

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN Y CONSERVACIÓN DEL ZOO DE BARCELONA

PRIC 2017

DETERMINACIÓN DEL ESTATUS DE CONSERVACIÓN DE LOS UNGULADOS DEL NORTE DEL SAHARA ATLÁNTICO MEDIANTE EL USO DE TÉCNICAS NO INVASIVAS



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	2
2. AREA DE ESTUDIO.....	4
3. JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA DEL PROYECTO	5
4. OBJETIVOS	7
5. METODOLOGÍA.....	7
6. PLANIFICACION DETALLADA	8
7. PREVISIÓN DE COSTES.....	10
8. PRESENTACIÓN DE LOS TÉCNICOS, INVESTIGADORES E INSTITUCIONES PARTICIPANTES	11
9. RELACIÓN DE MATERIALES.....	12
10. RESULTADOS PREVIOS Y POSIBLES PUBLICACIONES	13
11. PLAN ESPECÍFICO DE COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS	13
12. REQUISITOS SOLICITADOS AL ZOO	14
13. BIBLIOGRAFÍA.....	15
ANEXO	18

1. INTRODUCCIÓN

El desierto del Sáhara, con más de 9.000.000 km² de extensión, ocupa un tercio del continente africano y es el mayor de los desiertos cálidos del mundo. Aunque tradicionalmente los desiertos han sido considerados zonas de reducida diversidad biológica (en contraposición de las áreas húmedas de la tierra) (Brito et al. 2014,), el Sahara es uno de los desiertos de mayor importancia biológica tanto por el número de especies que alberga (animales y plantas), como por el alto grado de especialización y adaptaciones que presentan estas especies (Evenari 1985; Ward 2010). En lo que se refiere a ungulados, hasta épocas muy recientes, en él han vivido siete ungulados (Wilson & Mittermeier 2011): el orix de cuernos de cimitarra (*Oryx dammah*), el adax (*Addax nasomaculatus*), la gacela dama (*Nanger dama*), la gacela longicorne o de Lodder (*Gazella leptoceros*), la gacela de Cuvier (*G. cuvieri*), la gacela dorcas (*G. dorcas*) y el arruí (*Ammotragus lervia*). Estas especies presentan unas adaptaciones morfológicas, fisiológicas y comportamentales, y una importante base genética para la tolerancia ante la escasez de agua y temperaturas extremas que, ante un previsible escenario de cambio climático, es necesario conservar (Merkel & Taylor 1994; Mueller & Diamond 2001; Darkoh 2003).

La megafauna del Sahara se encuentra en serio declive y en una situación crítica de conservación debido principalmente a la caza ilegal y la destrucción de sus hábitats (Brito et al. 2014; Duran et al. 2014). Para implementar medidas que inviertan esta tendencia y favorezcan su conservación, es imperioso realizar estudios encaminados a determinar su situación actual, las tendencias de evolución de las poblaciones y cuáles son las principales amenazas en ecosistemas desérticos (Davies et al. 2012).

El desierto del Sahara contiene en su región Atlántica unas de las áreas más importantes, el llamado *Sahara Atlántico*. Es en esta región donde convergen varias zonas biogeográficas (paleártica y etiópica) y fitogeográficas (macaronésica y sahel-arábica), además de unas especiales condiciones climáticas gracias a la influencia del Atlántico y los vientos alisios, lo que aporta humedad vital para la producción vegetal (Evenari et al. 1985; Le Houréau 1997; Casañas 1999). En consecuencia, esta región adquiere una extraordinaria biodiversidad, con una enorme cantidad de endemismos y taxones relictos, conformando una área clave que actuaría como corredor faunístico entre ecorregiones (Brito et al. 2014).

Son escasas las publicaciones y estudios faunísticos sobre el estado actual de conservación de la megafauna que se han llevado a cabo en esta región (Cuzin 1996, 2003, 2008; Qninba et al. 2016; Harmusch 20015; Gil-Sánchez et al. 2016; Herrera-Sánchez et al. 2016b). Las principales causas

de esta escasez de estudios son la dificultad de acceso y la dureza del terreno, así como la inseguridad del área como consecuencia de varios conflictos sociales aún sin resolver. Esta situación es generalizada en toda la región saharo-sahélica lo que ha limitado las aportaciones al conocimiento faunístico y de su estado de conservación si comparamos con otras regiones (Brito et al. 2014).

En el Sahara Atlántico la excesiva presión de caza ha sido el principal factor de extinción de especies emblemáticas desde mediados del siglo XX. Esta caza excesiva ha estado favorecida por la presencia militar, la apertura de nuevas pistas y el uso generalizado de vehículos 4x4 y modernas armas de fuego. El orix de cuernos de cimitarra, el addax, la gacela mohor (*Nanger dama mhor*), la avestruz de cuello rojo (*Struthio camelus camelus*) y probablemente el guepardo sahariano (*Acinonyx jubatus hecki*) han sido extirpados debido a su caza indiscriminada alrededor de la década de los setenta del pasado siglo (Valverde 2004; Cuzin 2003; Beudels et al. 2005).

A pesar de ello, una de las zonas mejor conservadas se sitúa entre el Bajo río Draa y la Sequiat el Hamra cauces que, al norte y al sur respectivamente, delimitan las áreas montañosas del macizo Aydar y el djebel Ouarkiz. Esta área sahariana con influencia macaronésica de unos 20.000 Km² es una de las que mantiene mayor diversidad de ungulados silvestres (4 especies) y carnívoros (12-14 especies) del norte de África (Cuzin 1996, 2003; Harmusch 2015). Entre los ungulados destacan la gacela de Cuvier, la gacela dorcas y el arruí, especies objeto de este estudio. El otro ungulado presente es el jabalí (*Sus scorfa algira*) si bien únicamente se encuentra en la región más septentrional del área y asociado a gueltas (pozas de aguas permanentes).

La Asociación de Conservación y Estudio de Fauna Harmusch, desde 2011, está llevando a cabo un estudio a largo plazo de la fauna existente en el Sahara Atlántico en colaboración con la EEZA (Estación de Estudio de Zonas Áridas del CSIC), el CIBIO (Centro de Investigacao em Biodiversidade e Recursos Genéticos, Portugal), el Instituto Científico de Rabat de la UMV (Universidad Mohamed V de Rabat, Marruecos), y la URJC (Universidad Rey Juan Carlos de Madrid). Se cuenta con un convenio de colaboración entre la URJC y el Instituto Científico de Rabat de la UMV en el que se establece el marco legal necesario para llevar a cabo estudios faunístico y de carácter científico en Marruecos. El desarrollo y la continuidad de este proyecto pretenden la puesta en valor del patrimonio biológico único de la zona de estudio además de proporcionar al gobierno del Reino de Marruecos una herramienta útil de cara a la conservación y gestión de los recursos naturales de esta zona, dentro del marco internacional. Las relaciones

bilaterales entre ambos países y el flujo e intercambio de profesionales podrán traer nuevos proyectos que impulsen tanto el desarrollo económico como el valor ecológico de la zona.

2. AREA DE ESTUDIO

La región de estudio se encuentra localizada en el desierto del Sahara marroquí entre 28°30'-26° 50' latitud norte y 11°30'-9° longitud oeste (fig. 1). El área con una extensión aproximada de 20.000 km² está delimitada por dos importantes accidentes geográficos: el bajo rio Draa al norte y la Sequiat el Hamra en el sur, e incluye una amplia región montañosa llamada los montes Aydar cuya superficie alcanza los 6.000 km². Al norte y enclavado entre Marruecos y Argelia encontramos otro importante relieve montañoso, el djebel Oaurkziz, el cual posee la mayor elevación de la zona (aprox. 800 m. de altura) y con una extensión de este a oeste que puede alcanzar los 400 km. Otro relieve que destaca es la Hammada de Tindouf, cuyo escalón asciende desde el reg Labyal y actúa como un importante refugio para la fauna.

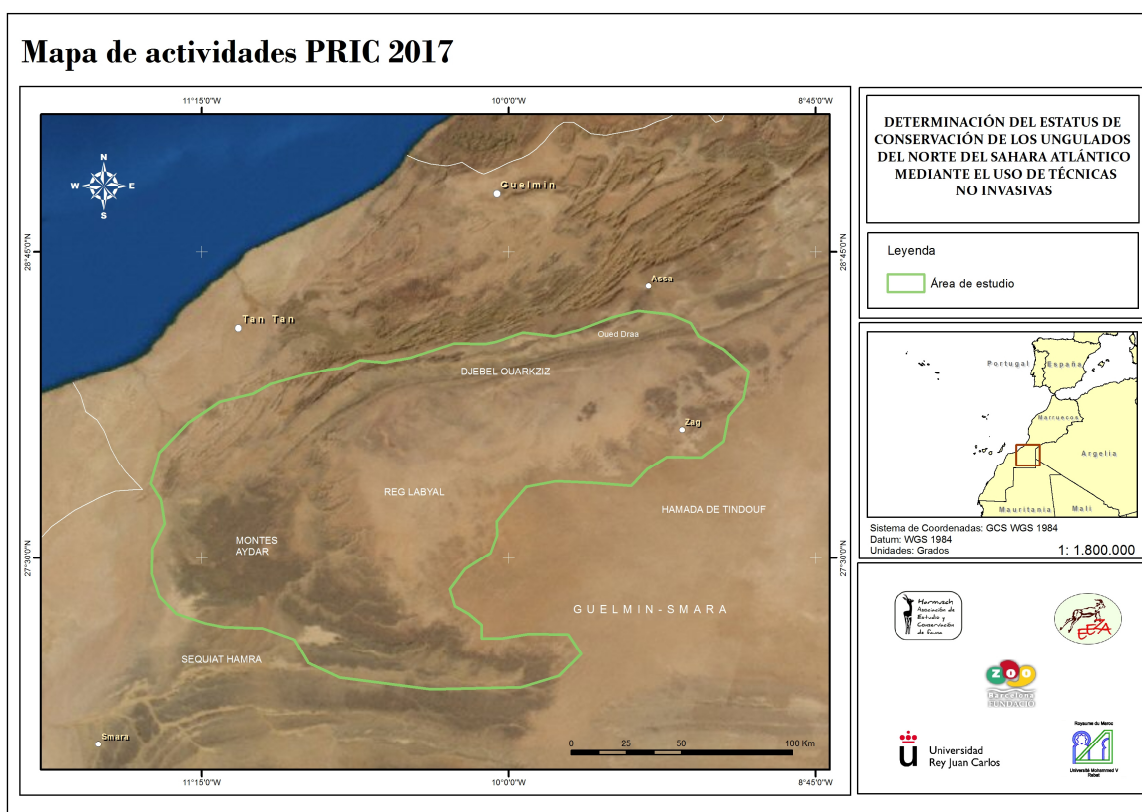


Figura 1. Área designada de estudio.

Esta es una región sahariana con un desierto subtropical y clima árido de baja altitud (clasificación de Koppen-Geiger). La temperatura media, mínima y máxima anual alcanza los 22.7, 8.0 y 39°C en el oeste (área más próxima al Atlántico), 23.2, 0.0, 43 °C en el área este y 19.1, 10.7 y 29.0°C en límite septentrional. La precipitación total anual se encuentra entre 190, 138 y 59 mm (estación de Tan-Tan; 28°26'N, 11°06'W; Smara: 26°46'N, 11°31'W; Tindouf: 27°40'N, 8°7'W, respectivamente). La densidad de habitantes es muy baja (<0,01 personas/km²). La región entera, actualmente gestionada por el gobierno de Marruecos, se sitúa dentro de la provincia de Guelmin-Smara y constituye terrenos usado por pastores nómadas que se desplazan mediante campamentos temporales en busca de pastos para poder alimentar cabras, ovejas y dromedarios.

Desde un punto de vista fitogeográfico el área encierra el límite de las ecorregiones saharo-arábica y macaronésica. Esta especial circunstancia permite encontrar elementos típicos de vegetación mediterránea, tropical y macaronésica (Evenari et al. 1985; Le Houréau 1997; Casañas 1999). La vegetación es escasa y se encuentra principalmente localizada en oueds (cauces secos arenosos) y ramblas las cuales pueden contener formaciones forestales laxas de *Acacia raddiana* y dispersos ejemplares de *Balanites aegyptiaca* y *Calotropis procera*. Otras especies típicas son *Argania spinosa*, árbol endémico de Marruecos el cual alcanza aquí su límite meridional, *Periploca angustifolia*, *Launaea arborescens*, *Rhus tripartitum*, *Maerua crassifolia* y *Euphorbia officinarum*, esta última especie clave de la región macaronésica continental. También son importante la vegetación extremófila que sobrevive en las hammadas (altiplanicies llanas), regs (llanuras rocosas) y formaciones arenosas o dunas (ergs) como son *Anastatica hierochuntica*, *Panicum turgidum*, *Nucularia perrini*, *Citrullus colocynthis* y *Aizoon theurkauffi*.

3. JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA DEL PROYECTO

La comunidad científica ha hecho un llamamiento para hacer una importante contribución a la conservación de los desiertos, mediante estudios encaminados a obtener información básica sobre las especies que mantienen, para así desarrollar nuevas formas de gestión que aseguren la supervivencia a largo plazo tanto de las especies como de los desiertos (Durant et al. 2014).

En la región de estudio, a pesar de haber sufrido durante el siglo XX la pérdida de varias especies de ungulados, aún conserva tres: la gacela de Cuvier, la gacela dorcas y el arruí sahariano. La

gacela de Cuvier es la única gacela de montaña africana endémica de las áreas montañosas del norte de África; su población actual está fragmentada en núcleos de población en áreas montañosas de Marruecos, Argelia y Túnez (Wilson and Mittermeier 2011). La población más meridional de su distribución y probablemente la más importante, desde un punto de vista genético y de conservación de la especie, se sitúa en el área de estudio (Gil-Sánchez et al. 2016). La gacela dorcas, la más pequeña de las gacelas y una de las mejor adaptadas al desierto, posee un amplio rango de distribución, aunque fuertemente fragmentada en todo el norte de África, que abarca desde el Atlántico hasta las costas del Mar Rojo (Wilson and Mittermeier 2011). La subespecie que ocuparía el Sahara Atlántico corresponde a la *Gazella dorcas neglecta* (Alados 1987) y su población se encuentra extremadamente reducida (Cuzin 2008). El arruí también conocido como aoudad es un robusto caprino que se le considera ancestro de los géneros *Ovis* y *Capra*. Se distribuye por los grandes relieves montañosos de los desiertos y semi-desiertos hasta los bosques abiertos del norte de África existiendo seis subespecies descritas en base a caracteres morfológico (Casinello 1998). En el área de estudio confluyen las dos subespecies *A. lervia lervia* y *A. lervia sahariensis* (Teresa Silva com. pers.), por lo tanto la región constituiría una área especial de confluencia y flujo genético para la especie.

Tanto la gacela dorcas como la gacela de Cuvier y el arruí sahariano se encuentran catalogados como Vulnerables por la IUCN aunque la tendencia de sus poblaciones continua decreciendo (IUCN 2016). En Marruecos la caza de estos ungulados está prohibida y se encuentran catalogados a nivel nacional como en Peligro EN (Cuzin 2003). A pesar de ello, su caza ilegal es generalizada en toda el área de estudio. Las rutas de entradas y la presencia de furtivos, además de indicios de una continua caza indiscriminada de estos ungulados han sido señalados en los últimos trabajos publicados por Harmusch (Arredondo et al. 2013, Gil-Sánchez et al. 2013, 2014, 2016; Harmusch 2015; Herrera-Sánchez et al. 2016a).

Estas tres especies de ungulados se encuentran en la Finca Experimental “la hoya” (FEH), de la Estación Experimental de Zonas Áridas (EEZA-CSIC) en Almería, y forman parte de diferentes programas de cría en cautividad cuyos objetivos son el asegurar su supervivencia y su reintroducción en las áreas de origen. Junto a estas tres especies, la FEH mantiene poblaciones, del antílope mohor (*Gazella dama mhor*) actualmente extinto en libertad. Además, el Zoo de Barcelona cuenta con ejemplares de arruí y gacelas dorcas, siendo partícipe de diferentes programas para su conservación y reintroducción.

En 2007, Marruecos presentó un plan estratégico (PE) para la conservación y restauración de los ungulados de Marruecos (Cuzin 2008). Este PE recoge información sobre la distribución y

número de los ungulados presentes en Marruecos; esta información está basada principalmente en citas oportunistas y estudios no sistemáticos, y por tanto no lo suficientemente precisos para implementar un plan de conservación y gestión. Como ejemplo indicar que un estudio sistemático de la gacela de Cuvier en la zona de estudio, arrojó datos precisos sobre la situación actual de la especie en la zona (Gil-Sánchez et al. 2016), corrigieron los datos previos que incluso la daban por extinta en esta zona de su área de distribución (Huffman 2011).

El proyecto que se presenta pretende hacer una evaluación actual del estado de conservación *in situ* y distribución de los ungulados en el Sáhara Atlántico; este estudio proveerá datos para implementar medidas de conservación de estas especies.

4. OBJETIVOS

El objetivo general del estudio es determinar la presencia, distribución actual y abundancia de la gacela de Cuvier, la gacela dorcas y el arruí sahariano, en el norte del Sáhara Atlántico; en particular en la zona del djebel Ouarkiz, montes Aydar y escalón de la Hamada de Tindouf.

Además el proyecto persigue un objetivo metodológico que determinará el grado de eficacia de las cámaras de foto trampeo para el estudio de estas especies en áreas remotas y de difícil acceso.

5. METODOLOGÍA

Debido al carácter evasivo y tímido de estas especies, y al presumible reducido número de individuos, los métodos de estudios más eficaces para obtener información son técnicas indirectas y no invasivas que delatan la presencia de los animales (heces, huellas, fototrampeo); estas técnicas son también ventajosas pues suponen un menor esfuerzo de trabajo (Gil-Sánchez et al. 2016).

Se llevará a cabo un sondeo por fototrampeo sistemático, con la colocación de 30 cámaras trampa situadas en tres zonas distintas del área de estudio (10 cámaras/zona); la separación entre cámaras será de 1 - 1,5 km aproximadamente. El área inicial para los bloques de fototrampeo se situará en tres enclaves representativos del área de estudio (el djebel Oaurkiz,

los montes Aydar y el escalón de la Hamada de Tindouf) elegidos gracias a los trabajos previos (Harmusch 2015, Gil-Sánchez et al. 2016, Herrera-Sánchez et al. 2016b).



Figura 2. Cámara trampa instalada y activa.

El fototrampeo es un método estándar no intrusivo basado en el registro fotográfico mediante cámaras trampa, ampliamente utilizado para el estudio de fauna y que puede ser útil para obtener información sobre las especies altamente crípticas y en terreno difícil, donde otros métodos de campo son propensos a fallar (Carbone et al. 2001; Boug et al. 2012; Silveira et al. 2003; Rowcliffe et al. 2008). En lo que concierne al presente trabajo, se emplearán cámaras digitales de infrarrojo pasivo (fig. 2). Estas se activan cuando un objeto, con una temperatura diferente a la temperatura ambiental, entra dentro del área de detección del sensor de infrarrojos.

6. PLANIFICACION DETALLADA

El estudio faunístico y sondeo de la fauna del Sahara Atlántico es parte de un proyecto a largo plazo el cual se ha dividido en dos etapas o fases:

- **Etapa 1.** (2011-2016). Duración 5 años. Ya ejecutada, donde se ha llevado a cabo un sondeo preliminar de fauna en el área de estudio y generado una serie de publicaciones y comunicaciones de índole científica (ver Anexo).
- **Etapa 2.** (2017-2018). Duración 12 meses. Presente propuesta. Esta consistirá en el desarrollo de un muestreo no invasivo que permitirá completar la información previa de la *Etapa 1*.

El desarrollo de esta segunda fase seguirá el siguiente cronograma:

ACTIVIDADES	Mes 1-2	Mes 3-4	Mes 5-6	Mes 7-8	Mes 9-10	Mes 11-12
Reunión de planificación y organización del plan de trabajo						
Reunión de seguimiento del equipo investigador						
Preparativos del trabajo de campo (renting, material de campo, cámaras trampa, etc.)						
Expediciones y muestreos de campo						
Redacción de informes de desarrollo y seguimiento						
Análisis de los datos obtenidos						
Participación en meetings y congresos						
Informe final y presentación de los resultados en el Zoo de Barcelona						



7. PREVISIÓN DE COSTES

Concepto y descripción	Coste total por concepto	Cofinanciación (otras fuentes, Harmusch, EEZA) ¹	Solicitado a la Fundación Zoo Barcelona
Expedición			
Renting 4x4	4800 (60€ días/coche x 2 coches x 10 días/expedición x 4 expediciones)	2400	2400
Ferri (ida y vuelta)	2000 (250€/coche x 2 coches x 4 expediciones)	1000	1000
Manutención	3000 (15€/día/pers. x 5 personas x 40 días)	3000	0
Gasoil/peaje	4800 (se estima un consumo medio ,incluido aceite, de 600€/coche/expedición)	2400	2400
Equipo técnico			
Cámaras de fototrampeo	5400 (180€/cámara x 30 unidades)	2700	2700
480 Pilas AAA	336 (240 unidades/exp x 2 exp x 0.70 euros/unid)	168	168
30 Tarjetas de memoria	150 (5 euros/unid)	75	75
Otro equipamiento de campo: GPSs, cámara de fotos, prismáticos, equipos de comunicación, etc.	2500	2500	0
Personal			
Personal técnico licenciado contratado a jornada reducida para el procesamiento y análisis de datos, publicaciones e informes específicos (4 meses)	6800 (4 meses x 1700€/mes, incluido costes Seguridad Social)	6800	0
Total	29786	21043	8743
Porcentaje de cofinanciación		70,6%	29,4%
TOTAL SOLICITADO A LA FUNDACIÓN ZOO DE BARCELONA			8743 €

¹ Se solicitará financiación complementaria a la IUCN MED.

² Cuatro expediciones serán necesarias. Cada expedición contará con la participación por seguridad de dos coches debido al aislamiento y lejanía a zonas habitadas, y de un equipo formado por 5 personas (2 por coche +1 persona extra de apoyo).

³ Salario mensual bruto estipulado para un licenciado de biología a jornada reducida (25 horas semanales).



8. PRESENTACIÓN DE LOS TÉCNICOS, INVESTIGADORES E INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Este proyecto se llevará a cabo con la colaboración de los miembros de dos universidades (Universidad Rey Juan Carlos de Madrid y la Universidad Mohamed V de Rabat) y dos organizaciones:

- 1) **Asociación de Estudio y Conservación de Fauna Harmusch.** Asociación sin ánimo de lucro con sede en España (CIF: G13581434). La conforman biólogos y naturalistas con numerosa experiencia demostrada en el estudio y conservación de fauna. Desde el 2011, "Harmusch" ha llevado a cabo el desarrollo de un intenso trabajo de investigación en el Sahara Atlántico dando cuenta de ello varias publicaciones científicas y divulgativas en diferentes medios (ver Anexo).
- 2) **Estación de Estudio de Zonas Áridas (EEZA).** Instituto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) fundado en 1947 asignado al Área de Recursos Naturales. Sus investigadores trabajan en diversas líneas de investigación en ecología de áreas áridas y semi-áridas. Mantiene poblaciones en cautividad de ungulados norteafricanos en peligro de extinción con fines de reintroducción.

Equipo investigador

Jose María Gil Sánchez, doctor en Biología, investigador contratado de la Universidad de Granada y presidente de la Asociación "Harmusch" junto con **Teresa Abáigar Ancín** doctora en Biología e Investigadora de la EEZA forman parte del equipo principal de investigación y supervisión del proyecto. Ambos dirigen la tesis doctoral a **Francisco Javier Herrera Sánchez** licenciado en Biología, Máster en Biodiversidad: Conservación y Evolución, especialidad en Biodiversidad y Conservación Animal de la Universidad de Valencia, socio fundador de la As. "Harmusch" y estudiante predoctoral a través de la UGR y la EEZA. Actualmente está desarrollando la tesis doctoral sobre la biología de la gacela de Cuvier en el Sahara Atlántico, principal investigador y solicitante de la ayuda PRIC. **Emilio Virgós** y **Abdeljebbar Qninba** doctores en Biología y profesores titulares de la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid y la Universidad Mohamed V de Rabat respectivamente asesorarán la ejecución y desarrollo de los trabajos.



Cuadro resumen y contactos del equipo investigador

<i>INVESTIGADOR RESPONSABLE</i>		<i>FUNCIÓN</i>	<i>EMAIL</i>	<i>INTITUCIÓN</i>	<i>DIRECCIÓN WEB</i>
Francisco Javier Herrera Sánchez	Estudiante de Doctorado	Principal investigador	fjherrera.harmusch@gmail.com fjherrera@eeza.csic.es	HARMUSCH	www.harmusch.org www.harmusch.wordpress.com
José María Gil Sánchez	Doctor	Investigador y supervisor científico	jmgilsanchez@yahoo.es	HARMUSCH, UNIVERSIDAD DE GRANADA	www.harmusch.org www.harmusch.wordpress.com
Teresa Abaigar Ancín	Doctor	Investigador y supervisor científico	abaigar@eeza.csic.es	EEZA	www.eeza.csic.es/es/default.aspx
Emilio Virgós	Doctor	Asesor científico	emilio.virgos@urjc.es	UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS	www.urjc.es
Abdeljebbar Qninba	Doctor	Asesor científico	qninba_abdel59@yahoo.fr	UNIVERSIDAD MOHAMED V	www.um5.ac.ma/um5r/

9. RELACIÓN DE MATERIALES

Gracias al material gráfico generado en el fototrampeo se podrá diseñar un póster, para su exhibición, venta y difusión, con una selección de fotos de la fauna sahariana de este estudio. Esta iniciativa pretende poner en valor esta región y la importancia de conservar la biodiversidad de los desiertos, además de dar a conocer estas especies tan desconocidas al público en general.



Figura 3. Ejemplo de diseño de un póster para su venta. Las imágenes utilizadas han sido tomadas a través de cámaras trampa en el área de estudio.



10. RESULTADOS PREVIOS Y POSIBLES PUBLICACIONES

Este proyecto forma parte de un estudio a largo plazo (ver apartado 6) como consecuencia se ha generado diversos artículos científicos y exposiciones en diferentes congresos (ver Anexo). Los datos obtenidos de este estudio formaran parte de una tesis doctoral “Investigación de fauna amenazada en medios remotos: el caso de la gacela de Cuvier en el Desierto del Sáhara”. Además se desarrollaran publicaciones específicas respecto a la biología, situación de conservación y ecología de la Gacela de Cuvier, caracterización genética del arruí sahariano y situación de conservación de los ungulados del norte de África.

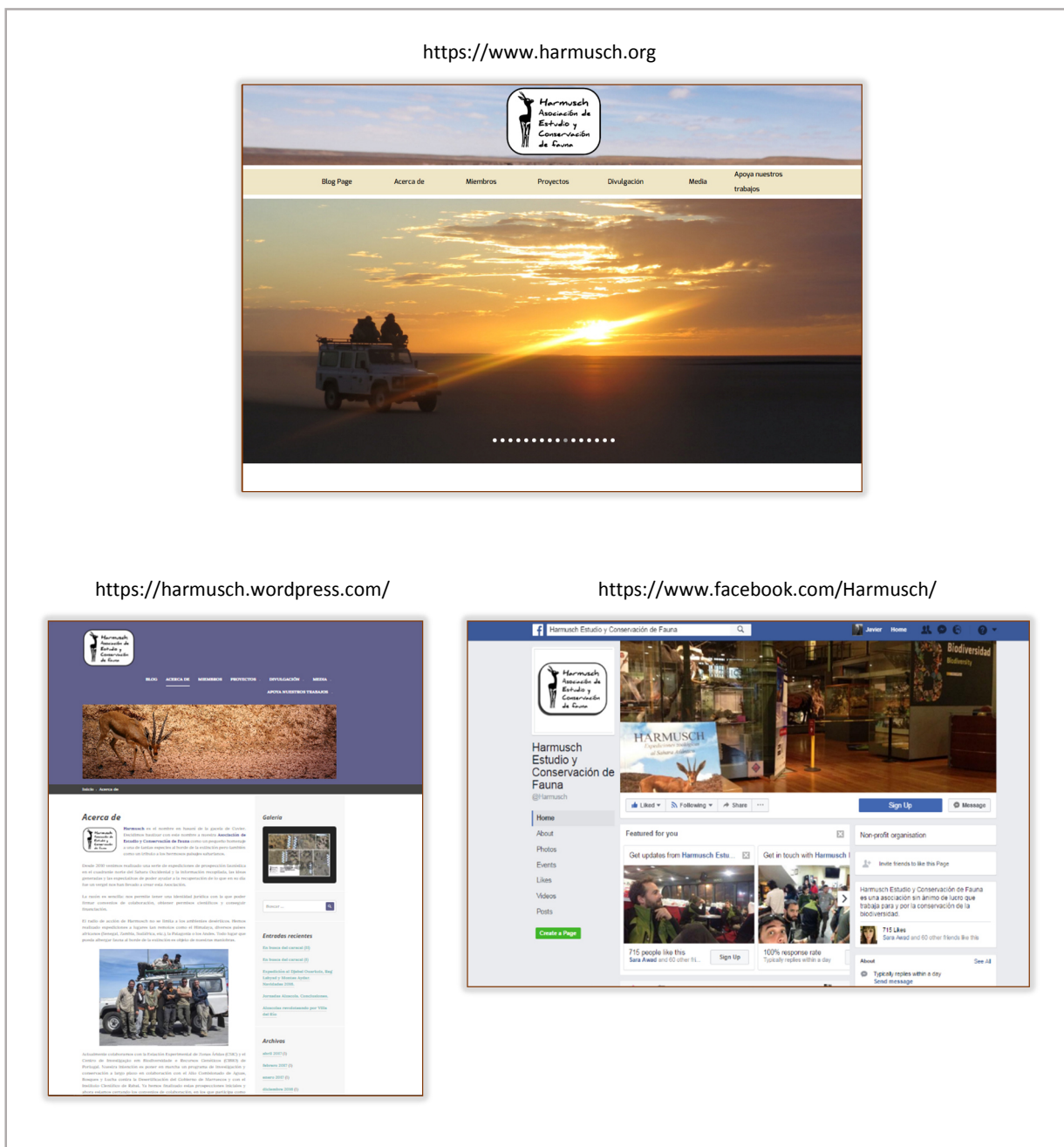
11. PLAN ESPECÍFICO DE COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La información obtenida sobre el estado de los ungulados en esta extensa área, será clave para la actualización y puesta a punto de los planes de gestión y conservación que se están desarrollando por parte de Marruecos. Los resultados de este proyecto reforzarán la necesidad de hacer una propuesta formal de creación de la Reserva Natural del Bajo Rio Draa (Cuzin 2008).

Asimismo los resultados serán presentados en diferentes congresos tanto a nivel nacional (p. e. SECEM) como de índole internacional (p.e. Sahelo-Saharan Interest Group - SSIG). También se elaborarán informes técnicos a los organismos gestores y competentes de Marruecos (Haut Commissariat des Eaux et Forêts et de la Lutte Contre la Désertification y el Institut Scientifique de Rabat) quien realizará las gestiones pertinentes además de aplicar las medidas de conservación oportunas. Al mismo tiempo, se desarrollaran artículos científicos en revistas científicas indexadas de alto impacto además como parte de una tesis doctoral.

Tanto los resultados como el desarrollo de estos trabajos se divulgarán a través de las redes sociales, blog - Facebook y página- web.





12. REQUISITOS SOLICITADOS AL ZOO

La infraestructura, desarrollo y requerimientos técnicos serán aportados en su totalidad por la Asociación “Harmusch” y sus colaboradores, por lo que no es necesario ninguna aportación extra de la Fundación del Zoo de Barcelona; tan solo se le requiere a esta institución, un apoyo económico de acuerdo a lo especificado en el apartado 7 para sufragar parte del equipo técnico y coste de expediciones.



13. BIBLIOGRAFÍA

Alados, C. L., 1987. A cladistic approach to the taxonomy of the Dorcas Gazelles. Israel. *Journal of Zoology*, 34: 33-49.

Arredondo A., Gil-Sánchez J. M., Rodríguez-Siles J., Díaz-Portero M. A., Herrera-Sánchez F. J., De Lucas J., Sáez J. M., McCain E., Pérez J., Valenzuela G., Álvarez B., Cancio I. & A. Qninba., (2013, Dic). Situación de los ungulados silvestres en el Bajo Draa, Yebel Ouarkiz y Montes Aidar. XI Congreso SECEM, Aviles, España.

Beudels, R.C., Devillers, P., Lafontaine, R.-M., Devilles-Rerschuren, J., Beudels, M.O., 2005. Sahelo-Saharan Antelopes Status and Perspectives, CMS SSA Concerted Action. 2d edition CMS Technical Series Publication N°11. UNEP/CMS Secretariat, Bonn, Germany.

Boug, A., Islam, M.Z., Shehry, A. Al, Wronski, T., 2012. Camera trapping confirms the persistence of Arabian Gazelles, *Gazella arabica*, in the Asir Mountains, Saudi Arabia. *Zool. Middle East* 57, 3–10. doi:10.1080/09397140.2012.10648957

Brito, J.C., Godinho, R., Martínez-Freiría, F., Pleguezuelos, J.M., Rebelo, H., Santos, X., Vale, C.G., Velo-Antón, G., Boratyński, Z., Carvalho, S.B., Ferreira, S., Gonçalves, D. V., Silva, T.L., Tarroso, P., Campos, J.C., Leite, J. V., Nogueira, J., Álvares, F., Sillero, N., Sow, A.S., Fahd, S., Crochet, P.-A., Carranza, S., 2014. Unravelling biodiversity, evolution and threats to conservation in the Sahara-Sahel. *Biol. Rev.* 89, 215–231. doi:10.1111/brv.12049

Carbone, C., Christie, S., Coulson, T., Franklin, N., Ginsberg, J.R., Griffiths, M., Holden, J., Kawanishi, K., Kinnaird, M.F., Laidlaw, R., Lynam, A., Macdonald, D.W., Martyr, D., McDougal, C., Nath, L., O'Brien, T., Seidensticker, J., Smith, D.J.L., Sunquist, M., Tilson, R. y Wan Shahrudin, W. N., 2001. The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic mammals. *Animal Conservation* 4 (01), 75–79.

Casañas, F. G. T., 1999. La Macaronesia: consideraciones geológicas, biogeográficas y paleoecológicas. In *Ecología y cultura en Canarias* (pp. 39-64). Universidad de La Laguna.

Cassinello, J., 1998. *Ammotragus lervia*: a review on systematics, biology, ecology and distribution. *Ann. Zool. Fennici*, 35: 149-162.

Cuzin, F., 1996. Répartition actuelle et statut des grands mammifères sauvages du Maroc (primates, carnivores, artiodactyles). *Mammalia*, 60, 101–124.

Cuzin, F., 2003. Les Grands Mammifères du Maroc Méridional (Haut Atlas, Anti Atlas, Sahara). Distribution, Écologie et Conservation. PhD thesis. École Pratique des Hautes Études, Montpellier, France.



Cuzin, F., Sehhar, E.A. & Wachter, T., 2008. Strategic Action Plan for the Conservation, Restoration and Management of Ungulates in Morocco (English supplement to Vol.1). Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre le Désertification, Projet de Gestions des Aires Protégées, and World Bank Global Environment Facility.

Darkoh, M.B.K., 2003. Regional perspectives on agriculture and biodiversity in the drylands of Africa. *Journal of Arid Environments*, 54, 261–279.

Davies, J., Poulsen, L., Schulte-Herbrüggen, B., Mackinnon, K., Crawhall, N., Henwood, W.D., Dudley, N., Smith, J. & Gudka, M., 2012. Conserving dryland biodiversity. IUCN (International Union for the Conservation of Nature) Available at: www.iucn.org/publications. Downloaded on 17 December 2013.

Durant, S.M., Wachter, T., Bashir, S., Woodroffe, R., De Ornellas, P., Ransom, C., Newby, J., Abáigar, T., Abdelgadir, M., El Alqamy, H., Baillie, J., Beddiaf, M., Belbachir, F., Belbachir-Bazi, A., Berbash, A.A., Bemadjim, N.E., Beudels-Jamar, R., Boitani, L., Breitenmoser, C., Cano, M., Chardonnet, P., Collen, B., Cornforth, W.A., Cuzin, F., Gerngross, P., Haddane, B., Hadjeloum, M., Jacobson, A., Jebali, A., Lamarque, F., Mallon, D., Minkowski, K., Monfort, S., Ndoassal, B., Niagate, B., Purchase, G., Samaila, S., Samna, A.K., Sillero-Zubiri, C., Sulttan, A.E., Stanley Price, M.R., Pettorelli, N., 2014. Fiddling in biodiversity hotspots while deserts burn? Collapse of the Sahara's megafauna. *Divers. Distrib.* 20, 114–122. doi:10.1111/ddi.12157

Evenari, M., Noy-Meir, I., Goodall, D.W., 1985. *Ecosystems of the world*, 12A. Hot deserts and arid shrublands, A. *Ecosystems of the World*, 12A. p. 365.

Gil-Sánchez J.M., Qninba A. & Virgós E., 2013, May. Results of a survey of wild ungulates in lower Draa valley, yebel Ouarkiz and Aydar massif, Morocco. Conference at *13th Annual Sahelo-Saharan Interest Group Meeting*. Agadir, Marruecos.

Gil-Sánchez, J.M., Álvarez B., Arredondo A., Jesús B., Cancio I., Díaz-Portero M. A., Herrera-Sánchez F. J., de Lucas J., McCain E., Pérez J., Rodríguez-Síles J, Sáez J. M., Martínez Valderrama J., Valenzuela G., Qninba A. & Virgós E., 2014, May. Preliminary data on the status and biology of the Cuvier's gazelle in the Sahara range of Morocco. Conference at the 14th Annual Sahelo-Saharan Interest Group Meeting. Vila do Conde, Portugal.

Gil-Sánchez J. M., Herrera-Sánchez F. J., Álvarez B., Arredondo A., Jesús B., Cancio I., Díaz-Portero M. A., de Lucas J., McCain E., Pérez J., Rodríguez-Siles J, Sáez J. M., Martínez Valderrama J., Valenzuela G., Qninba A. & Virgós E., 2016. An evaluation of methods for surveying the endangered Cuvier's gazelle (*Gazella cuvieri*) in arid landscapes. *Oryx*, 1-8.

Harmusch, Asociación de Estudio & Conservación de Fauna, 2015. *Harmusch, Expediciones zoológicas al Sáhara Atlántico*. Ed. Rodeno. Valencia, España.

Herrera-Sánchez F. Javier, Gil-Sánchez Jose Maria, Álvarez B., Arredondo A., Jesús B., Cancio I., Díaz-Portero M. A., de Lucas J., McCain E., Pérez J., Rodríguez-Siles J, Sáez J. M., Martínez



Valderrama J., Valenzuela G., Qninba A. & Virgós E., (2016a, May). Habitat modeling and distribution prediction for the endangered *Cuvier's gazelle* in the Atlantic Sahara. 16 Annual Sahelo-Saharan interest group meeting, Barcelona, Spain

Herrera-Sánchez F. J., De Lucas Jesús, Castillo Salvador, Rincón-García Aitor, Llaneza Luis, Mellone Ugo, Mallo-Leira Marcos, Rodríguez-Siles Javier, Gil-Sánchez José María., 2016b. Expedición zoológica y sondeo del arruí sahariano (*Ammotragus lervia sahariensis*) en el Djebel Ouarkiz y Montes Aydar. *Go-South Bull.* 13, 224-240.

Huffman B., 2011. Cuvier's gazelle *Gazella cuvieri*. In *Handbook of the Mammals of the World*. Vol 2. Hoofed Mammals (eds D.E. Wilson & R.A. Mittermeier), pp. 637–638. Lynx Editions, Barcelona, Spain

IUCN 2016. *The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-3*. <<http://www.iucnredlist.org>>. Downloaded on 27 April 2017.

Le Houérou, H.N., 1997. Climate, flora and fauna changes in the Sahara over the past 500 million years. *J. Arid Environ.* 37, 619–647. doi:10.1006/jare.1997.0315

Mueller, P. & Diamond, J., 2001. Metabolic rate and environmental productivity: well-provisioned animals evolved to run and idle fast. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 98, 12550–12554.

Merkt, J.R. & Taylor, C.R., 1994. Metabolic switch for desert survival. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 91, 12313–12316.

Mueller, P. & Diamond, J. 2001. Metabolic rate and environmental productivity: well-provisioned animals evolved to run and idle fast. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 98, 12550–12554.

Qninba, A., El Balla T., Khayya, M.L., Semlali M.A., Samlali M.L., Maarouf S., El Jaffali B., El Brini H., Benhoussa A. y Ibn Tattou, M., 2016. Koudiat Laghnam, probablement le dernier refuge pour le Mouflon à manchettes *Ammotragus lervia* dans l'Adrar Souttouf (Province d'Aousserd – Sud marocain). *Go-South Bulletin*, 13: 55-60.

Rowcliffe, J. M., Field, J., Turvey, S. T. y Carbone, C., 2008. Estimating animal density using camera traps without the need for individual recognition. *J. Ap. Ecol.* 45, 1228-1236. Doi: 10.1111/j.1365-2664.2008.01473.x.

Silveira, L., Jacomo, A. T. y Diniz-Filho, J. A. F., 2003. Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. *Biol. Cons.* 114, 351-355.

Valverde, J.A. 2004. *Memorias de un biólogo heterodoxo. Tomo III. Sáhara, Guinea y Marruecos: Expediciones africanas*. Ed. Quercus, Madrid.



Ward, D., 2010. *The biology of deserts*. Oxford University Press.
doi:10.1093/acprof:oso/9780199211470.001.0001.

Wilson, D.E. and Mittermeier, R.A. eds., 2011. *Handbook of the Mammals of the World*. Vol 2. Hoofed Mammals. Lynx Editions, Barcelona.

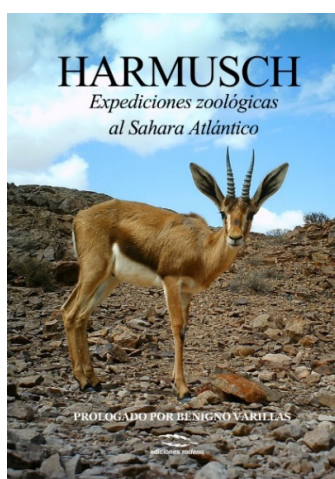
ANEXO

➤ Artículos científicos y divulgativos

1. José María Gil-Sánchez, F. J. Herrera-Sánchez, Begoña Álvarez, Ángel Arredondo, Jesús Bautista, Inmaculada Cancio, Salva Castillo, Miguel Ángel Díaz-Portero, , Jesús de Lucas, Emil McCain, Joaquín Pérez, Javier Rodríguez-Siles, Juan Manuel Sáez, Jaime Martínez Valderrama, Gerardo Valenzuela, Abdeljebbar Qninba & Emilio Virgós. 2016 “An evaluation of methods for surveying the endangered Cuvier’s gazelle (*Gazella cuvieri*) in arid landscapes”. *Oryx*, 1-8.
2. F. J. Herrera-Sánchez, Jesús De Lucas, Salvador Castillo, Aitor Rincón-García, Luis Llana, Ugo Mellone, Marcos Mallo-Leira, Javier Rodríguez-Siles, José María Gil-Sánchez., 2016. Expedición zoológica y sondeo del arruí sahariano (*Ammotragus lervia sahariensis*) en el Djebel Ouarkiz y Montes Aydar. *Go-South Bull.* 13, 224-240.
3. Asociación de Estudio y Conservación de Fauna Harmusch, 2015. “Tras los pasos de Valverde: expediciones al Sahara Occidental”. *Revista Quercus*. 348, pp 26-32.

➤ Libros

1. Harmusch Asociación; J.M. Valderrama, José María Gil Sánchez, Miguel Ángel Díaz Portero, Javier Rodríguez Siles, F. Javier Herrera Sánchez, Gerardo Valenzuela, Ángel Arredondo, Inmaculada Cancio, Begoña Álvarez, Juan Manuel Sáez, Jesús de Lucas, Joaquín Pérez, Emil McCain, Jesús Bautista, Salvador Castillo y Luis García-Cardenete (Capítulo 7). *Harmusch, Expediciones Zoológicas al Sáhara Atlántico*. Ediciones Rodento. Valencia. 2015. ISBN: 978-84-942689-4-6



➤ Congresos

1. F. Javier Herrera-Sánchez, José María Gil-Sánchez, Begoña Álvarez, Ángel Arredondo, Jesús Bautista, Inmaculada Cancio, Salvador Castillo, Miguel Ángel Díaz-Portero, Jesús de Luca, Emil McCain, Joaquín Pérez, Javier Rodríguez-Siles, Juan Manuel Sáez, Jaime Martínez-Valderrama, Gerardo Valenzuela, Abdeljebbar Qninba y Emilio Virgós. (2016, May). Habitat modeling and distribution prediction for the endangered Cuvier's gazelle in the Atlantic Sahara. *16 Anual Sahelo-Saharan Interest Group Meeting*, Barcelona, España.
2. F. Javier Herrera-Sánchez, José María Gil-Sánchez, Begoña Álvarez, Ángel Arredondo, Jesús Bautista, Inmaculada Cancio, Salvador Castillo, Miguel Ángel Díaz-Portero, Jesús de Luca, Emil McCain, Joaquín Pérez, Javier Rodríguez-Siles, Juan Manuel Sáez, Jaime Martínez-Valderrama, Gerardo Valenzuela, Abdeljebbar Qninba y Emilio Virgós. (2015, Dic). Ecología alimentaria del ratel (*Mellivora capensis*) en ambientes saharianos. *Comunicación en el XII Congreso SECEM*. Burgos, España.
3. J.M Gil-Sánchez, B. Álvarez, A. Arredondo, I. Cancio, M.A. Díaz-Portero, F. J. Herrera-Sánchez, J. de Lucas, E. McCain, J. Pérez, A. J. Rodríguez-Siles, J.M. Sáez, G. Valenzuela & A. Qninba. (2014, May). Preliminary data on the status and biology of the Cuvier's gazelle in the Sahara range of Morocco. *Conference at the 14th Annual Sahelo-Saharan Interest Group Meeting*. Vila do Conde, Portugal.
4. J.M. Gil-Sánchez, B. Álvarez, A. Arredondo, I. Cancio, M.A. Díaz-Portero, F. J. Herrera-Sánchez, J. de Lucas, E. McCain, J. Pérez, A. J. Rodríguez-Siles, J.M. Sáez, G. Valenzuela & A. Qninba. (2014, May). Mammalian carnivore survey results from the lower Draa valley, Yebel Ouarkiz and Aidar massif, Morocco. *Conference at the 14th Annual Sahelo-Saharan Interest Group Meeting*. Vila do Conde, Portugal.
5. F. J. Herrera-Sánchez, J. M. Gil-Sánchez, J. Rodríguez-Siles, M. A. Díaz-Portero, J. de Lucas, J. M. Sáez, A. Arredondo, E. McCain, J. Pérez, G. Valenzuela, B. Álvarez, I. Cancio & A. Qninba. (2013, Dic). "Evaluación del muestreo indirecto para la detección del ratel (*Mellivora capensis*) en medios saharianos". *Comunicación en el XI Congreso SECEM*. Avilés, España.
6. A. Arredondo, J. M. Gil-Sánchez, J. Rodríguez-Siles, M. A. Díaz-Portero, F. J. Herrera-Sánchez, J. de Lucas, J. M. Sáez, E. McCain, J. Pérez, G. Valenzuela, B. Álvarez, I. Cancio & A. Qninba. (2013, Dic). Situación de los ungulados silvestres en el Bajo Draa, Yebel Ouarkiz y Montes Aidar, Marruecos. *Comunicación en el XI Congreso SECEM*. Avilés, España.
7. J.M. Gil-Sánchez, B. Álvarez, A. Arredondo, I. Cancio, M.A. Díaz-Portero, F. J. Herrera-Sánchez, J. de Lucas, E. McCain, J. Pérez, A. J. Rodríguez-Siles, J.M. Sáez, G. Valenzuela & A. Qninba. (2013, Dic). ¿Quedan guepardos en Marruecos?. *Comunicación en el XI Congreso SECEM*. Avilés, España.
8. M. A. Díaz-Portero, J. M. Gil-Sánchez, J. Rodríguez-Siles, F. J. Herrera-Sánchez, J. de Lucas, J. M. Sáez, A. Arredondo, E. McCain, J. Pérez, G. Valenzuela, B. Álvarez, I. Cancio & A. Qninba. (2013, Dic). Situación de los mamíferos carnívoros en el Bajo



Draa, Yebel Ouarkiz y Montes Aydar, Marruecos. *Comunicación en el XI Congreso SECEM*. Avilés, España.

9. B. Álvarez, I. Cancio, J. M. Gil-Sánchez, J. Rodríguez-Siles, M. A. Díaz-Portero, F. J. Herrera-Sánchez, J. de Lucas, J. M. Sáez, A. Arredondo, E. McCain, J. Pérez, G. Valenzuela & A. Qninba. (2013, Dic). Primeros datos sobre alimentación y selección de plantas por la gacela de Cuvier (*Gazella cuvieri*) en un hábitat natural (Montes Aydar, Marruecos). Comunicación en el XI Congreso SECEM. Avilés (España). Póster.
10. J.M., Gil-Sánchez, A. Qninba & E. Virgós (2013, May). Results of a survey of wild ungulates in lower Draa valley, yebel Ouarkiz and Aidar massif, Morocco. Conference at *13th Annual Sahelo-Saharan Interest Group Meeting*. Agadir, Morocco

➤ Reportes técnicos

1. 2016 – F. J. Herrera-Sanchez, J. De Lucas, S. Castillo, A. Rincón-García, L. LLaneza-Rodríguez, U. Mellone, M. Mallo-Leira. Expédition zoologique au Djebel Ouarkiz et aux reliefs de l'Aydar, mars 2016. Sondage des populations du mouflon à manchettes saharien. Harmusch. Reported to l'Institut Scientifique de Rabat (Morocco).
2. 2016 – Javier Rodríguez-Siles, Angel Arredondo Acero, Miguel Angel Díaz-Portero, F. Javier Herrera-Sánchez, Gerardo Valenzuela Serrano, Juan Manuel Sáez, Luis García-Cardenete, Benigno Varillas. Recherche de faune à l'oued Afra (massif Aydar) et à l'oued Khat: Harmusch - mission décembre 2015. Reported to l'Institut Scientifique de Rabat (Morocco).

