



CENSO DE ARRUÍ EN LAS SIERRAS DE ESPUÑA, MUELA DE ALHAMA, TERCIA- CHICHAR Y CAMBRÓN-MADROÑO.

Otoño-2019





ÍNDICE

1. EQUIPO DE TRABAJO.....	4
2. INTRODUCCIÓN.....	5
2.1. INTRODUCCIÓN	5
2.2. OBJETIVOS	5
3. ÁREA DE ESTUDIO.....	6
4. METODOLOGÍA	6
4.1. CENSO	6
4.2. PARÁMETROS ESTUDIADOS.....	9
5. RESULTADOS PARA SIERRA ESPUÑA	9
5.1. ABUNDANCIA MÍNIMA	9
5.2. EVOLUCIÓN DE LA APORTACIÓN DE CADA ITINERARIO (2009-2019)	10
5.3. ÍNDICE KILOMÉTRICO DE ABUNDANCIA (IKA).....	11
5.4. ESTIMA DE DENSIDAD MEDIANTE MUESTREO DE DISTANCIAS Y MEDIANTE COEFICIENTES DE CORRECCIÓN.	12
5.5. ESTRUCTURA DE EDADES	16
5.6. PROPORCIÓN DE SEXOS O SEX-RATIO	17
5.7. ÍNDICE REPRODUCTIVO	18
5.8. ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN.	20
5.9. CONCLUSIONES	21
6. RESULTADOS PARA LAS SIERRAS PERIFÉRICAS.....	24
6.1. ABUNDANCIA MÍNIMA EN LAS SIERRAS PERIFÉRICAS.....	24
6.2. EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN DE ARRUI EN LAS SIERRAS PERIFÉRICAS	25
6.3. ESTRUCTURA DE EDADES, PROPORCIÓN DE SEXOS E ÍNDICE REPRODUCTIVO	28
TABLA 6.3A) ESTRUCTURA DE EDADES EN LA SIERRA DE LA MUELA DE ALHAMA (N=54)	28
6.4. EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LA PROPORCIÓN DE SEXOS	29
6.5. EVOLUCIÓN TEMPORAL DEL ÍNDICE REPRODUCTIVO EN SIERRAS PERIFÉRICAS.....	30



7.	<u>BIBLIOGRAFÍA.....</u>	<u>32</u>
8.	<u>ANEXO 1. FICHA PARA CENSO.....</u>	<u>38</u>
9.	<u>ANEXO 2. PLAN EXTRACCIÓN PARA EL PERIODO OCT/2019-AGO/2020.....</u>	<u>41</u>



1. EQUIPO DE TRABAJO

Coordinación:	Sergio Eguía Martínez	
Fotografías:	Sergio Eguía Martínez	
Redacción:	Sergio Eguía Martínez y Roberto Rodríguez Caro	
Dirección Técnica:	María José Gens Abujas	
Equipo de censo:	Sergio Eguía Martínez	Alfonso Hernández Valverde
	Eugenio J. Martínez Noguera	Francisco Torá Navarro
	Javier Royo López	M ^a Dolores Andrés Blanco
	Sergio Lambertucci	Juan P. Álvarez Espín
	Roberto Pascual Rico	Fernando Escribano Cánovas
	Julia Hernández Muñoz	Juan J. Rodríguez Méndez
	Ion Ander Zearra	Luis Caverio Sancho
	José Luis López Nieto	Casimiro Esteban Moreno
	Zebensui Morales Reyes	Miguel Laso Guirao
	Fernando Sánchez García	José A. Rodríguez Montoya
	Fernando Escribano Cánovas	Jesús Ignacio Sánchez Lozano
	M ^a José Gens Abujas	Alonso Miñano García
	Lara Navas Alegre	Miguel Cánovas García

CITA RECOMENDADA: Eguía, S, Gens, M.J.; Giménez Casaldueiro, A y Rodríguez, R. (2019) “Censo de Arruí en las sierras de Espuña, Muela de Alhama, Tercia-Chichar y Cambrón-Madroño. Otoño-2019” MENDIJOB, S.L.- CONSEJERÍA DE AGUA, AGRICULTURA, GANADERÍA, PESCA Y MEDIO AMBIENTE. REGIÓN DE MURCIA. Informe inédito



2. INTRODUCCIÓN

2.1. Introducción

El seguimiento de una población a intervalos regulares permite detectar cambios en la población con el tiempo. El seguimiento a largo plazo puede ayudar a distinguir entre las tendencias reales de aumento o disminución de una población y fluctuaciones a corto plazo debidas a variaciones climáticas o a acontecimientos naturales impredecibles (Primack y Ros, 2002).

El seguimiento de una población, puede proporcionar información tanto sobre la estructura de edades de una población y sus parámetros demográficos, como de las características espaciales de una especie, lo que permite establecer estrategias de conservación (Primack y Ros, 2002).

En la actualidad muchos especialistas consideran el término censo como una contabilización de todos y cada uno de los individuos de la población (prácticamente imposible de conseguir, aunque tampoco necesario), y defienden el uso de estima del tamaño o de la densidad de una población. Puntualizando este detalle, usaremos en alguna ocasión la palabra “censo”, para referirnos a estima, simplemente por comodidad y por no diferenciarlo de los trabajos de años anteriores.

El arruí (*Ammotragus lervia*), es un ungulado alóctono originario del norte de África introducido como especie cinegética en Sierra Espuña en la década de los setenta. Su distribución y abundancia han sufrido variaciones durante los últimos cuarenta años.

2.2. Objetivos

Los objetivos del presente trabajo son los siguientes:

- Describir los parámetros demográficos de la especie en Sierra Espuña y Sierras periféricas, así como, evaluar su tendencia.
- Realizar una estima poblacional precisa para Sierra Espuña que permita diseñar las estrategias más adecuadas para la gestión de la especie.



3. ÁREA DE ESTUDIO

Este trabajo se ha desarrollado en las Sierras de Espuña, Muela de Alhama, Tercia-Chichar y Madroño-Cambrón Pedro Ponce (todas en la Región de Murcia). Se han repetido los itinerarios que vienen realizándose desde hace más de una década.

4. METODOLOGÍA

4.1. Censo

El método propuesto para el censo de la población consiste en el recuento simultáneo y directo de animales observados mediante itinerarios a pie o en vehículo, combinados con puntos fijos de observación en los que se permanece el tiempo que se estime necesario para localizar los arruís presentes en el campo visual del observador (Telleria, 1986).

El diseño de los itinerarios se realizó en base a los trabajos realizados con la especie en la última década y a datos sobre su distribución y viabilidad (Eguía & Pastor, 2003). Los itinerarios se han distribuido de manera uniforme por todo el Parque Regional de Sierra Espuña y Sierras periféricas, su trazado discurre por caminos y crestas, para optimizar la capacidad visual del observador y abarcar la mayor área de estudio posible.

Todos los itinerarios se realizaron con la ayuda de óptica de aproximación (prismáticos y telescopios terrestres de 8x, 10x y 20x-60x), por personal con experiencia en la distinción de sexo y edad de esta especie. El trabajo de campo se hizo coincidir con la época de celo que es el momento de mayor detectabilidad de todas las clases de edad y sexos. El censo se realizó el día 27 de septiembre en Sierra Espuña y el 26 de septiembre en el resto de sierras, con unas condiciones climatológicas favorables (día soleado, sin viento, ni nubes, ni lluvia), y con una duración de 5 horas (entre las 8:00 y las 13:00 h).

En total, se realizaron en Sierra Espuña 19 itinerarios (ver tabla 4.1) y 12 en el resto (ver tabla 4.2). El registro de los datos se realizó en una ficha de campo, en la que se recogen los parámetros temporales (día y hora), espaciales (lugar, altura y orientación), biológicos (sexo y edad), demográficos y etológicos (tamaño y tipo de agrupación), así como el estado sanitario (presencia de sarna) y otros datos de interés (ver Anexo). La edad y el sexo de los ejemplares observados se agrupo en diferentes categorías (ver Tabla 4.3).



Tabla 4.1. Itinerarios de censo en el periodo otoñal (Sierra Espuña).

Nº	Itinerario	Tipo	Fecha
1	Casa Forestal de Mortí	Coche	27/09/2019
2	Barranco de Sisquilla	Coche	27/09/2019
3	Campix	Coche	27/09/2019
4	Sierra de la Carrasquilla	A pie	27/09/2019
5	Abuznel	A pie	27/09/2019
6a	Trasvase-Carmona Este	Coche	27/09/2019
6b	Trasvase-Oeste	Coche	27/09/2019
7	Garita del Turullón	A pie	27/09/2019
8	Solana de los Morrones	Coche	27/09/2019
9	Valle de leyva	Coche	27/09/2019
10	El Berro-Barranco de Brujas	A pie	27/09/2019
11	Llano de las Tres Carrascas	A pie	27/09/2019
12	Bco. de Valdelaparra	A pie	27/09/2019
13	Bco. de la Hoz	A pie	27/09/2019
14	Solana del Pedro López	Coche	27/09/2019
15	Cumbre del Pedro López	A pie	27/09/2019
16	Purgatorio – Malvariche	Coche	27/09/2019
17a	Umbria de Espuña-Este	Coche	27/09/2019
17b	Umbria de Espuña-El Bosque	Coche	27/09/2019

Tabla 4.2. Itinerarios de censo en las Sierras periféricas

Nº	Itinerario	Tipo	Fecha
1	Solana Sª Muela	A pie	26/09/2019
2	Cumbre Sª Muela	A pie	26/09/2019
3	Oeste y Norte Sª Muela	Coche	26/09/2019
4a	Solana Sª Tercia Este	Coche	26/09/2019
4b	Solana Sª Tercia Oeste	Coche	26/09/2019
5	Oeste Sª Tercia	Coche	26/09/2019
6	Norte Sª Tercia	Coche	26/09/2019
7	Este Sª Tercia-Chichar-Serrecica	Coche	26/09/2019
8	Solana Sª Madroño	A pie	26/09/2019
9	Madroño de Arriba	Coche	26/09/2019
10	El Francés	A pie	26/09/2019
11	La Selva	Coche	26/09/2019



Tabla 4.3. Categorías de edad y sexo de los ejemplares observados.

Categoría	Descripción
m1	Machos entre 15 meses y 3 años
m2	Machos entre 3 y 5 años
m3	Machos entre 5 y 7 años
m4	Machos más de 7 años
hj:	Hembra joven, edad entre 15 meses y 3 años
ha:	Hembra de mas de 3 años
Ch:	Chotos desde el nacimiento a los tres meses.
Juv:	Juvenil entre 3 y 8 meses.
Sub:	Subadulto entre 8 y 15 meses.
Ind:	Indeterminado, ejemplares que no se ha identificado sexo y edad.

Una vez identificados los avistamientos de individuos o grupos duplicados, se preparó una base de datos que recogía la información sobre todos los grupos diferentes observados para su posterior análisis estadístico.

Para estimar la densidad y la abundancia absoluta en Sierra Espuña, se ha empleado, por un lado el COEFICIENTE DE CORRECCIÓN CALCULADO MEDIANTE CAPTURA-RECAPTURA ,(Eguía, 1996) y por otro, el programa Distance 6.0 basado en el método de muestreo de distancias (Buckland *et al.* 2001, Thomas *et al.* 2010). . El método asume una detectabilidad decreciente como función de la distancia perpendicular al transecto. Empleamos la distancias de observación de grupos para modelar la función de detección truncando el 10% de las observaciones realizadas a más larga distancia. Las funciones que probamos para describir los grupos detectados fueron la *half-normal* (HN) y la *hazard rate* (HR). Además se probó la covariable *modo de desplazamiento* (MD) referida a si el itinerario se hizo andando o a pie. Para la selección del mejor modelo utilizamos el criterio de información de Akaike (AIC, Akaike 1973). En las sierras periféricas se ha realizado una comparación con censos de años anteriores (los itinerarios realizados no permiten cuantificar la población con suficiente precisión).

La función de detectabilidad seleccionada nos permitió estimar la densidad de grupos en el área efectiva derivada del truncamiento de las observaciones. La densidad de arruí se estimó utilizando la media del número de individuos que componen los grupos avistados.



4.2. Parámetros estudiados

Para realizar el estudio de la población de arruí presente en el Parque Regional de Sierra Espuña se han utilizado los siguientes parámetros:

- Abundancia mínima: definida como el número mínimo de ejemplares observados en una misma área geográfica y en un mismo día de muestreo.
- IKA (Índice Kilométrico de Abundancia): definido como el número de individuos observados por kilómetro de itinerario recorrido (para S^a Espuña)
- Estima de abundancia mediante muestreo de distancias (para S^a Espuña)
- Estima de abundancia mediante Coeficiente de Corrección (para S^a Espuña)
- Estructura de edades: en este caso, se han utilizado las frecuencias de avistamiento de las distintas clases de edad, así como de los tres grupos genéricos (machos, hembras y jóvenes).
- Sex-ratio: para su cálculo se han utilizado las observaciones realizadas durante las cuatro salidas previas, se expresa como el cociente entre hembras y machos.
- Índice reproductivo: para su cálculo se han utilizado las observaciones realizadas durante las cuatro salidas previas, se expresa como el cociente entre crías (clases de edad Juveniles y Chotos) y hembras adultas.

5. RESULTADOS PARA SIERRA ESPUÑA

5.1. Abundancia Mínima

La abundancia mínima se corresponde con **el número de ejemplares observados** durante el censo. En este censo otoñal se han contabilizado **487 individuos para todo el Parque Regional**. El esfuerzo realizado en cuanto a itinerarios, metodología, fechas y esfuerzo es muy similar al de años anteriores (desde 2003).



En la actualidad, el arruí está presente en todo el Parque Regional formando una única población continua entre la Reserva de Caza y los cotos de Mula con independencia de los límites administrativos y físicos (valla perimetral). Parece presentar en el periodo otoñal una distribución contagiosa hacia las zonas mas altas donde se han observado mayor número de ejemplares, evitando los fondos de valle con mayor uso antrópico (uso público y agricultura), con un pinar mas denso y con menor disponibilidad de recursos alimentarios.

Tabla 5.1.a Ejemplares observados en Parque Regional de Sierra de Espuña.

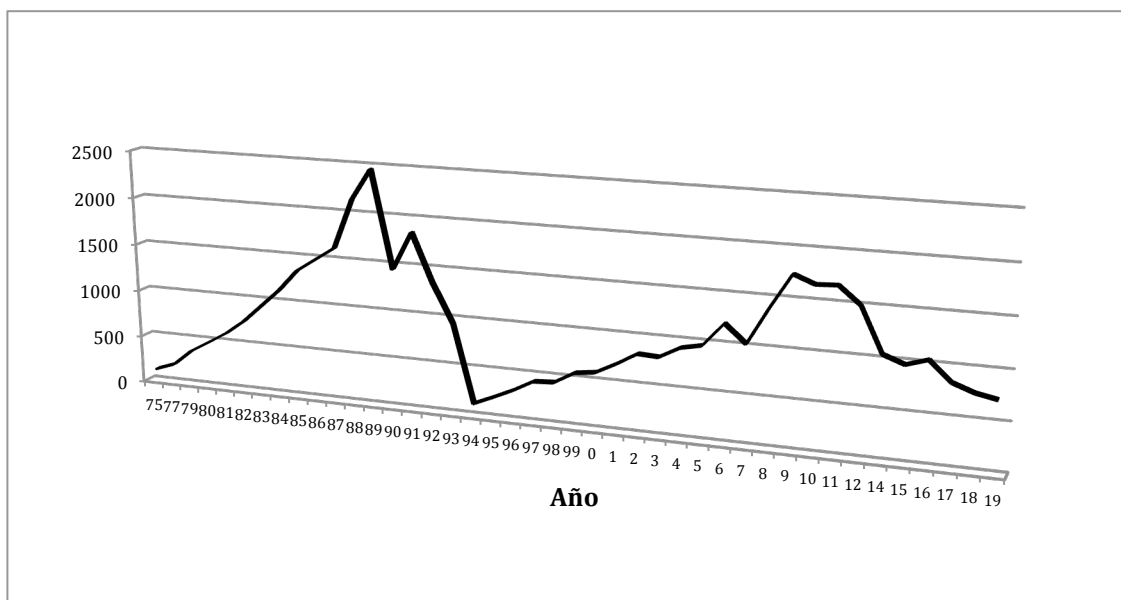
ZONA	Total	m1	m2	m3	m4	hj	ha	ch	juv	sub	ind
Total Parque Regional	487	40	44	27	14	52	152	1	93	21	43

5.2.Evolución de la aportación de cada itinerario (2009-2019)

Durante el periodo 2009-2012 el número de ejemplares observados ha sido muy constante, observándose en 2014 un importante descenso en toda la superficie del área de trabajo. En este censo de 2019, el descenso ha sido aún más acusado.

Tabla 5.2. Ejemplares observados en los censos 2009-2019.

Itinerario	2009	2010	2011	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019
CF Mortí/Bco sisquilla	6	7	26	31	10	24	6	29	30	4
Campix-Alquerias	52	17	12	51	43	15	28	27	0	1
Sierra de la Carrasquilla	33	0	0	1	20	4	33	0	0	0
Abuznel - Bco del Amarguillo	16	0	15	26	29	8	32	29	15	0
Trasvase - Moriana	17	10	6	11	0	13	0	0	0	0
Garita del Turullón	0	66	20	15	44	41	2	26	2	0
Solana Morrones	52	41	50	82	40	6	3	70	92	14
Valle de Leyva	21	49	67	50	20	43	37	36	32	10
El Berro - Bco Brujas	105	111	176	131	23	22	84	55	7	27
Llano Tres Carrascas	248	231	340	235	95	137	178	13	96	84
Valdelaparra	56	51	8	76	65	80	60	61	104	90
Bco de la Hoz	9	0	0	0	0	0	32	27	48	55
Solana Pedro Lopez	47	79	10	20	74	4	29	82	50	69
Cumbre Pedro Lopez	126	64	22	69	119	95	136	35	52	57
Purgatorio-Malvariche	23	36	71	55	25	5	20	18	55	33
Umbría de Espuña	104	170	32	64	44	10	48	43	39	43
Total Parque Regional	1032	984	990	1027	704	595	728	551	622	487



Evolución del tamaño de la población de Arruí de Sierra Espuña (1975-2019)

En el gráfico puede verse el incremento ocurrido en la década de los 80 con los máximos alcanzados a finales de esa década y el declive provocado por la epidemia de Sarna. Posteriormente, la población volvió a crecer con una curva menos acusada hasta 2009, se estabilizó hasta 2012 y comenzó a decrecer de forma acusada en 2014. En 2015 continúa decreciendo con un pequeño incremento en 2016 y ligeros descensos en 2017, 2018 y el presente año.

5.3. Índice Kilométrico de Abundancia (IKA)

El Índice Kilométrico de Abundancia (IKA), relaciona el número de ejemplares observados por kilómetro de itinerario recorrido. Se trata de un índice muy utilizado para evaluar la evolución de una población teniendo en cuenta el esfuerzo.

Durante el presente censo otoñal, el IKA ha sido de 4,54 ind./km. para el total del Parque Regional de Sierra Espuña.



Tabla 5.3a. Índice Kilométrico de Abundancia (IKA).

Zona	Itinerarios Realizados	Abundancia Mínima	Distancia* (Kilómetros)	IKA (Ind./ Km.)
P.R. Sierra Espuña	17	487	122,23	3,98

*corregida para este censo de 2019

Tabla 5.3b. Evolución del Índice Kilométrico de Abundancia (IKA).

Zona	IKA 2002	IKA 2009	IKA 2010	IKA 2011	IKA 2012	IKA 2014	IKA 2015	IKA 2016	IKA 2017	IKA 2018	IKA 2019
P.R. Sierra Espuña	3,3	6,9	6,55	6,71	6,96	4,79	4,20	4,94	3,74	4,54	3,98

La evolución del índice durante el periodo 2002-2009, parece indicar un aumento de la población en el Parque Regional, para el periodo 2009-2011 el índice de abundancia se mantiene en valores similares lo que indica que la población se mantiene estable y en 2014 (con el inicio de las acciones de control poblacional), el descenso del IKA, indica un importante descenso del tamaño de la población que se acentúa de forma importante en 2017, vuelve a subir ligeramente en 2018 y vuelve a bajar en 2019.

5.4. Estima de densidad mediante muestreo de distancias y mediante Coeficientes de Corrección.

a) Estima de la Densidad mediante Muestreo de Distancias

En el conjunto de los 14 transectos se han observado 58 grupos con una media de 8.4 individuos por grupo con un rango entre 1 y 80. En total se han encontrado en los censos un total de 487 arruís. La distancia de truncamiento ha sido de 1000 metros descartando las observaciones más alejadas. Se han creado intervalos 10 de 100 metros cada uno, como medida para evitar posibles imprecisiones en las medidas de longitud de las observaciones.

La detectabilidad se ha modelado usando las estrategias de años anteriores, utilizando la función de detección *hazard rate* (HR) y la covariable *modo de desplazamiento* (dividida en dos factores: transectos a pie y transectos en coche). Esto nos permite tener datos comparables entre los diferentes años. Para el cálculo de la función de detectabilidad se han usado los datos procedentes de 2014, 2015, 2016, 2017 y



2018, de esta manera el número de observaciones aumenta y la detectabilidad de los individuos se puede definir de una manera más precisa. Para los análisis, como en los años anteriores, se han eliminado los transectos periféricos (16 y 17)

Los resultados obtenidos indican que la densidad de arruí es de 4.07 ejemplares por kilómetro cuadrado (IC 95% 1.74-9.51 individuos por km²). Estos resultados se traducen en una abundancia total en el parque de **724 arruís** (IC 95% 310-1694 individuos).

Según los informes que hemos estado dando durante los últimos años, estas son las estimas calculadas:

	Abundancia	IC
Otoño 2014	952	Hasta 1835
Prim 2015	651	Hasta 1209
Otoño 2015	601	Hasta 1077
Otoño 2016	869	Hasta 1566
Otoño 2017	844	Hasta 1168
Otoño 2018	746	Hasta 1423
Otoño 2019	724	Hasta 1694

Correcciones por solapamiento

Durante 2019, se comprobó en un trabajo final de grado que hay varios transectos que se solapan cuando tenemos en cuenta un radio de 1000 metros del buscador (que se utiliza para realizar las estimas). El solapamiento de las áreas de muestreo abarcadas por los itinerarios es un factor importante para poder realizar estimas con mayor precisión. El área teórica donde se calcula la densidad es de 164 km² y el área real que se abarca en los transectos es de 96 km² en 2019



Transectos realizados en 2019 en Sierra Espuña (en amarillo) y el área real que se ha abarcado durante los transectos (verde oscuro), eliminando el solapamiento y teniendo en cuenta un radio de búsqueda de 1000 metros



Las estimas obtenidas para 2019 corregidas por el solapamiento de los itinerarios sería de 6.95 ejemplares por kilómetro cuadrado (IC 95% 2.97 – 16.26 individuos por km²). Estos resultados se traducen en una abundancia total en el parque de **1237 arruís** (IC 95% 529-2893 individuos).

En la siguiente tabla se muestran cómo serían los valores de abundancia si se tuviera en cuenta el solapamiento de los itinerarios.

	Abundancia	IC	
Otoño 2014*	1488	1053	2867
Prim 2015*	1017	488	1889
Otoño 2015*	939	686	1683
Otoño 2016*	1358	913	2447
Otoño 2017*	1319	881	1825
Otoño 2018	1113	553	2228
Otoño 2019	1237	529	2894

*Los valores entre 2014 y 2017 hay que tomarlos con especial precaución porque habría que tener en cuenta los recorridos que se hicieron ese año en concreto (porque hay años en los que el número de recorridos es distinto y para este pequeño ejercicio no lo hemos controlado) y calcular el solapamiento de dicho año. Este ejercicio solo se ha hecho analizando los recorridos de 2018 y 2019. Para los años anteriores se ha aplicado el solapamiento de 2018.

Si bien 724 es la cifra más probable, debemos advertir que en el censo de este año, la horquilla es mayor que en 2018, 2017, 2016 y 2015. La incertidumbre puede ser debida a la variabilidad en el tamaño de grupo encontrada en este censo de 2019 (grupos entre 1 y 80 individuos), lo que ha favorecido estos resultados que deben tomarse con cautela.

Otro factor que ha podido influir en los resultados, reduciendo el número de arruís localizados, es la climatología. En la semana del censo las temperaturas fueron más altas (con máximas que superaron los 30 grados centígrados) que de costumbre, lo que sin duda, habrá reducido la actividad de los animales y, por tanto, su detectabilidad.

No obstante, algunos índices nos sugieren que, efectivamente, el tamaño de la población de arruí de Sierra Espuña, sigue una tendencia descendente:



a) El IKA en 2018 fue 4,54 y en el presente censo 3,98

b) Aplicando el coeficiente de corrección, 1,69 (obtenido de los trabajos de censo con animales crotalados), el tamaño de la población en 2018 era de 1051 individuos. En el presente censo 823.

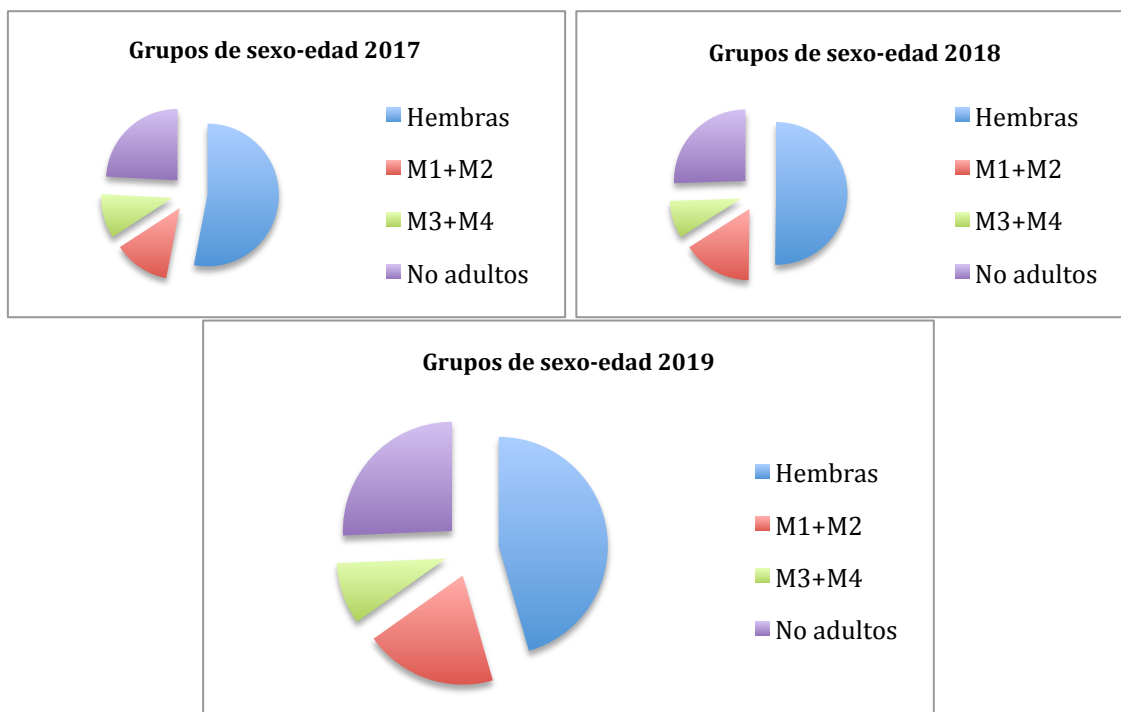
Según apliquemos uno u otro método, para analizar los resultados obtenidos en este censo de 2019, obtenemos una población total de entre **724 y 1237 (media 980,5)** individuos para el total de la Sierra a finales de septiembre.



5.5. Estructura de edades

Tabla 5.5a. Estructura de edades en Sª Espuña. La tabla esta confeccionada únicamente con los ejemplares identificados durante la jornada de censo (n=444).

Genero	Clase	Observados	%	Observados	%
Machos	m4	14	3,15	125	28,15
	m3	27	6,08		
	m2	44	9,91		
	m1	40	9,00		
Hembras	ha	152	34,23	204	45,95
	hj	52	11,71		
Jovenes	Sub	21	4,73	115	25,90
	Juv	93	20,95		
	Cho	1	0,22		



Gráficos de clases de sexo y edad encontradas en los censos de arruí en Sª Espuña en 2017, 2018 y 2019.



Como el año pasado, se advierte una ligera tendencia a equilibrar la estructura de la población. En estos tres años, se ha pasado de una proporción de hembras/macho muy elevada (2,33 en 2017) a una encontrada este año que empieza a acercarse a niveles más aconsejables (1,63).

5.6. Proporción de sexos o sex-ratio

En condiciones naturales y óptimas, el sex-ratio al nacimiento es una hembra por un macho (1:1) en la mayoría de los mamíferos (Caughley, 1977). El sex-ratio en el año 2019 para Sierra Espuña se encuentra, como es habitual, desplazado hacia las hembras, observándose 1,63 hembras por cada macho. No obstante, hay que destacar que es el sex-ratio más equilibrado encontrado en los últimos 17 años.

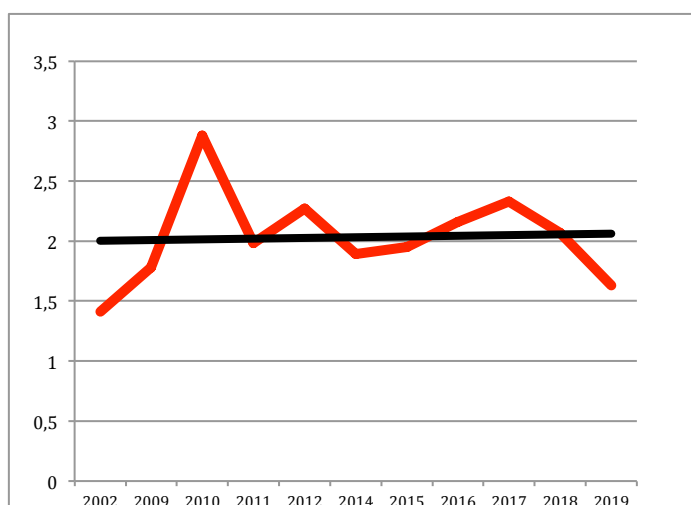
Tabla 5.6a. Sex ratio.

Zona	Hembras	Machos	Sex-Ratio
P.R. Sierra Espuña	204	125	1,63

Tabla 5.6b. Evolución del Sex-ratio.

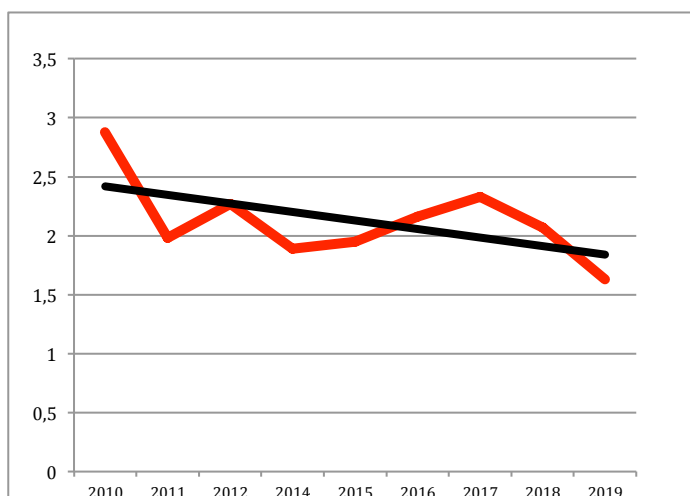
Zona	2002	2009	2010	2011	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019
P.Regional	1,41	1,78	2,88	1,98	2,27	1,89	1,95	2,16	2,33	2,07	1,63

En la primera parte de las Acciones de Control de la población de arruí en Sierra Espuña (2014 y 2015), se fue equilibrando el sex-ratio. Sin embargo en el siguiente bienio, volvió a desequilibrarse, para volver a mejorar en 2018 y, especialmente en el presente año.



Si hacemos un gráfico con los datos de sex-ratio desde 2002 y agregamos la Línea de Tendencia, observamos una asombrosa estabilidad con una muy ligera tendencia al alza.

El análisis de este parámetro durante las últimas dos décadas en la población de arruí de Sierra Espuña sugiere que los factores que afectan al porcentaje machos/hembras se mantiene.



Gráficos de evolución del sex-ratio en el arru de Sª Espuña (con línea de tendencia)

Sin embargo, el mismo gráfico pero tomando el periodo 2010-2012 (sin actuaciones de control de la población) y el periodo 2013-2019 (con desarrollo de actuaciones de control poblacional), la Línea de Tendencia muestra un claro descenso de este parámetro, es decir, una tendencia al equilibrio en cuanto a la relación machos/hembras del arru de Sierra Espuña.

5.7. Índice reproductivo

El índice reproductivo (natalidad) puede depender de factores externos que condicionan los recursos disponibles y por tanto la capacidad de carga del medio, pero en poblaciones de ungulados silvestres, también dependen de la densidad (Alados & Escos, 1996).

Tabla 5.7b. Evolución del Índice reproductivo.

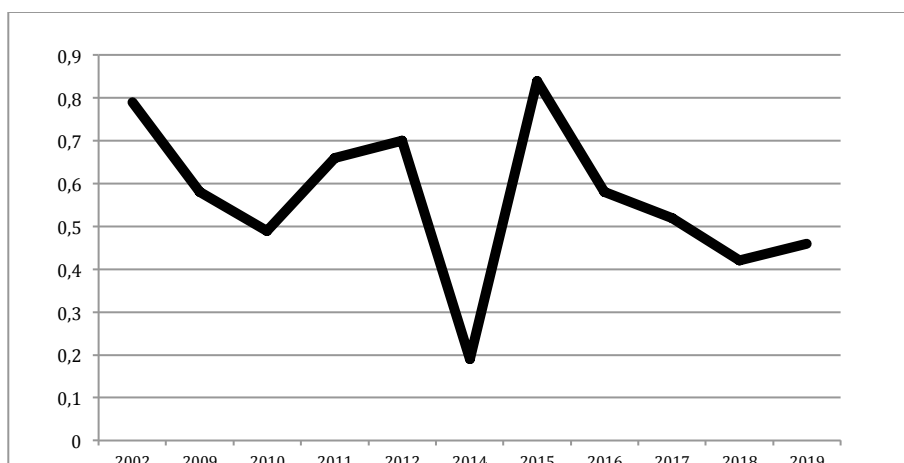
Zona	Censo 2002	Censo 2009	Censo 2010	Censo 2011	Censo 2012	Censo 2014	Censo 2015	Censo 2016	Censo 2017	Censo 2018	Censo 2019
P.Regional	0,79	0,58	0,49	0,66	0,70	0,19	0,84	0,58	0,52	0,42	0,46

Tras el periodo 2002-2010, donde se había producido una disminución del índice reproductivo de 0,79 a 0,49 crías/hembra, podemos ver que al inicio de las Acciones de Control, se produjo un descenso acusadísimo (en 2014) seguido de un incremento (la mayor tasa encontrada en los últimos 15 años) y, posteriormente una estabilización entre 0,42-0,58 para los cuatro últimos años.



Es muy interesante comprobar que cuando la abundancia de la población se acerca a los 800 individuos (abundancia que encontrábamos en 2002) , la tasa de natalidad se incrementa notablemente (en 2002 encontramos una tasa de natalidad de casi 0,80 y ningún año hasta este 2015 hemos vuelto a encontrar tasas de natalidad superiores a 0,70). Este incremento de la natalidad puede entenderse como un indicador del aumento de la disponibilidad de recursos (al haberse reducido el tamaño de la población, la disponibilidad de recursos tróficos/individuo es mayor y permite un incremento de la natalidad y una mayor supervivencia de los chotos).

Debemos suponer que la especie incrementa su tasa de natalidad y aumenta además la supervivencia preadulta cuando las densidades son menores, porque los recursos disponibles son mayores para la población superviviente.



Evolución del Índice reproductivo de la población de Arruí de Sierra Espuña (2002-2019)

La tasa de natalidad que resulta del análisis de los datos de este censo, esta fuertemente influenciada por el efecto del control poblacional (cuando éste se centra en animales no adultos, la tasa de natalidad resultante en otoño, es más baja de la que habríamos encontrado si no se hubiera llevado a cabo el control).



5.8. Estructura de la población.

Teniendo en cuenta los resultados de los apartados 5.4 y 5.5 y suponiendo igual detectabilidad para todos los individuos, la población de arruí de Sierra Espuña en septiembre de 2019, estará formada por las siguientes clases de sexo y edad:

Clase de edad	Nº de ejemplares
M4	31
M3	60
M2	97
M1	88
Had	336
Hjov	115
Sub	46
Juv	205
Cho	2
TOTAL	980

No obstante, deben tomarse estos resultados con cautela por el posible efecto de varias cuestiones insuficientemente valoradas (diferente detectabilidad de algunas clases de sexo y edad, diferente accesibilidad visual de los itinerarios, heterogeneidad de los itinerarios, etc.).



5.9. Conclusiones

A la vista de los resultados obtenidos en este censo, podemos extraer algunas conclusiones:

5.9.1) La población de arruí de Sierra Espuña parece estar respondiendo al descaste en el último trienio, incrementando el Índice Reproductivo. Se pasó de una media de 0,52 a 0,65 chotos/hembra en el trienio 2015-2017. Este pudo ocurrir por efecto del incremento de alimento disponible. En el último bienio, año hemos encontrado un índice considerablemente menor pero quizás este reducido por la importante presión de control ejercida este año sobre los juveniles (casi el 20% de los individuos controlados en 2018, fueron juveniles y más del 30% del total de animales controlados en 2019 han sido igualmente juveniles o subadultos).

5.9.2) La proporción de hembras/machos sigue estando desequilibrada a favor de aquellas, aunque se aprecia tendencia a reducir dicho desequilibrio.

5.9.3) Los resultados obtenidos son robustos si se comparan con los obtenidos en el censo otoñal de 2014:

- a) En aquel momento se estimó la población en 1050 individuos.
- b) Posteriormente se extrajeron 630 individuos en los descastes de 2014+2015.
- c) Se incorporaron entre 300 y 480 nuevos arruís (nacimientos en 2015)
- d) La población según estos cálculos estaría en otoño de 2015 entre 720 y 900 individuos (cerca de los 930 estimados)
- e) Se incorporaron en 2016 entre 380 y 450 nuevos arruís (nacimientos en 2016)
- f) Se extrajeron desde el censo de 2015 hasta la primavera de 2016 un total de 353 individuos
- g) La población según estos cálculos estaría en otoño de 2016 entre 850 y 990 individuos (cerca de los 1040 estimados)
- h) Desde aquel censo, se han extraído 385 individuos
- i) Los nacimientos de 2017 debieron haber aportado entre 220 y 400 nuevos arruís



j) La población debería rondar según los cálculos de extracción e incorporación, entre los 845 y los 1025 individuos. Con los datos del censo, se estimó la población en 844 individuos. Este desfase podía responder a alguna sobreestima en años anteriores, al incremento de la presión cinegética en el entorno de S^a Espuña, al furtivismo o al efecto combinado de estas y otras causas.

k) En 2018 se extrajeron 343 individuos y se calculó que nacieron entre 300-340, luego la población debería situarse entre los 800-850 individuos. Ya se ha comentado más arriba que los cálculos del censo mediante muestreo de distancias, dieron como resultado una cifra menor, pero aplicando los coeficientes de corrección obtenidos mediante Captura-recaptura, la población se situaría entre 1051 y 1211 individuos, media = 1131).

l) En ese año 2018, la aportación de nuevos arruís (teniendo en cuenta que habría unas 480 hembras en edad reproductora) puede estimarse entre 200 y 300 (media = 250). La extracción en este periodo ha sido de 323. De esta forma, en 2019 deberían haber unos 1058 arruís ($1131 + 250 - 323 = 1058$) y nuestras estimas arrojan un valor medio de 980 (un 7 % de diferencia).

Será importante mantener el esfuerzo de censo para confirmar el descenso poblacional que se ha detectado en este año.

5.9.4) Sin embargo, los resultados pierden robustez si se comparan con los obtenidos en el censo primaveral de 2015. Ya se explicó en aquel censo que existían dos problemas fundamentales para calcular la abundancia total en esas fechas:

a) Por un lado la escasa detectabilidad de los machos fuera de la época de celo (como demuestra el hecho de que en ese censo de primavera el porcentaje sobre el total, de los machos avistados fue de tan solo 13 %, frente al 24% encontrado en otoño de 2014 o el 22% encontrado en el censo de 2015.



b) Por otro lado, una parte importante de los nacimientos no se habían producido en mayo (como lo demuestra el hecho de que en este censo otoñal de 2015 se avistaron casi 100 chotos de menos de tres meses y chotos de entre 3 y 5 meses)

5.9.5) Como reflexión final podemos apuntar que los censos primaverales pueden aportar datos sobre la reproducción pero difícilmente sobre la abundancia total y que los censos otoñales parecen más adecuados para estimar ésta (con las precauciones y cautela apuntadas en los apartados 5.4 y 5.8 de este informe).



6. RESULTADOS PARA LAS SIERRAS PERIFÉRICAS

El método de censo empleado en las sierras periféricas es similar al descrito para Sierra Espuña aunque con un esfuerzo/superficie más variables (mayor en la Sierra de la Muela y menor en el resto de Sierras). En total, se realizaron 3 itinerarios de censo o transectos en la Sierra de la Muela de Alhama, 5 en la Sierra de la Tercia-Chichar y 5 en las Sierras de Madroño-Cambrón-Pedro Ponce (ver tabla 6.1).

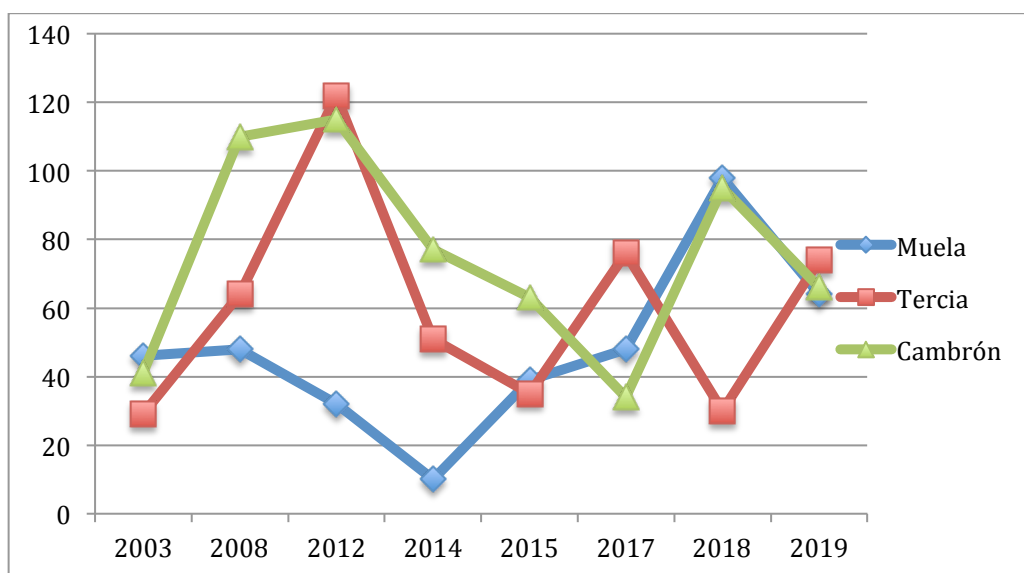
6.1. Abundancia Mínima en las sierras periféricas

Tabla 6.1. Itinerarios de censo y avistamientos (Sierras periféricas) en 2019 (en color verde, avistamientos de cabra montés)

Itinerario	M1	M2	M3	M4	Hj	Had	Sub	Juv	Cho	Ind	TOTAL
Solana Muela	0	4	8	0	2	18	0	5	0	0	37
Oeste-Norte Muela	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cumbre Muela	0	0	2	0	0	13	0	2	0	10	27
TOTAL SIERRA DE LA MUELA DE ALHAMA	0	4	10	0	2	31	0	7	0	10	64
Cabra montés		1Macho 4º-5º	1Macho 6º-7º								2
Aledo-Serrecica	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
Este Tercia	0	0	0	0	1	3	1	3	0	0	8
Solana Tercia	1	0	2	0	5	10	0	4	1	0	23
Oeste Tercia	3	8	0	0	5	10	0	14	1	0	41
Norte Tercia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL SIERRA TERCIA-CHICHAR	4	8	2	0	11	24	1	22	2	0	74
Cabra montés											0
Solana Madroño	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Madroño de Arriba	3	1	1	1	1	9	2	5	0	3	26
Bco. de Ponce	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
El Francés	1	1	0	0	2	5	0	2	0	0	11
La Selva	0	10	0	0	0	8	0	11	0	0	29
TOTAL MADROÑO-CAMBRÓN	4	12	1	1	3	22	2	18	0	3	66
Cabra montés	3Macho 1º-2º 2Macho 2º-3º	1Macho 3º-4º	1Macho 4º-5º 1Macho 5º-6º	1Macho 6º-7º	2	11		8		1	31

La cobertura de censo es insuficiente para calcular la abundancia total. Los datos disponibles permiten no obstante elaborar un gráfico de abundancia relativa y observar la tendencia de estas tres subpoblaciones en los últimos 15 años (tiempo que llevamos replicando el esfuerzo de censo en estas sierras).

6.2. Evolución de la población de arruí en las sierras periféricas

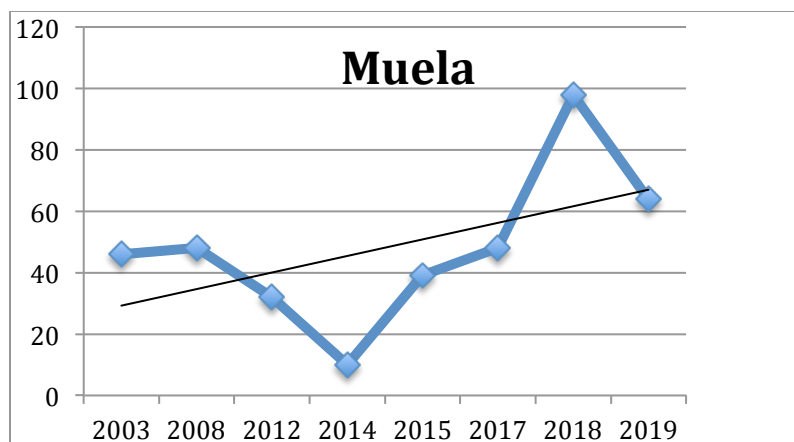


Evolución comparativa de ejemplares contabilizados durante los censos en las sierras periféricas (2003-2019)

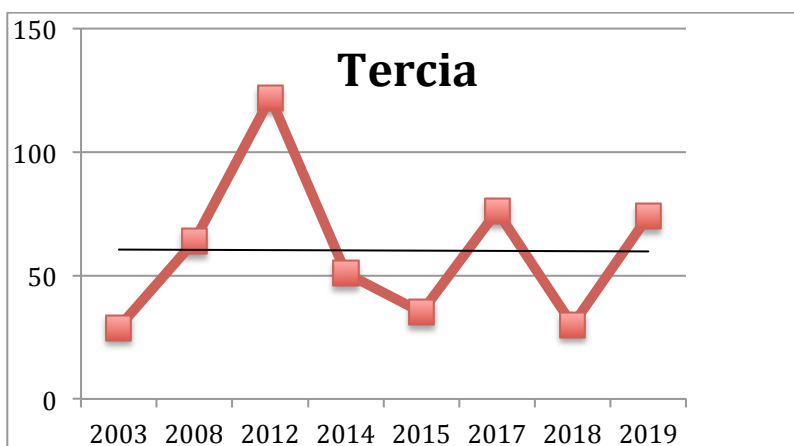
Es importante recordar que el esfuerzo de muestreo se ha mantenido constante durante todos los años de estudio (2003-2019), luego los resultados obtenidos pueden dar una idea de la evolución de estas tres subpoblaciones en el periodo abarcado.

Las oscilaciones encontradas sugieren numerosas hipótesis de gestión, disponibilidad de recursos, competencia interespecífica, efectos del control poblacional llevado a cabo en la subpoblación de Sierra Espuña desde finales de 2013, etc.

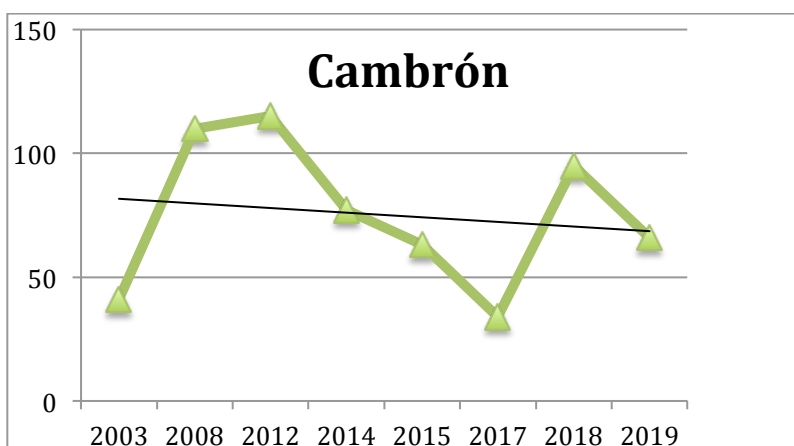
A continuación se muestran por separado, los gráficos de avistamientos para cada una de las tres subpoblaciones y la tendencia de los mismos.



Evolución de ejemplares contabilizados durante los censos en la Sª de La Muela y Línea de Tendencia



Evolución de ejemplares contabilizados durante los censos en la Sª de La Tercia y Línea de Tendencia



Evolución de ejemplares contabilizados durante los censos en la Sª de Cambrón y Línea de Tendencia



Los gráficos parecen mostrar que existe desde 2012 una tendencia regresiva de las subpoblaciones de Cambrón y, especialmente de La Tercia hasta 2015.

La subpoblación de la sierra de La Muela, lleva 3 años viendo como el número de animales detectados aumenta, habiéndose casi duplicado en 2018 el máximo histórico para esta zona desde 2003. En este año 2019, el número de animales localizados durante la jornada de censo ha vuelto a descender pero se mantiene alto.

El esfuerzo de censo realizado en estas sierras es mucho menor que el realizado en Espuña, no solo en el número de años en los que se ha trabajado sino en la cobertura del mismo. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos desde 2003 hasta 2019.

Sierra	2003	2008	2012	2014	2015	2017	2018	2019
Muela de Alhama	46	48	32	10	39	48	98	64
Tercia-Chichar	29	64	122	51	35	76	30	74
Cambrón-Madroño	41	110	115	77	63	34	95	66
TOTAL	116	222	269	138	137	158	223	204



6.3. Estructura de edades, Proporción de sexos e Índice reproductivo

Tabla 6.3a) Estructura de edades en la Sierra de la Muela de Alhama (n=54)

Genero	Clase	Observados	Observados	%
Machos	m5	0	14	25,93
	m4	0		
	m3	10		
	m2	4		
	m1	0		
Hembras	ha	31	33	61,11
	hj	2		
Jovenes	Sub	0	7	12,96
	Juv	7		
	Cho	0		

Sex-ratio (hembras/machos): **2,40** (encontramos 3,20 en 2018 y 3,10 en 2017)

Índice reproductivo (Juv+Chot/hembras): **0,21** (encontramos 0,61 en 2018 y 0,39 en 2017)

El índice reproductivo es muy bajo y la proporción de sexos sigue muy desequilibrada a favor de las hembras.

Tabla 6.3b) Estructura de edades en las Sierras de la Tercia-Chichar (n=74)

Genero	Clase	Observados	Observados	%
Machos	m5	0	14	18,92
	m4	0		
	m3	2		
	m2	8		
	m1	4		
Hembras	ha	24	35	47,30
	hj	11		
Jovenes	Sub	1	25	33,78
	Juv	22		
	Cho	2		

Sex-ratio (hembras/machos): **2,50** (encontramos 3,80 en 2018 y 2,21 en 2017)

Índice reproductivo (Juv+Chot/hembras): **0,68** (encontramos 0,33 en 2018 y 0,40 en 2017)



El índice reproductivo es elevado y la proporción de hembras/machos desequilibrada a favor de las hembras. No obstante, ambos parámetros sugieren que se están aplicando medidas de gestión y que la disponibilidad de recursos es alta.

Tabla 6.3c) Estructura de edades en las Sierras del Madroño-Cambrón (n= 63)

Genero	Clase	Observados	Observados	%
Machos	m5	0	18	28,57
	m4	1		
	m3	1		
	m2	12		
	m1	4		
Hembras	ha	22	25	39,68
	hj	3		
Jovenes	Sub	2	20	31,75
	Juv	18		
	Cho	0		

Sex-ratio (hembras/machos): **1,39** (encontramos 2,39 en 2018 y 5,50 en 2017)

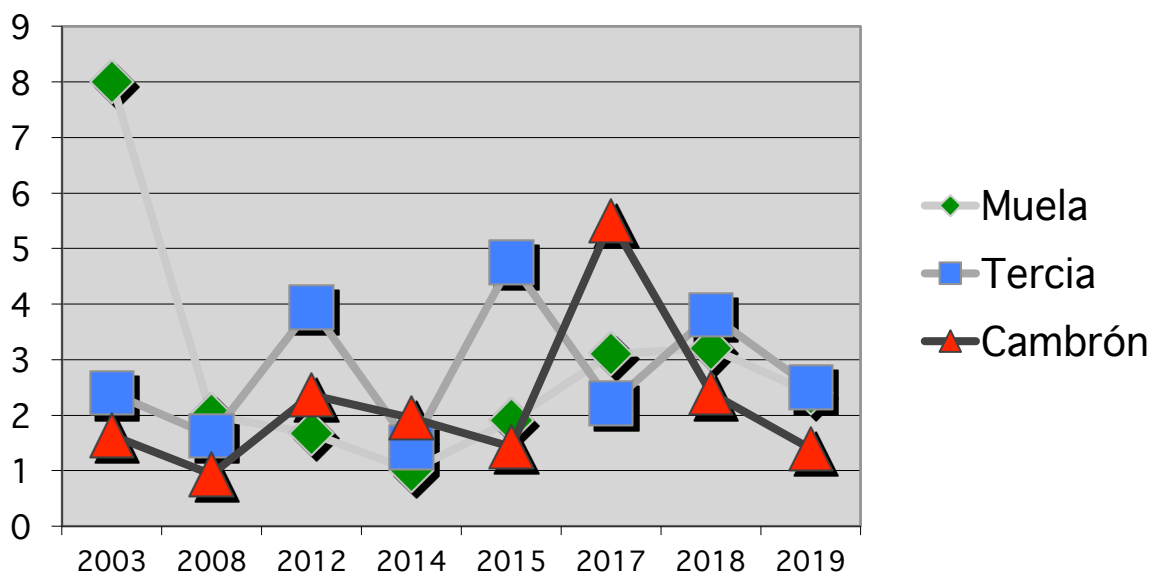
Índice reproductivo (Juv+Chot/hembras): **0,72** (encontramos 0,81 en 2018 y 0,57 en 2017)

Muy elevado índice reproductivo (ya en 2017-2018 era alto) y un sex-ratio menos desequilibrado a favor de las hembras que en años anteriores y que en las demás sierras periféricas.

6.4. Evolución temporal de la Proporción de sexos

6.4.1. Evolución del Sex-ratio en las Sierras periféricas

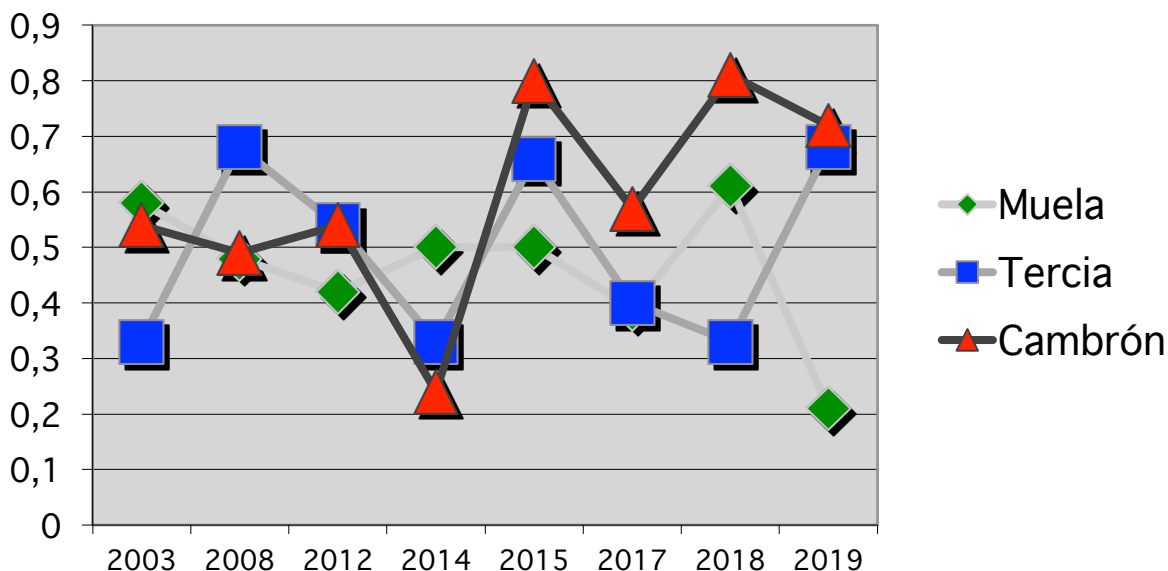
Sierra	2003	2008	2012	2014	2015	2017	2018	2019
Muela de Alhama	8,00	2,00	1,67	1,00	1,90	3,10	3,20	2,40
Tercia-Chichar	2,40	1,63	3,94	1,42	4,75	2,21	3,80	2,50
Cambrón-Madroño	1,64	0,93	2,36	1,95	1,43	5,50	2,39	1,39



Tanto en la población de la Sierra de la Muela (con fuertes oscilaciones) como en la de la Sierra de la Tercia-Chichar (siempre con valores elevados de este parámetro) la proporción de hembras/machos ha estado muy alejada de lo aconsejable para la especie (= 1). Sin embargo, la población de las Sierras de Cambrón-Madroño, se ha encontrado siempre en valores muy similares y ligeramente por encima del óptimo excepto en el censo de 2017. En el presente censo de 2019, como ya ocurrió en 2018, hemos vuelto a encontrar en la Sierra de Cambrón, el sex-ratio menos desequilibrado para el conjunto de las sierras periféricas.

6.5. Evolución temporal del Índice reproductivo en sierras periféricas

Sierra	2003	2008	2012	2014	2015	2017	2018	2019
Muela de Alhama	0,58	0,48	0,42	0,50	0,50	0,39	0,61	0,21
Tercia-Chichar	0,33	0,68	0,54	0,33	0,66	0,40	0,33	0,68
Cambrón-Madroño	0,54	0,49	0,54	0,24	0,80	0,57	0,81	0,72



Las tres subpoblaciones mostraron índices muy similares durante el periodo 2003-2012 y a partir de entonces Tercia-Chichar y Cambrón-Madroño mostraron un acusado descenso (similar al de Sierra Espuña en el mismo periodo y quizás motivado por la sequía de 2013 y 2014) seguido de un importante aumento del índice (quizás favorecido por el incremento de la disponibilidad de recursos). En el trienio 2016-2018, Tercia había bajado (media del trienio 0,46), aunque este año hemos vuelto a encontrar un muy elevado valor para este parámetro. La Muela se ha mantenido en un 0,50 de media, aunque este año hemos encontrado valores muy bajos, mientras que Cambrón ha experimentado una muy importante subida manteniendo una media para el trienio de 0,73 juveniles+chotos/hembra reproductora.



7. BIBLIOGRAFÍA

- Akaike, H. (1979) A Bayesian extension of the minimum AIC procedure of autoregressive model fitting. *Biometrika*, 66, 237–242.
- Alados, C.L. y Escos, J. (1996). Ecología y comportamiento de la cabra montés. Consideraciones para su gestión. Monografías Museo Nacional de Ciencias Naturales nº 11. CSIC, Madrid, 329 pp.
- Alados, C.L., Escos, J., Vericad, J.-R. (1988). Captive populations of Northwest African Antilopinae and Caprinae at the Estación Experimental de Zonas Áridas, in: Dixon, A., Jones, D. (Eds.), *Conservation and biology of desert antelopes*. Christopher Helm (Publishers) Ltd, Bromley, Kent, pp. 199–211.
- Allen, R., Becklund, W. y Gilmore, E. (1956). Parasites of the Barbary Sheep. *Journal of Parasitology*, 42.
- Allen, R. (1960). Diseases and parasites of Barbary and Bighorn Sheep in the southwest. En *Transactions of the Desert Bighorn Council*. J. Yoakum (ed.). Desert Bighorn Council, Las Vegas, Nevada: 17-22.
- Ambiental S.L. (1993). Estudios básicos para el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de Sierra Espuña. Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. 690 pp. (Informe técnico)
- Ansell, W. F. (1971). Order Artiodactyla. En “*The Mammals of Africa, an identification manual*”. P. Mester y H.W. Setzer (eds) Smithsonian Institution Press. Washington: 84pp.
- A.R.M.A.N (1991). “Censo de Arruí en la Reserva Nacional de Caza de Sierra Espuña”. Agencia Regional para el Medio Ambiente y la Naturaleza. Com. Aut. de Murcia. Inéd. 7 págs.
- Boever, W.J. 1976. Johne’s disease in aoudads and mouflon. *Journal of Zoo Animal Medicine*, 7: 19-23
- Brack, M. Von (1966). Mycoplasmosis bei jungen mährenspringern (*Ammotragus lervia*). *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift* 79: 169-172



- 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.
- Buckland ST, Anderson DR, Burnham KP, Laake JL, Borchers DL, Thomas L (2001). Introduction to Distance Sampling. Oxford University Press, Oxford.
- C.A.R.M. (1995). "Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de Sierra Espuña y Barrancos de Gebas". Dirección General del Medio Natural. Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. Comunidad autónoma de la Región de Murcia.
- 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 incaptive *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. (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., 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., 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.
- Castells, A. y Mayo, M. 1993. Arruí (*Ammotragus lervia*, Pallas 1977). En “Guía de los mamíferos de España y Portugal”. Ed. Pirámide, Madrid. 394 pp.
- Corbet, G.B. 1978. The Mammals of de Palearctic Region: a taxonomic review. Cornell University Press, Ithaca: 314 pp .
- 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.
- De la Peña, J. y Brugarolas C. (1983). El árui (*Ammotragus lervia*) en la Reserva Nacional de Sierra Espuña (Murcia-España). Informe inédito. 6 pp.
- E.T.I.S.A. (1990). Plan de Aprovechamiento cinegético de la Región de Murcia. Agencia Regional para el Medio Ambiente y la Naturaleza de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.
- E.C.O.V.E.T. (1998). Censo de Arrui y Cabra Montes en la Region de Murcia 1998. D.G.M.N. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de la Comunidad Autonoma de la Region de Murcia.
- Eguía, S. (1996) “Desarrollo de un método de censo de Arrui (*Ammotragus lervia*) en Sierra Espuña mediante Captura-Marcaje-Recaptura” Inéd.
- Eguia, S. y Jiménez, P. J. (1993). Estudio sobre la epidemia de sarna en el Arrui de Sierra Espuña 1992-1993. Centro de Recuperación de Fauna Silvestre. Agencia Regional para el Medio Ambiente y la Naturaleza. Informe inédito. Murcia.
- Eguía, S. y Pastor, A. (2003). Censo de Arrui (*Ammotragus lervia*) y Cabra Montés (*Capra pyrenaica*) en la Region de Murcia. Dirección General del Medio Natural. Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. Inédito



- Eguía, S. y Jimenez, P.J., (1.994) “ACCION VERDE: Area de distribución del Arruí (*Ammotragus lervia*) en Murcia. 1.994” Agencia Regional para el Medio Ambiente y la Naturaleza de la Com. Aut. de Murcia. Inéd. 21 págs.
- Eguía, S. (2.001) “Informe 12/09/01. Inspección de la población de Arruí en Sierra Espuña para detectar posible brote de sarna” Centro de Recuperación de Fauna Silvestre Parque Natural El Valle. D.G.M.N. Informe Inéd. 5 págs.
- Eguía, S. (2.001) “Informe 20/09/01. 2ª Inspección de la población de Arruí en Sierra Espuña para detectar posible brote de sarna” Centro de Recuperación de Fauna Silvestre Parque Natural El Valle. D.G.M.N. Informe Inéd. 5 págs.
- Eguía, S. y Pastor, A. (2003). Censo de Arruí (*Ammotragus lervia*) y Cabra Montés (*Capra pyrenaica*) en la Region de Murcia. Dirección General del Medio Natural. Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. Inédito
- García, J. (2001). Proyecto de Ordenación y explotación Cinegética de la Reserva Nacional de Caza de Sierra Espuña. Proyecto Final de Carrera. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad de Cordoba.
- García-Morell, M. (2007). El Arruí (*Ammotragus lervia*, Pallas 1777), rey de la caza mayor en el sureste ibérico.
- 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). Vigilancia sanitaria de la sarna (*Sarcoptes scabiei*) en la población de arruí (*Ammotragus lervia*) del parque regional de Sierra Espuña (Murcia). *Galemys*, 13 (Nº Especial): 59-73.
- González Candela, M. (2002). Epidemiología de la sarna sarcóptica (*Sarcoptes scabiei*) en la población de arruí (*Ammotragus lervia*) del Parque Regional de Sierra Espuña (Murcia). Tesis Doctoral. Universidad de Murcia.



- González-Candela, M., León-Vizcaíno, L. y Cubero, 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), 2004, pp. 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. y Pence, D. (1979). Ectoparasites of sympatric Barbary Sheep and Mule Deer in the Texas Panhandle. U.S.A. *Journal of Medical Entomology* 16: 448-449.
- Gray, G. G. y Simpson, C. D. (1979). Weight estimation of barbary sheep from horn length. *Wildlife society bulletin* 7: 285-288.
- Gray, G. G. y Simpson, C. D. (1980). *Ammotragus lervia*. *Mammalian Species*, 144: 1-7.
- Gutierrez, F. (1974). Proyecto de Ordenación Cinegética de la Reserva Nacional de Sierra Espuña. Servicio Provincial del ICONA. Inedito. Murcia.
- Keler, S. Von (1943). Ein beitrag zur kennthis del Mallophagen. *Arbeiten der Morphologischen und Taxonomie zur Entomologie Berlin* 9: 69-85
- MAYUYO C.B-TRAGSA. (2001). Censo de Arruí y Cabra Montés en la Región de Murcia. Dirección General del Medio Natural. Consejería de Agricultura, Agua y medio Ambiente. Murcia.
- Middleton, C. y Wallach, J. (1970). Naturally occurring atherosclerosis in aoudads. *Acta Zoologica et Pathologica. Antverpiensia* 50: 45-54.
- Ortuño, F. y De la Peña (1979). Reservas y cotos nacionales de Caza IV. Región Mediterránea. INCAFO.
- Pastor, A., Sánchez-Zapata, J.A., Eguía, S. y García, J. (2007). “Solapamiento de hábitat y competencia entre la Cabra montés y el Arruí en la Región de Murcia. II Congreso Internacional del Genero *Capra* en Europa. Granada 2007.



- Pastor, A. y García, M. (2009). “Censo de Arruí en la Reserva Regional de Caza de Sierra Espuña. Septiembre 2009”. Dirección General de Patrimonio Natural y biodiversidad. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.
- Poilecot, P. (1991). La faune de la Réserve Naturelle Nationale de l’Aïr et du Ténéré. Pp. 181-259. En: Giazzi, F. (Ed.). La Réserve Naturelle Nationale de l’Aïr et du Ténéré (Niger). MHE/WWF/IUCN, Gland.
- Primack, R.B. y Ros, J. (2002). Introducción a la biología de la conservación. Ariel Ciencia.
- Rodríguez-Luengo, J. C., Rodríguez-Piñero, J. C. (1987). Datos preliminares sobre la alimentación del arruí (*Ammotragus lervia*) (Bovidae) en La Palma. Islas Canarias. Viera, 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.
- Serrano, E., Calabuig, G., Cassinello, J., Granados, J.E. y Pérez, J.M. (2002). “Corología del Arruí (*Ammotragus lervia* Pallas 1777) en el Sudeste Peninsular”. Galemys 2002.
- 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.
- Telleria, J.L. (1986). Manual para el censo de vertebrados terrestres. Ed. Raices. Santander.
- Thomas, L., S.T. Buckland, E.A. Rexstad, J. L. Laake, S. Strindberg, S. L. Hedley, J. R.B. Bishop, T. A. Marques, and K. P. Burnham. 2010. Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. Journal of Applied Ecology 47: 5-14. DOI: 10.1111/j.1365-2664.2009.01737.
- TRAGSA (2.000). “Censo de Arruí y Cabra montés en la Región de Murcia, 1.999” D.G.M.N. Consej. Agric., Agua y Med. Amb. de la Com. Aut. de Murcia. 67 págs.
- Valdez, R. y Bunch, T. 1980. Systematics of the Aoudad. En Symposium on Ecology and Management of Barbary Sheep. C.D. Simpson (ed.) Department of Range and Wildlife Management. Texas Technological University, Lubbock, Texas: 27-29.



8. ANEXO 1. FICHA PARA CENSO



FICHA PARA CENSO DE ARRUI (CENSO OTOÑAL)

Fecha: _____ Zona: _____

Itinerario: _____

Hora inicio: _____ Hora fin: _____

Observador/es: _____

Otros (climatología, visibilidad, interferencias,
etc): _____

INSTRUCCIONES

Cada columna es para un solo grupo. En caso de error, tachad la columna entera y pasad a la siguiente. **Indicad en el plano la localización** de cada grupo con su nº correspondiente. En la casilla "Lugar" indicad el topónimo más cercano a la localización del grupo. **Identificar bien las clases de edad y sexos**. Utilizad el tiempo necesario e incluso haced un acercamiento si no pueden verse de otra forma. En caso de duda, es preferible colocar los ejemplares en la casilla "Ind" (Indeterminados).

1) LO MÁS IMPORTANTE ES CONTAR EL NÚMERO DE EJEMPLARE

2) LO SEGUNDO MÁS IMPORTANTE ES UBICAR CORRECTAMENTE EL NÚMERO DE GRUPO EN EL MAPA QUE SE OS ENTREGARÁ (con la hora de avistamiento)

3) SI SE PUEDE HAY QUE DISTINGUIR LAS EDADES NO ADULTAS
(ver fotos)

CHOTOS= animales muy pequeños con cuernos casi inaparentes

JUVENILES = animales pequeños, con cuernos como la oreja o un poco mayores

SUBADULTOS = tamaño medio con cuernos claramente mayores que la oreja

4) SI SE PUEDE, DISTINGUIR TODO EL RESTO DE EDADES



	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6
Lugar						
Hora						
Distanc						
Dirección						
M1						
M2						
M3						
M4						
M5						
Hjov						
Had						
Sub						
Juv						
Cho						
Ind						
Ch y JUV						
TOTAL						

	Grupo 7	Grupo 8	Grupo 9	Grupo 10	Grupo 11	Grupo 12	Grupo 13
Lugar							
Hora							
Distanc							
Dirección							
M1							
M2							
M3							
M4							
M5							
Hjov							
Had							
Sub							
Juv							
Cho							
Ind							
Ch y JUV							
TOTAL							



9. ANEXO 2. PLAN DE EXTRACCIÓN PARA EL PERIODO OCTUBRE/2019-AGOSTO/2020



PLAN DE EXTRACCIÓN PARA EL PERIODO OCTUBRE/2019-AGOSTO/2020

1) INTRODUCCIÓN

Para los cálculos se ha admitido la cifra de abundancia más probable (=980) y las proporciones de sexos y clases de edad obtenidas durante el censo otoñal de 2019 (ver apartados 5.4. y 5.5.)

Debe tenerse en cuenta que en realidad, la horquilla obtenida en dicho censo (724-1237) hace aconsejable tomar con cautela los números aquí propuestos. Además, no se van a tener en cuenta (dado que no son suficientemente conocidos) procesos de migración-inmigración ni tampoco posibles incrementos poblacionales debidos a partos fuera de época o al posible incremento de partos gemelares (al disminuir la densidad, se incrementa la disponibilidad de recursos y la especie puede desplegar una estrategia de crecimiento poblacional que incluya partos gemelares y dos celos/año).

2) POBLACIÓN DE PARTIDA y POBLACIÓN OBJETIVO

Población de partida (Octubre/2019) = 980 ejemplares

Nacimientos 2020 = 219 (ver explicación más abajo)

Población objetivo (Agosto/2020) = 300-400 ejemplares



3) EXTRACCIÓN POR CLASES DE EDAD Y SEXO

Se muestran dos columnas para la extracción. La primera corresponderá al primer periodo (octubre/2019 a febrero/2020) y se centrará en las dos clases de hembras.

Clase de sexo y edad	Tamaño actual	Mortalidad natural +furtivismo	Extracción1 (octubre/2019-febrero/2020)	Extracción2 (marzo-agosto/2020)	Tamaño objetivo
M1	88	9 (10%)	11	32	36
M2	97	10 (10%)	18	46	23
M3	60	6 (10%)	8	28	18
M4	31	6 (20%)	3	7	15
Had	336	17 (5%)	201	30	88
Hj	115	6 (5%)	47	31	31
Sub	46	3 (5%)	15	15	13
Juv	205	16 (5-10%)	25	102	62
Cho	2	0 (25%)	1	1	0
Nuevos partos*	180	36 (20%)	0	80	64
TOTAL	980+180	73+36	329	372	350

* Suponiendo que únicamente se reproducen el 40% de las hembras. (Entre Octubre/2019 y febrero/2010 debe centrarse el esfuerzo en las hembras, de forma que se minimice el nacimiento de nuevos arruís. Para estos cálculos, hemos supuesto que en esos cinco meses, se consigue extraer el 70% (=231) de las hembras objetivo (=330)).