



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Centro de Estudios de Postgrado

Trabajo Fin de Máster

**FENOLOGÍA REPRODUCTIVA ANUAL
EN SARCOPTES SCABIEI
VARIEDAD CAPRA
ESPACIO NATURAL DE SIERRA NEVADA**

Alumno/a: Rodríguez Ramírez, Manuel

Tutor/a: D. Jesús María Pérez Jiménez

Dpto: Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología

Octubre, 2015

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. EL PARÁSITO Y SU ACTIVIDAD	2
1.2. EL HOSPEDADOR Y SU ESTADO	6
1.3. EL TRATAMIENTO SANITARIO DE LA SCABIOSIS	7
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y ESTADO ACTUAL.....	9
2.1. ARGUMENTO ECOLÓGICO-SANITARIO	9
2.2. ARGUMENTO SOCIO-ECONÓMICO.....	10
2.3. EVOLUCIÓN DEL PROGRAMA CONTRA LA SCABIOSIS	12
2.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE LA FENOLOGÍA REPRODUCTIVA ANUAL.....	13
3. MATERIAL Y MÉTODO.....	15
3.1. MUESTREO Y ESTIMA DE ÁCAROS.....	15
3.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	15
3.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
4. CONCLUSIONES	18
5. AGRADECIMIENTOS	18
6. REFERENCIAS.....	18

1. Introducción

El estudio que abordamos examina la fenología reproductora anual de *Sarcoptes scabiei* hospedado por *Capra pyrenaica* en el Espacio Natural de Sierra Nevada, sur de la Península Ibérica.



1.1. El parásito y su actividad

La sarna sarcóptica o sarcoptidosis (Kasai et al., 1988) es una enfermedad parasitaria que afecta a la piel de más de 100 especies de mamíferos, pertenecientes a 27 familias y 10 géneros en todo el mundo (Bornstein et al., 2001).

El agente causante es el ácaro *Sarcoptes scabiei* (I, 1758) (Latreille, 1802) (De Geer, 1978), miembro del suborden Sarcoptiforme, familia Sarcoptidae (Fain 1968). Fain (1968) propuso que los humanos fueron los hospedadores originales o primarios y que los animales habían adquirido los ácaros de ellos. Cita de Arlian (1989), “Sorprendentemente, para una enfermedad que ha afligido a la humanidad desde la antigüedad, poco directamente se conoce aun sobre la biología básica del parásito, las interacciones entre parásito-anfitrión, la respuesta inmune del anfitrión y susceptibilidad del anfitrión”.

Reconocible por su forma globosa y una quetotaxia característica, con dimensiones corporales que oscilan para los machos entre 213–285 μm de longitud por 162–210 μm de

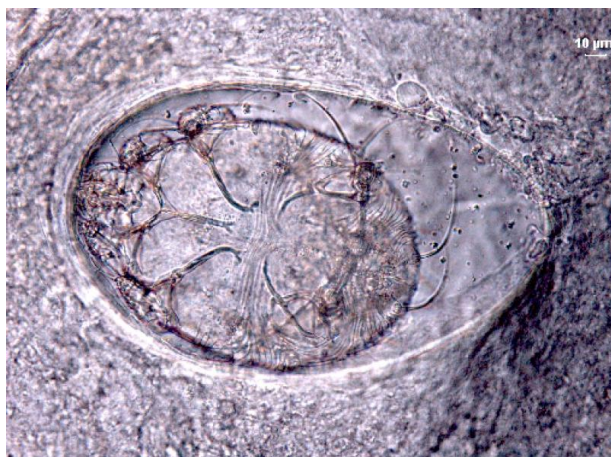


Imagen 1. Larva en huevo. www.bariparasitology.it

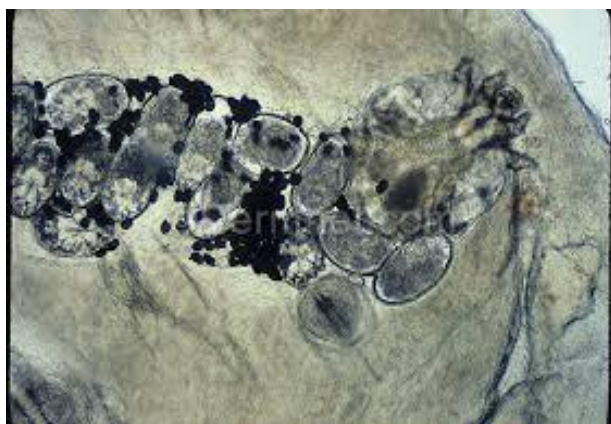


Imagen 2. Hembra en galería.

ancho (aproximadamente dos tercios del tamaño de la hembra) y para las hembras entre 300–504 μm de longitud por 230–420 μm de ancho (Fain 1968) y, un ciclo vital típico de los ácaros astigmátidos

(huevo-larva-protoninfa-tritoinfa-adulto), que puede completarse entre 12-16 días (Ruíz Martínez, I. y Pérez, J.M. 1997). *Sarcoptes scabiei* difiere de muchos otros ácaros de la sarna en que éstos habitan la epidermis de la piel, donde excava túneles en las capas externas durante todas las fases activas de su desarrollo penetra en el interior de la epidermis de su hospedador en algún momento (Heilesen 1946; Mellanby 1972; Van Neste 1988). Los ácaros construyen galerías a través del estrato córneo hacia el estrato granuloso y estrato espinoso, donde se alimentan de células vivas y fluido linfático del tejido (Imagen 2), (Van Neste 1986,1988; Arlian et al. 1988b).

El cuerpo es de color marrón claro, con las patas y las partes circundantes a la boca de color más oscuro y esclerotizadas, éste se divide en varias partes (figura 1).

El gnatosoma es cuadrangular y está constituido por un par de quelíceros y pedipalpos que utiliza para alimentarse y excavar túneles en el estrato córneo de la epidermis del hospedador. El idiosoma tiene forma ovalada, y es ventralmente plano y dorsalmente convexo. La superficie del idiosoma está cubierta por finas estrías y dorsalmente posee un número variable de campos con espinas que tienen importancia taxonómica (Fain, 1968). El coxal, que es la unión de las patas con el cuerpo, está embebido en la superficie ventral de cuerpo. Presenta 4 pares de patas; el primer y segundo par de patas son cortos, se extienden más allá del margen antero-lateral del idiosoma, se sitúan a ambos lados del gnatosoma y próximos al mismo, terminando en forma de ventosa (Mellanby, 1972). El tercer y cuarto par de patas son también cortos, pero no se proyectan más allá del borde del cuerpo. La parte terminal de los pares de patas 3º y 4º de la hembra y 3º del macho se proyecta en un largo pelo quitinoso, mientras que el 4º par del macho termina con una ventosa. El ano es posterior y terminal en ambos sexos (Fain, 1968).

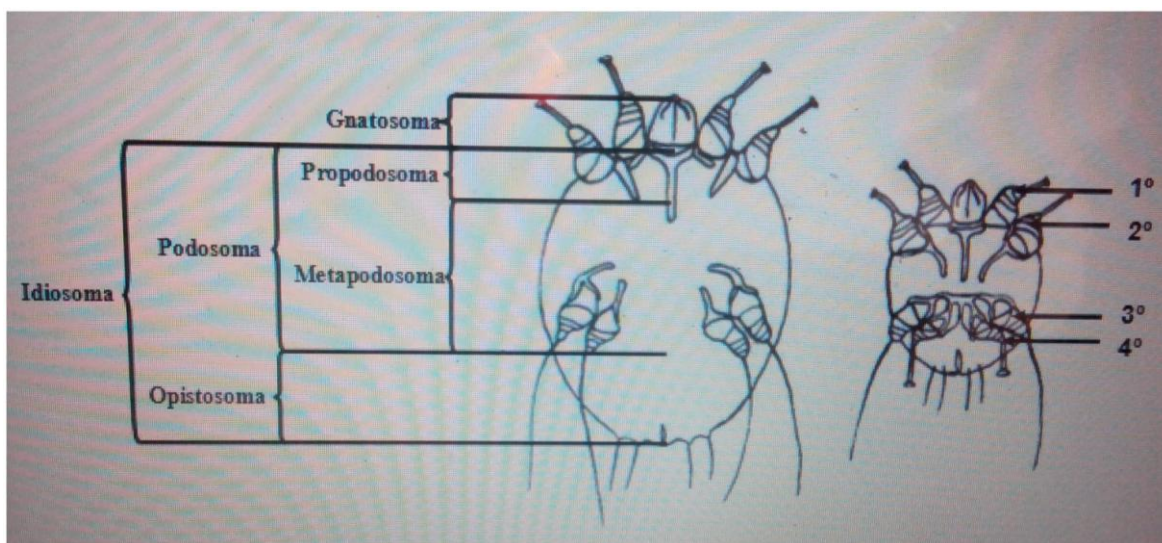
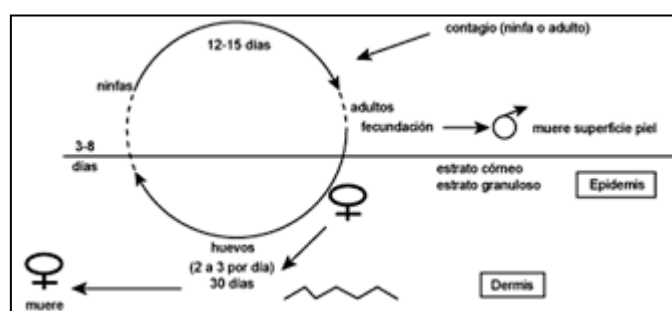


Figura 1. Esquema de las partes del cuerpo en *S. scabiei*. Rodríguez F. 2012

Las hembras, una vez fecundadas, ponen de 3-5 huevos al día dentro de los túneles, en cuyo interior se desarrolla una larva hexápoda, que eclosiona a los 3-5 días (Imagen 1). Tras la eclosión algunas larvas salen a la superficie cutánea, otras pasan a los folículos pilosos o galerías preexistentes y otras continúan en las galerías donde eclosionaron. A los 10-12 días se produce la muda a ninfas octópodas (protoninfas y tritoninfas), que en el caso de las larvas que permanecían en la superficie se realiza en pequeñas cavidades que se conocen como “bolsas de muda”. Las ninfas pueden permanecer en los túneles, las “bolsas de muda” o moverse por la superficie de la piel excavando nuevos túneles. La muda de tritoninfa a adulto requiere de 2-4 días adicionales. Las hembras adultas pueden ser fecundadas, comenzando a construir nuevas galerías, donde a los 4-5 días ponen los huevos (Arlan y Vyszenski-Moher, D.L., 1988; Heilesen, B.M., 1946). Los adultos viven unos 2 o 3 meses, fuera del hospedador, la supervivencia se reduce solo a unos pocos días.



Esquema ciclo biológico de *Sarcoptes Scabiei*

El ácaro procedente de distintas especies de hospedadores se observa similar pero difiere fisiológicamente y por lo general se consideran razas biológicas o incluso especies

diferentes (Soulsby, 1968; Howell et al., 1978; Blood et al., 1979). Es habitual que un anfitrión tenga una proporción más alta de especímenes de un tipo que de otros. Los análisis genéticos moleculares de 23 aislamientos de *S. scabiei* en nueve especies de hospedadores (cabra, perro, zorro plateado y rojo, camello, dromedario, perro mapache, lince, cerdo y oso australiano) de cuatro continentes, apoyan fuertemente la visión de que el género *Sarcoptes* consiste en una especie heterogénea (Zahler et al. 1999). Así, se designan distintas variantes (var) en función de la especie de hospedador de la cual se aislaron (ejemplos, *S. scabiei* var. *capra*, *S. scabiei* var. *vulpes*, *S. scabiei* var. *ovis*, *S. scabiei* var. *canis*, etc.). A partir de estudios con infestaciones experimentales y de la observación de otras en la naturaleza, se han obtenido indicios de que la especificidad hacia el hospedador ocurre en algunas variantes, pero no en otras, y en aquellas donde realmente ocurre, la especificidad es sólo parcial (Stone et al. 1972; Samuel 1981; Arlian et al. 1984a; Arlian et al. 1988a; Arlian 1989; Mörner 1992). Un estudio reciente con microsatélites analizó la diversidad genética en una población de animales salvajes durante un período de 11 años. Éste demostró la estabilidad genética temporal, con una carencia del flujo de genes entre ácaros de poblaciones simpátridas del hospedador (Alasaad, S. et al., 2011).



Imagen 3.awp.eduwikis.co.za

La sintomatología provocada por esta acción expoliadora se traduce en un intenso prurito, desecación, descamación e hiperqueratinización de la piel y pérdida de pelo (alopecias de diverso tamaño dependientes de la intensidad de la infestación) (imagen 3) (Arlian et al., 1990), la violencia con que los afectados se rascan para aplacar la picazón, a su vez, provoca

heridas que pueden infectarse con bacterias secundarias. Es probable que las infecciones bacterianas en la dermis, asociadas al grado de las fisuras que presenta la piel hiperqueratinizada, permitan que otras bacterias infecten órganos internos. Las infecciones bacterianas secundarias se han relatado en conejos y humanos con sarna (Arlian et al. , 1990; Ciudadano, 1994).

El contagio tiene lugar por contacto directo (animal sano-animal parasitado) o por fómites (grupos de ácaros desprendidos del hospedador en lugares de rascadero o refugio), y se reconoce que la mayoría de los hospedadores presentan resistencia (inmunidad inducida) a la reinfestación y sólo en algunos casos se produce la muerte, por causas y condiciones no totalmente establecidas (Arlian et al., 1990). Es conocido que las bajas temperatura y la alta humedad relativa (RH) son favorables para los parásitos, especialmente cuando éstos

abandonan al hospedador (Fain 1978, Arlian et al., 1984, Ibrahim and Abu-Samra 1987, Arlian et al., 1989).

1.2. El hospedador y su estado

La Cabra montés (*Capra pyrenaica*, Schinz, 1838) (Imagen 4) es un endemismo ibérico emblemático de muchos enclaves montañosos de la España mediterránea, cuyas poblaciones, anteriormente esquiladas por la caza incontrolada, han crecido considerablemente bajo una política de conservación y protección cinegética en las últimas décadas. La importancia de la Cabra montés como un indicador de la calidad de nuestros montes y como un elemento cinegético de primer orden ha llevado a esta especie a ser centro de atención de muchos estudios (Web de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Junta de Andalucía). Como tal, no sólo es un elemento representativo de nuestra propia diversidad biológica y un motor económico para las poblaciones locales, sino que se puede considerar una especie clave en la conservación de la biodiversidad de los hábitats de alta montaña donde se encuentra (Web de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Junta de Andalucía).

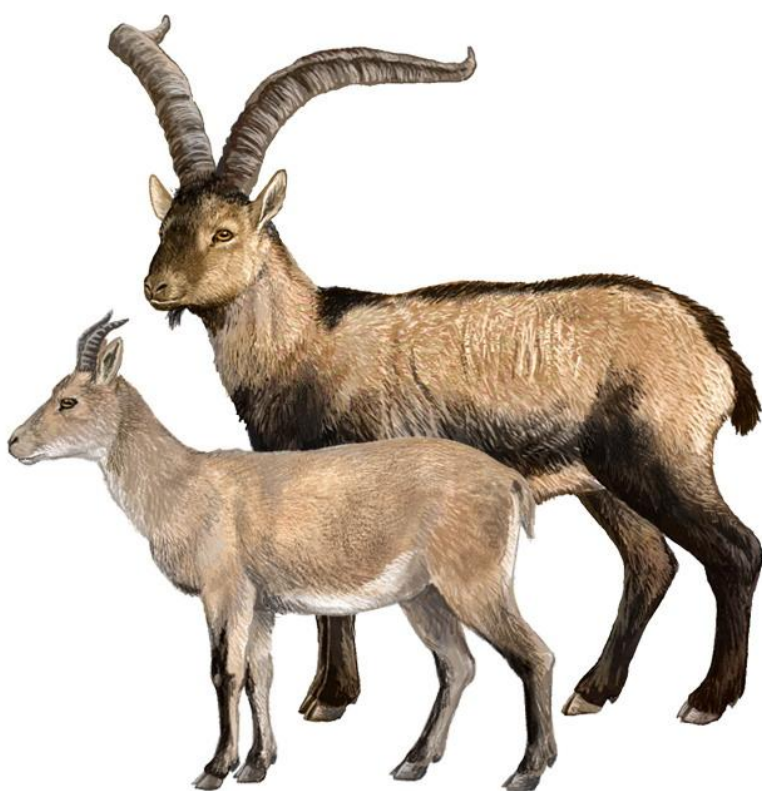


Imagen 4. Macho y hembra de Cabra montes (*Capra pyrenaica*)

Aunque taxonómicamente tanto su posición a nivel de especie como de subespecie representan un problema no resuelto, aceptaremos que en el Parque Natural de Sierra Nevada se encuentra la subespecie más meridional, *Capra pyrenaica hispanica* (Schimper, 1848).

Los restos fósiles y las pinturas rupestres evidencian que la Cabra montés era abundante y se distribuía ampliamente durante el Paleolítico y Neolítico por buena parte de la Península Ibérica

(Web de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Junta de Andalucía). Sin embargo, dichas poblaciones sufrieron un retroceso acrecentándose en los últimos 150 años, durante el siglo XIX, reduciéndose su área de distribución, y extinguiéndose determinadas poblaciones. Las medidas proteccionistas se iniciaron a

principios del siglo XX, con la creación de Parques, Cotos Reales, Cotos Nacionales, y las Reservas Nacionales de Caza como figuras legales proteccionistas. Paralelamente a esta gestión, la montaña mediterránea a partir de los años 60 sufrió un masivo despoblamiento humano (migraciones hacia las ciudades) y una continua transformación de su fisonomía (abandono de cultivos, repoblaciones forestales, fuegos, urbanizaciones, etc.), estas actuaciones, provocaron un aumento de los efectivos poblacionales de cabra montés y la colonización de nuevas áreas ([Web de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Junta de Andalucía](#)). Andalucía contiene las poblaciones más numerosas y extendidas de la Península Ibérica ([Fandos. 1991](#)) y, empleando los mismos parámetros, actualmente Sierra Nevada mantiene la mayor población andaluza ([Pérez et al., 1994b](#)), cifrada en unos 13.000 ejemplares. La Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía desarrolló un proyecto, durante los años 1996-1999, en el que, a partir de una metodología contrastada, se obtuvieron resultados de distribución de la especie en Andalucía y densidades de la mayor parte de los núcleos, aportando los conocimientos básicos de la especie y del efecto de la sarna sobre la misma, determinándose que más de 30.000 efectivos ocupaban algo más de 9.500 Km² (casi el 11% de la superficie del territorio andaluz), en más de 30 enclaves. En la imagen siguiente (Imagen 5), se

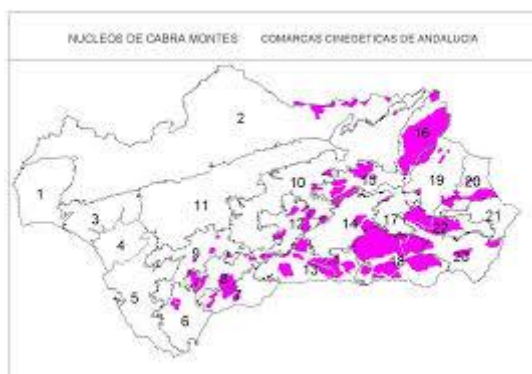


Imagen 5. Consejería de Medio Ambiente Junta de Andalucía

representan los diferentes núcleos poblacionales de Cabra montés. Del global de núcleos, es sin duda Sierra Nevada el más numeroso, albergando a más del 50% de la población andaluza.

La problemática a la que se enfrenta la especie en el sur peninsular tiene que ver con factores internos derivados de la propia dinámica poblacional y, externos derivados de las interacciones con otras especies y el ser humano. Entre las primeras destacan: la superación de la capacidad de carga del hábitat por elevadas densidades de individuos concentrados, el acusado desequilibrio en la sex-ratio a favor de las hembras (favorecido por la presión cinegética), y el estado sanitario (elevadas densidades de cabras en un área incrementan las probabilidades de contacto y aumenta el riesgo de contagio hasta el punto de convertirse en plagas y desencadenar procesos epizootiológicos severos). Como factores externos principalmente: el furtivismo y la competencia por el hábitat con otros ungulados silvestres y el ganado doméstico.

1.3. El tratamiento sanitario de la scabiosis

Actualmente, existe una amplia gama de sustancias activas para el tratamiento de la sarna sarcóptica, los grupos de fármacos más frecuentemente utilizados aplicados por vía parenteral son las lactonas macrocíclicas (ivermectina y moxidectina), por vía tópica son

los piretroides y las amidinas. Los extractos de plantas también pueden constituir una buena alternativa para el tratamiento.

Para evaluar la eficacia de los acaricidas frente a los ácaros de los rumiantes, la Asociación Mundial para el Avance de la Parasitología Veterinaria ha publicado una guía en la que aconseja sobre el modo de realizar los estudios con animales y de preparar la documentación necesaria para su registro ante las autoridades ([Vercruysse y col., 2004](#)). Recientemente, se ha desarrollado una formulación de moxidectina de acción prolongada, y se ha demostrado que una única dosis de 1mg/kg de peso vivo es suficiente para conseguir una curación clínica en 40 días ([Astiz y col., 2011](#)). Los extractos naturales de plantas son una alternativa en las regiones donde no hay acceso a sustancias farmacológicas o para los actuales sistemas de producción ganadera ecológica. Así por ejemplo, se ha demostrado que el aceite de *Cedrus deodara* (cedro del Himalaya) es más eficaz que el benzoato de bencilo para el tratamiento de la sarna por *S. scabiei* var. *ovis*. La recuperación clínica es más rápida y no se detectan ácaros tras cinco aplicaciones con dos días de intervalos, frente a las siete aplicaciones que se necesitan para eliminar los ácaros con benzoato de bencilo ([Sharma y col., 1997](#)). El chapú con extracto de semilla de nim tiene actividad frente a la sarna que origina *S. scabiei* var. *canis* ([Abdel-Ghaffar y col., 2008](#)), una microemulsión de aceite nim en dodecil benceno sulfonato de sodio, Tween-80 y alcohol hexílico es eficaz in vitro frente a las larvas de *S. scabiei* var. *cuniculi* ([Xu y col., 2010](#)). El aceite esencial de eucalipto es eficaz para el tratamiento de la sarna sarcóptica humana ya que consigue una curación completa en un plazo de entre 5-10 días ([Morsy y col., 2003](#)).

Los meses de verano son los más desfavorables para las características biológicas del parásito. Este periodo, por tanto, se considera el más apropiado para intensificar las medidas de control frente a *scabiei*, con la intención de conseguir la mayor eficacia ([Hawthorne 1980](#)).

Años de monitorización y estudio de las poblaciones han demostrado que la mejor manera de luchar contra la escabiosis es la prevención ([Pérez, J.M., 2011](#)), para ello, el conocimiento sobre la dinámica reproductora anual de *Sarcoptes scabiei* se hace una herramienta necesaria.

2. Fundamentación teórica y estado actual

2.1. Argumento ecológico-sanitario

Los ungulados como *Capra pyrenaica* son particularmente susceptibles a esta parasitación, se ha confirmado la presencia de *scabiei* en especies de las familias Bovidae, Camelidae, Cervidae, Giraffidae, Tayassuidae, Suidae, Equidae y Tapiridae. La sarna sarcóptica debe ser considerada como una enfermedad enzoótica en ungulados, con tasas normales de incidencia inferiores al 1% e índices de mortalidad también bajos (Ruíz et al., 1993) y esporádicos brotes con tasas de mortalidad inferiores al 20% (Gil Collado, 1960). Pero no faltan los casos en la literatura científica de epizootias catastróficas por sarcoptidosis, fundamentalmente en cánidos y ungulados, con tasas de incidencia superiores al 90% y tasas de mortalidad superiores al 80% (Kutzer, 1966; Pence et al., 1983; Vyrypaev, 1985; Morner, 1992; Rossi et al., 1995). En nuestro país, la sarcoptidosis ha afectado seriamente a poblaciones de Rebeco cantábrico (*Rupicapra pyrenaica parva*) en el noroeste (FernándezMorán et al., 1997) y Cabra montés (*Capra pyrenaica*) (Fandos, 1991; Pérez et al., 1997; León-Vizcaíno et al., 1999) y Arruí (*Ammotragus lervia*) (González-Candela et al., 2004) en el sur, llegando en algunos casos a mortalidades entorno al 90% (Fandos, 1991; León-Vizcaíno et al., 1999). La prevalencia media obtenida para el territorio andaluz durante el periodo 1992-1998 es del 24%, presentando una clara dinámica estacional (Programa de gestión de la Cabra Montés en Andalucía, Junta de Andalucía).

El macizo de Sierra Nevada es, sin duda, el área de mayor riqueza biológica y endemidad de la Península Ibérica (Web de la Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía). En hábitats de especial interés de conservación como es el denominado de “altas cumbres” (oro y crioromediterráneo), la desaparición de un porcentaje alto de la población de este herbívoro puede ocasionar una peligrosa alteración en el equilibrio fitosociológico de las comunidades vegetales, en perjuicio de la biodiversidad. Los brotes epidémicos suponen un riesgo para la viabilidad de núcleos poblacionales que se encuentren amenazados por su escaso número de efectivos, pudiéndolas llevar localmente a la extinción como recurso natural. Además de los rasgos de su historia natural que presenta el hospedador (gregarismo, alta densidad, poligamia, etc), que favorecen la propagación de la enfermedad, debemos considerar una escasa resistencia del hospedador, *Capra pyrenaica*, ya sea individual o poblacional ante *Sarcoptes scabiei*, sea por razones de PMV (población mínima viable) en origen o por un inadecuado manejo poblacional ulterior. Es muy probable que esto sea así porque la relación entre Capra y Sarcoptidae debe ser muy antigua, anterior a la misma aparición del género *Capra* e incluso la de sus antecesores (Geist, 1971; Kim, 1985).

Con todo ello, tenemos un panorama muy preocupante para la Cabra montés (*Capra pyrenaica hispanica*) en el Sur de la Península Ibérica. Esta situación acredita el estudio que abordamos, enfocado a incrementar el conocimiento sobre el agente causante de la sarna sarcóptica y su aplicación en conservación de este endemismo ibérico.

2.2. *Argumento socio-económico*

El valor económico directo, indirecto y añadido de la cabra montés hacen que sea la especie cinegética más codiciada en la Península Ibérica, por lo que en términos económicos el Balance Neto Actual (BNA) y el análisis Costo-Beneficio y Beneficio-Riesgo (C/B) son favorables a la inversión cuantitativa para evitar la pérdida de1 recurso en términos económicos. Podemos realizar una aproximación sencilla en un caso concreto como es el Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas (Jaén), recientemente diezclado por la epizootia. Considerando los datos demográficos (10 individuos/km²), tasa de natalidad (0,6) y sex-ratio (96:100) aportados por Fandos (1991), para un estudio económico a 5 años y atendiendo únicamente a las pérdidas directas por sarcoptidosis (subestima para hembras $\approx$ 20.000 pts/individuo y subestima para machos $\approx$ 25.000 pts/individuo) podemos deducir unas pérdidas, siendo muy prudentes, de unos 1.000 millones de las pesetas, (6 millones de euros). Estas cantidades, invertidas en programas plurianuales de manejo, suelen producir un balance costo/beneficio muy favorable (Thrusfield, 1990).

La caza ejerce un control poblacional que permite la explotación agrícola y ganadera en muchas comarcas y la posibilidad de viajar tranquilamente al crepúsculo, además, genera más de 3.635 millones de riqueza. Esa inyección económica creada por la caza permite también fijar población en los espacios rurales más deprimidos (Garrido, J.L., 2012). Otro dato determinante es el de 894.660 licencias emitidas en el año 2010. La caza mayor incrementa las capturas cada año en un 10% aproximadamente (ver tabla 1). Se considera como dinero generado por la actividad de la caza, además del pago por la jornada de caza, el dinero por la comercialización de la res muerta, trabajo de veterinarios, guardería, rehalas, hostelería, transportes, costes administrativos como seguros, licencias etc... (ver tabla 2) (Garrido, J.L., 2012). Contribuimos al conocimiento de la scabiosis para que sus consecuencias no afecten en forma drástica a la Cabra montés como recurso natural cinegético.



Imagen 5. lgsierranevada.blogspot.com

Capturas de cabra montés en España en las 11 últimas temporadas (2001-2011). Tabla 1

TEMPORA	CABRA MONTES
2000-2001	1.677
2001-2002	1.244
2002-2003	1.636
2003-2004	1.340
2004-2005	1.661
2005-2006	1.848
2006-2007	2.773
2007-2008	2.549
2008-2009	3.219
2009-2010	4.141
2010-2011	5.024
TOTAL	27.112

Datos Anuario Estadísticas Agrarias (AEA).

Estudios oficiales publicados y más significados sobre la economía de la caza en España. Tabla 2

Año	Autoría del informe	Capturas	Dinero Generado
1985	METRASEIS. Secretaría General de Turismo	Caza menor: 26.709.168 piezas Caza mayor: 57.045 reses	473.346.000 €
2003	Grupo parlamentario del PP y/otros actores	Caza menor: 22.261.000 piezas Caza mayor: 208.268 reses	2.939.680.475 € (*)
2012	Estimación propia	Caza menor: 26.750.000 piezas Caza mayor: 411.649 reses	3.635.756.996 €

(*) Millones de euros resultantes del informe a partir de datos del informe 2003 (quinta versión).

José Luis Garrido Martín Director General de FEDENCA. La Caza. Sector económico.

Sierra Nevada mantiene una población de herbívoros que excede con mucho su capacidad de carga (Pérez et al., 1994). Como en muchas otras áreas, la política subvencionadora ganadera en el marco de la PAC ha provocado un incremento de herbívoros domésticos y también un escaso control de los mismos. Junto a este problema, el creciente uso socio-recreativo del medio natural, con el consiguiente impacto del turismo (que altera y limita el hábitat y reduce el espacio disponible), están provocando una auténtica masificación de herbívoros simpátridos (Herrera, 1990). En esta situación, las patobiocenosis se constituyen como un factor de riesgo densidad-dependiente, sobre todo si han desaparecido otros agentes de control (Gilbert & Dodds, 1992).

Además, a la situación actual descrita anteriormente, sumamos que los índices de morbilidad y mortalidad habituales, contrastados con los que esporádicamente presenta la sarcoptidosis (Kutzer, 1966; Pence et al., 1983; Miller, 1985; Vyrypaev, 1985; Mörner, 1992, Rossi et al., 1995) o con los que se ha manifestado en casos cercanos (Alados y Escos 1989, León Vizcaino et al., 1989; Fandos 1991), nos pueden hacer pensar en una cepa especialmente virulenta de *Sarcoptes scabiei*. Si aceptamos ésta, obtendremos una buena razón que ayude a explicar las actuales tasas de mortalidad, bien como única razón o bien en conjunción con otros factores. En este caso, la transmisión de *S. scabiei* procedente de ovejas y cabras domésticas ha sido sugerida, aunque no existen evidencias para apoyar esta hipótesis (Jesús M. Pérez- J.Wildl. Res 2(1):86-89, 1997). En cualquier caso, deberemos admitir el efecto regulador que los parásitos ejercen sobre las poblaciones hospedadoras (Toft et al., 1991; Gilbert & Dodds, 1992).

2.3. Evolución del programa contra la scabiosis

Los resultados ecológicos y socio-económicos (comentados en los párrafos anteriores) de los brotes de sarna en poblaciones de ungulados silvestres han motivado la creación de programas dirigidos a la rápida detección y control de la enfermedad por parte de las administraciones. Desde 1992 en el Espacio Natural de Sierra Nevada (Sur de España), con participación de la administración, se lleva a cabo un proyecto de investigación de la sarna sarcóptica hospedada por cabra montés. Un equipo de guardas entrenados específicamente para tal fin, han sido los responsables del monitoreo de la sarcoptidosis en las poblaciones de cabra montés; durante un programa mensual de trabajo de campo los animales sarnosos son detectados mediante binoculares y telescopio, clasificándolos según su afectación (Granados et al., 2008).

Actualmente, la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio ha declarado área de emergencia cinegética temporal en varios términos municipales de las provincias de Almería, Granada, Jaén y Málaga, para continuar con las medidas de control de la sarna sarcóptica en Cabra montés (*Capra pyrenica hispanica*) y mejorar así la situación sanitaria de las poblaciones de esta especie. La Consejería y los titulares de cotos en cuyo plan técnico de caza esté aprobada la actividad cinegética para los ejemplares de Cabra montés, podrán adoptar la eliminación con arma de fuego de los individuos afectados por sarna

sarcóptica, con criterios de gestión selectivos. Igualmente, la Junta llevará a cabo medidas como la captura en vivo de ejemplares, enfermos o sanos, destinados a los cercados reservorios de la Estación de Referencia de la Cabra Montés, para garantizar así la pervivencia de la especie. También efectuará, en el marco del actual Programa de Gestión de la Cabra Montés en Andalucía (PACAM), la toma de muestras para su análisis, censos de poblaciones de Cabra montés y elaboración de mapas epidemiológicos. Esta resolución de la Junta de Andalucía, entró en vigor el día 8 de julio tras su publicación en el Boletín Oficial de la Junta de Andalucía (BOJA) y permanecerá vigente hasta la finalización de la temporada cinegética 2016-2017 ([Web de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Junta de Andalucía](#)).

Un brote de sarna sarcóptica detectado en diferentes municipios de la Terra Alta próximos al macizo de los Ports amenaza con diezmar o, incluso, extinguir la población de Cabra montés. La Generalitat ha confirmado el hallazgo de dos animales muertos por esta enfermedad, el tipo de sarna más virulento, en la montaña de Santa Bàrbara, en Horta de Sant Joan. Los Agentes Rurales controlan y estudian el alcance de la epidemia, que actualmente localizan en las poblaciones de Horta, Prat de Compte y Arnes. Govern, cazadores y sectores afectados han iniciado reuniones para abordar el problema, que a finales del 80 redujo hasta un 3% la población de cabras en la sierra de Cazorla. Por el momento, la Generalitat ya ha dado permiso a los cazadores para abatir a los ejemplares sospechosos de estar contagiados ([La Vanguardia, 20-01-2015](#)).

Estos casos de epizootia recientes, declarados en Andalucía y Cataluña, ponen de manifiesto que la problemática de la sarna sarcóptica hospedada en *Capra pirenaica* no es un hecho del pasado, por el contrario, continua muy vigente y se respalda la necesidad de continuar investigando y trabajando sobre esta parasitosis.

2.4. Justificación del estudio de la fenología reproductiva anual

Sarcoptes scabiei es un parásito externo cuya longevidad promedio es de 2-3 meses y desarrolla su ciclo vital en la epidermis, un medio de condiciones ambientales muy constantes durante todo el año. Bajo estas dos premisas, proponemos la hipótesis que dice que la densidad de la población de ácaros es constante a lo largo de todo el año.

No se ha encontrado en la literatura de *S. scabiei* var. *capra* un trabajo cuyo objetivo sea el estudio de la fenología reproductiva anual. Si se han encontrado otros trabajos sobre *S. scabiei* relacionados con esta misma temática en otros hospedadores. La distribución y el número de fases del ciclo de vida de *Sarcoptes scabiei* ha sido determinada en cerdos y humanos con ligera a moderada afección de sarna sarcóptica ([Johnson and Mellanby, 1942](#); [Bartley and Mellanby, 1944](#); [Davis and Moon, 1990](#)).

Para el estudio de la enfermedad en humanos, se ha introducido el índice de fertilidad de *S. scabiei*, que es determinado por el número de huevos encontrados en las galerías del ácaro, contado con el empleo de una nueva técnica diagnóstica de laboratorio con ácido láctico. Los estudios han revelado que este índice es alto en diciembre-septiembre (11.5 +/-1.0 - 12.6 +/-1.3) y mucho más abajo en julio-enero (8.9 +/-1.1 - 6.0 +/-0.6). Otro hecho

interesante consistía en que algunas hembras estaban en un estado latente de diciembre a julio, cuando la oogénesis se frena y por lo tanto la actividad de la población del ácaro decaía. Los resultados han demostrado cambios regulares estacionales en la reproducción de *S. scabiei*, que coincide con la fenología de enfermedad ([Vestn Dermatol Venerol. 1989;\(11\):12-5. Sokolova TV](#)).

Siete hembras y tres machos de wombats (*Vombatus ursinus*) capturados en áreas arboladas de Victoria (Australia) durante un periodo de 10 meses, del 10 de abril de 1997 al 22 de febrero de 1998 tenían al menos el 30% de su piel afectada por hiperqueratinosis severa inducida por sarna sarcóptica. No había evidencias de que los ácaros no se distribuyeran normalmente en una región de piel con signos clínicos similares (P exacto bilateral = 0. 949). Considerando el número mediano o medio de cada etapa del ciclo vital de *S. scabiei* para los 10 wombats, las larvas eran la etapa del ciclo vital más frecuente seguida de huevos, ninfas, hembras y machos ([Journal of Wildlife Diseases, 35\(4\), 1999, pp. 633–646 q Wildlife Disease Association 1999 - Lee F. Skerratt,1,3 Deborah Middleton,2 and Ian Beveridge1](#)).

Apoyados en la experiencia de otros autores y la nuestra propia, dirigimos este estudio a examinar la evolución del porcentaje de larvas a lo largo del año, se considera el estadio del ciclo vital más adecuado y fiable para representar los posibles cambios de la actividad reproductora durante el año.

Indirectamente, numerosos trabajos centrados en el estudio de la prevalencia y epidemiología de la sarna sarcóptica, sin embargo, sugieren que *scabiei* si presenta picos significativos de mayor y menor actividad reproductora a lo largo del año. Esta estacionalidad reproductora anual observada, se relaciona con situaciones de estrés que, disminuirían la capacidad del sistema inmunológico del hospedador, tales como: la disponibilidad de alimento, la climatología y la edad o sexo de los individuos afectados ([L. Rossi 2007. - Jesús M. Pérez 1999. - Luís León-Vizcaino 2003.](#)).

Con todo, el objetivo de este trabajo fue demostrar científicamente que *Sarcoptes scabie* var. *capra*, presenta una fenología reproductiva irregular u heterogénea a lo largo del año. En otras palabras, que se reconocen picos estadísticamente significativos de mayor y menor valor reproductivos en determinados meses del año. Esta información sería de interés fundamental para desarrollar modelos de simulación sanos de la sarna, permitiendo por su parte generar hipótesis en modelos espaciotemporales y demográficos de la enfermedad, para ayudar a la gestión en la dirección apropiada de las poblaciones afectadas.

3. Material y Método

3.1. Muestreo y estima de ácaros

Todas las pieles de *Capra pyrenaica* muestreadas proceden del Espacio Natural de Sierra Nevada, sur de España (36°00′–37°10′N, 2°34′–3°40′W): no se tuvo en cuenta sexo o edad y fueron seleccionadas como parte del Proyecto: CGL2012-40043-C02-01: Epidemiología, Inmunología y Patología de la Sarna Sarcóptica en la Cabra Montés, dirigido a controlar la densidad de Cabra montés y la expansión de la enfermedad. Todas las pieles utilizadas estaban en mayor o menor grado parasitadas por *S. scabiei*. La recolección tuvo lugar durante un periodo de 8 años, entre 2002 y 2010.

Tras la extracción, los animales se despellejaron y su piel entera se introdujo en bolsas de plástico que se enviaron al laboratorio, donde se mantuvieron a –20°C hasta el momento de



Imagen 6. Piel con sarna de *Capra pyrenaica*. J.M. Pérez et al., 2011. *Vet. Parasitology* 176, 258-264

su análisis parasitológico ([Veterinary Parasitology 176 \(2011\) 258–264 Jesús M. Pérez](#)). Una vez descongelada, 5 porciones de piel con un tamaño de 4cm² cada una, fueron extraídas sistemáticamente de las partes del cuerpo que más a menudo son afectadas por la enfermedad, que se pueden considerar como indicadores de la infección de la sarna: labios, frente (cabeza), cruz, extremidad anterior y extremidad posterior ([León-Vizcaíno](#)

[et al., 1999](#)). Para el estudio microscópico, las muestras extraídas fueron digeridas por separado con una solución al 5% de KOH e incubaron a 40°C durante la noche, aproximadamente 10-12 horas. Transcurrido este tiempo, el material orgánico de la piel se había disuelto, permaneciendo las cutículas de los ácaros. El resultado de cada digestión fue resuspendido y un volumen de 10 ml separado, vertido en una placa de Petri reticulada y observado al estereoscopio (empleando lentes de 4x y 10x) para contar los ácaros ([Veterinary Parasitology 176 \(2011\) 258–264 Jesús M. Pérez; León-Vizcaíno et al., 1999](#)). La identificación específica del parásito y la fase de su ciclo vital se llevó a cabo atendiendo a las descripciones dadas por Peniques (1984) y Mehlhorn y colaboradores (1992). Tras el conteo, se obtuvieron los valores de densidad de larvas por centímetro cuadrado y porcentaje de larvas correspondientes a cada piel.

3.2. Análisis estadístico

En una primera aproximación analizamos Los valores de densidad poblacional de ácaros y los porcentajes de larvas observados, ambos se asociaron en grupos en función del mes del

año en que las cabras fueron extraídas del área de estudio, obteniéndose los valores medios para cada mes.

Las densidades medias mensuales fueron analizadas con un intervalo de confianza del 95% (Tabla 3).

Mes	Muestra/ mes	Densidad media/mes	Desv. Estandar	IC 95%	Intervalo de Confianza +	Intervalo de Confianza -
Enero	25	113,4	152,86	59,92	173,32	53,48
febrero	24	174,67	231,98	92,81	267,48	81,86
Marzo	32	130,52	196,07	67,93	198,45	62,59
Abril	43	214,24	256,43	76,65	290,89	137,59
Mayo	35	206,34	371,70	123,14	329,48	83,20
Junio	17	192,87	266,73	126,79	319,66	66,08
Julio	6	220,51	344,36	275,54	496,05	-55,03
Agosto	7	189,67	207,58	153,77	343,44	35,90
Septiembre	9	128,47	135,70	88,66	217,13	39,81
Octubre	12	87,51	230,92	130,65	218,16	-43,14
Noviembre	10	483,44	586,16	363,30	846,74	120,14
Diciembre	13	164,06	180,97	98,38	262,44	65,68

Tabla 3. Densidad media de ácaros por mes e intervalo de confianza al 95%

El tanto por ciento medio de larvas por mes se trató con un test de Kruskal-Wallis (Tabla 4).

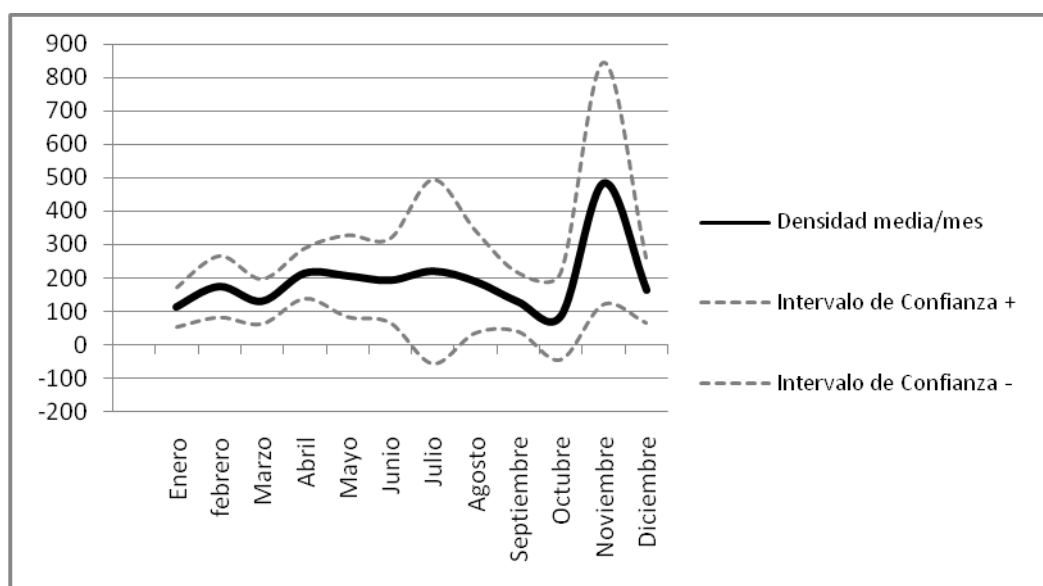
Variable	Observ.	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica	Medianas
%larvae enero	25	0,00	100,00	50,68	23,39	50,00
%larvae febrero	24	0,00	100,00	48,16	22,97	50,45
%larvae marzo	32	0,00	100,00	46,38	24,22	49,89
%larvae abril	43	0,00	100,00	47,04	21,47	49,69
%larvae mayo	35	0,00	77,78	48,42	14,72	49,01
%larvae junio	17	30,10	100,00	50,97	20,49	45,05
%larvae julio	6	31,58	64,29	48,00	10,67	48,95
%larvae agosto	7	36,00	100,00	62,38	26,28	51,23
%larvae septiembre	9	0,00	56,10	42,56	17,30	50,00
%larvae octubre	12	0,00	67,92	42,11	21,64	45,25
%larvae noviembre	10	0,00	100,00	56,70	26,18	57,38
%larvae diciembre	13	40,81	80,00	58,94	12,30	60,74

Tabla 4. Porcentaje medio de larvas por mes.

3.3. Resultados y discusión

Como el intervalo de confianza incluye el valor 0, que es el valor correspondiente a la H_0 de que no hay diferencia entre los meses, se concluyó que el resultado no era estadísticamente significativo.

Observese que cuanto mayor es el intervalo, mayor probabilidad de que este contenga el valor verdadero de densidad media mensual, pero menor es la precisión del ajuste (Gráfica 1).



Gráfica 1. Evolución anual valores densidad media

El test de Kruskal-Wallis concluyó que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los porcentajes mensuales de larvas observadas (Gráfica 2).

Prueba de Kruskal-Wallis (%.larvae):

K (Valor observado)	11,251
K (Valor crítico)	19,675
GL	11
valor-p (bilateral)	0,422
alfa	0,05

El valor-p exacto no ha podido calcularse. Se ha utilizado una aproximación para calcular valor-p.

Interpretación de la prueba:

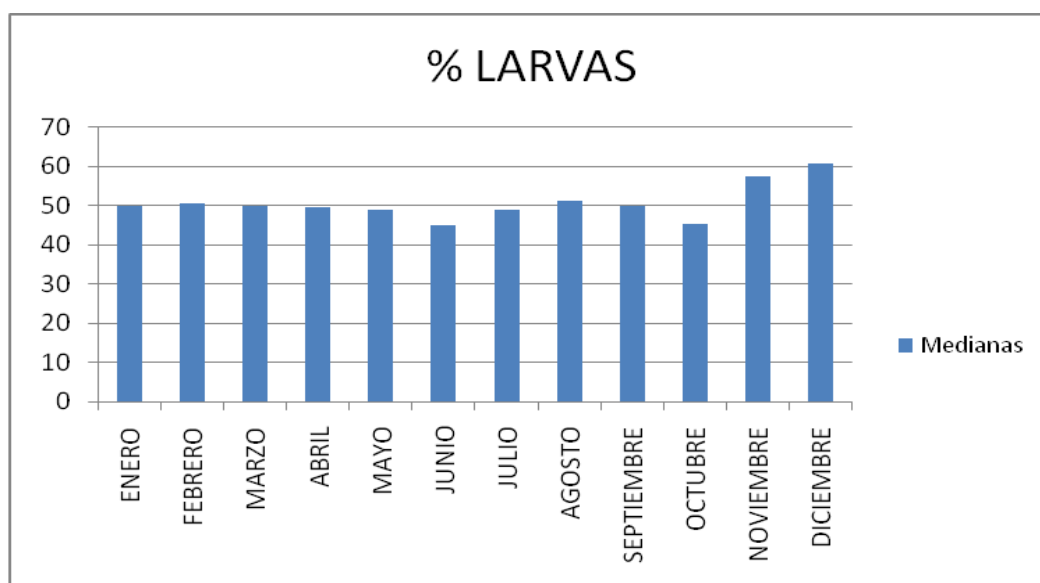
H_0 : No hay diferencias entre los porcentajes mensuales.

H_a : Hay diferencias entre los porcentajes mensuales.

Puesto que el valor-p calculado es mayor que el nivel de significación

$\alpha=0,05$, no se puede rechazar la hipótesis nula H_0 .

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H_0 cuando es verdadera es de 42,25%.



Gráfica 2. Porcentajes mensuales de larvas

4. Conclusiones

La actividad reproductora anual de *Sarcoptes scabiei* estudiada a partir de los porcentajes mensuales de larvas, con el tratamiento estadístico aplicado resultó ser homogénea y no coincide con la fenología de la enfermedad.

Se aprecian picos de larvas y una curva de actividad reproductora que concuerda en cierto modo con el comportamiento anual de la enfermedad, si bien, el análisis considera que no son significativos.

Consideramos que un incremento del tamaño muestral y un tratamiento estadístico quizás más ajustado a las particularidades del modo de vida del parásito podrían dar resultados más concluyentes.

5. Agradecimientos

Quisiera agradecer a todos los profesores, en especial a Jesús M. Pérez Jiménez coordinador del Máster y tutor de este trabajo, su afán por sacar a delante este postgrado, pese a las dificultades encontradas en el camino. Agradecer también a todas las personas que por unos u otros motivos han participado durante estos ocho años de toma de datos. Finalmente, agradecer a Yolanda su ánimo y confianza.

6. Referencias

L. Rossi - Eur J Wildl Res (2007) 53:131–141.

Jesús M. Pérez- J.Wildl. Res 2(1):86-89, 1997. Journal of Wildlife Diseases, 35(4), 1999, pp. 647–659.

- Luís León-Vizcaino---British Journal of Dermatology 2003; 149: 157–159 D.MIMOUNI.
- José Luis Garrido Martín Director General de FEDENCA. La Caza. Sector económico. 2012.
- Arlian, L.G., et al., 1990
- Abdel-Ghaffar, F., Al-Quraishy, S., Sobhy, H., Semmler, M., 2008. Neem seed extract shampoo, Wash Away Louse, on effective plant agent against *Sarcoptes scabiei* mites infesting dog in Egypt. Parasitol. Res. 104, 145-148.
- Arlian, L.G., Vyszenski-Moher, D.L., Pole, D.J., 1989. Survival of adults and development stages of *Sarcoptes scabiei* var. *canis* when off the host. Exp. Appl. Acarol. 6, 181-187.
- Arlian, L.G., Vyszenski-Moher, D.L., 1988. Life cycle of *Sarcoptes scabiei* var. *canis*. J. Parasitol. 74, 427-430.
- Arlian, L.G. et al. (1988). Host specificity of *Sarcoptes scabiei* var. *canis* (Acari: Sarcoptidae) and the role of host odour. *J. Med Entomol.*, 25, 1,52-56.
- Arlian, L.G., Runian, R.A., Achar, S., Estes, S.A., 1984a. Survival and infectivity of *Sarcoptes scabiei* var. *canis* and var. *hominis*. J. Am. Acad. Dermatol. 11, 210-215.
- Arlian, L.G., Runian, R.A., Sorlie L.B., Estes, S.A., 1984b. Host-seeking behavior of *Sarcoptes scabiei*. J. Am. Acad. Dermatol. 11, 594-598.
- Arlian, L.G., Runian, R.A., Estes, S.A., 1984c. Cross infestivity in *Sarcoptes scabiei*. J. Am. Acad. Dermatol. 10, 979-986.
- Alasaad, S., Oleaga, A., Casais, R., et al., 2011. Temporal stability in the genetic structure of *Sarcoptes scabiei* under the host-taxon law: empirical evidences from wildlife-derived *Sarcoptes* mite in Asturias, Spain. Parasit Vectors 2011; 4:151.
- Astiz, S., Legaz-Huidobro, E., Mottier, L., 2011. Efficacy of long-acting moxidectin against sarcoptic mange in naturally infested sheep. Vet. Rec. 169, 637.
- Bornstein, S., Mörner, T., Samuel, W.M., 2001. *Sarcoptes scabiei* and sarcoptic mange. In: Samuel, W.M., Pybus, M.J., Kocan, A.A. (Eds.), Parasitic Diseases of Wild Mammals, Second ed. Manson Publishing/The Veterinary Press, London, pp. 107–119.
- Kasai, T; Cordero Del Campillo, M et al., (1988) Standardized Nomenclature of Animal Parasitic Diseases (SNOAPAD). *Vet. Parasitol.*, 29, 229-326.
- Ruíz Martínez, I. y Pérez, J.M. (fecha). Plan de Manejo y Gestión de la Cabra Montés (*Capra pyrenaica*) ante la Epizootia de Sarcoptidosis en el Parque Natural de Sierra Nevada (Granada, España). publicación.

- Fain, A., 1978. Epidemiological problems of scabies. *Int. J. Dermatol.* 17, 20-30.
- Fain, A., 1968. Etude de la variabilité de *Sarcoptes scabiei* avec una revision des Sarcoptidae. *Acta Zool. et Pathol. Antv.*, 47,1-196.
- Fandos, P., 1991. La cabra montés (*Capra pyrenaica*) en el Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas. ICONA, Madrid.
- Rodríguez F. (2012). Tesis doctoral: Sarna Sarcóptica ovina: Aspectos Clínicos, Métodos de Diagnóstico y Prevalencia en la Comunidad Autónoma de Castilla León. Univ. De León, Facultad de Veterinaria, Departamento de Sanidad Animal.
- Sharma, D.K., Saxena, V.K., Sanil, N.K., Singh, N., 1997. Evaluation of oil of *Cedrus deodara* and bencyl benzoate in sarcoptic mange in sheep. *Small Rumin. Res.* 26, 81-85.
- Mellanby, K., 1972. Scabies. Second Edition Hampton (UK), E W Classey.
- Morsy, T.A., Rahem, M.A., El-Sharkawy, E.M., Shatat, M.A., 2003. *Eucalyptus globulus* (camphor oil) against the zoonotic scabies, *Sarcoptes scabiei*. *J. Egypt. Soc. Parasitol.* 33, 47-53.
- Heilesen, B.M., 1946. Studies on *Acarus scabiei* and scabies. *Acta Dem. Venereol.* 26, 1-370.
- Pérez, J.M., Granados, J.E., Sarasa, M., Serrano, E., 2011. Usefulness of estimated surface area of damaged skin as a proxy of mite load in the monitoring of sarcoptic mange in free-ranging populations of Iberian wild goat, *Capra pyrenaica*. *Vet. Parasitology.* 176, 258–264.
- Vercruysse, J., Rehbein, S., Holdsworth, P.A., Lentoja, T., Peter, R.J., 2006. World Assosiation for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) guidelines for evaluating the efficacy of acaricides against (mange and itch) mites on ruminants. *Vet. Parasitol.* 136, 55-66.
- Xu, J., Fan, Q.J., et al., 2010. The preparation of neem oil microemultion (*Azadirachta indica*) and the comparison of acaricidal time between neem oil microemulsion and other formulations *in vitro*. *Vet. Parasitol.* 169, 399-403.
- Zahler, M., Essig, A., Gothe, R., Rinder, H., 1999. Molecular analyses suggest monospecificity of the genus *Sarcoptes* (Acari: Sarcoptidae). *Int. J. Parasitol.* 29,759-766.