

EL MUFLÓN EUROPEO (*Ovis orientalis musimon* SCHREBER, 1782) EN ESPAÑA: CONSIDERACIONES HISTÓRICAS, FILOGENÉTICAS Y FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA

JULIÁN SANTIAGO-MORENO, ADOLFO TOLEDANO-DÍAZ,
AMEILA GÓMEZ-BRUNET Y ANTONIO LÓPEZ-SEBASTIÁN

Dpto. Reproducción Animal y Conservación de Recursos Zoogenéticos, SGIT-INIA,
Avda. Puerta de Hierro km 5.9, 28040 Madrid. (moreno@inia.es)

INTRODUCCIÓN

El muflón (*Ovis orientalis musimon*) es en la actualidad una de las especies foráneas más representativas del patrimonio cinegético de España. Desde su introducción, a mediados del siglo pasado, ha experimentado una notable difusión en diferentes áreas de nuestro territorio, situándose como una de las especies cinegéticas con mayor demanda, dado la espectacularidad del desarrollo del cuerno en los machos. Una situación similar se aprecia en los diferentes países europeos donde se ubica, principalmente del centro de Europa, en los que el trofeo del muflón sigue representando uno de los mayores atractivos que ofertan al turismo cinegético. El importante incremento de su distribución en nuestro continente ha estado determinado por su enorme capacidad de adaptación a los hábitats más diversos, estimándose un censo aproximado de 109.000 ejemplares distribuidos en, al menos, 23 países de Europa. También, pero con una entidad poblacional más discreta, es posible encontrar muflones en áreas geográficas alejadas de Europa, en las que ha conseguido un relevante protagonismo como especie exótica de gran valor ornamental. Éste es el caso de USA (Hawai y Texas), islas Kerguelen (Antártico francés), Nueva Zelanda y Argentina.

La vinculación cultural de los ovinos silvestres con el hombre, así como su explotación, contribuyó a la creación de las diferentes razas ovinas domesticas y esto ha quedado patente en los grabados y restos paleontológicos hasta su total extinción en Europa a partir del Neolítico. No obstante, su reintroducción en los diferentes países de Europa ha generado en ciertas ocasiones controversias derivadas de su perfecta adaptación a los diferentes hábitats y su posible competitividad con otras especies de rumiantes silvestres autóctonas. Tanto en España como en otros países europeos, como Alemania, la introducción regular de muflones pasó de un

optimismo exagerado, apoyado por el exotismo como pieza de caza, a crear un problema en determinadas zonas naturales, generado por una mala gestión y una falta de cálculo de las posibles repercusiones sobre la fauna autóctona, en ausencia de un estricto control de sus poblaciones. No obstante, el muflón sigue suscitando interés en los diferentes países europeos donde se ubica, lo cual queda reflejado en los manifiestos consensuados elaborados durante el tercer simposio internacional sobre el muflón, celebrado en Hungría en el año 2000:

1. El muflón, aunque no puede ser denominada como una especie nativa en Europa (dado su introducción en las islas mediterráneas 6.000-7.000 años a.C. y posterior incorporación en el continente a finales del S. XVIII), debería ser tratado como patrimonio histórico - cultural del continente europeo.
2. La adecuada regulación de las poblaciones silvestres de muflones es responsabilidad de todos los profesionales y gestores de reservas y cotos de caza tanto privados como estatales, de las organizaciones conservacionistas de la naturaleza y de las autoridades competentes de la gestión de caza en los diferentes países. Es necesario el mantenimiento de la población europea a unos niveles óptimos que permitan un armonioso desarrollo con el medio ambiente y se eviten riesgos en flora y fauna autóctonas derivados de un incontrolado incremento de su población.
3. El mantenimiento de la importancia histórica del muflón como elemento enriquecedor de la biodiversidad en Europa debe considerarse como responsabilidad de todos aquellos investigadores que trabajan en esta especie. Para ello deben desarrollarse técnicas y herramientas para su correcto manejo y protección, e incluso la aplicación de tecnologías reproductivas, cuando sea necesario.
4. A pesar de los recientes avances, es necesario incrementar diferentes aspectos del conocimiento de su historia, filogenia, sistemática y fisiología, así como los relacionados con su eco-etología que permitan definir su ubicación adecuada en los diferentes ecosistemas de Europa. El desarrollo de tecnologías reproductivas en el muflón representa un pilar elemental para el abordaje de la preservación de poblaciones en peligro así como para el mantenimiento del *pool* genético de esta especie.

En consonancia con lo indicado en el cuarto manifiesto, el objetivo del presente trabajo es la revisión de diferentes aspectos del muflón, haciendo especial hincapié en sus consideraciones históricas, filogenéticas y taxonómicas, así como en la exposición de los avances relacionados con su fisiología reproductiva

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL MUFLÓN

El muflón europeo es uno de los ovinos silvestres más pequeños del mundo (Asdell 1964, Clark 1964, Lydekker 1912, Pfeffer 1967), con una alzada a la cruz de 65-75 cm en las hembras y 70-80 cm en los machos. El peso oscila en las hembras entre 25-35 kg y en los machos entre 35-55 kg. La longitud total de cabeza y tronco es de 120-140 cm. Las extremidades son largas y delgadas, acabando distalmente en unas pequeñas pezuñas. La cabeza esta bien proporcionada respecto al cuerpo, presentando orejas pequeñas, un cuello largo y delgado y una cola reducida de unos 6 cm. En los machos, es característica la presencia de cuernos en espiral, de gran tamaño (hasta 90 cm de longitud y 4,5-6 kg de peso), asentados en una cabeza relativamente pequeña. Las hembras carecen de cuernos, si bien en algunos casos pueden presentarse unas apófisis cornuales rudimentarias que rara vez sobrepasan los 6-12 cm. Es característica la presencia de una mancha blanca facial cuya extensión está directamente relacionada con la edad, delimitándose alrededor de la región nasal distal en los animales jóvenes y extendiéndose, centrífugamente, por el resto de la zona facial en los muflones con mayor edad.

El carácter cavicornio (cuernos huecos) determina, a diferencia de los cérvidos, una estructura perenne. El cuerno es una estructura epidérmica queratinizada hueca que recubre el núcleo óseo cornual, lo que le diferencia de la cuerna caduca de los cérvidos, que tiene un origen óseo.

El color, longitud y espesor del pelaje viene determinado por el fotoperiodo (Santiago-Moreno et al. 1997), siendo más oscuro (marrón chocolate) y presentando mayor longitud y densidad en invierno (Ryder 1960). En todos los casos, el color en las hembras es más claro. En los machos, aparece una mancha blanca a cada lado del dorso, denominada «silla», de forma y dimensión variable, que está ausente en el caso de las hembras, existiendo en su lugar una mancha difusa de color grisáceo. La región del vientre, de color blanco, está delimitada de la región dorsal por una línea negra en la zona abdominal. Las regiones perineal, mandibular y facial, así como la cara interna de las extremidades, son de color blanco, presentando la cara dorsolateral de los miembros un estampado debido a la presencia de pelos negros.

El pelaje del muflón está constituido por dos tipos de pelo. El primero, denominado de cobertura, es largo, se origina en los folículos pilosos primarios de la piel y actúa como protección mecánica. De los folículos secundarios se origina el sub-pelo o vellón, más fino que el de cobertura, y que confiere una protección térmica al animal (Allain et al. 1994). La actividad folicular, así como la variación de la relación de folículos pilosos secundarios y primarios, está modulada por las variaciones anuales del fotoperiodo a través de la prolactina. El fotoperiodo determina una perfecta

sincronización del ritmo endógeno de actividad folicular (Allain et al. 1994), permitiendo que la muda y crecimiento del pelo de verano e invierno acontezcan en los periodos apropiados para conferir una adaptación a las condiciones climáticas que se producen a lo largo del año. De este modo, se favorece el desarrollo de un manto constituido por un pelo corto de cobertura en el verano, o un denso pelaje que confiera protección térmica durante el invierno (Ryder 1960, 1973, Rougeot et al. 1984). La muda del pelo tiene lugar desde finales de mayo a principios de julio, con importantes variaciones individuales, observándose un retraso de la misma según aumenta la edad del animal. El comienzo del crecimiento del pelo (anagénesis) se produce alrededor del solsticio de verano (finales de junio). Este crecimiento se mantiene constante hasta el solsticio de invierno (finales de diciembre), donde el pelo alcanza su máxima longitud (4-5 cm) (Santiago-Moreno et al. 1997). El crecimiento del pelo está inversamente correlacionado con las variaciones anuales de secreción de prolactina. La disminución de las concentraciones plasmáticas de prolactina, desde el solsticio de verano al de invierno, coincide con el periodo de crecimiento del pelo, mientras que el incremento de sus niveles, en la primavera, actuarían como señal endocrina para el establecimiento de la muda (Lincoln 1990, Santiago-Moreno et al. 1997). La persistencia de un ritmo anual de secreción de prolactina junto a la del ciclo anual de crecimiento y muda del pelaje, en muflonas sometidas a un fotoperiodo constante de días largos durante 18 meses (Santiago-Moreno et al. 2004), pone de manifiesto la importancia de la prolactina en el control estacional del pelaje en esta especie y la posibilidad de modificación de los patrones naturales de muda, mediante la manipulación de esta hormona.

CONSIDERACIONES HISTÓRICAS DEL MUFLÓN EN EUROPA

El género *Ovis* apareció en Asia en el periodo Plio-Pleistoceno hace 1,8 - 2,4 millones de años (Kordos 2000). Este taxón fue común en Asia y Este de Europa, pero era muy raro en el Centro y Oeste Europeo durante el Periodo Cuaternario. No obstante, el descubrimiento esporádico de fósiles de ovinos salvajes en el sur del continente europeo, correspondientes a la mitad del periodo Pleistoceno, indican la existencia de muflones en Europa desde hace cientos de miles de años. Restos óseos, atribuidos a *Ovis ammon antiqua* (Argali), muestran que hace 440.000 años el hombre ya cazaba ovinos silvestres en nuestro continente (Rivals 2000). Según Perco (1977), el muflón de Córcega se encontraba distribuido por todo el continente Europeo, hasta el periodo Neolítico. Los efectos de las glaciaciones, presión cinegética y posiblemente, la acción del hombre sobre su domesticación, redujeron su hábitat a Córcega, Cerdeña y Chipre, y posiblemente a algunas regiones de Grecia (Clark 1964). Sin embargo, la ausencia de fósiles de muflones en Córcega y Cerdeña, probablemente debido a las características

del suelo de estas islas (Cruveille y Tuffery 1981), han llevado a algunos autores a afirmar que el muflón no constituye una especie salvaje indígena de estas islas, haciéndose presente en ellas durante el sexto o séptimo milenio a.C., a partir de ovinos semidomesticados introducidos por el hombre (Poplin 1979, Demeautis 1991). El primer proceso de domesticación de animales del género *Ovis*, posiblemente comenzó en regiones del Este de Europa durante el octavo milenio a.C. Este proceso de semidomesticación consistía en el mantenimiento de animales dentro de rediles controlados con el objeto de aprovisionarse de recursos alimentarios (leche y carne), abrigo (pieles) y herramientas (huesos) (Naitana et al. 2001). Recientes estudios citogenéticos apoyan la hipótesis de que todos los muflones mediterráneos descienden de un primitivo ovino doméstico (Hiendleder et al. 1998). El muflón de Córcega sería el resultado de la introducción durante el periodo Neolítico, 6.000-7.000 años a.C., de un muflón anatoliano (*Ovis gmelini gmelini*) semidomesticado que posteriormente retorna a su estado silvestre (Cugnasse 1994). Esta hipótesis, sugerida en un principio por Poplin (1979), ha sido confirmada mediante investigaciones paleontológicas y arqueológicas en Córcega y Chipre (Helmer 1992, Vigne 1992) y mediante estudios genéticos en muflones de Cerdeña (Naitana et al. 1990, Masala et al. 1991). Debido a la estrecha relación genética que presenta con la oveja (Naitana et al. 1990, Wang et al. 1991), se considera al muflón como el más probable ancestro de la especie doméstica (Bunch et al. 1977). A partir de las poblaciones originarias de las islas mediterráneas, el muflón comienza a introducirse en diferentes países del continente europeo a partir del siglo XVIII.

FILOGENIA Y TAXONOMÍA DEL MUFLÓN EUROPEO

Los animales que constituyen el género *Ovis*, forman parte de poblaciones muy polimorfas (Tzalkin 1951), lo que ha provocado una variada y diferente taxonomía según los diversos autores, siendo la complejidad de la situación taxonómica aún más marcada en el muflón europeo. Van den Brink y Barruel (1971), consideraron a todas las ovejas salvajes de Europa, Asia y América como una sola especie (*Ovis aries*), siendo los únicos autores que separan al muflón de Chipre (*Ovis aries ophion*) de la variedad de Córcega. Geist (1971), distinguió un total de cinco especies (*Ovis musimon*, *Ovis orientalis*, *Ovis ammon* y *Ovis nivicola* en Eurasia y *Ovis canadensis* en Norteamérica). Posteriormente, Nadler et al. (1973) establecieron una clasificación a partir del número de cromosomas que presentan las diferentes poblaciones (*Ovis musimon* y *Ovis orientalis*, con $2n = 54$; *Ovis vignei* con $2n = 58$; *Ovis ammon* incluyendo las subespecies *poloi*, *hodgsoni*, *kozlovi*, con $2n = 58$). No obstante, la clasificación basada en el número de cromosomas es controvertida debido a las

hibridaciones constatadas en algunas zonas geográficas entre diversas especies de ovinos silvestres con diferente dotación cromosómica; en estas áreas han sido encontrados individuos con $2n = 55 - 57$ cromosomas (Hiendleder 2002). Otros autores (Tzalkin 1951, Pfeffer 1967, Corbet 1978, 1984), han considerado dos especies (*Ovis ammon* y *Ovis canadiensis*) basándose en criterios genéticos, morfológicos, osteológicos (principalmente del cráneo) y de fertilidad tras cruzamiento de las diversas poblaciones.

Ovis canadiensis se localiza en la región paleártica, las montañas del noreste de Siberia, situadas al este del lago Baikal y el río Lena, encontrándose una población aislada en los montes de Putorana, al este de la desembocadura del río Yenisei. En Norteamérica se distribuye a lo largo de las montañas occidentales de Alaska hasta el norte de México. Dentro de esta especie, Tzalkin (1951) y Heptner et al. (1961), distinguieron cuatro subespecies: *Ovis canadiensis nivicola*, *Ovis canadiensis alleni*, *Ovis canadiensis lydekkeri* y *Ovis canadiensis borealis*.

En cuanto a la segunda especie, *Ovis ammon*, se aprecia una gran variación individual y geográfica de los animales que la constituyen, consecuencia, principalmente, de los diferentes hábitats en los que se desarrollen (Pfeffer, 1967). Su distribución geográfica se sitúa en todas las montañas del Asia central, desde el gran Hingan de Manchuria, los montes Sayan y Altai, el Oeste de China y el Himalaya, hasta Irán y el Asia Menor; también se localiza en Omán (península arábiga), Europa y en las islas mediterráneas de Córcega, Cerdeña y Chipre. Esta especie quedaría integrada por siete subespecies: *Ovis ammon musimon* (muflón de Córcega), *Ovis ammon gmelini* (muflón de Asia Menor), *Ovis ammon orientalis* (muflón de Afganistán o Urial), *Ovis ammon poloi* (muflón de Marco Polo o Argali), *Ovis ammon ammon* (muflón o Argali de Altai), *Ovis ammon kozlovi* (muflón o Argali del Gobi meridional), *Ovis ammon hodgsoni* (muflón o Argali del Tíbet).

Posteriormente se propuso la denominación del muflón europeo, originario de las islas de Córcega y Cerdeña como *Ovis gmelini musimon*, la cual ha sido utilizada en los últimos años (Geist 1991, Cugnasse 1994, IUCN 1997). Dentro de la misma especie, pero ubicado en una subespecie diferente, se encuadró el muflón turco (*Ovis gmelini anatolica*). Esta subespecie es endémica de Turquía Central, y está separada, geográficamente y taxonómicamente, del muflón de Armenia (*Ovis gmelini gmelini*). Kaya et al. (2000) han sugerido, a partir de las características morfológicas, biológicas y geográficas, que el muflón turco sería el ancestro más probable de todos los muflones mediterráneos (*musimon*), y que fueron poblaciones de muflones procedentes de Turquía las que, originariamente, fueron llevadas por el hombre a las islas mediterráneas donde se domesticaron. Por otro lado, dentro de la especie *gmelini* se distinguen dos subespecies restringidas a Irán: el muflón de Esfahan (*O. g. isphahanica*), y el muflón de Laristan

(*O. g. laristanica*). El muflón de Chipre (*Ovis gmelini ophion*), al igual que el europeo, es también el resultado de una introducción artificial dentro de la isla, e igualmente procede de ancestros domesticados.

En general, la complejidad del origen de esta especie, de su distribución y de sus características genéticas ha contribuido, en gran medida, a las dificultades para encuadrarla taxonómicamente (Cugnasse 1994). Los efectivos de animales en sus islas originarias de Córcega, Cerdeña y Chipre han sufrido una notable evolución en los últimos años según diferentes autores, estimándose censos de 580 (Cugnasse 1993), 1.100-1.600 (Cassola 1985) y 800 individuos (Maisels 1988), respectivamente. Su introducción en los diferentes países de Europa, favorecida por la gran capacidad adaptativa de esta especie, ha contribuido a unos censos en la década de los noventa de 70.000 muflones en toda Europa, si bien se estima que en la actualidad estas cifras pueden ser sensiblemente superiores, superando los 100.000 ejemplares según Weller (2001). No obstante, esta introducción general del muflón en los diferentes países europeos ha llevado implícito, en muchas ocasiones, un significativo cruzamiento con razas domésticas determinando una alta tasa de poblaciones híbridas (*Ovis gmelini musimon* x *Ovis* sp.) de muflón europeo (Lochman 1979, Turcke y Tomiczeck 1982), que incluso ha llevado a que algunos autores sugieran que la mayor parte de las poblaciones de muflón europeo presentan un grado de pureza deteriorado respecto a las poblaciones originarias de las islas mediterráneas (Cugnasse 1994), apuntando tres variedades de muflón para los diferentes núcleos poblacionales de las islas mediterráneas. En este ámbito Cugnasse (1994) propone la siguiente clasificación:

Muflón de Córcega: *Ovis gmelini musimon*, var. *corsicana*

Muflón de Cerdeña: *Ovis gmelini musimon*, var. *musimon*

Muflón de Chipre: *Ovis gmelini musimon*, var. *ophion*

Este autor sugiere la denominación de muflón mediterráneo (*Ovis gmelini musimon* x *Ovis* sp.) para las demás poblaciones localizadas en el resto del continente Europeo, no recomendando la utilización del término «muflón europeo», ya que las poblaciones originarias estaban confinadas exclusivamente en las islas, en contraste con el origen continental de ciertas especies de cérvidos, en todos los países de Europa. No obstante, algunos de los criterios utilizados para esta clasificación, tales como la fecundidad, prolificidad y reproducción bianual, pueden ser, en algunos aspectos, controvertidos, máxime tratándose de estudios basados en observaciones de campo, y no como resultado de estudios objetivos de rendimientos reproductivos de carácter endocrino o funcional. Por ejemplo, la consideración de que la presencia de dos periodos de actividad reproductiva en el año es un carácter de hibridación,

contrasta con las observaciones de celos en otoño y en primavera realizadas por Pfeffer (1967) en poblaciones de muflón originarias de Córcega. Igualmente, la capacidad de reproducirse en primavera, también ha sido observada en poblaciones puras de muflón en Cerdeña (Ledda et al. 1990). Eso no es óbice para aceptar el hecho constatado de la presencia, altamente significativa, de poblaciones europeas con falta de pureza, fruto, en muchos casos, del cruzamiento de muflones con ovejas domésticas de la raza Zackel (Valaquia) y Heide (Alemania Sur-Occidental), así como cruzamientos con subespecies asiáticas (Perco 1977).

La variabilidad en el encuadramiento taxonómico que históricamente ha sufrido el muflón europeo, queda manifiesta con la reciente re-clasificación que, junto al muflón de Chipre, el muflón de Esfahan y el de Laristan, lo incluye dentro del género *Ovis orientalis* (IUCN, 2004):

Ovis orientalis musimon: muflón europeo

Ovis orientalis ophion: muflón de Chipre

Ovis orientalis arkal: urial transcaspiano

Ovis orientalis bocharensis: urial de Bukhara

Ovis orientalis cycloceros: urial afgano

Ovis orientalis punjabiensis: urial de Punjab

Ovis orientalis vignei: urial de Ladakh.

Ovis orientalis gmelinii: muflón de Armenia

Ovis orientalis isphahanica: muflón de Esfahan

Ovis orientalis laristanica: muflón de Laristan

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y SITUACIÓN DEL MUFLÓN EN ESPAÑA

No está bien establecido el momento en que se produce la introducción de los primeros efectivos desde las islas de Córcega y Cerdeña a Europa, sugiriéndose que es a finales del siglo XVIII cuando comienza el mayor número de introducciones de esta especie. No obstante, algunas fuentes refieren que los primeros muflones introducidos en Europa corresponderían a ejemplares llevados al zoo de Viena en 1730 por el príncipe Eugenio de Saboya. Concretamente, estos primeros ejemplares fueron llevados de Córcega al parque de Belvedere (Grubestic y Krapinec 2000). Posteriormente, y con ejemplares procedentes de este zoo, se hizo la primera puesta en libertad en Checoslovaquia en el año 1858. Por otro lado, también se tiene constancia de que ya en la Edad Media el muflón fue llevado a algunos parques y jardines como animal ornamental. Dada la creciente demanda cinegética de esta especie, determinada por el valor de su trofeo, junto a su capacidad adaptativa, se ha asistido a un importante asentamiento de esta especie como patrimonio faunístico en los países

donde se explota, tales como Alemania, Austria, Francia, Hungría, Bulgaria, Armenia, República Checa, Croacia y España. En la actualidad Alemania y la República Checa representan los países con mayor población de muflones, con un censo aproximado de unos 20.000 ejemplares en cada uno de estos países. De forma paralela, se ha asistido a una introducción del muflón Europeo como especie exótica en Estados Unidos y en Hawai (Walker 1960, Bottorff 1975).

La introducción del muflón en España tiene lugar en el año 1953, mediante la liberación de dos machos y tres hembras procedentes de Chambord (Francia) de origen corso, y una pareja procedente de Luxemburgo, en la Sierra de Cazorla. La repoblación se completó con dos parejas traídas de Alemania, en 1956 (Niethammer 1963, Weller 2001). Desde entonces, cabe destacar una notable proliferación de la especie en la península, ayudada por la labor realizada por el Parque Cinegético Experimental del Hosquillo (Cuenca). La rusticidad y capacidad de adaptación a los más variados hábitats han sido determinantes en la rápida expansión de esta especie en nuestro país. Entre los años 1970 y 1975, se asiste a un importante número de repoblaciones, principalmente con ejemplares procedentes de Alemania y Austria. Por ejemplo, en 1971 se introdujeron 13 ejemplares en el Parque Nacional del Teide, en Tenerife, en donde la falta de competidores y su extremada capacidad de adaptación ha determinado su progresiva expansión, llegando a representar una amenaza para la biodiversidad de la isla (Rodríguez-Luengo, 1993). A partir de 1975 la mayoría de las introducciones de muflones en diferentes áreas de nuestro territorio se realizó con animales procedentes de El Hosquillo (Cuenca) y Nava de San Pedro (Jaén). La población inicial de 27 muflones en el Hosquillo, procedentes de dos introducciones de Alemania y una de Austria (Mena 1972), permitió, en los 11 años siguientes, la salida del parque de 226 muflones para la repoblación de diferentes zonas. Algunas de estas introducciones fueron realizadas con animales de calidad de trofeo insuficiente, en muchos casos provenientes de capturas selectivas. A este hecho cabe añadir la falta de renovación genética, en algunos núcleos, hibridación y la ausencia de caza selectiva en estos primeros tiempos, que finalmente, ha desencadenado la presencia de algunas poblaciones con procesos de homocigosis y alteraciones del cuerno (Montoya-Oliver 1993). Los estudios morfológicos utilizados como criterio de establecimiento del grado de pureza del muflón (Perco 1977), indican que los muflones del Parque Cinegético Experimental de El Hosquillo son animales «puros», con ausencia de todo carácter que denote la presencia de cruzamiento (Mena 1971, Juana-Velasco 1988). Actualmente se estima un censo en España de unos 15.000 ejemplares (Santiago-Moreno et al. 2000), distribuidos, preferentemente, en cotos privados de caza. Los núcleos más estables de muflón en España se localizan en la Reserva Nacional de los Puertos de Tortosa y Beceite (Teruel, Tarragona), Reserva

Nacional de Muela de Cortes (Valencia), Parque de El Hosquillo y Reserva Nacional de la Serranía de Cuenca (Cuenca), Ciudad Real, Montes de Toledo (Toledo), montes de Extremadura (Cáceres), Sierra Morena (Jaén y Córdoba).

FISIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL MUFLÓN

Estacionalidad reproductiva: El muflón ha sido considerado, clásicamente, como reproductor de días cortos, con un periodo de actividad reproductiva coincidente con la disminución de horas de luz/día durante el otoño. Aunque los primeros trabajos han apuntado una corta estación reproductiva, que se extiende de octubre a enero, no obstante, ha sido observado un significativo rango de variación en la longitud de su fase sexual activa, cuando se utilizan métodos convencionales de estudio, tales como la observación del comportamiento sexual y estudios *postmortem*. Mediante observaciones de campo del comportamiento gregario y sexual, en su isla nativa de Córcega (40°N de latitud), se ha indicado que el muflón presenta dos picos de actividad reproductiva; uno más intenso y duradero en el otoño y otro, menos acentuado, en la primavera (Pfeffer 1967). Trabajos realizados por Bosch et al. (1991) utilizando una metodología similar y en la misma latitud, sugieren que el periodo de actividad reproductiva en esta especie se extiende de octubre hasta diciembre. A través del examen *postmortem* del aparato genital de la muflona, y analizando la presencia o ausencia de cuerpos lúteos y presencia de úteros gestantes, ha sido establecido que, en esta misma latitud, el muflón comienza su actividad ovulatoria en septiembre y finaliza en enero, apuntándose que muflonas en lactación pueden presentar actividad sexual durante la primavera (Bottorff 1975).

Considerando que el perfil de secreción de progesterona refleja la actividad del cuerpo lúteo y con ello permite determinar la ovulación, la evolución anual de sus concentraciones plasmáticas permiten obtener una información precisa y objetiva de su actividad ovulatoria cíclica. De este modo, la evolución anual de secreción de progesterona, determinada a partir de muestras de sangre recogidas dos veces a la semana, en muflonas mantenidas en cautividad en su latitud de origen (40°N), muestra la existencia de una estacionalidad reproductiva bien definida (Santiago-Moreno et al. 2001), caracterizada por un solo periodo anual de actividad ovulatoria con ciclos regulares de progesterona, separados por un periodo de anestro, con ausencia de ciclos y niveles basales de progesterona (Figura 1). Las primeras ovulaciones en la estación reproductiva aparecen sincronizadas en el mes de octubre. La finalización del periodo de actividad ovulatoria cíclica (comienzo del anestro estacional) es variable, según la edad, y tiene lugar entre finales de febrero en muflonas jóvenes de 2 años de edad, o a finales de mayo en muflonas de edades superiores.

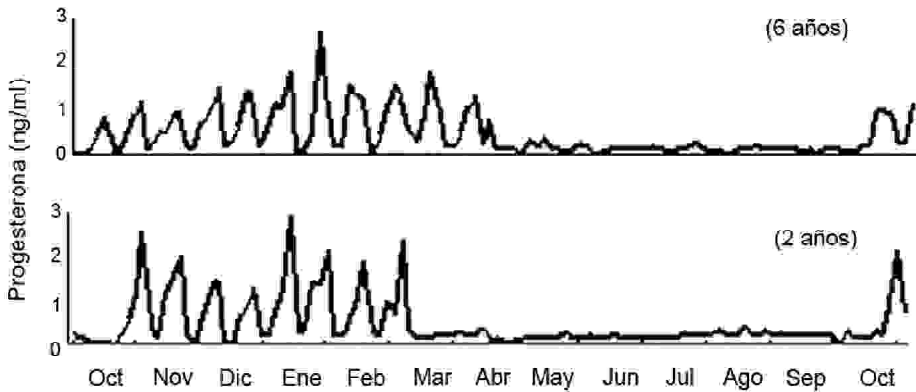


Figura 1. Actividad ovulatoria cíclica estacional en la muflona: patrones de secreción de progesterona, representativos de una muflona joven (2 años de edad) y una adulta (6 años de edad) .

Estos resultados, sobre la actividad ovulatoria de la muflona mediante estudios endocrinos, han permitido una mejor interpretación de las observaciones de campo sobre su biología reproductiva, concretamente en lo referido a la actividad sexual observada en algunos animales, durante la primavera. De este modo, en condiciones silvestres, la mayor parte de las muflonas quedarían gestantes con las primeras cubriciones de otoño. Las observaciones de cubriciones esporádicas durante la primavera, serían representadas por aquellas hembras que no quedaron gestantes en las cubriciones de otoño y, por lo tanto, permanecen con actividad ovulatoria cíclica hasta el establecimiento del anestro, en la primavera.

El ciclo sexual tiene una duración media de 17 días, con rangos que oscilan de los 16 a los 18 días, siendo mayoritariamente monovular; es decir, sólo un folículo alcanza la ovulación en cada ciclo y, por ello, una sola cría suele nacer en cada parto. El periodo de receptividad sexual (celo) tiene una duración de 24 a 48 horas, y está caracterizado, fundamentalmente, por la expresión del reflejo de inmovilidad ante el cortejo del macho (Santiago-Moreno et al. 2003).

El macho presenta una estacionalidad en su actividad reproductiva, la cual ha sido bien definida mediante el análisis de las variaciones en las concentraciones plasmáticas de testosterona y el tamaño testicular (Lincoln 1998, Santiago-Moreno et al. 2005a). La máxima actividad testicular se aprecia en los meses de septiembre a diciembre, lo que denota una estacionalidad más marcada que la indicada en las hembras (Santiago-Moreno et al. 2005b). Aunque el máximo tamaño testicular y secreción de testosterona, coincide con el establecimiento de los grupos mixtos y las luchas entre machos que establecerán el orden de la cubrición de las hembras, el mínimo tamaño testicular se observa en marzo, cuando las hembras presentan todavía

actividad ovulatoria cíclica. Este mecanismo adaptativo está orientado a determinar los mayores niveles de testosterona y mayor producción espermática concentrados en el periodo de mayor competitividad y desgaste. Como ya hemos descrito, el número de muflonas en celo durante la primavera es muy reducido, apreciándose sólo cubriciones en aquellas hembras que han sufrido procesos de mortalidad embrionaria u otras causas que impidieron su gestación con las primeras cubriciones de otoño. Si bien, se aprecia una significativa disminución en la producción seminal en el mes de marzo, las características cualitativas seminales se mantienen a unos niveles aceptables para permitir cubriciones fértiles.

Pubertad: El proceso de maduración sexual que concluye con el establecimiento de la pubertad ocurre de una forma gradual, iniciándose antes del nacimiento y continuándose durante los periodos prepúberal y peripúberal del desarrollo. La finalización del periodo prepúber marca el comienzo de la capacidad reproductiva, culminándose el equilibrio entre la interacción de los diferentes sistemas que participan en los mecanismos reproductivos y el grado de desarrollo. El comienzo de la pubertad en las hembras se define como el momento en que se establece la primera ovulación seguida de un periodo, más o menos extenso, de actividad cíclica regular. En los machos, el inicio de la pubertad se refiere al establecimiento de la capacidad androgénica de los testículos que determinan la espermatogénesis y capacidad fecundante.

La evolución de los niveles plasmáticos de progesterona muestran que las muflonas nacidas en su época habitual de paridera (marzo-abril) comienzan la pubertad en su primera estación reproductiva, sólo si han alcanzado el peso vivo medio de 24 kg (82% del peso adulto) entre noviembre y diciembre del mismo año en que nacen, es decir a los 8 meses de edad (Santiago-Moreno et al. 2001). En aquellas muflonas que no alcanzan este peso en su primera estación reproductiva, el periodo prepúber se continúa con el anestro estacional, retrasándose el comienzo de la pubertad hasta su segunda estación reproductiva. En estas muflonas, la edad del comienzo de la pubertad es de 19 meses, con un peso vivo de alrededor de 27 kg. El retraso de la pubertad, como reflejo del alargamiento del periodo prepúber por la aparición de anestro estacional, también determina que en aquellas muflonas nacidas en parideras tardías (junio-julio), las primeras ovulaciones se produzcan entre octubre y noviembre del año siguiente a su nacimiento, a la edad de 16 meses y medio, y un peso medio de 25 kg (Santiago-Moreno et al. 2001). El retraso de la pubertad, en muflonas nacidas tardíamente, viene determinado por una disminución del índice de crecimiento y por factores directamente relacionados con los requerimientos fotoperiódicos previos, que se necesitan para el establecimiento de la actividad ovulatoria cíclica.

Igual que lo descrito para las hembras, la época de nacimiento determina el momento de la consecución de la pubertad en los machos de muflón (Santiago-Moreno et al. 2000). De hecho, muflones nacidos tardíamente (junio-julio) muestran una disminución del índice de crecimiento y del tamaño testicular, en relación con aquellos nacidos en su época habitual de paridera (marzo-abril), a pesar de tener un similar peso al nacimiento (3 kg). Concretamente, a partir de las 12 semanas de edad el peso es significativamente superior en los nacidos en marzo-abril. En los muflones nacidos en marzo, la pubertad se establece en el mes de octubre, a los 7 meses de edad y un peso corporal de 32 kg (80% del peso de un macho adulto). En el mes de octubre de su año de nacimiento, los muflones nacidos en junio sólo alcanzan 18 kg de peso, por lo que su pubertad se retrasará hasta que alcancen el peso umbral, bien al final de la estación sexual (mayo, a los 11 meses de edad) o bien al comienzo de la siguiente (octubre, 16 meses) (Santiago-Moreno et al. 2000, 2003).

Gestación, lactación y anestro postparto: La duración media de la gestación en la muflona, determinada mediante la evolución de las concentraciones plasmáticas de progesterona y el momento del parto, es de 155 días, presentando un rango de 152 a 157 días (Santiago-Moreno et al. 1999). El periodo de lactación tiene una duración media de tres meses, prolongándose en algunos casos hasta los 5 meses (Santiago-Moreno et al. 1995). La mayor frecuencia y duración de la succión se da en los 2 primeros meses de lactancia, con una frecuencia de succión cada 10-15 minutos y una duración de la misma de alrededor de un minuto (Pfeffer 1967). El estudio de las características cualitativas de la leche de la hembra de muflón muestra una destacada riqueza en proteínas, grasas y minerales, superior a la observada en ovejas mantenidas en similares condiciones de alimentación (Santiago-Moreno et al. 1995).

La duración del periodo entre el parto hasta el restablecimiento de la actividad reproductiva (anestro postparto), es variable según la época del año en que se produce el parto. Cuando se produce en los meses de marzo-abril (época habitual de paridera), y por lo tanto dentro de su estación reproductiva, el anestro postparto tiene una duración de aproximadamente un mes. Sin embargo, aquellas muflonas que llegan al parto con una baja condición corporal, muestran una continuación del anestro postparto con el anestro estacional, tal que, el restablecimiento de la actividad ovulatoria cíclica no se producirá hasta el comienzo de la siguiente estación reproductiva, en el mes de octubre (Santiago-Moreno et al. 2001). Este retraso en el restablecimiento de la actividad cíclica también puede ser reflejo de la gran variabilidad entre individuos en la finalización del periodo reproductivo. Así, en aquellas muflonas más jóvenes, con edades iguales o inferiores a los dos años, cuyo comienzo del anestro se establece en los meses de febrero-marzo, no muestran actividad

ovulatoria postparto hasta el mes de octubre. Aquellas muflonas en las que el parto se retrasa hasta los meses de junio-julio, es decir, en pleno anestro estacional, no restablecen su actividad cíclica hasta el mes de octubre, coincidiendo con el comienzo de su siguiente estación reproductiva (Santiago-Moreno et al. 2001). El desgaste energético durante la lactación, variable según el parto sea simple, gemelar o acontezcan procesos de adopción (Rodríguez-Luengo et al. 2002), también puede tener un efecto relevante en el restablecimiento de la actividad ovulatoria postparto. El restablecimiento de la actividad ovulatoria a lo largo del mes de octubre puede sufrir variaciones notables atendiendo a las condiciones climáticas que suceden en el medio natural. Años secos con un retraso de las lluvias otoñales determinan un marcado déficit del estrato arbustivo y herbáceo. En este contexto, las muflonas llegan a su estación reproductiva con una baja condición corporal, influida, además, por el gran gasto energético que ha supuesto la lactación, estableciéndose un retraso en el restablecimiento de la actividad ovulatoria cíclica. En condiciones de penuria alimentaria la actividad ovulatoria está inhibida como consecuencia de una mayor sensibilidad hipotalámica al efecto inhibitorio del estradiol y por una merma en la síntesis y liberación de gonadotropinas. Con la llegada de las primeras lluvias, el notable y espontáneo desarrollo de la cubierta vegetal determina un rápido incremento de la condición corporal de las muflonas, que resulta en el establecimiento de las primeras ovulaciones y primeras manifestaciones del comportamiento de celo (Santiago-Moreno et al. 2003). Este fenómeno de relación entre el inicio de las lluvias otoñales y la apreciación del comportamiento de celos, en poblaciones silvestres, es detectado, habitualmente, no sólo en el muflón sino, también, en las diferentes especies de ungulados silvestres que habitan en nuestra latitud, tales como el ciervo y la cabra montés. En el medio cinegético y de gestión del medio natural, este fenómeno es, frecuentemente, achacado a un efecto directo de la lluvia en el animal. No obstante, esta situación claramente apunta hacia un efecto indirecto de las lluvias, mediante estimulación del crecimiento de la cubierta vegetal y un derivado rápido incremento de la condición corporal de los animales. El consecuente restablecimiento de la actividad hipotálamo-hipófisis-gónada determina, finalmente, el restablecimiento de la actividad cíclica. Directamente relacionado con la alimentación, también hay que destacar el efecto mediado sobre la tasa de ovulación. El incremento de la condición corporal por efecto de la alimentación (*flushing*) en el momento del apareamiento puede determinar un aumento de la tasa de ovulación y, consecuentemente, una mayor incidencia de partos gemelares en los años con abundancia de lluvias y, por tanto, con una oferta más elevada de los nutrientes que ofrece el hábitat.

REFERENCIAS

- ALLAIN, D., R.G. THIBAUT, J. ROUGEOT Y L. MARTINET (1994). Biology of fibre growth in mammals producing fine fibre and fur in relation to control by day length: relationship with other seasonal functions. *European Fine Fibre Network, (Occasional Publication)*, 2: 23-39.
- ASDELL, S. A. (1964). *Patterns of mammalian reproduction*. 2nd ed. Comstock, Ithaca, New York. 670 pp.
- BOSCH, M. D., O. ESTÉVEZ Y I. M. RECARTÉ (1991). Comportamiento del muflón (*Ovis orientalis musimon*) durante la época reproductiva. Premio Gonzalo Nardiz de Etología. Euska Saulartza. Gobierno Vasco. Publicaciones Gobierno Vasco. Dpto. Agric. Pesc. 42 pp.
- BOTTORFF, J. A. (1975). *Ecology of the mouflon sheep with emphasis on breeding biology at the Rachelwood Wildlife Research Preserve*. Thesis Master of Science. West Virginia University. Morgantown. 90 pp.
- BUNCH, T. D., W. C. FOOTE, Y B. WHITAKER (1977). Interspecies ovum transfer to propagate wild sheep. *J. Wildl. Manage*, 41: 726-730.
- CASSOLA, F. (1985). Management and conservation of the Sardinian Mouflon. An outline. Pp: 197-203. En: S. Lovari (ed.). *The biology and management of mountain ungulates*. Croom Helm, London.
- CLARK, J. L. (1964). *The great arc of the wild sheep*. Univ. of Oklahoma Press, Norman. 247 pp.
- CORBET, G. B. (1978). *The mammals of the palearctic region. A taxonomic review*. British Museum (Natural History). London, pp. 217-219.
- CORBET, G. B. (1984). *The mammals of the palearctic region. A taxonomic review*. British Museum (Natural History). London. Supplement.
- CRUVEILLE, M. H. Y M. TUFFERY (1981). Potentialités des Alpes Françaises pour le Mouflon de Corse. *Rapport de stage de 2^e année de l'Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, Option Aménagement et Environnement*, Paris, 114 pp.
- CUGNASSE, J. M. (1993). Résultats de l'enquête sur le Mouflon de Corse en France: statut et perspectives d'avenir. *Bull. Mens. O. N. C.*, 182: 8-17.
- CUGNASSE, J. M. (1994). Révision taxinomique des mouflons des îles méditerranéennes. *Mammalia*, 58: 507-512.
- DEMEAUTIS, L. (1991). *Le regime alimentaire du mouflon de Corse: Bases bibliographiques generales et methodologiques veterinaires et eco-ethologiques de son etude*. These Doctorat. Univ. Paul-Sabatier de Toulouse.
- GEIST, V. (1971). *Mountain sheep: A study in behaviour and evolution*. The Univ. of Chicago Press. Chicago.
- GEIST, V. (1991). On the taxonomy of giant sheep (*Ovis ammon* Linnaeus, 1766). *Can. J. Zool.*, 69: 706-723.
- GRUBESIC, M. Y K. KRAPINEC (2000). Mouflon. Distribution in the Republic of Croatia. *III Int. Mouflon Symp*. Sopron. Hungary. Abstract 15.
- HELMER, D. (1992). *La domestication des animaux par les hommes préhistoriques*. Masson, Paris.
- HEPTNER, W. B., A. A. NASIMOVITSCH Y A. G. BANIKOV (1961). *Mammals of the Soviet Union. German translation*. Jena: VEB Gustav Fischer-Verlag. Citado por Geist, V. (1971).

- Mountain sheep. A study in behaviour and evolution.* The Univ. of Chicago Press, Chicago. 264 pp.
- HIENDLEDER, S. (2002). Evolution and biodiversity of wild and domestic sheep chromosomal, biochemical and molecular genetic data. *IV Mouflon Symposium*. 10-12 October 2002. Nuoro (Italia). Pp: 5.
- HIENDLEDER, S., K. MAINZ, Y. PLANTE Y H. LEWALSKI (1998). Analysis of mitochondrial DNA indicates that domestic sheep are derived from two different ancestral maternal sources: no evidence for contribution from Urial and Argali sheep. *J. Hered.*, 89: 113-120.
- IUCN (1997). Caprinae Action Plan, *IUCN*, pp 10-14.
- IUCN (2004). 2004 IUCN Red List of Threatened Species. www.redlist.org.
- JUANA-VELASCO, J. A. (1988). El muflón y el arruú en España. *A.Y.M.A.*, 38: 17-22.
- KAYA, M. A., O. ARIHAN Y C. CAN BILGIN (2000). General characteristics and taxonomy of the Turkish mouflon (*Ovis gmelini anatolica*) Valenciennes, 1856. *Int. Mouflon. Symp.* Sopron, Hungary. Oct. 27-29. Abstr. 21.
- KORDOS, L. (2000). Fossil ovinae in the Carpathian basin. Pp: 98-102. En: Náhlik, A. y Uloth (eds.). *Proceedings of the third International Symposium in Mouflon*, Sopron, Hungary.
- LEDDA, S., A. MARONGIU, P. LOI, F. FILIA Y S. NAITANA (1990). Attivita' ovarica in *Ovis musimon*. Università degli studi di udine, Istituto di produzione animale, Società italiana di patologia e d'allevamento degli ovini e dei caprini. *Proceedings: IX SIPAOC*, 20-22 Giugno. 7.1.
- LINCOLN, G. A. (1990). Correlation with changes in horns and pelage, but not reproduction, of seasonal cycles in the secretion of prolactin in rams of wild, feral and domesticated breeds of sheep. *J. Reprod. Fert.*, 90: 285-296.
- LINCOLN G.A. (1998). Reproductive seasonality and maturation throughout the complete life-cycle in the mouflon ram (*Ovis musimon*). *Anim. Reprod. Sci.*, 53: 87-105.
- LOCHMAN, J. (1979). Artreinheit des Muffelwildes. *Cong. C.I.C. Prague. Coll. Trad. O.N.C.* 165.
- LYDEKKER, R. (1912). The sheep and its cousins. Pp: 46-56. En: George Allen and Co (eds.). *The mouflon sheep*. Ltd., London.
- MAISELS, F. G. (1988). *The feeding ecology of the Cyprus Mouflon Ovis orientalis gmelini, 1774, in the Paphos forest, Cyprus*. These. University of Edinburgh.
- MASALA, B., L. MANCA, E. COCO, S. LEDDA Y S. NAITANA (1991). Kinetics of the ontogenic and reversible hemoglobin switching in the mouflon (*Ovis musimon*) and sheep x mouflon hybrid. *Comp. Biochem. Physiol*, 100 A3: 675-680.
- MENA, F. (1971). Los muflones del Parque Cinegético Experimental del Hosquillo. Consideraciones generales sobre el muflón de Córcega. *Vida Silv.*, 1: 19-27.
- MENA, F. (1972). La evolución real de una colonia de muflones. *Vida Silv.*, 2: 241-248.
- MONTROYA-OLIVER, J. M. (1993). El muflón de Córcega: consumo en el pastadero de una especie introducida. *Caza y Pesca*, 603: 192-193.
- NADLER, C. F., K. V. KOROBITSINA, R. S HOFFMANN Y N. N VORONTSOV (1973). Cytogenetic differentiation, geographic distribution and domestication in palearctic sheep (*Ovis*). *Z. Säugetierk.*, 38: 109-125.
- NAITANA, S., S. LEDDA, E. COCO, L. MANCA Y B. MASALA (1990). Haemoglobin phenotypes of the wild European mouflon sheep living on the island of Sardinia. *Animal Genetics*, 21: 67-75.

- NAITANA, S., G. LEONI, L. BOGLIOLO, F. BERLINGUER, I. ROSATI Y S. LEDDA (2001). Prehistorical representation of Genus *Ovis* in the Sardinian art. XXV Int. Congress of the Int. Union of Game Biologist I.U.G.B. Wildlife Management in the 21st Century. Sept. 3-7, Lemosos, Chipre. P. 121.
- NIETHAMMER, G. (1963). *Die Einburgerung von Säugetieren und Vögeln in Europa*. Hamburg-Berlin. Publisher Paul Parey.
- PERCO, F. (1977). *Il muflone*. Ed. agricole. Bologna.
- PFEFFER, P. (1967). Le mouflon de Corse (*Ovis ammon musimon* Schreber, 1782). Position systematique, ecologie et ethologie comparees. *Mammalia*, 31 (supplement): 262 pp.
- POPLIN, F. (1979). Origine du Mouflon de Corse dans une nouvelle perspective paléontologique, par marronnage. *Ann. Genet. Selec. Anim.*, 11: 133-143.
- RIVALS, F. (2000). The Argali of the “Caune de L’Arago” (Southern France). Palaeoecology of a 440,000 years old population. *International Mouflon Symposium*. Sopron, Hungary. p 35.
- RODRÍGUEZ-LUENGO, J. L. (1993). *El Muflón de Tenerife*. Tesis Doctoral. Universidad de La Laguna, Tenerife.
- RODRÍGUEZ-LUENGO, J. L., P. FANDOS Y R. SORIGUER (2002). Muflón, *Ovis gmelini* Pallas, 1811. Pp: 334-337. En: Palomo, L. J., Gisbert, J. (eds.). *Atlas de los Mamíferos Terrestres de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza – SECEM – SECEMU, Madrid.
- ROUGEOT, J., D. ALLAIN Y L. MARTINET (1984). Photoperiodic and hormonal control of seasonal coat changes in mammals with special reference to sheep and mink. *Acta Zoologica Fennica*, 171: 13-18.
- RYDER, M. L. (1960). A study of the coat of the mouflon *Ovis musimon* with special reference to seasonal change. *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 135: 387 - 408.
- RYDER, M. L. (1973). The structure of the coat, and growth cycles in wild mouflon sheep (*Ovis musimon*) and their crosses. *Res. Vet. Sci.* 15, 186-196.
- SANTIAGO-MORENO, J., I. GONZÁLEZ-BULNES, A. GONZÁLEZ-BULNES Y A. LÓPEZ-SEBASTIÁN (1995). Estudio comparativo del índice de crecimiento y características cualitativas de la leche en el muflón (*Ovis ammon musimon*) y la oveja (*Ovis aries*). *SEOC, Producción Ovina y Caprina*, 20: 473-477.
- SANTIAGO-MORENO, J., A. GONZÁLEZ-BULNES, A. GÓMEZ-BRUNET, M. GARCÍA-LÓPEZ, A. DEL CAMPO Y A. LÓPEZ-SEBASTIÁN (1997). Relación del ciclo de crecimiento del pelo con la evolución anual de la prolactina en la hembra del muflón (*Ovis ammon musimon*). *ITEA (Vol. Extra, Tomo II)*, 18: 481-483.
- SANTIAGO-MORENO, J., A. GONZÁLEZ-BULNES, A. GÓMEZ-BRUNET Y A. LÓPEZ-SEBASTIÁN (1999). Evolución de los niveles de progesterona durante la gestación de la hembra de muflón (*Ovis gmelini musimon*). *Medicina Veterinaria*, 16: 134-141.
- SANTIAGO-MORENO J., A. GONZÁLEZ-BULNES, A. GÓMEZ-BRUNET Y A. LÓPEZ-SEBASTIÁN (2000). Effect of birth date on body weight, scrotal circumference and horn dimension growth in captive juvenile mouflon (*Ovis gmelini musimon*) rams. *Game Wildl. Sci.*, 17: 179-187.
- SANTIAGO-MORENO, J., A. GONZÁLEZ-BULNES, A. GÓMEZ-BRUNET, A. LÓPEZ-SEBASTIÁN Y D. J. TORTONESE (2001). The timing of the onset of puberty, extension of the breeding season

- and length of post-partum anoestrus in the female European Mouflon (*Ovis gmelini musimon*). *J. Zoo Wildl. Med.* 32, 230-235.
- SANTIAGO-MORENO J., A. GONZÁLEZ-BULNES, A. GÓMEZ-BRUNET Y A. LÓPEZ-SEBASTIÁN (2003). *EL muflón (Ovis gmelini musimon): caracterización funcional y recurso cinegético*. Monografías INIA: Ganadera N.2. Ed. Ministerio de Ciencia y Tecnología. 217 pp.
- SANTIAGO-MORENO, J., A. LÓPEZ-SEBASTIÁN, A. DEL CAMPO, A. GONZÁLEZ-BULNES, R. PICAZO Y A. GÓMEZ-BRUNET (2004). Effect of constant-release implants of melatonin and prolonged exposure to a long day photoperiod on prolactin secretion and hair growth in mouflon (*Ovis gmelini musimon*). *Domest. Anim. Endocrinol.*, 26: 303-314.
- SANTIAGO-MORENO, J., A. GÓMEZ-BRUNET, A. TOLEDANO-DÍAZ, A. GONZÁLEZ-BULNES Y A. LÓPEZ-SEBASTIÁN (2005a). Influence of age on the relationship between annual changes in horn growth rate and prolactin secretion in the European mouflon (*Ovis gmelini musimon*). *Anim. Reprod. Sci.*, 85: 251-261.
- SANTIAGO-MORENO, J., A. GÓMEZ-BRUNET, A. GONZÁLEZ-BULNES, A. TOLEDANO-DÍAZ, B. MALPAUX Y A. LÓPEZ-SEBASTIÁN (2005b) Differences in reproductive pattern between wild and domestic rams are not associated with inter-specific annual variations in plasma prolactin and melatonin concentrations. *Domest. Anim. Endocrinol.*, 28: 416-429.
- TURCKE, F. Y H. TOMICZEK (1982). *Das Muffelwild*. P. Parey, Hamburg-Berlin.
- TZALKIN, V. I. (1951). *Les Mouflons d'Europe et d'Asie*. M.O.I.P., Moscou.
- VAN DEN BRINK, F. H. Y P. BARRUEL (1971). *Guía de campo de los mamíferos salvajes de Europa Occidental*. Ed. Omega., S.A. Barcelona.
- VIGNE, J. D. (1992). Zooarchaeology and the biogeographical history of the mammals of Corsica and Sardinia since the last ice age. *Mammal Rev.*, 22: 87-96.
- WALKER, R. (1960). Experimental introduction and hybridisation of the European mouflon (*Ovis musimon*). *Hawaii Div. Fish Game*. Multilith. P-R Proj. Rep. W-5-R-5. 10 pp.
- WANG, S., W. C FOOTE Y T. D. BUNCH (1991). Evolutionary implications of haemoglobin polymorphism in domesticated and wild sheep. *Small. Rumin. Res.*, 4: 315-322.
- WELLER, K. E. (2001). The status of Mouflon in Europe. Pp: 114-140. En: A. Nálik and W. Uloth (eds.). *Proceedings of the third International Symposium on Mouflon*.