

Arrui – *Ammotragus lervia* (Pallas, 1777)

Jorge Cassinello
Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC)

Versión 2-04-2012

Versiones anteriores: 11-11-2002; 3-02-2004; 21-12-2004; 9-04-2007; 5-08-2008



(C) J. Cassinello

Identificación y morfología

"*Ammotragus*" significa "cabra de las arenas" y su aspecto general es el de una cabra robusta de faz alargada y piernas relativamente cortas y macizas, destacando asimismo una cola relativamente larga. Predomina un tono pálido leonado, con variaciones subespecíficas. La característica más notable es su larga melena que se extiende desde la garganta hasta el pecho, a partir del cual se bifurca y continúa por las patas delanteras en lo que se ha venido a denominar "chaparejos", los cuales les protegerían del chaparral o zonas arbustivas. No posee barba de chivo y, al igual que las ovejas, poseen barba en las mejillas y una crin en el dorso. Los cuernos son elípticos y aquillados en su corte transversal, con una amplia superficie frontal; poseen numerosos anillos de crecimiento periódico (Figura 1). La dirección de crecimiento de los cuernos conforma una circunferencia hacia arriba y atrás, y en machos maduros la parte distal va convergiendo por encima de la nuca.

La longitud de los cuernos depende de la edad, año de caza y condiciones ambientales durante los cuatro primeros años de vida (Pérez et al., 2011)¹.



Figura 1. Hembra con cría. (C) J. Cassinello.

Carecen de glándulas preorbitales, interdigitales y laterales, aunque sí poseen glándulas subcaudales.

Peso: 50-132 kg (machos) y 12-68 kg (hembras). Longitud corporal (hocico-base de la cola): 105-176 cm (machos) y 104-150 cm (hembras). Fórmula dentaria: 0.0.3.3/3.1.3.3. Cariotipo 2N=58. Poseen un solo par de mamas inguinales. Finalmente, la peculiar morfología del arrui, de carácter intermedio entre los géneros *Capra* y *Ovis*, le situaría en su vértice evolutivo (Geist, 1971; Gray y Simpson, 1980; Delibes, 1986; Cassinello, 1998).

Variación geográfica

Existen seis subespecies descritas de *Ammotragus lervia*, pero dicha clasificación se basa principalmente en diferencias en el pelaje y forma de los cuernos descritas por naturalistas del siglo XVIII y XIX a partir de muy pocos especímenes (Gray y Simpson, 1980; Cassinello, 1998). En España los ejemplares existentes en libertad proceden principalmente de zoos y según algunos autores pertenecen a la subespecie *Ammotragus lervia lervia*.

A. l. lervia. Distribuido en Marruecos, norte de Túnez y norte de Argelia. Cuernos poco deprimidos. Poseen una banda de color oscuro en la cara. La barba es de tono arenoso uniforme. El cuerpo es de un tono leonado medio.

A. l. ornata. Originariamente muy extendido en el Desierto Oriental y Occidental de Egipto. Cuernos fuertemente deprimidos, presentando una fuerte inclinación hacia abajo antes de girar hacia atrás. No tienen banda en la cara. Barba de color arenoso uniforme. Tonalidad de la piel rojizo-arenosa.

A. l. sahariensis. Vive en el sur de Marruecos, Sahara Occidental, Argelia meridional, sur de Túnez, suroeste de Libia, Mauritania, Adrar de Iforas en Malí, el macizo del Aïr de Níger, el macizo del Tibesti (localizado entre Libia y Chad) y Sudán. Los cuernos semejantes a los de *ornata*. Carece de banda en la cara. Presentan una mancha blanquecina debajo de las orejas. Barba de color arenoso uniforme. Tonalidad del cuerpo similar a la de *ornata* pero algo más clara.

A. l. blainei. Vive en el este de Sudán y quizás del Chad y Libia. Cuernos fuertemente deprimidos pero sin realizar el giro hacia atrás de forma tan pronunciada como en las subespecies anteriormente descritas. Carece de banda de color en la cara, pero su tonalidad es oscura por la presencia de pelos negruzcos. La barba muestra tonalidades negruzcas a ambos lados de la mandíbula inferior. El cuerpo es de color pardo, menos rojizo que en las subespecies citadas antes. La melena es de un tono marrón.

A. l. angusi. Se encuentra en los macizos del Aïr y Termit en Níger. Los cuernos se sitúan en una posición más elevada en la cabeza que en las especies anteriormente descritas, curvándose hacia atrás y hacia adentro en sus extremos. Carece de banda en la cara. La barba en la región de la mandíbula inferior es de un tono canela-rojizo. El cuerpo presenta una tonalidad marrón-rojiza muy marcada, más oscura que la de *ornata*; asimismo la crin del dorso tiene tonalidades negras, sobre todo en la primera mitad. Los chaparejos son poco densos.

A. l. fassini. Se encuentra en el extremo sur de Túnez y de Libia. Los cuernos están menos deprimidos que en *ornata* y *sahariensis*, y más dirigidos hacia atrás que en *blainei*. Carece de banda oscura en la cara, aunque ésta presenta una tonalidad oscura debido a la mezcla de pelos marrones y rojizos. Presenta una mancha oscura debajo de las orejas. La barba es negruzca. La barba de la zona de la mandíbula inferior es una mezcla de tonos leonados y marrones. El cuerpo es de un rojizo claro y leonado, de tonalidad más marcada que en *sahariensis* y *blainei*.

Otras contribuciones: 1. Alfredo Salvador. 2-04-2012

Hábitat

Tienden a habitar terrenos rocosos y escarpados, desde 200 a 4.100 m de altitud en el norte de África (Gray y Simpson, 1980). Evita zonas nevadas. Estudios efectuados en EEUU (Ogren, 1965; Dickinson y Simpson, 1980; Johnston, 1980) y España (Cassinello, 2000) indican una selección de hábitat dependiente de la estación del año, prefiriendo zonas más abiertas y escarpadas durante la época de cría (primavera), zonas boscosas en verano y pastos en otoño (celo) e invierno; aunque en regiones áridas también frecuentan zonas boscosas durante el celo.

Modelos de idoneidad de hábitat predicen una distribución potencial a lo largo de un eje SW – NE siguiendo la cordillera Sub-Bética, limitada por las bajas precipitaciones invernales, altitudes elevadas, pendientes elevadas y la presencia de bosques. Además de estas variables, las carreteras y el uso del paisaje limitan el área potencial para la especie (Cassinello et al., 2006).²

Abundancia

En La Palma a finales de los años 90 se obtuvieron densidades medias de 2,6 arruis/km²; cifrándose la población en la actualidad en varios cientos de ejemplares (Ornistudio, 1992).

Tamaño de población

La abundancia de las diferentes subespecies en África es variable, existiendo en realidad muy pocos estudios detallados (Cassinello, 2003). En EEUU las poblaciones crecen en la actualidad sin control aparente, existiendo varios miles de ejemplares en Tejas y Nuevo Méjico (R. Valdez, com. pers.). En cuanto a nuestro país, se conocen estimas para la población de Sierra Espuña, contabilizándose en 1995 unos 700 individuos (J. García, com. pers.); por su tasa de crecimiento es de esperar que en la actualidad la población murciana y las subpoblaciones que ha originado por colonización superen el millar de individuos.

Estatus de conservación

Categoría global IUCN (2008): Vulnerable C1 (Cassinello et al., 2011)³.

Se calcula su población total en 5.000-10.000 individuos, y se estima que puede disminuir su número en un 10% durante 15 años debido a la caza y pérdida de hábitat (Cassinello et al., 2011)³.

Considerada anteriormente VU A2cd (Caprinae Specialist Group, 1996), es decir Vulnerable con (A2) tendencia a reducirse en al menos un 20% en los próximos diez años o en tres generaciones, dependiendo de qué evento dure más, debido a (c) disminución del área de distribución, grado de presencia y calidad del hábitat, y/o (d) niveles reales o potenciales de explotación (Hilton-Taylor, 2000).

Categoría España IUCN (2006): No evaluado NE (Blanco, 2007).²

Factores de amenaza

En África las amenazas son varias, desde la caza indiscriminada, pasando por la presión sobre su hábitat o la competencia con el ganado doméstico (Alados y Shackleton, 1997). Con la información de la que disponemos en la actualidad no es posible hacer un balance preciso del estado de las diferentes subespecies; el descubrimiento muy reciente de arruis de la subespecie *ornata* en Egipto (M. A. Saleh, com. pers.; Wachter et al., 2002) cuando se creía extinto nos hace permanecer cautos al respecto.

Hoy día en Egipto solo sobrevive en el Gebel Elba (sudeste) y en el Gebel Uweinat/ Gilf El Kebir (suroeste) (Manlius et al., 2003).¹

Al igual que en EEUU, en España el crecimiento de las poblaciones es notable, y no parece enfrentarse a ningún tipo de limitación (Cassinello, 2000; Cassinello et al., 2002). Este hecho hace peligrar el estado de las poblaciones de ungulados autóctonos españoles, frente a los que el arrui compite ventajosamente dada su elevada capacidad de adaptación y alta tasa reproductiva.

La explotación selectiva de los machos basada únicamente en el tamaño de sus cuernos lleva a una reducción del tamaño de los cuernos y del número de machos. En machos de 8-9 años de edad de la sierra de Espuña, la longitud de los cuernos disminuyó un 10,9% en 11 años, desde 73,7 cm en 1980 a 65,7 cm en 1991. La edad de los machos cazados disminuyó unos seis meses en un periodo de 9 años (Pérez et al., 2011)¹.

Otras contribuciones: 1: Alfredo Salvador. 3-02-2003; 2: Alfredo Salvador. 5-08-2008; 3: Alfredo Salvador. 2-04-2012

Distribución geográfica

Originariamente por prácticamente cualquier zona escarpada y montañosa de las regiones desérticas y semi-desérticas norteafricanas, desde las costas septentrionales hasta los macizos montañosos de Malí, Níger, Chad y Sudán (Brentjes, 1980; Shackleton, 1997, Cassinello, 1998b).

La figura 1 recoge la distribución actual en el norte de África.

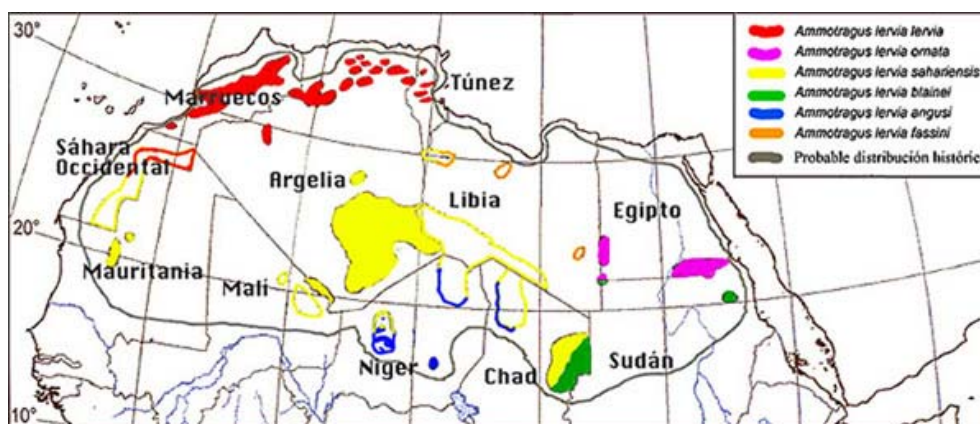


Figura 1. Área de distribución del arrui en el norte de África.

En la actualidad se desconoce en gran medida su nivel de presencia en los países africanos. Una revisión destaca la carencia de información de muchas subespecies y la aparición de citas en donde ya se creían extintas (v.g. Egipto) (Cassinello, 2003).

El arrui ha sido introducido con éxito como especie de caza mayor en algunos estados de Estados Unidos: Tejas, Nuevo Méjico y California (Gray, 1985), en donde se han adaptado con suma facilidad y se escapan del control humano (R. Valdez, com. pers.). En Europa, sólo han tenido éxito las introducciones efectuadas en España (Cassinello, 2000). Es de destacar la introducción en 1970 en el Parque Natural de Sierra Espuña en Murcia, origen de la actual expansión de la especie en sierras y provincias cercanas. Existe asimismo otra población estable en la isla canaria de La Palma, y recientemente se ha localizado otro foco de expansión en Alicante (Cassinello et al., 2002, 2007⁵).

Un grupo de arruis se escaparon en Peñarroya (Alicante) en 1990. En nueve años, ocupa su distribución un área de 1300 km², lo que implica una expansión de 144 km²/año (Serrano et al., 2003).¹ Ha colonizado con rapidez amplias zonas de Alicante, Almería, Granada y Murcia (Cassinello et al., 2004).² La rápida expansión de la especie se ha visto favorecida por las introducciones y traslocaciones debidas a la intervención humana (Serrano et al., 2002).³

Mediante encuestas se ha confirmado la presencia de la especie en 2002 en el Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas (Calabuig et al., 2005).⁴

Otras contribuciones: 1: Alfredo Salvador. 3-02-2004; 2: Alfredo Salvador. 21-12-2004. 3: Alfredo Salvador. 22-12-2004; 4: Alfredo Salvador. 9-04-2007; 5: Alfredo Salvador. 5-08-2008

Ecología trófica

El arrui es un herbívoro de carácter generalista. Su dieta se compone de todo tipo de herbáceas, suculentas, pasto y matorrales, dependiendo de la disponibilidad estacional. Son tanto ramoneadores como pastadores y pueden pasar largas temporadas sin beber. Muy pocos datos sobre sus hábitos alimenticios se han obtenido en su hábitat natural africano (Poilecot, 1991; M. Chaveas, datos no publicados). Empero, se han realizado estudios de dieta comparada con el ciervo mulo (*Odocoileus hemionus*) y el carnero del desierto de Norteamérica (*Ovis canadensis nelsoni*) en EEUU (Simpson et al., 1978; Bird y Upham, 1980; Krysl et al., 1980). Asimismo son de destacar los efectos devastadores de la especie sobre la flora endémica de la isla de La Palma (Rodríguez-Luengo y Rodríguez-Piñero, 1987; Rodríguez-Piñero y Rodríguez-Luengo, 1992).

Biología de la reproducción

Se trata de una especie poligínica, no territorial. La gestación y el ciclo reproductivo ha sido estudiada por varios autores (Zuckerman, 1953; Ogren, 1965; Cassinello y Alados, 1996). La gestación dura un promedio de 5'5 meses y la principal época de celo transcurre de septiembre a noviembre, por lo que los partos suelen tener lugar en la primavera siguiente. Las hembras producen gemelos cada 4 partos simples en cautividad; el parto de trillizos es poco habitual y se da primordialmente en libertad. Las crías son del tipo precoz y capaces de seguir a su madre a las pocas horas de nacer. El destete tiene lugar aproximadamente a los 8 meses de edad. Las crías de partos simples pesan más al nacer que las de partos gemelares, pero las diferencias de peso al nacer entre machos y hembras, siendo los primeros más pesados, sólo se da cuando la madre presenta un rango social elevado; de hecho el promedio de peso al nacer de las crías de madres de alto estatus jerárquico es mayor que el de las crías de madres de rangos más bajos (Cassinello y Gomendio, 1996). El intervalo entre nacimientos se sitúa en los 10 meses de promedio en cautividad, mientras que el destete tiene lugar a los 8 meses de edad (Cassinello y Alados, 1996).

La concentración de hormona esteroide permanece estable en excrementos durante al menos 48 h (Abaigar et al., 2010)¹.

Siguiendo a Brown (1988), el análisis de cuatro componentes del éxito reproductivo en hembras estableció que la varianza del éxito reproductivo se explica en un 69'9% por la longevidad, 54'2% por la fecundidad, 29'8% por la supervivencia al mes de vida de las crías y 10'4% por la edad al primer parto (Cassinello y Alados, 1996). Es decir, que si mantuviéramos todos los componentes estables en su valor promedio, salvo la longevidad, el producto de todos ellos presentaría una varianza equivalente al 69'9% de la misma cuando todos los componentes pueden variar. Un estudio detallado de los factores que influyen en estos componentes estableció las siguientes relaciones: (a) la longevidad es mayor en individuos en mejor condición física; (b) la fecundidad está positivamente relacionada con la edad y el estatus jerárquico; (c) las crías que pesan más al nacer tienen mayores probabilidades de sobrevivir durante su primer mes de vida; y (d) la edad al primer parto se ve retrasada ante densidades poblacionales elevadas y altos niveles de consanguinidad. Finalmente, las hembras que presentan un rango social elevado se caracterizan por intervalos entre partos más cortos y la producción de un mayor número de gemelos frente a nacimientos únicos (Cassinello y Alados, 1996).

Se ha comprobado en esta especie que las hembras en mejor condición física, de rango social más elevado, sesgan su inversión maternal a favor de los machos, tanto en la producción de un mayor número de hijos que de hijas (sex ratio sesgado), como en la distribución de los recursos (Cassinello, 1996; Cassinello 1998b, Cassinello y Gomendio, 1996), de acuerdo con la hipótesis establecida por Trivers y Willard (1973) para mamíferos poligínicos. A pesar de los menores niveles de inversión recibidos, las hembras procedentes de partos simples tienen una mayor tasa de supervivencia que los machos tanto únicos como gemelos.

Demografía

La madurez sexual se alcanza a una edad promedio de 14 meses en los machos y 9 meses en las hembras (Cassinello, 1997a). La razón de sexos (sex ratio) poblacional es 1:1.

En la sierra de Espuña, 230 machos con edades entre 4 y 11 años fueron cazados como trofeos (Pérez et al., 2011)¹.

Otras contribuciones: 1. Alfredo Salvador. 2-04-2012

Interacciones entre especies

En su rango de distribución africano el arrui no debe tener muchos competidores, dada la alta dispersión de los recursos y el escaso número de herbívoros presentes que explotan el mismo

nicho. Si acaso es probable que exista algún grado de competencia con otros ungulados de hábitos montanos, tales como la gacela de Cuvier (*Gazella cuvieri*). No hay estudios al respecto. En cuanto a poblaciones introducidas en otras regiones, no se han efectuado estudios definitivos sobre competencia; pero los trabajos de dieta comparada efectuados en EEUU (Simpson et al., 1978; Bird y Upham, 1980; Krysl et al., 1980) indican el claro potencial competitivo del arrui frente a ungulados autóctonos norteamericanos.

En España los competidores potenciales serían principalmente el ciervo común (*Cervus elaphus*), el gamo (*Dama dama*), el muflón (*Ovis musimon*) y la cabra montés (*Capra pyrenaica*). El riesgo de solapamiento con las áreas de distribución de estas especies es muy marcado (Serrano et al., 2002).

Se ha observado asociación entre arrui y muflones (Sicilia et al., 2011)³.

En el sudeste de la península Ibérica el arrui y la cabra montés ocupan áreas marginales escarpadas. La cabra montés tiene mayor grado de marginalidad y mayor tolerancia de gradientes ambientales secundarios. No parece haber competencia por los recursos entre ambas especies pues el área más favorable para cada una es secundariamente favorable para la otra (Acevedo et al., 2007).²

Depredadores

En su hábitat de origen el arrui fue seguramente presa abundante del leopardo (*Panthera pardus panthera*) y el león de Berbería (*Panthera leo leo*) en tiempos históricos. En la actualidad los predadores a considerar en el Norte de África son la hiena rayada (*Hyaena hyaena*), el chacal (*Canis aureus*) y los perros asilvestrados (*Canis lupus f. Familiaris*), aparte del hombre. Si bien no contamos con datos empíricos al respecto.

En Sierra Espuña tanto el águila real (*Aquila chrysaetos*) como los abundantes perros asilvestrados predan sobre las crías de arrui (J. García, com. pers.); pero en general en España hay muy pocos predadores naturales y los adultos sólo están amenazados por el hombre.

Parásitos y patógenos

La población murciana sufrió una epidemia de sarna sarcóptica en el año 1991 que originó un declive de la población del 90% (González-Candela y León Vizcaíno, 1999), si bien su recuperación fue igualmente espectacular (González-Candela et al., 2001).

Durante la fase de regresión de la epidemia de sarna sarcóptica en Sierra Espuña hubo una mayor tasa de infección en machos (21,9%) que en hembras (16,6%) o jóvenes (5,1%). La sex-ratio (proporción de hembras) disminuyó del 0,61% en 1994 al 0,49% en 1999. Entre 1994 y 1999 la proporción de jóvenes bajó desde el 45,3% al 36,6% y la proporción de machos aumentó del 21,4% al 32,6% (González-Candela et al., 2004).¹

Se ha detectado una prevalencia de anticuerpos de *Neospora caninum* del 7,7% de 13 individuos (Almería et al., 2007).²

Se ha detectado presencia de anticuerpos del virus de la lengua azul en uno de 22 individuos en el valle del Guadiana (Ruiz-Fons et al., 2008)³.

Otras contribuciones: 1. Alfredo Salvador. 9-04-2007; 2. Alfredo Salvador. 5-08-2008; 3. Alfredo Salvador. 2-04-2012

Actividad

No hay datos ibéricos.

Dominio vital

No hay datos ibéricos.

Patrón social y comportamiento

Los estudios pioneros sobre comportamiento del arruí fueron efectuados por Katz (1949) y Haas (1959) en poblaciones presentes en zoológicos alemanes. Al igual que morfológicamente se aprecia un cierto carácter primitivo, en su comportamiento se aprecia una falta de especialización y gestos genéricos propios de ungulados situados en una escala evolutiva muy primaria. Destaca su sofisticado patrón de lucha, así como el papel fundamental jugado por las jerarquías en el funcionamiento de los grupos sociales. La jerarquía es del tipo de dominancia absoluta, casi lineal y bastante estable en el tiempo (Cassinello, 1995). Las hembras pueden cambiar su posición jerárquica en respuesta a una serie de factores proximales, tales como el apareamiento, el parto, y el destete de las crías. Se ha postulado igualmente que las hembras pueden poseer un rango social variable, relacionado con la edad al comienzo de su vida reproductiva, posteriormente alcanzando un rango más estable determinado por su propia experiencia reproductiva y el estatus familiar heredado (Cassinello, 1995).

La asociación espacial entre individuos está determinada sobre todo por el parentesco. En esta especie se forman grupos caracterizados por la asociación de hembras y su cría y grupos de machos que probablemente estén emparentados (Cassinello y Calabuig, 2008).¹

El arruí es una especie gregaria, caracterizada por la segregación de sexos fuera de la época de celo. Es una especie promiscua en la que el rango social del macho determina el acceso a las hembras. No es territorial. El tamaño de grupo no suele superar los 11 individuos. El dominio vital puede alcanzar las 3.300 ha, destacando la dispersión estiva (Dickinson y Simpson, 1980).

Finalmente, destacar la falta de un conflicto comportamental entre madres y crías durante la fase de destete, pues la existencia de comportamientos agonísticos de madres hacia crías se confunde con la aparición del estro sexual (Cassinello, 1997b).

Otras contribuciones: 1. Alfredo Salvador. 5-08-2008

Bibliografía

Abaigar, T., Domene, M. A., Palomares, F. (2010). Effects of fecal age and seasonality on steroid hormone concentration as a reproductive parameter in field studies. *European Journal of Wildlife Research*, 56 (5): 781-787.

Acevedo, P., Cassinello, J., Hortal, J., Gortazar, C. (2007). Invasive exotic aoudad (*Ammotragus lervia*) as a major threat to native Iberian ibex (*Capra pyrenaica*): a habitat suitability model approach. *Diversity and Distributions*, 13 (5): 587-597.

Alados, C., Shackleton, D. M. (1997). Regional Summary. Pp. 47-48. En: Shackleton D.M. (Ed.), *Wild Sheep and Goats and Their Relatives: Status Survey and Conservation Action Plan for Caprinae*. IUCN, Gland.

Almería, S., Vidal, D., Ferrer, D., Pabón, M., Fernández de Mera, M. I. G., Ruiz-Fons, F., Alzaga, V., Marco, I., Calvete, C., Lavin, S., Gortazar, C., López-Gatius, F., Dubey, J. P. (2007). Seroprevalence of *Neospora caninum* in non-carnivorous wildlife from Spain. *Veterinary Parasitology*, 143 (1): 21-28.

Bird, W., Upham, L. (1980). Barbary sheep and mule deer food habits of Large Canyon, New Mexico. Pp. 92-96. En: Simpson C.D. (Ed.). *Symposium on Ecology and Management of Barbary Sheep*. Texas Tech. Univ. Press, Lubbock.

- Blanco, J. C. (2007). Estado de conservación de los mamíferos de España. Pp. 66-70. En: Palomo, L. J., Gisbert, J., Blanco, J. C. (Eds.). *Atlas y libro rojo de los mamíferos de España*. Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU, Madrid. 586 pp.
- Brentjes, B. (1980). The Barbary sheep in ancient North Africa. Pp. 25-26. En: Simpson, C. D. (Ed.). *Symposium on ecology and management of Barbary sheep*. Texas Tech Univ. Press, Lubbock.
- Brown, D. (1988). Components of lifetime reproductive success. Pp. 439-453. En: Clutton-Brock, T.H. (Ed.). *Reproductive success*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Calabuig, G., Serrano, A. L., Tiscar, M., Cabezas, M. G., Bautista, L. A., Martínez, P., Pérez, J. M. Serrano, E. (2005). Nuevas citas de arrui *Ammotragus lervia* (Pallas, 1777) en el Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas: Obtención mediante encuestas. *Galemys*, 17 (Número Especial): 3-14.
- Caprinae Specialist Group (1996). *Ammotragus lervia*. En: 2007 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>.
- Cassinello, J. (1995). Factors modifying female social ranks in *Ammotragus*. *Applied Animal Behaviour Science*, 45: 175-180.
- Cassinello, J. (1996). High ranking females bias their investment in favour of male calves in captive *Ammotragus lervia*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 38: 417-424.
- Cassinello, J. (1997a). High levels of inbreeding in captive *Ammotragus lervia* (Bovidae, Artiodactyla): Effects on phenotypic variables. *Canadian Journal of Zoology*, 75: 1707-1713.
- Cassinello, J. (1997b). Mother-offspring conflict in the Saharan arrui. Relation to weaning and mother's sexual activity. *Ethology*, 103: 127-137.
- Cassinello, J. (1997c). Identificación del sexo y clases de edad en las poblaciones españolas de arrui (*Ammotragus lervia*) - Relación con el manejo de poblaciones en libertad. *Bol. Inst. Estudios Almerienses*, 14: 171-178.
- Cassinello, J. (1998a). *Ammotragus lervia*: a review on systematics, biology, ecology and distribution. *Annales Zoologici Fennici*, 35: 149-162.
- Cassinello, J. (1998b). *El Arrui Sahariano. Un Caprino Ancestral en Almería*. Textos y Ensayos, 2. Instituto de Estudios Almerienses, Almería.
- Cassinello, J. (2000). *Ammotragus* free-ranging population in the south east of Spain: a necessary first account. *Biodiversity and Conservation*, 9: 887-900.
- Cassinello, J. (2003). *Ammotragus lervia*. En: Kingdon, J.; Happold, D. & Butynski, T. (Eds.). *The Mammals of Africa: A Comprehensive Synthesis*. Vol 5. *Artiodactyla, Conservation, Management*. Academic Press, Cambridge.
- Cassinello, J., Acevedo, P., Hortal, J. (2006). Prospects for population expansion of the exotic aoudad (*Ammotragus lervia*; Bovidae) in the Iberian Peninsula: clues from habitat suitability modelling. *Diversity and Distributions*, 12 (6): 666-678.
- Cassinello, J., Alados, C. L. (1996). Female reproductive success in captive *Ammotragus lervia* (Bovidae, Artiodactyla). Study of its components and effects of hierarchy and inbreeding. *Journal of Zoology* (London), 239: 141-153.
- Cassinello, J., Calabuig, G. (2008). Spatial association in a highly inbred ungulate population: Evidence of fine-scale kin recognition. *Ethology*, 114 (2): 124-132.
- Cassinello, J., Cuzin, F., Jdeidi, T., Masseti, M., Nader, I., de Smet, K. (2011). *Ammotragus lervia*. En: *IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2011.2. <www.iucnredlist.org>.

Cassinello, J., Gomendio, M. (1996). Adaptive variation in litter size and sex ratio at birth in a sexually dimorphic ungulate. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B*, 263: 1461-1466.

Cassinello, J., Serrano, E., Calabuig, G., Acosta, P., Pérez, J. M. (2002). *Ammotragus lervia* (Pallas, 1777). Arruí. Pp. 338-341. En: Palomo, L.J., Gisbert, J. (Eds.). *Atlas de los Mamíferos Terrestres de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SECEM-MIMAM, Madrid.

Cassinello, J., Serrano, E., Calabuig, G., Acosta, P., Pérez, J. M. (2007). *Ammotragus lervia* (Pallas, 1777). Pp. 374-377. En: Palomo, L. J., Gisbert, J., Blanco, J. C. (Eds.). *Atlas y libro rojo de los mamíferos de España*. Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU, Madrid. 586 pp.

Cassinello, J., Serrano, E., Calabuig, G., Pérez, J. M. (2004). Range expansion of an exotic ungulate (*Ammotragus lervia*) in southern Spain: Ecological and conservation concerns. *Biodiversity and Conservation*, 13 (5): 851-866.

Delibes, M. (1986). *Ammotragus lervia* (Pallas, 1777) - Mähnschaft. Pp. 423-431. En: Niethammer, F., Krapp, F. (Eds.). *Handbuch der Säugetiere Europas*. Band 2/II. Aula, Wiesbaden.

Dickinson, T. G., Simpson, C. D. (1980). Home range movements, and topographic selection of Barbary sheep in the Guadalupe Mountains, New Mexico. Pp. 78-86. En: Simpson, C. D. (Ed.). *Symposium on Ecology and Management of Barbary Sheep*. Texas Tech Univ. Press, Lubbock.

Dickinson, T. G., Simpson, C. D. (1980). Home range movements, and topographic selection of Barbary sheep in the Guadalupe Mountains, New Mexico. Pp. 78-86. En: Simpson, C. D. (Ed.). *Symposium on Ecology and Management of Barbary Sheep*. Texas Tech Univ. Press, Lubbock.

Geist, V. (1971). *Mountain sheep. A study in behaviour and evolution*. The University of Chicago Press, Chicago.

González-Candela, M., León-Vizcaíno, L. (1999). Sarcoptic mange in Barbary sheep (*Ammotragus lervia*) population of Sierra Espuña Regional Park (Murcia). *Galemys*, 11: 43-58.

González-Candela, M., León-Vizcaíno, L., Cubero, M. J., Martín-Atance, P. (2001). Sarcoptic mange (*Sarcoptes scabiei*) health control in the Barbary sheep (*Ammotragus lervia*) population of the Sierra Espuña Regional Park (Murcia, Spain). *Galemys*, 13: 59-73.

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

Gray, G. G. (1985). Status and distribution of *Ammotragus lervia*: a worldwide review. Pp. 95-126. En: Hoefs, M. (Ed.), *Wild sheep. Distribution, abundance, management and conservation of the sheep of the world and closely related mountain ungulates*. Northern Wild Sheep and Goat Council, Whitehouse, Yukon.

Gray, G. G., Simpson, C. D. (1980). *Ammotragus lervia*. *Mammalian Species*, 144: 1-7.

Haas, G. (1959). Untersuchungen über angeborene Verhaltensweisen bei Mähnspringern (*Ammotragus lervia* Pallas). *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 16: 218-242.

Hilton-Taylor, C. (2000). *2000 IUCN Red List of Threatened Species*. IUCN, Gland, and Cambridge.

Johnston, D. S. (1980). Habitat utilization and daily activities of Barbary sheep. Pp. 51-58. En: Simpson, C. D. (Ed.). *Symposium on Ecology and Management of Barbary Sheep* Texas Tech Univ. Press, Lubbock.

Katz, I. (1949). Behavioural interactions in a herd of Barbary Sheep (*Ammotragus lervia*). *Zoologica*, 34: 9-18.

Krysl, L. J., Simpson, C. D., Gray, G. G. (1980). Dietary overlap of sympatric Barbary sheep and mule deer in Palo Duro Canyon, Texas. Pp. 97-103. En: Simpson C.D. (Ed.). *Symposium on Ecology and Management of Barbary Sheep*. Texas Tech. Univ. Press, Lubbock.

Manlius, N., Menardi-Noguera, A., Zboray, A. (2003). Decline of the Barbary sheep (*Ammotragus lervia*) in Egypt during the 20th century: literature review and recent observations. *Journal of Zoology* (London), 259: 403-409.

Ogren, H. (1965). *Barbary sheep*. *New Mexico Department of Game and Fish Bulletin*, 13, Santa Fe.

Ornistudio, S.L. (1992). Seguimiento del Arrui en el Parque Nacional de la Caldera de Taburiente (La Palma, Islas Canarias). Informe no publicado. Parque Nacional de La Caldera de Taburiente, La Palma, Islas Canarias, España.

Pérez, J. M., Serrano, E., González-Candela, M., León-Vizcaíno, L., Barbera, G. G., de Simon, M. A., Fandos, P., Granados, J. E., Soriguer, R. C., Festa-Bianchet, M. (2011). Reduced horn size in two wild trophy-hunted species of Caprinae. *Wildlife Biology*, 17 (1): 102-112.

Poilecot, P. (1991). La faune de la Réserve Naturelle Nationale de l'Air et du Ténéré. Pp. 181-259. En: Giazzi, F. (Ed.). *La Réserve Naturelle Nationale de l'Air et du Ténéré (Niger)*. MHE/WWF/IUCN, Gland.

Rodríguez-Luengo, J. C., Rodríguez-Piñero, J. C. (1987). Datos preliminares sobre la alimentación del arrui (*Ammotragus lervia*) (Bovidae) en La Palma. Islas Canarias. *Vieraea*, 17: 291-294.

Rodríguez-Piñero, J. C., Rodríguez-Luengo, J. L. (1992). Autumn food-habits of the Barbary sheep (*Ammotragus lervia* Pallas 1777) on La Palma Island (Canary Islands). *Mammalia*, 56: 385-392.

Ruiz-Fons, F., Reyes-García, A. R., Alcaide, V., Gortázar, C. (2008). Spatial and temporal evolution of bluetongue virus in wild ruminants, Spain. *Emerging Infectious Diseases*, 14 (6): 951-953.

Serrano, E., Calabuig, G., Cassinello, J., Granados, J. E., Pérez, J. M. (2002). Corología del Arrui (*Ammotragus lervia* Pallas 1777) en el sureste peninsular. *Galemys*, 14 (1): 17-29.

Serrano, E., Calabuig, G., Cassinello, J., Pérez, J. M. (2002). The human dimension that favours the unnatural expansion of an exotic ungulate (*Ammotragus lervia*) throughout the Iberian peninsula. *Pirineos*, 157: 181-189.

Serrano, E., Calabuig, G., Peiró, V., Pérez, J. M. (2003). Distribución del arrui (*Ammotragus lervia* Pallas, 1777). *Galemys*, 15 (Nº especial): 19-23.

Shackleton, D. M. (Ed.) (1997). *Wild sheep and goats and their relatives: status survey and conservation action plan for Caprinae*. IUCN, Gland.

Sicilia, M., Miranda, M., Cassinello, J. (2011). Interspecific behaviour in temperate ungulates: an alien adult male associates with a group of non-conspecifics. *Belgian Journal of Zoology*, 41 (1): 56-58.

Simpson, C. D., Krysl, L. J., Hampy, D. B., Gray, G. G. (1978). The Barbary sheep: a threat to desert bighorn survival. *Desert Bighorn Council Transactions*, 22: 26-31.

Trivers, R. L., Willard, D. E. (1973). Natural selection of parental ability to vary the sex ratio. *Science*, 179: 90-92.

Wacher, T., Baha El Din, S., Mikhail, G., Baha El Din, M. (2002). The current status of Barbary sheep in Egypt. *Oryx*, 36: 301-304.

Zuckerman, S. (1953). The breeding seasons of mammals in captivity. *Proc. zool. Soc. Lond.*, 122: 827-949.