el interior del PNPE. En enero de 2002 la parasitosis llega al desfiladero de los Beyos-Río Sella y en abril de este mismo año se localizan ejemplares afectados en el Macizo del Precornión. El proceso continúa su expansión y en enero de 2004 la enfermedad llega al Macizo Occidental, en la zona conocida como Carombo. En 2006 se localizan rebecos afectados de sarna en los Altos de Valdeón, en la zona leonesa del Macizo Central y en los Altos de Camaleño. A finales del año 2008 se estima que la superficie afectada por la enfermedad corresponde a aproximadamente el 55% de la superficie total del Parque Nacional (**Figura 6**).

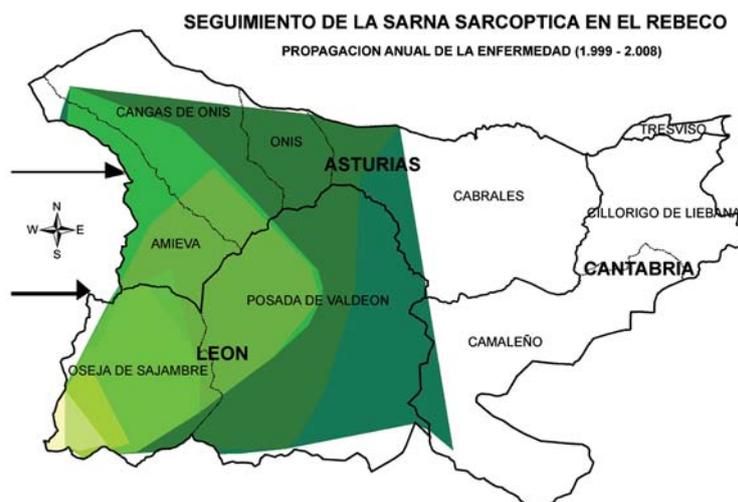


Figura 6. Propagación anual de la sarna sarcóptica en el rebeco en el período 1999-2008. PNPE. El avance es de Oeste a Este, como indican las flechas. El avance espacial de la enfermedad esta codificado por colores, del mas claro hasta al más oscuro para indicar el gradiente temporal.

El número de rebecos afectados observados en cada sector varió anualmente (Tabla 2, Figura 7). Se ha realizado un análisis sectorial que se expone a continuación.

Tabla 2. Número mínimo de animales afectados de sarna sarcóptica distribuidos por sectores y años.

SECTOR	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Altos de Sajambre	8	16	7	3	1	0	1	1	0
Precomión-Sajambre	0	0	8	7	5	5	2	1	0
Cabronero-Beza	0	0	1	2	8	6	1	1	0
Carombo Sajambre	0	0	0	0	32	5	1	0	0
Amieva	0	0	0	0	0	13	2	2	1
Lagos	0	0	0	0	2	5	10	4	2
Valdeón	0	0	0	0	23	46	16	0	2
Altos de Valdeón	0	0	0	0	0	0	10	3	4
Central León	0	0	0	0	0	0	1	2	0
Altos de Camaleño	0	0	0	0	0	0	1	3	0
TOTAL	8	16	16	12	71	80	45	17	9

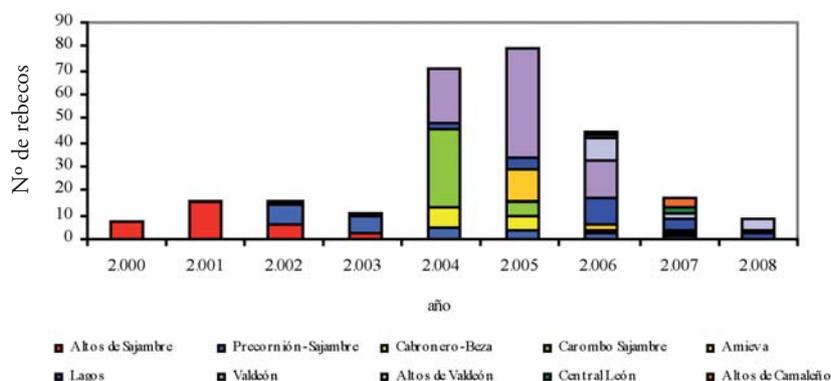


Figura 8. Número mínimo de animales afectados de sarna sarcóptica distribuidos por sectores y años.

ANÁLISIS SECTORIAL DE LA ENFERMEDAD

Sector Altos de Sajambre.

En este sector se localizó el primer rebeco afectado de sarna sarcóptica en enero de 2000. El número de rebecos afectados aumentó en el año 2001 para dar lugar a un descenso continuado hasta el año 2005. A partir de ese momento únicamente se observan casos esporádicos (Figura 7).

La enfermedad permaneció limitada en esta zona hasta el año 2002 en que se localizan los primeros rebecos afectados en el Sector Precornión-Sajambre y Sector Cabronero-Beza. En este hecho han podido influir varios factores, como es la existencia de barreras naturales -carretera que une Cangas de Onís con Posada de Valdeón y el río Sella- y la gestión desarrollada por la Junta de Castilla y León en la parte leonesa del Parque Nacional que abatía los rebecos sospechosos de padecer la enfermedad.

Sector Precornion-Sajambre.

El primer ejemplar afectado en este sector se localizó en 2002. El número de ejemplares disminuyó anualmente hasta que en 2008 con el mismo esfuerzo de búsqueda no se localizó ningún animal enfermo.

En esta zona el éxito reproductivo se mantuvo siempre por encima del 70% de acuerdo a los censos de cría de los años 2002,2003 y 2005; aún así la población disminuyó ligeramente entre los años 2002 y 2005 (Figura 7).

Sector Cabronero-Beza.

La sarna apareció en este sector en el año 2002, aunque solo se observó un rebeco afectado ese año. Desde entonces la morbilidad aumentó

anualmente hasta que en 2005 comienza a decrecer, hasta finales de 2008 (**Figura 7**).

En este sector, entre los años 2000 y 2002 se observó una reducción muy marcada en el número de rebecos contabilizados en los censos. En el año 2003 se produjo un importante incremento en el número de rebecos censados, para sufrir oscilaciones a partir de este momento. El éxito reproductivo aumentó de forma importante pasando de estar en el año 2002 ligeramente por debajo del 70%, para superar en 2005 el 90%.

Sector Carombo- Sajambre.

En este sector se localizaron los primeros rebecos afectados de sarna sarcóptica en enero de 2004. En el transcurso de ese año la morbilidad detectada fue muy alta, disminuyendo de forma muy marcada en el año 2005. En 2006 únicamente se localizó un animal enfermo, y en los dos últimos años no se localizó a ninguno (**Figura 7**). Seguimos en una zona donde la gestión está en parte compartida con Castilla y León.

Sector Amieva.

En este sector no se localizaron animales enfermos hasta el año 2005, aunque debido a su situación geográfica existe la posibilidad de que ya en el año 2004 pudiera presentarse algún caso que no fue detectado. En 2006 se observa que la morbilidad se redujo de forma importante en esta zona respecto al año anterior, continuando con esta tendencia hasta finales de 2008 (**Figura 7**).

Sector Lagos.

Sector de mayor superficie rebequera de todos los establecidos en el Parque Nacional. Se detectó la enfermedad por primera vez en el año 2004, desde entonces, el número de rebecos afectados aumentó anualmente hasta 2006 donde se alcanzó el máximo. A partir de ese momento la morbilidad disminuyó progresivamente (**Figura 7**).

Sector Valdeon.

Los primeros ejemplares afectados por el proceso parasitario se localizaron en 2004. El número de rebecos enfermos aumentó de forma importante en 2005. A finales del año 2006 la morbilidad estaba por debajo de la detectada en 2004. En 2007 y 2008 el número de rebecos afectados observados fue muy puntual (**Figura 7**).

Sector Altos de Valdeon.

En este sector se observó el mayor número de rebecos enfermos en el año 2006, posteriormente el número de rebecos afectados disminuyó de forma importante (**Figura 7**).

Sector Central - Leon y sector Altos de Camaleño.

En el año 2006 se localizaron rebecos afectados en estos sectores: Sector Central León, sector Altos de Camaleño y sector Altos de Valdeón. En los dos primeros el número de rebecos observados enfermos fue muy bajo y puntual. En el sector Altos de Camaleño, se encontró un rebeco muerto afectado de sarna sarcóptica (Figura 7).

4. RESULTADOS DEL SEGUIMIENTO EPIDEMIOLÓGICO

Desde la primera observación a finales del año 1999 se han localizado un total de 274 rebecos con presencia de la enfermedad en el interior del PNPE.

Desde diciembre de 1999 se localizaron un total de 14 animales que se consideran “dudosos” de padecer esta patología, ya que no se observaron lesiones corporales compatibles con sarna sarcóptica pero si comportamientos característicos de las primeras fases de la enfermedad. En la **Tabla 3** se indica el número mínimo de animales afectados de sarna sarcóptica (periodo 1999-2008). En todo este tiempo se localizaron 30 rebecos muertos con lesiones de sarna.

Tabla 3. Número mínimo de animales afectados de sarna sarcóptica (periodo 1999-2008).

AÑO	OBSERVADOS	ENCONTRADOS MUERTOS	DUDOSOS	TOTAL
1999	0	0	1	1
2000	7	1	0	8
2001	16	0	5	21
2002	15	1	4	20
2003	9	3	0	12
2004	65	6	0	71
2005	73	7	0	80
2006	35	10	1	46
2007	17	0	3	20
2008	7	2	0	9
TOTAL	244	30	14	288

El número de rebecos afectados de sarna sarcóptica aumentó continuamente hasta el año 2003. Una posible causa que lo justifica es el que la enfermedad estuviera pasando la primera fase del proceso en los sectores afectados en ese momento, junto con el hecho de que cuando se presenta la enfermedad en una zona, generalmente el primer año, el número de ejemplares afectados suele ser muy reducido y puede pasar desapercibido, lo que a su vez puede justificar el que en el año 2004 el número de anima-

les afectados se dispare y aparezca en nuevos sectores (coincidiendo con los de mayor área rebequera). En el año 2005 se alcanza el número máximo de rebecos afectados en el conjunto del área de distribución, y a partir de este momento va disminuyendo hasta finales de 2008.

El número de animales visualizados y clasificados como dudosos disminuyó a lo largo de los años debido probablemente a la experiencia adquirida por el personal que realiza el seguimiento.

El número de rebecos muertos en los que se confirmó que presentaban lesiones compatibles con sarna sarcóptica, varió de unos años a otros; de forma general se puede considerar que es reducido respecto a lo que cabría esperar debido entre otras causas, a que las condiciones orográficas del Parque Nacional impiden localizar a los animales muertos que se encuentran en zonas de difícil acceso. En otras zonas los carroñeros acaban rápidamente con los cadáveres.

De todos los animales observados afectados de sarna, excepto en doce casos, se pudo determinar el sexo y/o edad (Tabla 4).

Tabla 4. Comparativa anual entre rebecos afectados de sarna por clase de sexo y edad.

AÑO	MACHO	HEMBRA	JOVEN	CRÍA	INDET.
2000	4	1	0	3	0
2001	6	7	2	0	1
2002	10	3	3	0	0
2003	7	3	1	1	0
2004	29	24	11	2	5
2005	55	18	4	2	1
2006	17	18	7	1	2
2007	5	7	2	0	3
2008	3	5	1	0	0

Se puede observar como la incidencia de la enfermedad entre machos y hembras (Figura 8) presenta evoluciones temporales diferentes.

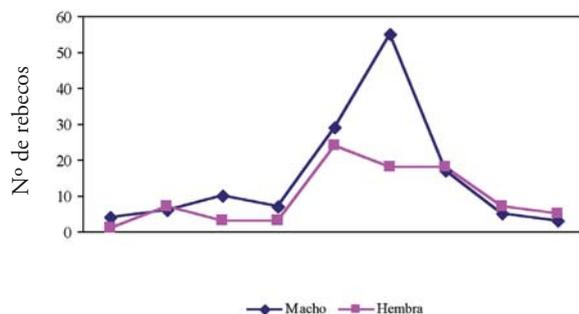


Figura 8. Rebecos adultos afectados por sarna en función de su sexo.

Para una mejor comprensión de cómo evoluciona la enfermedad en un periodo anual, se ha dividido el año en cuatro estaciones coincidentes con cada uno de los trimestres (Figura 9).

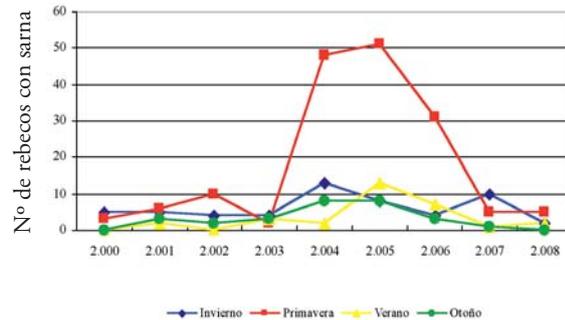


Figura 9. Número de rebecos observados anualmente, en función de las estaciones del año.

Con el mismo esfuerzo de búsqueda, es la primavera la época en que se localizan más animales enfermos; una posible explicación es el hecho que la evolución a lo largo del año está condicionada por la biología del ácaro *Sarcoptes scabiei*. “Bajas temperaturas combinadas con humedad alta constituyen las características ambientales idóneas para el ácaro. Estas condiciones junto con que a finales de invierno y principios de la primavera, los rebecos presentan las peores condiciones corporales de todo el ciclo anual como consecuencia de la menor disponibilidad de alimento durante el invierno y del importante desgaste energético que supone el celo para los machos y la preñez para las hembras” (Biogestión, 1997).

El número de ejemplares de rebeco observados y afectados por sarna, es una muestra no representativa de la situación real ya que, los medios de detección solo permiten este grado de fiabilidad, por este motivo no se aplica ninguna regresión al conjunto del censo poblacional, ya que el esfuerzo de observación zosanitario específico es muy pequeño, aunque constante a lo largo de todo el periodo.

RESULTADOS EN FUNCIÓN DE LA TIPOLOGÍA DE LAS LESIONES OBSERVADAS

Los animales visualizados se clasificaron en función de los cuatro tipos ya definidos (Tabla 5).

Tipo 1: En este grupo se encuentran: 3 Machos (M), 7 (Hembras (H), 1 Joven (J), 2 Crías (C) y 3 Indeterminados (I). En diciembre de 1999 se visualizó un macho adulto sospechoso de padecer la enfermedad.

Tipo 2: Han sido: 83M, 44H, 10J, 5C, 5I; lo que hace un total de 147 animales.

Tipo 3: Se han visualizado un total de 100 animales: 44M, 36H, 14J, 1C, 5I.

Tipo 4: Dentro de este grupo se incluyen 24 animales: 12M, 4H, 6J, 1C, 1I.

Como resulta lógico la distribución 2 y 3 son las más observadas ya que la localización de animales con más grado de afección (**tipo 4**) es más difícil debido a que suelen dirigirse a zonas más escondidas, como son las zonas boscosas.

Tabla 5. Rebecos totales observados, por grado de afectación.

AÑO	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 4	TOTAL
2000	1	7	0	0	8
2001	0	13	3	0	16
2002	4	9	6	1	20
2003	1	7	3	1	12
2004	0	29	34	8	71
2005	2	46	24	8	80
2006	1	19	18	5	43
2007	3	14	3	0	20
2008	0	3	5	1	9

5. ÁREA DE DISTRIBUCIÓN DE LA ENFERMEDAD

Desde la aparición del primer caso de sarna sarcóptica en el interior del Parque Nacional, se ha ido cartografiando el área de distribución de la enfermedad.

Con la información y mapa incluidos en el documento de “Programa de seguimiento de la evolución de la sarna en las poblaciones de rebeco de las reservas de caza de Aller, Caso, Piloña y Ponga “ (Glez- Quirós, P. 2000) (**Capítulo 10**) se calculó la superficie afectada por sarna sarcóptica.

Tabla 6. Superficie afectada por la enfermedad. Porcentaje de superficie afectada respecto a la superficie total del Parque Nacional.

AÑO	SUPERFICIE (HAS)	INCREMENTO SUPERFICIAL	PORCENTAJE
1999	163,91	-	0,25
2000	540,03	3,29	0,83
2001	1.453,00	2,69	2,24
2002	5.320,10	3,66	8,23
2003	6.075,71	1,14	9,40
2004	13.939,81	2,29	21,00
2005	17.291,41	1,18	26,74
2006	17.749,50	1,02	42,83
2007	35.545,23	1,28	54,97

A finales de 2008 la superficie afectada por la enfermedad es de aproximadamente 35.500 Has, equivalente a un 55% de la superficie total del Parque Nacional.

El área de distribución (Tabla 6, Figura 7) expresada es una estimación aproximada. Corresponde al número total de hectáreas obtenidas mediante el trazado de un polígono que une los puntos más extremos de localización de rebecos visualizados. Hay que tener en cuenta que existen zonas como son los núcleos urbanos, zonas de baja altitud en las que no viven los rebecos.

Desde un punto de vista metodológico los itinerarios no dan cobertura a la totalidad del terreno afectado por la enfermedad.

Al final de 2008, los municipios del Parque Nacional en los que se ha localizado rebecos afectados de sarna son: Oseja de Sajambre y Posada de Valdeón en la provincia de León; Amieva, Cangas de Onís, Onís y Cabrales en Asturias y Camaleño en Cantabria.

6. INCIDENCIA DE LA ENFERMEDAD SOBRE OTRAS ESPECIES ANIMALES

En zorros (*Vulpes vulpes*) se confirmó que padecían sarna sarcóptica mediante análisis microscópico en el año 2008, aunque los casos encontrados son muy puntuales.

7. RESULTADOS DE NECROPSIAS PRACTICADAS A REBECOS AFECTADOS DE SARNA SARCÓPTICA

Se han realizado necropsias a ocho ejemplares de rebeco en los que se ha confirmado que padecían sarna sarcóptica mediante análisis microscópico de la piel.

La mayoría de los ejemplares necropsados presentaban un alto número de ectoparásitos.

En las necropsias efectuadas se ha detectado presencia de neumonía verminosa que no suele provocar la muerte del animal. En algunos casos se hizo analítica para determinar la presencia de brucelosis, tuberculosis y paratuberculosis, no dando positivo en ninguna de ellas.

Algún ejemplar presentaba lesiones compatibles con las producidas por cánidos.

8. CAPTURA, MARCAJE Y SEGUIMIENTO DE REBECOS

En el mes de octubre de 2005 se capturaron mediante sistema de redes verticales, cuatro rebecos en el Parque Nacional, tres hembras (en una zona

próxima a donde hay animales con sarna sarcóptica) y un macho (en zona totalmente libre de la enfermedad) todos ellos adultos. A los animales capturados se les realizó revisión clínica y toma de muestras, se les colocó un collar radio-transmisor y con código de colores y se soltaron en el mismo lugar de captura.

Con las muestras de sangre obtenidas se solicitó analítica para la determinación de brucelosis, clamidiasis, perineumonía, toxoplasmosis, leptospirosis, I.B.R., B.V.D., paratuberculosis, leucosis y lengua azul. Excepto en uno de los ejemplares, que dio positivo a *Toxoplasma*, los resultados obtenidos en las distintas pruebas fueron negativos.

El seguimiento de los animales marcados se realiza quincenalmente mediante el desarrollo de itinerarios de control preestablecidos y que comprenden inicialmente la zona de captura y su entorno. Estos itinerarios se amplían en función de la época del año y de las condiciones climatológicas. Así mismo se recogen los datos aportados por la guardería y personal del Parque Nacional cada vez que avistan los animales.

La evolución que se ha observado en los animales marcados ha sido diferente en cada caso:

Una de las hembras se localizaba periódicamente en la zona de captura y su entorno; a principios de mayo de 2006 se vio que estaba preñada y a los pocos días se vio acompañada por la cría. En agosto del mismo año apareció muerta afectada de sarna sarcóptica. Anteriormente no se había observado que el animal presentara lesiones compatibles con la enfermedad.

Otra de las hembras marcadas se localizó por última vez en Abril de 2006, por lo que se sospecha que ha muerto, que el transmisor ha fallado, u otras razones. A la tercera se vio preñada en mayo de 2006, posteriormente no fue localizada. Se recuperó el collar de este animal en enero de 2007, en la misma zona donde había sido capturado.

En el caso del macho capturado se observa que en determinadas épocas del año coincidiendo generalmente con finales de invierno, primavera y otoño se encuentra en la zona donde fue capturado. En otras épocas no ha sido posible conocer su localización.

9. RECOMENDACIONES PARA LA GESTIÓN

Desde una perspectiva de gestión/administración entendemos necesario aumentar el esfuerzo de campo para conocer con mayor precisión la evolución de la enfermedad, pues no tiene lógica el no incremento de superficie afectada de 2007 a 2008.

Con relación a los ejemplares en estado de infestación cuando se procede, cuando ello es posible, a su eliminación por tratarse de una situación irreversible para ese ejemplar.

Al estar recuperándose las poblaciones de rebeco en las zonas donde se originó la epizootia se recomienda hacer un seguimiento en la zona suroeste del Parque Nacional por donde penetró la enfermedad.

Los protocolos de eliminación de cadáveres tanto por la administración del Parque como de las Comunidades Autónomas competentes, debe mantenerse, de acuerdo con la legislación vigente en cada momento.

BIBLIOGRAFÍA

Lavin S.; Marco , I.; Casanovas R. y Viñas, L. (1995). Patología dominante en el rebeco (Género *Rupicapra*). Vet. Praxis, 10: 24-27.

González - Candela, M.; León-Vizcaíno, L. (1996). Sarna sarcóptica en la población de Arrui (*Ammotragus lervia*) del Parque Regional de Sierra Espuña (Murcia).

Lavin, S.; Viñas,L.; Marco, I. y Ruiz Bascarán, M. (1997). La sarna del rebeco (*Rupicapra pyrenaica*) en el Principado de Asturias. Informe inédito realizado para la Dirección Regional de Montes y Medio Natural (Consejería de Agricultura) del Principado de Asturias.

González-Quirós, P.; Ballesteros, F.; Benito J.L. (1997). Seguimiento de la evolución de la sarna en las poblaciones de rebeco de las Reservas Regionales de Caza de Aller, Caso, Piloña y Ponga.

González-Quirós, P. Silva, P.; Solano, S. (2000). Programa de seguimiento de la evolución de la sarna en las poblaciones de rebeco de las Reservas Regionales de Caza de Aller, Caso, Piloña y Ponga. Informe final.

GLOSARIO

Erupción: Aparición y desarrollo en la piel o en las mucosas de granos, manchas o vesículas.

Pápula: Tumor eruptivo que se presenta en la piel sin pus ni serosidad.

Prurito: Comezón, picazón.

Alopecia: Caída o pérdida patológica del pelo.

Excoriar: Gastar o arrancar el cutis o epitelio, quedando la carne descubierta.

12. Cambios demográficos provocados por la sarna

Demographic changes caused by sarcoptic mange in the Cantabrian chamois (*Rupicapra pyrenaica parva*) in Asturias (North of Spain)

Carlos Nores y Pablo González-Quirós



Foto: Pablo González-Quirós

RESUMEN

Se ha analizado el efecto de la epizootia de sarna sarcóptica en la dinámica de población del rebeco cantábrico antes y después de la aparición de esta enfermedad a partir de los resultados de recuentos regulares en cuatro reservas regionales de caza de la zona oriental y una de la occidental del Principado de Asturias. En el grueso del núcleo occidental cantábrico, que no ha sido afectado por la sarna, la población sigue creciendo de forma exponencial, con

una tasa de multiplicación anual del 9,6%, mientras que la población oriental prácticamente ya no crecía en el momento en que la sarna hizo su aparición. La mortalidad en la población occidental resultó ser el 14% anual durante la fase de crecimiento exponencial, mientras que en la oriental estaba era del 20% cuando estaba cerca de la estabilización. Una vez que irrumpe la sarna la población disminuye rápidamente al aumentar la mortalidad anual hasta el 50%, de manera que al morir cada año la mitad de los rebecos al cabo de dos o tres años su número queda reducido a un 20-30% del número inicial. Tras este mínimo tiene lugar una recuperación durante otros dos o tres años al reducirse la mortalidad al 17%, para nivelarse de nuevo en torno a la mitad de la población original. La sarna afecta más intensamente a los machos, de manera que desequilibra la razón sexual a favor de las hembras. Tal desequilibrio puede ser la causa del incremento de la tasa de nacimientos de la población, que ha pasado del 22 al 26% en una década. La sarna produce en la población de rebeco un nuevo equilibrio densodependiente que parece que tiene que ver más con la tasa de infestación que con el agotamiento de los recursos dada la baja densidad que se alcanza en este equilibrio posterior. La tasa de extracción por caza recomendable, una vez que la población alcanza la fase de equilibrio posterior, no debe superar 8% de este tamaño de población.

Palabras clave: *Rupicapra pyrenaica parva*, dinámica de poblaciones, sarna sarcóptica, mortalidad.

ABSTRACT

We have investigated the effect of an outbreak of sarcoptic mange in the population dynamics of five chamois populations in Asturias. One of these populations is in the west distribution area of the species and it was not affected by the outbreak. In this area the population is growing at an annual rate of 9,6% (annual mortality 14%). The other four populations are in the east distribution area and their numbers were already stabilised before the outbreak took place (annual mortality 20%). In the first 2-3 years after the outbreak the annual mortality rates were about 50%, which reduced the initial numbers by 70-80%. After this period annual survival rates increased (annual mortality 17%) for 2-3 years and the population reached a new equilibrium at around only half of the population size before the outbreak. Males mortality by scabies was higher than in females and this caused a strong bias in the sex-ratio in favour of females. The new sex-ratio might be the cause of the reproductive success increase in the last 10 years (from 22 to 26% After the minimum peak the population recovered slowly up to reaching 50% of the population size estimated before the outbreak. This might suggest that this is the threshold at which density favours infestation rates and so increasing mortality. In the new equilibrium culling annual rate should not be higher than 8%.

Key words: *Rupicapra pyrenaica parva*, *population dynamics*, *sarcoptic mange*, *mortality*.

1. INTRODUCCIÓN

La población del rebeco cantábrico (*Rupicapra pyrenaica parva*) está dividida en dos grandes núcleos aparentemente aislados a causa de la sobreexplotación sufrida por la especie hasta mediados del siglo XX. Mientras que el núcleo occidental está actualmente dividido en un núcleo principal, situado en el Parque natural de Somiedo (Asturias) y una serie de cinco núcleos menores repartidos al este y al oeste del principal; el núcleo oriental prácticamente no tiene solución de continuidad desde la Reserva Regional de Caza de Aller (Asturias) hasta la Reserva de Saja (Cantabria), aunque presenta otros tres pequeños núcleos aislados más al este. En Asturias, donde se agrupan la mayoría de los rebecos cantábricos de ambos núcleos (**Figura 1**) no ha habido una gestión homogénea. La protección de la población oriental ha sido más temprana a causa de la declaración del Coto Nacional de Redes y de los Cotos Especiales de Caza en aquella zona en 1943, además de la anterior declaración del parque nacional de Covadonga en 1918. Por el contrario, la población occidental no le llegó la protección efectiva hasta mediados de los años 60, con la declaración de diversas Reservas Nacionales de Caza (Nores y Vázquez, 1987) (**Capítulo 13**).

Este desfase en la protección tuvo como consecuencia diferencias notables en el crecimiento de ambas poblaciones o al menos en que las tendencias de ambas poblaciones diferían notablemente en una fecha determinada. En un principio, mientras que buena parte de la población oriental iniciaba su recuperación en los años 40 y 50 del pasado siglo, la occidental continuaba disminuyendo por carecer de la protección adecuada. Desde la segunda mitad de los años 60 ambas crecían pero lo hicieron a partir de efectivos diferentes y durante los años 90, mientras la población oriental tendía a estabilizarse, la occidental continuaba su crecimiento.

En 1993 se detectó un caso de sarna sarcóptica en el oeste del núcleo oriental (Reserva Regional de Caza de Aller), seguido de un segundo brote en el extremo norte del mismo núcleo (Reserva Regional de Caza de Piloña) al año siguiente (**Figura 1**). Ambos brotes se extendieron por todo el núcleo oriental y causaron un fuerte incremento de la mortalidad (González-Quirós et al., 1995) que ocasionó una considerable alarma ante el temor de que la más importante población de rebeco cantábrico pudiese quedar diezmada con el consiguiente problema de conservación de la subespecie y de disminución de un recurso cinético de alto interés (Sánchez Corominas, 1999) (**Capítulos 9 y 10**).

Gran parte de la información publicada sobre la afectación de la sarna en el género *Rupicapra* se ha centrado en los aspectos patológicos (Lastras et al. 2000; Berrilli et al, 2001; Rode, 2007) o epidemiológicos (González-Quirós et al., 1995; Rossi et al., 1995; Fernández-Morán, 1997; Ballesteros et al, 1998; Rossi, et al., 2007), incluyendo algunos modelos de simulación sobre su expansión (Miller, 1985; Fuchs et. al, 2000), pero apenas hay información detallada disponible que analice qué aspectos demográficos resultan más afectados para que se produzcan las alteraciones de la dinámica de la población que pueden observarse. Es por tanto importante poder describir de forma cuantitativa los efectos demográficos de la sarna y poder compararlos con la situación en la que esta epizootia no estaba presente, tanto en el núcleo occidental, donde hasta ahora no se ha producido ningún brote de esa enfermedad, como en el núcleo oriental en los momentos anteriores a que la epizootia hiciese su aparición. La comparación entre ambas situaciones puede permitirnos predecir a medio plazo sus consecuencias y planificar adecuadamente las estrategias de gestión que puedan ayudar a tomar las decisiones de gestión más adecuadas de acuerdo con las circunstancias. Tampoco olvidaremos los aspectos meramente descriptivos que pueden ayudar a comparar en el futuro la forma en que esta epizootia ha alterado la dinámica de las poblaciones para poder compararlas con otros casos similares.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio y origen de los datos.

En este capítulo se pretende describir la dinámica de las poblaciones de rebeco cantábrico a partir de los recuentos que para la gestión cotidiana se han hecho con diferente regularidad. A partir de esta información se pueden calcular algunos parámetros demográficos necesarios para realizar este análisis, dependiendo del desglose del recuento en clases de edad y sexo y de la periodicidad del recuento.

La representación de la serie temporal del número de rebecos en el ámbito de las actuales Reservas Regionales de Caza de Asturias se ha hecho a partir de fuentes de información diversas. Desde la década de 1940 hasta la de 1970 los datos disponibles son esporádicos, en ocasiones heterogéneas en su metodología y en su ámbito geográfico y en ocasiones contradictorios, por lo que algunos no han podido ser empleados. En este período únicamente se han considerado válidos los recuentos de algunos cotos, en su mayor parte pertenecientes a la Sociedad Astur de Caza y de algunas reservas (Ortuño y de la Peña, 1977). En estos casos hemos extrapolado la posible población regional considerando que la proporción entre el número dado para esos cotos y el total regional fuese la existente en el primer inventario global de

toda Asturias, a cargo del Servicio de Pesca Continental, Caza y Parques Nacionales, que está fechado en 1971. También hemos podido localizar algunas hojas sueltas que reflejan inventarios del número de rebecos realizados para elaborar los planes de aprovechamientos cinegéticos de la Reserva Nacional de Caza de Somiedo realizados por el ICONA y un nuevo inventario de existencias en las Reservas Nacionales de Caza del norte de España realizado en diciembre de 1978 (Ortuño y de la Peña, 1979).

Una vez asumidas las competencias autonómicas, la administración del Principado de Asturias reemprendió los recuentos desde mediados de la década de 1980 (González y Rico, 1985; Fernández-Gil et al., 1988 y 1989; Solano y Silva, 1990, 1991 y 1997; Gabinete de Estudios Ambientales, 1994 y 1995; Ballesteros et al., 1996; González-Quirós et al., 1998; Sánchez-Corominas y González-Quirós, 1999; González-Quirós y Solano, 2000; González-Quirós, 2001; González-Quirós et al., 2003a y 2003b; González-Quirós, 2004, 2006; 2008; González-Quirós y Sánchez, 2007a y 2007b).

No conocemos en detalle la metodología empleada en los inventarios anteriores a 1985, pero a partir de este año los recuentos se llevaron a cabo mediante la realización de recorridos simultáneos a pie en los primeros meses del verano (periodo de cría) agrupados por sectores que representan unidades de gestión o de recuento y que tratan de cubrir todas las zonas de presencia del rebeco en las Reservas (**Capítulo 4**). De los recuentos no se han considerado los realizados en la Reserva Nacional de Caza de Picos de Europa, que posteriormente ha sido incluida en el Parque Nacional de Picos de Europa. Los datos del Parque Nacional se tratan en el **Capítulo 8**.

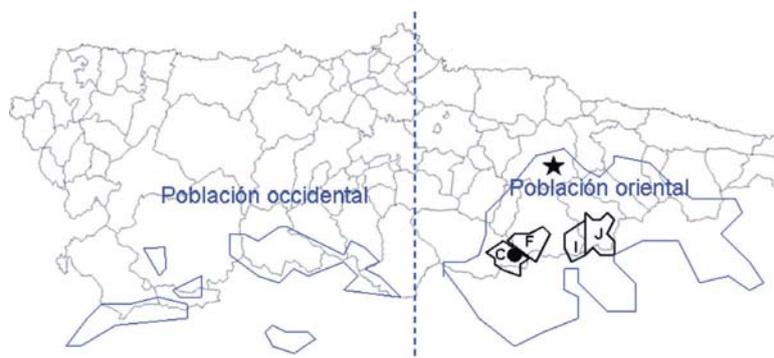


Figura 1. Distribución del rebeco en Asturias y sus áreas vecinas. Se señalan los sectores de censo C “Los Fueyos” (municipio de Aller); F “Corteguero” (municipio de Caso); I “Maciédome” (municipios de Caso y Ponga) y J “Peloño” (municipio de Ponga). Se señala con un punto en el sector C el lugar de inicio del primer brote de sarna y con una estrella el lugar donde surgió el segundo brote.

Para el seguimiento del efecto de la sarna (**Capítulo 10**) se han utilizado los recuentos de una serie de sectores de censo de la población oriental que describimos según su ubicación, de oeste a este, con el fin de expresar la tendencia de la población alterada por la sarna de la manera más precisa posible (**Figura 1**): Sector C “Los Fueyos” (33 km²), en el municipio de Aller, en el que se encontró el primer rebeco afectado de sarna; Sector F “Corteguero” (37,5 km²), en el municipio de Caso, contiguo al anterior; Sector I “Maciédome” (35,5 km²), situado algo más alejado de los anteriores, sobre la frontera de los municipios de Caso y Ponga y su contiguo Sector J “Peloño” (52,5 km²), en el municipio de Ponga.

A partir de los resultados del seguimiento realizado tras la aparición de la epizootia en las poblaciones de rebeco afectadas por la sarna se pueden distinguir cuatro fases (**Figura 2**):

A. Fase inicial: la que se encontraba antes de irrumpir la enfermedad. En estos sectores generalmente la población estaba estabilizada, cabe suponer que entorno a su capacidad de carga inicial.

B. Fase de caída: A partir del momento en que aparecen las primeras infestaciones hay una rápida caída de las poblaciones que dura entre tres y cinco años hasta alcanzar el mínimo de individuos.

C. Fase de recuperación: Tras alcanzar el mínimo la población se recupera a lo largo de un período que va desde dos a cinco años.

D. Fase de equilibrio posterior: A continuación la población aparentemente alcanza un nuevo período de estabilidad, aunque dada la limitación temporal no se ha podido comprobar si como predice la teoría de la relación parásito-hospedador, el equilibrio es fluctuante (Pielou, 1974) o es estable.

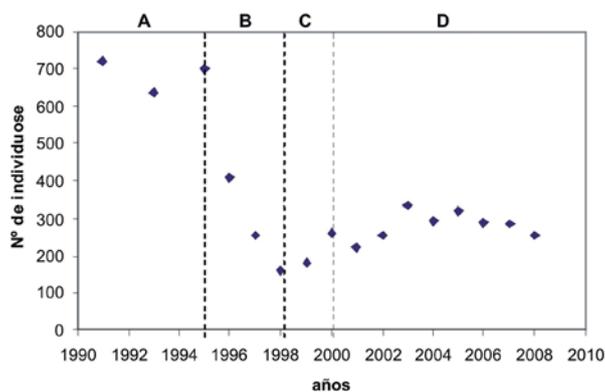


Figura 2. Cambios de la población de rebeco en el sector F (Caso) donde pueden apreciarse las distintas fases: A fase inicial, B fase de caída; C Fase de recuperación; D Fase de equilibrio posterior.

2.2. Modelos demográficos.

2.2.1. Tendencia de las poblaciones. Los datos de los territorios que pertenecen a las actuales reservas se han dispuesto en una serie temporal. La cuantificación del crecimiento de las poblaciones se ha realizado mediante la bondad de ajuste a los modelos de crecimiento exponencial (Caughley y Sinclair, 1994), de manera que el exponente de la función representa la tasa de crecimiento exponencial observada r_0 por la población durante el período considerado. Los datos de crecimiento se expresan en forma de tasa de crecimiento exponencial observada r_0 o de tasa de incremento anual observada λ_0 , de tal modo que la relación entre ambos parámetros es $r_0 = \ln \lambda_0$.

2.2.2. Prueba de densodependencia. La prueba de densodependencia más sencilla que se deriva del modelo de crecimiento logístico se obtiene enfrentando el crecimiento anual de la población con su tamaño en diferentes momentos, de tal manera que si se obtiene una correlación significativa negativa se puede aceptar que el tamaño de la población afecta al crecimiento de la misma, es decir que hay un control densodependiente de su crecimiento (Berryman, 1999). Por otra parte, la recta que representa esta disminución del crecimiento de la población a medida que ésta aumenta nos permite obtener la tasa intrínseca de crecimiento de la población (r_{max}) cuando la población es 0 (donde la recta corta al eje Y) y representa el momento de máximo crecimiento potencial, en que hay ausencia de competencia intraespecífica y la capacidad de carga teórica K, es decir, el tamaño de la población para el cual el crecimiento es 0 (donde la recta corta al eje X).

2.2.3. Parámetros demográficos. Existe una notable confusión en el uso de los términos que se utilizan para expresar los conceptos que se utilizan para analizar las poblaciones, como reconoce Johnson (1994). Por esta razón hemos preferido definir brevemente los términos que utilizaremos en este capítulo para evitar malas interpretaciones.

Así, llamaremos *tasa de nacimientos de la población* a la frecuencia de crías en relación con el total de la población y *éxito reproductivo* a la proporción entre crías y hembras mayores de dos años de edad.

La tasa de supervivencia S se ha estimado teniendo en cuenta la proporción de individuos de un año determinado que sobreviven hasta el año siguiente. Se ha calculado a partir del número de individuos obtenido en los recuentos de años sucesivos, dividiendo el número de adultos y juveniles contados un año (todos los individuos menos los que nacieron ese año) entre el número de individuos totales contados el año anterior, siguiendo el procedimiento descrito por Johnson (1994) para el caso en que no haya migración (animales que entren o que salgan de la zona de estudio). La tasa de mortalidad M (proporción de individuos que no sobreviven entre un año y el siguiente) sería entonces $1-S$. Como este método se basa en recuentos totales, tiene únicamente en cuenta los animales de un año o más de edad

que desaparecen de la población, bien sea porque han muerto o porque se han desplazado fuera de la zona de recuento, algo que sucede frecuentemente con los machos jóvenes (Loison, 2004), sin embargo, dado que no hay razón para suponer que la movilidad no tenga lugar de forma similar entre diferentes sectores de observación puede asumirse que la inmigración es igual a la emigración y por ello hablaremos de *mortalidad bruta*.

Se han calculado los parámetros demográficos tanto en poblaciones en las que no se había manifestado la sarna (en la occidental en cualquier momento y en la oriental antes de la aparición de la epizootia) y en las que la enfermedad ha estado presente (sectores de recuento de la población oriental tras la aparición de la enfermedad), haciendo el análisis por sectores de menor extensión con el fin de analizar el impacto demográfico de la epizootia de la forma más precisa posible. La comparación entre tasas de nacimientos de la población y el éxito reproductivo en distintas fases de progresión de la epizootia se ha hecho mediante una ANOVA de un factor, que en el caso de mostrar cambios significativos hemos realizado la prueba a posteriori de contrastes múltiples de Scheffé para comprobar en qué fases se han producido las diferencias significativas (Zar, 1984). Con objeto de comprobar si el cambio de la razón sexual provocado por la sarna puede haber alterado la tasa de nacimientos de la población se ha hecho un cálculo del número de crías que pueden nacer cada año teniendo en cuenta las variaciones de la estructura de la población observadas antes y después de manifestarse la epizootia.

2.2.4. Extracción sostenible. Se ha calculado el límite de la extracción sostenible de la población afectada de sarna en la fase de equilibrio posterior. El *máximo rendimiento sostenible (MRS)* es el número máximo de individuos que se puede extraer de la población y corresponde, según el modelo clásico de Lotka y Volterra, al crecimiento de la población cuando está al 50% de su capacidad de carga (Caughley y Sinclair, 1994). En este caso se ha calculado a partir de la fórmula:

$$\text{MRS} = \frac{r_{\max}K}{r_{\max} + 1}$$

que Caughley y Sinclair (1994) recomiendan cuando la población está limitada por un recurso no consumible, como es el caso de la sarna. No es conveniente explotar una población al máximo rendimiento sostenible ya que puede haber errores en su cálculo por una deficiente estimación de su población, limitaciones del modelo para representar la realidad que siempre es más compleja, errores que puede producirse en el cálculo de r_{\max} y K , posibles cambios del entorno que afecten a la capacidad de carga, etc. Por estas razones Sutherland (2000) recomienda ser conservador en el cálculo y establecer un margen de seguridad para evitar una sobreexplotación for-

tuita, que puede fijarse en el 75% de MRS, de manera que la explotación no llegue a superar este valor de seguridad que denominaremos *máximo rendimiento recomendable (MRR)*. Como se ha utilizado un modelo de producción excedente, no estructurado (sin tener en cuenta la distribución de individuos por sexos y edades) la proporción de los animales que se pueden extraer de la población debe mantener la de la población.

3. RESULTADOS

3.1. Poblaciones sin sarna.

3.1.1. Tendencia de las dos poblaciones estudiadas. A partir de los recuentos de población de rebeco en las Reservas Regionales de Caza (RR. RR.C.) del Principado de Asturias (**Capítulo 4**) se observa que en la zona occidental se mantiene un crecimiento exponencial de las poblaciones en la actual R.R.C. de Somiedo desde el recuento, de 1971, en el que se contabilizaron únicamente 90 ejemplares (**Figura 3**). Los datos se ajustan a un modelo de crecimiento exponencial ($R= 0,996$; $n= 14$; $p < 0,0001$) y explica el 99% de la varianza. La tasa exponencial de incremento es de $ro= 0,0918$; que equivale a un incremento anual $\lambda o= 1, 096$, es decir, el 9,6%.

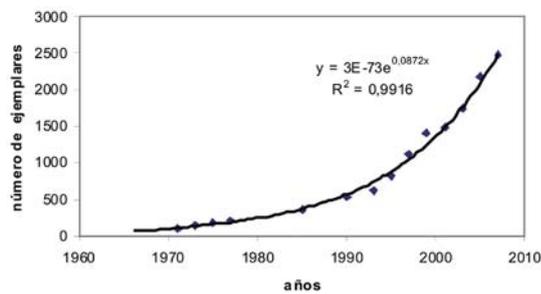


Figura 3. Tendencia del grueso de la población occidental de rebeco localizada en el Parque Natural de Somiedo. Se evidencia un excelente ajuste al modelo exponencial de crecimiento a lo largo de toda la serie temporal.

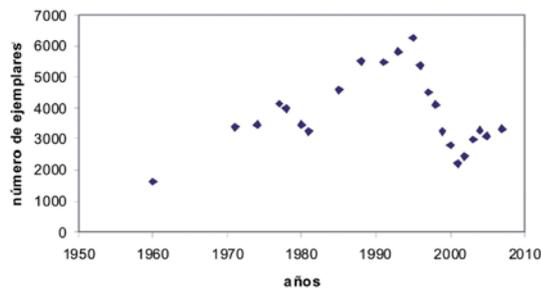


Figura 4. Tendencia de la población oriental de rebeco existente en las actuales reservas regionales de caza del Principado de Asturias. Se aprecia una fase de crecimiento inicial, quebrada por una disminución de la población en el Coto Nacional de Reres

a finales de la década de 1970 y la posterior caída a causa de la epizootia de sarna, así como una nueva recuperación a partir del año 2000.

En las RR.RR.C. de la zona oriental de Asturias se observa una fase inicial de incremento exponencial que ya está muy atenuada hacia 1990 y que alcanza su valor máximo en 1995. Hasta ese momento el crecimiento de la población también se ajusta a un modelo exponencial ($R= 0,899$; $n= 8$; $p= 0,002$), si bien la varianza explicada es menor (81%) y la tasa de crecimiento observada también es menor que en la población occidental $r_0= 0,0456$; $\lambda_0= 1,047$ (4,7%). A partir de 1995 se observa una caída brusca causada por la sarna, que llega a su punto más bajo en 2001. Desde entonces el número de rebecos en el conjunto de las reservas empieza a recuperarse, aunque parecen hacerlo lentamente (Figura 4).

3.1.2. Modelos de densodependencia. Entre los rebecos de Somiedo aún no hay confirmación de densodependencia ($R= 0,308$; $n= 13$; $p < 0,1$), lo cual quiere decir que la población todavía seguirá creciendo y no se puede predecir con suficiente seguridad en que momento se estabilizará (Figura 5A).

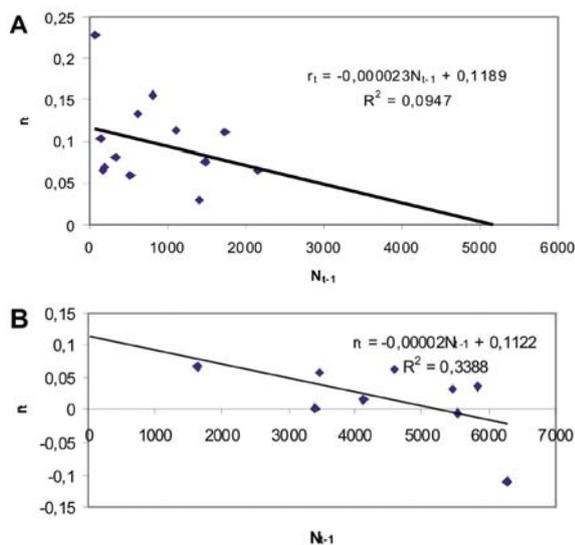


Figura 5. Pruebas de densodependencia de la población occidental de rebeco (Parque Natural de Somiedo) (A) y del conjunto de las reservas regionales de caza de la zona oriental del Principado de Asturias (B). La prueba enfrenta la variación de la tasa exponencial de crecimiento observada en un año determinado (r_t) con el tamaño de la población del año

anterior (N_{t-1}) para comprobar si al aumentar la población disminuye su crecimiento.

En el conjunto de las reservas de la mitad oriental con los datos disponibles entre 1960 y 1993, año de la aparición de la sarna, no llega a confirmarse la densodependencia más que de forma marginalmente significativa ($R= 0,582$; $n= 9$; $p= 0,1$), lo que únicamente permite calcular una capacidad de carga aproximada de $K= 5600$ rebecos y una $r_{max}= 0,1128$ (Figura 5B), similar a la de occidente, que es de $0,1189$.

3.1.3. Mortalidad de los rebecos cantábricos exentos de sarna. Se ha calculado en ambas poblaciones la mortalidad por el método de Johnson en los mismos años y también se ha calculado la mortalidad debida a la caza, como la frecuencia de rebecos cazados en el conjunto de animales contados. La mortalidad extracinegética (restante) se ha calculado descontando el porcentaje de animales cazados de la mortalidad bruta total (Tabla 1). La mortalidad bruta del rebeco en la población occidental era menor en la población occidental (14%) que en la oriental (20,4%), mientras que la mortalidad por caza resulta similar en ambas (en torno al 3%).

Tabla 1. Mortalidad observada en las dos poblaciones de rebecos cantábricos en Asturias durante los mismos años en distintas reservas regionales de caza (RRC).

Años	R.R.C. DE SOMIEDO (POBLACIÓN OCCIDENTAL)		RR.RR.C. DEL ORIENTE DE ASTURIAS (POBLACIÓN ORIENTAL)	
	1985	1993	1985	1993
Total	0,158	0,120	0,172	0,229
Caza	0,034	0,025	0,028	0,034
Restante	0,124	0,095	0,151	0,195
TOTAL MEDIA	14%		20,4%	

3.2. Poblaciones con sarna.

3.2.1. Cambios de las poblaciones. Se describen por sectores de observación (Figura 1) en los que se evidencian las distintas fases de cambios en las poblaciones que la sarna ha inducido (Figura 2).

- Sector C “Los Fueyos” (Caso). Fue el primer sector afectado por la sarna, donde se contaron 436 ejemplares antes de su aparición (1993). Cinco años después su población quedó reducida a 141 rebecos, momento a partir del cual se recupera lentamente, estabilizándose desde el año 2001 en unos 250 ejemplares.
- Sector F “Corteguero” (Caso). Sector situado al Este del anterior, que llegó a tener una población de 719 ejemplares hasta la aparición de la sarna (1994). Cuatro años después disminuyó hasta 160 rebecos, recuperando en el año 2000 hasta los 260 individuos, oscilando desde entonces en torno a unos 280 ejemplares.
- Sector I “Maciédome” (Caso-Ponga). En este sector, algo más alejado de los anteriores, la sarna apareció en el año 1998. El año anterior a la aparición de la sarna se contaron 567 rebecos; tres años después de que se detectara la población el número cayó hasta los 127, y dos años después (en 2003) el número alcanzó los 223. Desde entonces varía en torno a los 235 individuos, siguiendo la pauta de sectores anteriores.
- Sector J “Peloño” (Ponga). Sector contiguo al anterior, con el mismo año de aparición de la sarna (1998) y con una población estabilizada

de unos 864 ejemplares. En cuatro años cayó hasta un número mínimo de 278, que en dos años más (en 2004) recuperó hasta los 389 rebecos.

3.2.2. Pruebas de densodependencia. Las pruebas de densodependencia a causa del breve período transcurrido desde la irrupción de la sarna en el sector tienen una potencia limitada y no siempre alcanzan el nivel de significación deseable por el escaso número de datos disponibles.

En dos sectores J y C no se ha alcanzado el nivel mínimo de significación exigible ($p=0,05$). El sector C está próximo al nivel de significación estadística ($R=0,594$; $n=10$; $p=0,08$) por lo que señalamos la capacidad de carga provisional de $K=210$ rebecos, ya rebasada y en el J el tamaño exiguo de la serie impide hacer un análisis fiable ($R=0,589$; $n=3$; $p>0,1$).

En los otros dos sectores se cumple el nivel mínimo de significación; así en el sector F ($R=0,687$; $n=10$; $p=0,03$) proporciona un valor de $K=278$, similar al nivel de población actual y en el sector I ($R=0,881$; $n=7$; $p=0,01$), el valor de $K=236$ también es similar al que se observa en la actualidad.

3.2.3. Parámetros demográficos. En algunos sectores (F y C) los datos disponibles para calcular los parámetros demográficos durante la fase inicial son muy escasos. En otros (I y J), la fase breve es la de equilibrio posterior y en todos ellos las fases de caída y recuperación son cortas. Por esas razones no podemos hacer un análisis detallado de cada fase en cada sector, sino que hemos acumulado los datos de todos los sectores en cada fase para disponer de una muestra más amplia (Tabla 2). Habida cuenta que el comportamiento ha sido parecido en todos los sectores se representa gráficamente solo en el sector F (Figura 6).

Tabla 2. Variación de los parámetros demográficos del conjunto de los sectores estudiados agrupados según las diferentes fases que pasa la población de rebeco afectada por la sarna. \bar{x} representa el valor medio, s la desviación típica, n el tamaño de la muestra y CV el coeficiente de variación expresado en %.

PARÁMETROS	FASES DE POBLACIÓN															
	PREVIA				CAÍDA				RECUPERACIÓN				EQUILIBRIO POSTERIOR			
	\bar{x}	s	n	CV	\bar{x}	s	n	CV	\bar{x}	s	n	CV	\bar{x}	s	n	CV
Razón sexual	1,51	1,14	13	75,3	2,29	1,14	12	50,0	3,33	1,14	9	34,4	3,11	1,14	26	36,8
Éxito reproductivo	0,58	0,09	13	15,1	0,59	0,09	12	14,9	0,59	0,9	9	14,8	0,63	0,9	26	13,9
Tasa de nacimientos	0,23	0,03	13	13,6	0,25	0,03	12	12,6	0,26	0,03	9	12,0	0,27	0,03	26	11,4
Mortalidad bruta	0,26	0,02	3	8,5	0,48	0,10	10	21,6	0,18	0,10	7	58,8	0,29	0,10	20	36,3

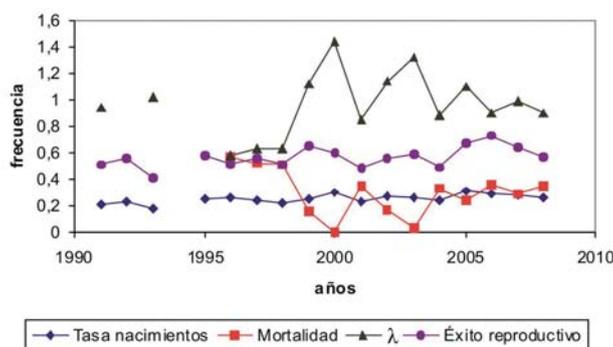


Figura 6. Evolución de los parámetros demográficos de los rebecos del sector F (Caso) donde la epizootia de sarna irrumpió en 1994.

La razón sexual se desequilibra (ANOVA $F_{3, 56} = 7,087$; $p = 0,0004$) a causa de la mayor vulnerabilidad de los machos a la enfermedad, como se comprueba en el test a posteriori, en el que en la fase inicial es diferente de todas las demás (test de Scheffé en todas $p < 0,002$. Entre la fase de caída y la de recuperación hay un incremento de la proporción de las hembras cuya diferencia es marginalmente significativa (test de Scheffé $p = 0,068$).

A lo largo de más de una década la tasa de nacimientos se ha incrementado muy levemente y de forma irregular pero significativa en todos los sectores en los que se ha estudiado menos en uno, tanto en el F (ajuste a un modelo exponencial $R = 0,704$; $n = 17$; $p = 0,001$; incremento anual del 1,8%) como en el J (ajuste a un modelo exponencial $R = 0,704$; $n = 14$; $p = 0,003$; incremento anual del 2%) y en el I (ajuste a un modelo exponencial $R = 0,741$; $n = 9$; $p = 0,00x$; incremento anual del 2,8%) en el sector C, que es en el que primero se manifestó la sarna, la correlación no es en absoluto significativa (ajuste a un modelo exponencial $R = 0,165$; $n = 10$; $p = 0,003$; incremento anual del 2%). Esto equivale a decir que en términos generales, en 10 años ha aumentado del 22% al 26%. Si consideramos el cambio de la tasa de nacimientos por fases de la epizootia también se observa un cambio a lo largo del proceso (ANOVA $F_{3, 56} = 4,735$; $p = 0,0052$), progresivo, ya que en cada fase la tasa es mayor que la anterior, pero solo hay diferencias significativas entre la fase inicial y la de equilibrio posterior (test de Scheffé $p = 0,0077$).

Para comprobar si el incremento de la tasa de nacimientos de la población pudiera estar relacionado con el éxito reproductivo de las hembras se realizó otra ANOVA con los valores de la proporción entre crías y hembras en las diferentes fases, pero el resultado no ha sido significativo (ANOVA $F_{3, 56} = 1,154$; $p = 0,335$), a pesar de que los valores medios aumentan pro-

gresivamente desde la fase inicial a la final. Para ver el efecto de la sarna sobre la tasa de nacimientos se ha realizado un sencillo cálculo sobre cómo el cambio en la estructura de sexos y edades puede incrementar la proporción de crías en la población aunque se mantenga constante el éxito reproductivo de las hembras. Antes de que apareciera la enfermedad por cada 100 individuos era esperable que se produjeran 25 crías por año, mientras que tras la sarna, con el desequilibrio de la razón sexual, eran esperables 30 (Figura 7).

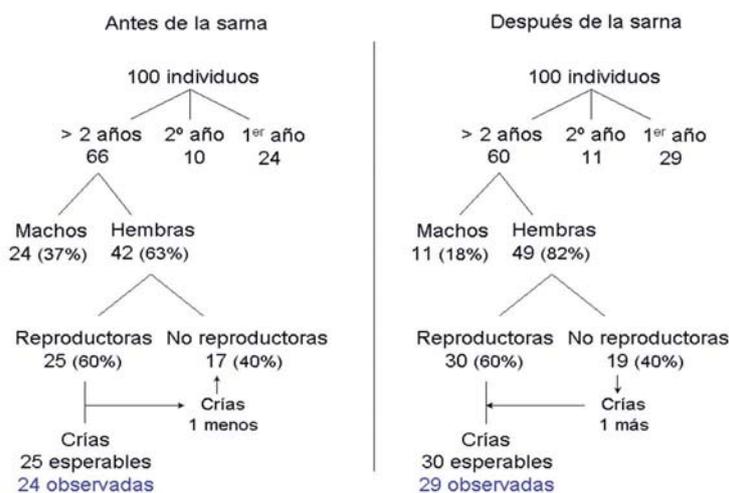


Figura 7. Número de crías esperables y observadas por cada 100 rebecos antes de la sarna y después de la sarna según la estructura de población obtenida de los recuentos considerando que las hembras mayores de segundo año mantienen una fracción no reproductora igual en ambos casos.

Es evidente que las variables que describen la mortalidad sufren importantes variaciones en las diferentes fases pero no es fácil de analizar estadísticamente en su conjunto, ya que los datos disponibles antes de la aparición de la sarna son muy escasos, solo tres, por lo que nos hemos limitado a verificar los cambios únicamente durante la existencia de la enfermedad. La mortalidad bruta se incrementa de forma sustancial durante la fase de descenso de la población y sufre grandes variaciones durante el proceso epizootico (ANOVA $F_{2, 34} = 19,666$; $p < 0,0001$), especialmente entre la fase de descenso y la de recuperación (test de Scheffé, $p < 0,0001$) y marginalmente significativa (test de Scheffé, $p = 0,0679$) entre la fase de recuperación y la de equilibrio posterior. Durante las fases estables (inicial y final) su valor medio parece ser similar (0,26 y 0,28).

Tabla 3. Valores de extracción sostenible que se pueden extraer en diferentes sectores de las reservas regionales de caza del oriente de Asturias considerando una tasa intrínseca de crecimiento de 0,12. K representa la capacidad de carga estimada; MRS es el máximo rendimiento sostenible y MRR el máximo rendimiento recomendable.

SECTOR	K	MRS	MRR
C (Aller)	211	23	17
F (Caso)	284	30	23
I (Caso-Ponga)	234	25	19

3.2.4. Explotación sostenible de las poblaciones de rebeco afectadas por la sarna. Aplicando la fórmula de máximo rendimiento sostenible con un valor conservativo de $r_{max} = 0,12$ (el obtenido en las pruebas de densodependencia), se observa que en las áreas afectadas por la sarna (Tabla 3) puede mantenerse una extracción sostenible que no supere el 8% de la capacidad de carga estimada.

4. DISCUSIÓN

4.1. Poblaciones sin sarna.

La población occidental en el actual Parque Natural de Somiedo ha venido creciendo de forma exponencial, sin que por el momento dé signos de que el crecimiento esté reduciéndose en los últimos años por lo que no se puede predecir matemáticamente el límite de su crecimiento poblacional.

En pleno crecimiento exponencial de la población oriental se observa una caída de la población entre 1977 y 1981 debida a una intervención extraordinaria. Ortuño y de la Peña (1977) señalan que en el Coto Nacional de Reres (parte de la actual Reserva Regional de Caso) se decidió poner en marcha un plan de caza selectiva a partir de 1974 para reducir la población desde unos 3000 rebecos hasta 2000 y evitar posibles problemas de superpoblación. En 1977 estos autores señalan que se tenía previsto matar 419 rebecos (196 machos y 250 hembras), lo que representaba el 17% de la población evaluada en 1978, que fue de 2600 ejemplares. A esta extracción extraordinaria hubo que sumar un episodio de queratoconjuntivitis infecciosa que se manifestó durante el invierno de 1978-1979 que pudo afectar al 30% de la población, aunque la mortalidad que produjo fue escasa (Martínez Ferrando, 1981). Este recorte de la población, intenso pero no prolongado en el tiempo, parece ser el causante de la diferencia observada en relación con el crecimiento de la población occidental y que la prueba de densodependencia no resultase totalmente significativa pese a que la prueba se incluían los diferentes etapas de crecimiento de la curva logística.



Grupo de hembras con crías en el concejo de Somiedo (Asturias). La ausencia de sarna en esta población de rebecos influye en el aumento notable de sus efectivos en los últimos años. Foto: *Pablo González-Quirós*.

No es sorprendente que la mortalidad sea mayor en una población próxima a la capacidad de carga que en las que están en fase de crecimiento exponencial. Esto es lo que se ha observado también en las poblaciones neozelandesas del tar del Himalaya *Hemitragus jemlahicus* (Riney, 1982), en las que a medida que reduce la tasa de incremento de la población aumenta la tasa de mortalidad, incluyendo la de los juveniles, mientras que se mantiene la tasa de nacimientos. Esto sucede porque la fecundidad de las hembras adultas es muy estable, en tanto que la que puede alterarse es la tasa de fecundidad de las juveniles, porque si hay una competencia intraespecífica por los recursos se produce un retardo en el acceso a la primera reproducción por parte de las hembras más jóvenes. Este fenómeno ya había sido puesto de manifiesto en la población cantábrica oriental de rebecos al comprobar que no se encontraban hembras menores de tres años ovuladas, mientras que en poblaciones alpinas suelen encontrarse hembras de gamuza *Rupicapra rupicapra* que habían ovulado a los 18 meses, e incluso en Nueva Zelanda pueden encontrarse hembras fértiles a partir de los ocho meses (Pérez-Barbería et al., 1998). De hecho, en Europa la madurez sexual de poblaciones colonizadoras está correlacionado con la rápida ganancia de peso de los juveniles,

mientras que en Nueva Zelanda las gamuzas no siguen este patrón y pueden encontrarse hembras fértiles de menos de un año de edad tanto en poblaciones en crecimiento como en poblaciones estables (Bauer, 1985).

4.2. Poblaciones con sarna.

La aparición de la sarna parece haber aumentado la tasa de nacimientos de la población de forma progresiva pero no el éxito reproductivo de las hembras, ya que no hay cambios significativos tras la irrupción de la enfermedad. Esto indica dos cosas: en primer lugar que la reducción de la población por debajo del 50% de los niveles iniciales no parece haber adelantado el acceso a la reproducción de las hembras jóvenes y en segundo término, que el leve aumento de la tasa de nacimientos, al no haber variado el éxito reproductor, sólo puede ser explicado por el desequilibrio de la razón sexual ya que al haber una mayor proporción de hembras en la población a causa del incremento de la mortalidad de los machos, el número de nacimientos por cada 100 individuos es mayor tras la aparición de la sarna.

La duplicación de la tasa de mortalidad en el momento en que la sarna irrumpe es lo que ocasiona la fase de caída, y la persistencia de estas tasas de en torno al 50% de la población durante tres años es lo que la reduce al 20-30% de su tamaño inicial. El tipo de datos disponibles en este seguimiento nos impiden aplicar métodos para conocer la mortalidad por clases de edad y sexo; únicamente podemos tener referencias de otros trabajos que hayan podido afinar más en este sentido, pero ninguno se refiere a la mortalidad provocada por la sarna. Así por ejemplo, Loison (2004) señala varios aspectos de interés, como que la supervivencia de los machos adultos es mayor en las poblaciones de baja densidad, de manera que la razón sexual tiende a estar menos desequilibrada en condiciones favorables; la supervivencia de los cabritos está relacionada inversamente con la cantidad de nieve en invierno, al contrario de lo que sucede con los adultos y que incluso en el caso de las hembras adultas su supervivencia es mayor al año siguiente si hay más nieve, porque si muere el cabrito el ahorro energético que habría supuesto la lactancia mejora sus posibilidades de supervivencia. Por otra parte, también señala que la supervivencia de los machos de más de cuatro años es similar a la de las hembras, pero luego disminuye rápidamente con la edad y ocasiona el desequilibrio de la razón sexual, incluso en poblaciones no cazadas.

Como el rebeco es una especie poligínica en la que un macho puede fecundar a varias hembras, la mayor afectación por la sarna afecta a los machos a causa de lo cual no afecta de forma notable al potencial reproductor de la población, pero sí a la gestión cinegética. Si la pieza de mayor interés es el macho que porta un buen trofeo, la disminución de la proporción de machos en el conjunto de la población y la probable disminución de su edad media puede afectar a la economía de la caza. No obstante, la

dependencia entre el tamaño del trofeo y la edad no es del todo directa ya que Pérez-Barbería et al. (1996) demostraron que a partir de los 5 años de edad el crecimiento puede ser inapreciable y depender ya de otros factores distintos de la edad. En tales circunstancias hay que tener en cuenta que según la pirámide de edad antes de la sarna sólo el 32% de los machos tenían más de 5 años, porcentaje que se reduce sustancialmente después de la epizootia. También el desequilibrio de la razón sexual afecta al tamaño efectivo de población que está relacionado con procesos de pérdida de variabilidad genética (Falconer, 2001).

El cálculo teórico del límite de la extracción debe interpretarse con gran precaución dado que en una población notablemente reducida de sus efectivos iniciales resulta muy vulnerable, especialmente cuando los mecanismos que afectan a la mortalidad no han sido comprendidos en toda su dimensión, por eso toda previsión debe ser seguida por una estrecha monitorización de los planes de caza para detectar cualquier desviación que pudiese desembocaren el agotamiento del recurso por sobreexplotación y corregir las tendencias negativas que puedan manifestarse. El modelo aplicado indica que puede garantizarse la sostenibilidad del recurso si la extracción cinegética no supera el 8% de la capacidad de carga estimada en fase de equilibrio posterior. Se ha puesto en evidencia que la sarna ejerce un control densodependiente de la población, lo cual quiere decir que la mortalidad por caza puede ser compensatoria, es decir que la mortalidad cinegética tiene poca influencia en la tasa total de mortalidad anual (Scalet et al., 1996) especialmente la de los machos, que son los más afectados por la morbilidad. Esto quiere decir que un porcentaje no determinado de los machos morirá cada invierno como consecuencia de la epizootia y si se cazan previamente (especialmente aquellos que puedan mostrar algún signo de infestación) se reducirá su densidad y esto puede disminuir la facilidad del contagio a los demás.

5. RECOMENDACIONES DE GESTIÓN

5.1. Población occidental.

Todavía no se puede calcular el límite de su crecimiento para esta población.

Una gestión factible puede ser la que mantenga la población entre el 60 y el 70% de la capacidad de carga, que podrá llegar a estimarse con más seguridad a medida que el crecimiento pase de la fase exponencial a una fase más estabilizada. Mientras tanto puede mantenerse la gestión actual, que mantiene una tasa de extracción conservadora.

La expansión territorial todavía puede permitir aumentar más la población occidental y facilitar la conexión con los pequeños grupos que actualmente están aislados.

5.2. Población oriental.

Antes del brote de sarna la capacidad de carga en las reservas regionales de caza de la mitad oriental del Principado de Asturias podría estar situada entre los 5000 y los 6000 rebecos.

La sarna parece provocar un control densodependiente de la población de rebeco en un nivel situado en torno al 40-50% del tamaño original, lo que puede representar en torno a los 3000 rebecos en estas reservas y puede ocasionar fluctuaciones a causa del equilibrio ocasionado por la interacción entre el parásito y el hospedador.

La mortalidad más intensa de los machos ocasionada por la sarna ha producido un desequilibrio de la razón sexual que ha pasado de un valor medio de 1,6 HH/M a 3,5 HH/M.

La información disponible actualmente no es suficiente para elaborar un modelo seguro de extracción sostenible, pero provisionalmente se puede poner un límite del 8%, una vez que la población se estabilice (entre 5 y 7 años después de la llegada del frente de la epizootia). La mortalidad cinética de los machos parece ser más compensatoria que la de las hembras a causa de su mayor mortalidad tras la temporada de caza.

Es conveniente hacer seguimientos anuales (recuentos totales o estimaciones) que permitan disponer de valores que permitan estimar de forma habitual parámetros como la mortalidad.

BIBLIOGRAFÍA

Ballesteros, F., Benito, J. L. y González-Quirós P. 1996. *Censo de rebecos de la zona oriental de Asturias, 1996*. BIOGESTION. Informe inédito.

Ballesteros, F., González-Quirós, P y Benito, J.L. 1988. Temporary evolution and spatial Spreads of sarcoptic mange in the Cantabrian chamois (*Rupicapra pyrenaica parva*). *Gibier Faune sauvage* 15 (HS3): 815-821.

Bauer, J.J. 1985. Fecundity patterns of stable and colonising chamois populations of New Zealand and Europe. En *The biology and management of mountain ungulates* S. Lovari (Ed.) : 154-165. Croom & Helm, Londres.

Berrilli, F., D'Amelio, S. y Rossi, L. 2002. Ribosomal and mitochondrial DNA sequence variation in Sarcoptes mites from different hosts in geographical regions. *Parasitological research* 88: 772-777.

Berryman, A. 1999. *Principles of population dynamics and their application*. Stanley Thornas (Publishers) Ltd, Chletenham.

Caughley, G. y Sinclair, A.R.E. 1994. *Wildlife Ecology and Management*. Blackwell Science, Cambridge, Massachussets.

Falconer, D.S. 2001. *Introducción a la genética cuantitativa*. Acribia Editorial, Zaragoza.

Fernández Gil, A., Fernández López, J.M., Naves Cienfuegos, J., Palomero García, G. y Solano, S. 1988. *Evaluación de la población de rebeco cantábrico. Memoria de la primera fase*. Informe inédito.

Fernández Gil, A., Fernández López, J.M., Naves Cienfuegos, J., Palomero García, G. y Solano, S. 1989. *Evaluación de la población de rebeco cantábrico. Memoria de la segunda fase*. Informe inédito.

Fernández-Morán, J., Gómez, S., Ballesteros, F., Quirós, P., Benito, J.L., Feliú, C. y Nieto, J.M. 1997. Epizootiology of sarcoptic mange in a population of cantabrian chamois (*Rupicapra pyrenaica parva*) in Northwestern Spain. *Veterinary Parasitology* 73: 163-171.

Fuchs, K., Deutz, A. y Gressmann, G. 2000. Detection of space-time clusters and epidemiological examinations of scabies in chamois. *Veterinary Parasitology* 92: 63-73.

Gabinete de Estudios Ambientales 1994. *Evaluación de la población de rebeco cantábrico en Asturias -1993/1994-*. Gabinete de Estudios Ambientales. Informe inédito.

Gabinete de Estudios Ambientales 1995. *Evaluación de la población de rebeco cantábrico en Asturias -1995-*. Gabinete de Estudios Ambientales. Informe inédito.

González González, G.R. y Rico, E. 1985. *Resultado del censo de rebecos realizado en el Coto nacional de Reres y en la Reserva Nacional de Caza de Somiedo. Informe inédito. Tema-3-Gobierno del Principado de Asturias, Asturias*.

González-Quirós, P. 2001. *Censo de rebeco en las Reservas Regionales de Caza de Asturias*. BIOGESTION. Informe inédito.

González-Quirós, P. 2006. *Muestreo de rebeco en los sectores de censo C, F e I Reservas Regionales de Caza de la zona oriental de Asturias (Aller, Caso y Ponga)*. BIOGESTION. Informe inédito.

González-Quirós, P. 2008. *Muestreo de rebeco en los sectores de censo C, F I y N Reservas Regionales de Caza de la zona oriental de Asturias (Aller, Caso, Piloña y Ponga)*. BIOGESTION. Informe inédito.

González-Quirós, P., Benito, J. L. y Ballesteros, F. 1998. *Censo de rebecos de la zona oriental de Asturias, 1998*. BIOGESTION. Informe inédito.

González-Quirós, P., Fernández, J.P., Benito, J.L. y Ballesteros, F. 1995. A recent Outbreak of sarcoptic mange in Cantabrian chamois (*Rupicapra pyrenaica parva*). En N. Botev (Ed.) *Proceedings of the International Union of Game Biologists, XXII Congress, The Game and the Man*. Pensoft, Sofía: 475-479.

González-Quirós, P. y Solano, S. 2000. *Censo de rebeco en las Reservas Regionales de Caza de Aller, Caso, Piloña y Ponga*. BIOGESTION. Informe inédito.

González-Quirós, P., Benito, J.L. y Ballesteros, F., 2001. *Censo de rebecos en la zona oriental de Asturias. Informe inédito. Biogestión-Gobierno del Principado de Asturias, Asturias.*

González-Quirós, P., Sánchez, M., Silva, P. y S. Solano. 2003a. *Censo de la población de rebeco en las Reservas Regionales de la zona oriental de Asturias (Aller, Caso, Piloña y Ponga). BIOGESTION. Informe inédito.*

González-Quirós, P., Sánchez, M., Silva, P. y Solano, S. 2003b. *Censo de la población de rebeco en la zona occidental de Asturias. BIOGESTION. Informe inédito.*

González-Quirós, P., Sánchez, M., Silva, P. y Solano, S. 2004. *Censo de la población de rebeco en las Reservas Regionales de Caza de la zona oriental de Asturias (Aller, Caso, Piloña y Ponga). BIOGESTION. Informe inédito.*

González-Quirós, P. y Sánchez, M. 2007a. *Censo de rebeco en las Reservas Regionales de la zona oriental de Asturias (Aller, Caso, Piloña y Ponga). BIOGESTION. Informe inédito.*

González-Quirós, P. y Sánchez, M. 2007b. *Censo de rebeco en las Reservas Regionales de la zona occidental de Asturias. BIOGESTION. Informe inédito.*

Johnson, D. H. 1994. Population analysis. En: *Research and management techniques for wildlife and habitats*, T. A. Bookhout (ed) : 419-444. The Wildlife Society, Bethesda.

Lamotte, M. 1965. Estadística biológica. Principios fundamentales. Toray Masson, Barcelona.

Lastras, M.E., Pastor, J., Marco, I., Ruiz, M., Viñas, L., y Lavín, S. 2000. Effects of sarcoptic mange on serum proteins and immunoglobulin G levels in chamois (*Rupicapra pyrenaica*) and Spanish ibex (*Capra pyrenaica*). *Veterinary Parasitology* 88: 313-319.

Loison, A. 2004. Démographie comparée du chamois et de l'isard. En: *El sarrío pirenaico Rupicapra p. pyrenaica: Biología, patología y gestión*. En J. Herrero, E. Escudero, D. Fernández de Luco y R. García-González (Eds.) : 139-158. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón, Zaragoza.

Martínez Ferrando, J. 1982. Parásitos del rebeco cantábrico (*R. Rupicapra parva*) en el C. N. de Reres (Oviedo). *Boletín de Ciencias Naturales del IDEA* 30: 9-22.

Miller, C. 1985. The impact of mange on chamois in Bavaria. En *The biology and management of mountain ungulates* S. Lovari (Ed.) : 243-249. Croom & Helm, Londres.

Nores, C. y Vázquez, V.M. 1987. La conservación de los vertebrados terrestres asturianos. MOPU, Madrid.

Ortuño, F. y de la Peña, J. 1977. *Reservas y Cotos Nacionales de Caza. 2. Región Cantábrica.* Incafo, Madrid.

Ortuño, F. y de la Peña, J. 1979. *Reservas y Cotos Nacionales de Caza. 4. Región mediterránea.* Incafo, Madrid.

- Pérez Barbería, J., Robles, L. y Nores, C. 1996. Horn growth pattern in Cantabrian chamois *Rupicapra pyrenaica parva*: Influence of sex, location and phaenology *Acta Theriologica* 41(1): 83-92.
- Pérez Barbería, J., Mutuberría, G. y Nores, C. 1998. Reproductive parameters, kidney fat index, and grazing activity relationships between the sexes in Cantabrian chamois *Rupicapra pyrenaica parva*. *Acta Theriologica* 43(3): 311-324.
- Pielou, E.C. 1974. *Population and community ecology*. Gordon and Breach Science Publishers, Nueva York.
- Riney T. 1982. *Study and management of large mammals*. John Wiley & Sons. Chichester.
- Rode, B., Bavdek, S.V., Lackovic, G., Fazarinc, G. y Bidovec, A. 2007. Inmunohistochemical study of normal and Mange (*S. scabiei var rupicaprae*) infested chamois (*Rupicapra rupicapra* L.) skin. *Anatomia, Histologia, Embryologia* 27(3): 187-192.
- Rossi, L., Meneguz, P.G., de Martin, P. y Rodolfi, M. 1995. The epizootiology of sarcoptic mange in chamois, *Rupicapra rupicapra*, from the Italian eastern Alps. *Parassitologia* 37(2-3) : 233-240.
- Rossi, L., Fraquelli, C., Vesco, U., Permunian, R. Sommavilla, G.M., Carmignola, G., da Pozza, R. y Meneguz, P.G. 2007. Descriptive epidemiology of a scabies epidemic in chamois in the Dolomite Alps, Italy. *European Journal of Wildlife Research* 53: 131-141.
- Sánchez Corominas, T. y González-Quirós, P. 1999. *Censo de Rebecos. Asturias, 1999*. Consejería de Medio Ambiente. Principado de Asturias. Informe inédito.
- Sánchez Corominas, T. 1999. Durmiendo con su enemigo. *Trofeo* 349: 74-79.
- Scalet, C.G., Flake, L.D. y Willis, D.W. 1996. *Introduction to wildlife and fisheries. An integrated approach*. W.H. Freeman and Company, Nueva York.
- Solano, S. y Silva, P. 1990. *Evaluación de la población de rebeco cantábrico 1990*. Gabinete de Estudios Ambientales. Informe inédito.
- Solano, S. y Silva, P. 1991. *Evaluación de la población de rebeco cantábrico (sector oriental. 1991)*. Gabinete de Estudios Ambientales. Informe inédito.
- Solano, S. y Silva, P. 1997. *Censo de rebecos en las Reservas Regionales de Caza Año 1997*. Gabinete de Estudios Ambientales. Informe inédito.
- Sutherland, W.J. 2000. *The conservation handbook. Research, management and policy*. Blackwell Science, Oxford.
- Zar, J.H. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs.