



TRABAJO DE FIN DE GRADO



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

FACULTAD DE VETERINARIA

DEPARTAMENTO DE MEDICINA Y CIRUGÍA ANIMAL

**EVALUACIÓN DEL PROTOCOLO ANESTÉSICO
DETOMIDINA-KETAMINA-TILETAMINA/ZOLACEPAM
EN EL MUFLÓN EUROPEO
(*Ovis orientalis musimon*).**

**ANAESTHETIC EVALUATION OF COMBINATION DETOMIDINE-
KETAMINE-TILETAMINE/ZOLACEPAM IN EUROPEAN MOUFLON
(*Ovis orientalis musimon*).**



Realizado por: M^a del Rocío López Pacheco

Dirigido por: Rafael J. Gómez Villamandos

Rafael Guerra Caro

ÍNDICE



1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVO.....	5
3. MATERIALES Y MÉTODOS	5
A. Animales	5
B. Protocolo anestésico	8
C. Variables	10
I. Tiempos	10
II. Calidades	11
III. Cardiorrespiratorias	11
IV. Efectos secundarios:	12
D. Análisis Estadístico:	12
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
Inducción anestésica e intubación endotraqueal	13
Mantenimiento anestésico	14
Recuperación anestésica	15
Dosis y productos empleados	16
Evaluación global.....	17
5. CONCLUSIÓN	19
6. RESUMEN	19
7. SUMMARY	20
8. BIBLIOGRAFÍA.....	21

1. INTRODUCCIÓN

El manejo de animales silvestres y salvajes es una de las situaciones más complejas a la que tiene que hacer frente un veterinario a la hora de realizarles cualquier tipo de intervención. Son animales que no se encuentran acostumbrados a la presencia del ser humano y, en los mejores casos, solo existe cierta habituación en zoológicos y pequeñas reservas a la hora de proporcionarles su alimentación. Esta situación hace difícil hasta el simple hecho de realizar cualquier exploración física de rutina, por lo que el veterinario debe mostrar un gran ingenio a la hora de lidiar con la inmovilización de estos animales.

Existen muchos métodos para acceder e inmovilizar a este tipo de animales, desde jaulas trampa, captura mediante redes y teleanestesia. Es muy importante provocar el mínimo daño al animal durante la inmovilización, incluso no provocar estrés que pueda conducir a una posible miopatía de captura, que afectaría al bienestar e integridad de dichos seres vivos. Es por esto que, continuamente, se realizan numerosos estudios para encontrar el método más idóneo y seguro según el tipo de animal e intervención a realizar.

Uno de los estudios más llevados a cabo trata sobre la recogida de diversas muestras de sangre con el fin de relacionar las distintas alteraciones hematológicas y bioquímicas, que puede presentar un rumiante silvestre a la hora de presentarse ante una captura, con el estrés y hormonas liberadas durante esta situación. Dichos estudios han asegurado la gran diferencia de los parámetros sanguíneos, indicativos de estrés, que existía entre animales que han sido inmovilizados mediante redes de captura de aquellos que han sido inmovilizados e inducidos químicamente (Marco et al., 1999; Arnemo et al., 2005; López-Olvera et al., 2007; Casas-Díaz et al., 2010; Mentaberre et al., 2010). Por todo esto, se conoce que la forma más idónea de inmovilización de estos animales sería a través de fármacos anestésicos. En este punto se podrían realizar dos tipos de usos de dichos fármacos, dando lugar a una inmovilización química (cuando se utiliza únicamente los fármacos anestésicos) o una inmovilización mixta, en la que también concurriría una contención física. Sobre este último tipo de inmovilización se han realizado numerosas investigaciones donde las butiferas (como la azaperona y haloperidol) y fenotiacinas (como la acepromazina) son los más utilizados. En general, aunque las butiferas poseen un efecto de protección contra el daño muscular y por ende a la miopatía de captura (Mentaberre et al., 2010); se ha comprobado que no mejora los efectos que produce la acepromazina durante la tranquilización de rumiantes salvajes (López-Olvera et al., 2006; Casas-Díaz et al., 2010), por lo que ésta sería la elegida entre ambas opciones. Aunque estos fármacos poseen un eficaz efecto para el control del estrés en rumiantes salvajes capturados, no son los idóneos para su utilización en intervenciones más complicadas y que requieren de más

tiempo como en el caso de las cirugías. Es por ello que la inmovilización química a distancia, conocida como teleanestesia, sería la opción más acertada a la hora de realizar intervenciones de mayor duración en este tipo de animales (Isaza, 2007) como la que compete el objetivo de este estudio.

La teleanestesia es un recurso muy utilizado para la captura e inmovilización de animales silvestres y salvajes. Se trata del método de captura que provoca un menor estrés en el animal ya que la intervención del ser humano es a larga distancia y el tiempo de efecto e intervención es mínimo.

Existen numerosos fármacos y dosis que pueden utilizarse en teleanestesia, los cuales varían en función de numerosos factores que hay que tener en cuenta a la hora de realizar estas intervenciones. Es importante conocer todo lo relacionado con el individuo intervenido, desde la especie que se trata, edad, peso, posibles enfermedades, y sobre todo fármacos contraindicados según el individuo a tratar.

La especie de interés, a la que compete el estudio recogido en dicho trabajo, se trata del muflón europeo (*Ovis musimon*). Como especie rumiante al que pertenece dicho individuo, hay que tener en cuenta complicaciones que pueden producirse como la hipertermia por estrés e hipoxemia (que juntas podrían llegar a provocar una miopatía de captura y posible muerte aguda) (Williams et al., 1987; Santiago et al., 2003; López-Olvera et al., 2007; Wolff, 2009; Vassart et al., 1992, Williams et al., 1996 citado en Mentaberre et al., 2010); y el también importante conocido timpanismo ruminal (Caulkett et al., 2004). Por estas razones es muy importante escoger el protocolo anestésico más eficaz y seguro, que evite este tipo de complicaciones que puedan poner en riesgo la vida del animal.

Originariamente, para este tipo de casos, se utilizaba en gran medida opioides, como el caso del carfentanilo o la etorfina (*Immobilon®*) a dosis de 0,9 - 1,5 mg/45 kg (Williams et al., 1987) y 0,09 mg/kg (Ruckebuch, 1981; Pinnelli, 1997 citado en Santiago-Moreno et al., 2003), respectivamente. Estos fármacos eran bastante potentes y provocaban inducciones eficaces pero, con el paso del tiempo, quedaron en desuso por el gran riesgo que podía provocar por administraciones accidentales o contacto con mucosas en las personas que lo utilizaban (Williams et al., 1987). A partir de este momento, se barajaron otras posibilidades para la teleanestesia de dichos animales y, es entonces, cuando se incorporan de forma rutinaria los sedantes $\alpha 2$ -agonistas. Fármacos $\alpha 2$ -agonistas como la xilacina, medetomidina o detomidina son muy utilizados en combinación con anestésicos disociativos como la ketamina (Tsuruga et al., 1999; Arnemo et al., 2005; Bouts et al., 2011) o la tiletamina en rumiantes silvestres, donde ésta última a su vez se asocia a la benzodiacepina zolazepam (Caulkett et al., 2000; Janovsky et al., 2000; Murray et al., 2000; Read et al., 2001; Miller et al., 2004; Walter et al., 2005; Re et al., 2012). La combinación de ketamina y/o tiletamina y zolazepam con $\alpha 2$ -agonistas es muy efectiva para el control de la excitación, posibles convulsiones e hipertonicidad muscular que si

se utilizara un fármaco disociativo únicamente. Además de resultar ser un protocolo balanceado, se reducen las dosis y cantidades de dichos anestésicos disociativos, lo que a su vez sus posibles efectos secundarios.

La xilacina es el α 2-agonista más utilizado por excelencia en la anestesia de rumiantes salvajes/silvestres, existiendo muchos estudios para comprobar su eficacia en teleanestesia (Caulkett et al., 2000; Janovsky et al., 2000; Murray et al., 2000; Read et al., 2001; Miller et al., 2004; Walter et al., 2005). En asociación con anestésicos disociativos posee efectivas y suaves inducciones, adecuadas relajaciones musculares y un margen de seguridad bastante amplio; observándose que dosis por encima de 8 mg/kg no provoca la mortalidad de ciervos de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) confinados (Roughton, 1975 citado en Murray et al., 2000). Aunque este fármaco presenta numerosas ventajas, se han realizado estudios con otros fármacos α 2-agonista como la medetomidina y detomidina, donde las dosis son menores que las utilizadas con xilacina en ciervos rojos (*Cervus elaphus hippelaphus*) (Janovsky et al., 2000); además de comprobarse menores dosis de ketamina y/o tiletamina+zolazepam en bisontes de los bosques (*Bison bison athabascae*) (Caulkett et al., 2000). Esto, además de suponer un menor coste económico, supone menores efectos secundarios (Jalanka, 1985 citado en Tsuruga et al., 1999), incluso tiempos de recuperación más breves en ciervos (Millsbaugh et al., 1995; Nielsen, 1999; Miller et al., 2003 citado en Miller et al., 2004).

Es por ello que resulta interesante la realización de estudios con protocolos balanceados con el uso de otro tipo de α 2-agonista, como por ejemplo la medetomidina o la detomidina. Se ha comprobado la eficacia del uso de este último en terneros, donde la anestesia y analgesia resultó excelente junto al uso de tiletamina+zolazepam y ketamina (Re et al., 2011 citado en Re et al., 2012). Además se comprobó una adecuada inmovilización y anestesia en ganado silvestre bajo condiciones de campo (Re et al., 2012). Se conocen que éstos fármacos son mucho más potentes que la xilacina (Santiago et al., 2003).

Finalmente, aunque se conoce cierto riesgo ya citado en el manejo de opioides para el ser humano, se ha descubierto una mejora y reducción de los tiempos de inducción así como una mayor relajación muscular con el uso de éstos fármacos en ciervos de cola blanca (Siegal-Willott et al., 2009). En toros bravos (*Bos taurus*) el uso de morfina y butorfanol induce una mejoría en la depresión respiratoria que suele producirse en la combinación de α 2-agonista, tiletamina+zolazepam y ketamina (Muñoz et al., 2013). Además el uso de este fármaco tiene como ventaja adicional la posibilidad de reversión a través de la utilización de naltrexona consiguiéndose junto a la reversión del α 2-agonista, una recuperación suave, rápida y completa.

Por otro lado, se han realizado diferentes investigaciones en el ámbito de las tecnologías reproductivas en rumiantes silvestres, con el fin de desarrollar combinaciones anestésicas que permitan una inducción rápida y segura en su medio natural, y que no afecte a determinados

parámetros reproductivos. En este sentido, para mejorar los resultados de obtención de muestras seminales mediante electroeyaculación se han estudiado diferentes protocolos con detomidina, ketamina, y tiletamina+zolazepan que no interfieran los mecanismos neuro-musculares que controlan la erección y eyaculación (Santiago-Moreno et al., 2011).

Para nuestro estudio se decide escoger atipamezol (antagonista alfa-2 adrenérgico) para revertir al sedante α 2-agonista, ya que se conoce la mayor afinidad de este antagonista por los fármacos α 2-agonista; mayor potencia y más selectivo que con respecto a la utilización de yohimbina y/o tolazolina (Tsuruga et al., 1999; Caulkett et al., 2000 y 2004; Santiago et al., 2003; Miller et al., 2004).

Se conocen dosis de 0,02 a 0,06 mg/kg de atipamezol que fueron utilizadas (intentando encontrar la dosis eficaz más baja posible) en ganado de corral para revertir la combinación de tiletamina+zolazepam, ketamina, detomidina (Re et al., 2013). La dosis media de atipamezol era 0,9 a 3,1 veces mayor que la dosis de detomidina. La duración de la anestesia de las intervenciones variaba entre 5 hasta 119 minutos (lo que influía a su vez en el tiempo de recuperación del animal). La media de tiempo en la que el animal tardaba en ponerse de pie era de unos 20 minutos, lo que llegaba a pensar que, a pesar de revertir y mejorar la depresión respiratoria producida por los anestésicos, se podría necesitar una dosis mayor para un antagonismo completo y más rápido.

También se conocen dosis de $0,4 \pm 0,01$ mg/kg de atipamezol para la reversión de medetomidina ($0,08 \pm 0,004$ mg/kg) y $0,2 \pm 0,03$ mg/kg para el caso de la dexmedetomidina ($0,04 \pm 0,01$ mg/kg); en la combinación de uno u otro con ketamina en el ciervo acuático chino (*Hydropotes inermis*) administradas de forma intravenosa (Bouts et al., 2011). La media, en este caso, se trataba de unos $2,4 \pm 0,5$ minutos (en el caso del uso de medetomidina) y $3,6 \pm 0,9$ min (en el caso de dexmedetomidina) hasta que el animal se ponía en pie. Se trataban de dosis mayores con respecto al anterior, que ofrecían recuperaciones más rápidas pero seguras al mismo tiempo.

En ciervos sica (*Cervus nipon*) se realizó un estudio, diferenciando los individuos en grupos de machos, hembras y cervatillos donde se administraron $0,25 \pm 0,06$ mg/kg, $0,30 \pm 0,08$ mg/kg y $0,34 \pm 0,03$ mg/kg de atipamezol, respectivamente; para la reversión de la combinación medetomidina y ketamina (Tsuruga et al., 1999). Las dosis eran, aproximadamente, 5 veces mayores a las administradas de medetomidina. Las recuperaciones se producían de forma predecible, suave y rápida; comenzando los animales a mover las orejas, levantar la cabeza, colocándose en posición esternal para finalmente levantarse y comenzar a caminar sin signos bruscos aparentes. Los animales tardaban, en colocarse en estación, una media de $3,4 \pm 1,6$ minutos.

En ciervos porcinos (*Axis porcinus*) se conocen dosis de 0,25 mg/kg de atipamezol administradas intramuscularmente 20 – 22 minutos después de la combinación de medetomidina – ketamina tras ser capturados con redes (Arnemo et al., 2005). Se trataba de una dosis 5 veces mayor también que la administrada en el caso de medetomidina. Los animales tardaban una media de $4,8 \pm 0,8$ minutos en ponerse a correr tras la administración del antagonista.

En cabra montés (*Capra pyrenaica*) se han utilizado dosis efectivas de 0,4 mg/kg para revertir el efecto de la detomidina combinada con ketamina en 1-13 minutos (Santiago-Moreno et al., 2011).

Con estos estudios se comprueba que existen bastantes rangos de dosis de atipamezol que son bastantes seguras. En función de la rapidez con la que se requiera la recuperación y puesta en pie del animal, las dosis irán de menos a más; asegurándose que, además de ser rápidas, también son suaves para el animal y fiables, recuperándose adecuadamente sus funciones respiratorias y cardiovasculares (anteriormente deprimidas por los anestésicos administrados).

2. OBJETIVO

Al no existir una información detallada sobre la anestesia en muflones, nuestro objetivo se centra en la evaluación del protocolo anestésico de captura más difundido y usado en esta especie, detomidina-ketamina-tiletamina-zolazepam; previo al mantenimiento anestésico con isofluorano y su reversión con atipamezol.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Animales

El presente estudio se desarrolló en 10 muflones macho del Parque Zoológico Municipal de Córdoba, con peso medio de $38,5 \pm 5$ kg (rango de 29 a 46 kg), edad media de $4,3 \pm 1,4$ (rango de 2 a 6 años), clasificados como pacientes ASA I (bajo riesgo anestésico); que requirieron anestesia para los procedimientos que se detallan en la *tabla 1*. El parque citado se encuentra ubicado en la capital de la ciudad de Córdoba, España. Reabierto tras varios años de remodelación con nuevas instalaciones (*véase figura 1*) para sus 437 ejemplares de 102 especies diferentes englobadas en mamíferos, reptiles y aves; y alojadas en un total de 4,5 hectáreas de superficie de todo el parque. Remarcar la importancia de este tipo de instalaciones para poder llevar a cabo estudios e investigaciones científicas de animales exóticos y silvestres, con unas

condiciones más practicables en relación al manejo y desarrollo de procedimientos, que si se llevase a cabo en condiciones de campo y hábitats naturales de dichas especies citadas. Así como otras funciones como las de apoyo en la conservación de algunas especies animales y educación del público para la misma.

Los ejemplares citados pertenecen a una población de unos 30 ejemplares aproximadamente, los cuales se encuentran en un recinto específico para la especie, que asemeja las condiciones y relieves geográficos que se encontrarían en su hábitat natural. Entre los distintos ejemplares también se encuentran individuos hembra y sus respectivas crías, todas controladas y con su respectivo microchip para el control de la población. La instalación cuenta con un vallado perimetral que delimita a dichos individuos con respecto a otras especies, además de presentar algunos ejemplares de vegetación y algunos cubículos para el resguardo de los animales.

Figura 1: Mapa del zoológico de Córdoba estructurado según las instalaciones de las distintas especies animales.



Las investigaciones se llevaron a cabo entre los meses de diciembre y enero del 2016 y 2017, respectivamente. Como clima mediterráneo propio de la provincia de Córdoba, las temperaturas alcanzadas fueron las mostradas en la *tabla 2*. Condiciones climáticas muy favorables para evitar, en cierto modo, que la temperatura ambiente coopere (junto a la hipertermia ya provocada por el estrés del animal) en la instauración de una miopatía de captura propia de estos procedimientos tras el sufrimiento de cualquier tipo de estrés por parte del animal.

Tabla 1: Procedimientos realizados en los muflones.

Procedimiento	Nº de individuos
Extracción de semen	4
Biopsia testicular	4
Orquidectomía	1
Vasectomía	1

Tabla 2. Registro de temperatura de la Estación de Córdoba recopilados de AEMET.

HISTÓRICO DE TIEMPO EN CÓRDOBA (ESPAÑA)		
Latitud 38°01'15''N Longitud 04°47'48''W		
	TEMPERATURA MÁXIMA (°C)	TEMPERATURA MÍNIMA (°C)
1 de DICIEMBRE del 2016	16,0	9,8
26 de ENERO del 2017	9,3	1,2
27 de ENERO del 2017	9,9	5,3

El proyecto realizado se encuadra dentro de un equipo multidisciplinar formado por los Servicios Veterinarios del Zoológico de Córdoba, del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), del Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA), y el Grupo de Investigación de Anestesiología de la Universidad de Córdoba.

B. Protocolo anestésico

La combinación anestésica fue preparada para dardos de teleanestesia (*Teleinject*®) (véase imagen 1) que fueron disparados mediante cerbatana de aire comprimido (*Teledart*®) (véase imagen 2). Para tal fin, la presentación en polvo de Tiletamina+Zolacepam (*Zoletil*®, Virbac) fue diluida con Ketamina (*Imalgene*®, Merial). De esta dilución se cargó un volumen de 0.8 ml a cada dardo, añadiendo posteriormente una dosis de Detomidina (*Domosedan*®, Esteve). En dos de los muflones, se añadió además una dosis de Butorfanol (*Torphasol*®, Esteve). Las dosis medias usadas de cada producto se detallan en la *tabla 3*.

Tabla 3: Dosis utilizadas de los fármacos anestésicos en combinación.

Fármaco	Dosis (mg/kg)
Tiletamina	2.1±0.3
Zolacepam	2.1±0.3
Ketamina	2.1±0.3
Detomidina	0.22±0.05



*Imagen 1. Dardos anestésicos utilizados para el estudio.
Al detalle: agujas de inyección con mecanismo de retención del fármaco anestésico.*



Imagen 2. Cerbatana de aire comprimido y dardos utilizados para el estudio.

La administración de la combinación se realizó en la instalación de los muflones. Tras la inducción anestésica los animales, previamente desensibilizados de posibles estímulos lumínicos y auditivos (con la ayuda de taponos y vendaje de los ojos), fueron trasladados al quirófano del Parque Zoológico. Se procedió a cateterizar la vena cefálica para instaurar fluidoterapia de mantenimiento (*Ringer lactato*, 5-10 ml/kg/hora) y posteriormente se practicó la intubación endotraqueal para su conexión a una máquina anestésica (*SAI, Drager®*), con circuito circular para realizar el mantenimiento anestésico con isofluorano (*IsoFlo®*, Abbott) vehiculado en oxígeno (0.5-1 L/min).

Los animales, fueron monitorizados con un equipo multiparamétrico (*VetCare®*, BBraun) posicionando los electrodos del ECG en derivación II; el manguito de presión arterial no invasiva en la extremidad anterior derecha; el sensor del pulsioxímetro en la lengua; la línea de capnografía en el tubo traqueal; y el sensor de temperatura se introdujo en esófago.

Al finalizar el procedimiento los pacientes fueron desconectados de la máquina anestésica, procediendo a la extubación una vez que hubieran recuperado el reflejo deglutor. Los animales se trasladaron nuevamente a un habitáculo de la instalación donde se les administró atipamezol (*Antisedan®*, Zoetis) a la dosis de 0.21 ± 0.07 mg/kg por vía endovenosa.

C. Variables

I. Tiempos

Se registraron los siguientes tiempos anestésicos:

- Inicio del efecto: Tiempo en minutos transcurrido desde la administración del dardo anestésico hasta que el animal muestra signos de ataxia.
- Decúbito: Tiempo en minutos desde la administración del dardo hasta que el muflón adopta un decúbito, esternal o lateral.
- Intubación: Tiempo en minutos desde la administración del dardo hasta que se realiza la intubación endotraqueal.
- Duración anestesia: Tiempo en minutos transcurrido desde la administración del dardo hasta que se interrumpe la administración de isofluorano.
- Extubación: Tiempo en minutos desde la desconexión de isofluorano hasta que el animal recupera el reflejo deglutor.
- Recuperación: Tiempo en minutos comprendido desde la administración de atipamezol hasta que el paciente recupera la estación.

II. Calidades

Durante el procedimiento se evaluó la calidad de la inducción anestésica, la calidad del mantenimiento y la calidad de la recuperación anestésica atendiendo a los criterios expuestos en la *tabla 4*.

Tabla 4: Clasificación de las calidades de inducción, mantenimiento y recuperación.

CRITERIO	Inducción	Anestesia	Recuperación
Insatisfactoria	Lenta, con signos de excitación y rigidez muscular.	Deglución presente, anestesia superficial, es necesario el uso de otros anestésicos.	Presencia de excitación, ataxia y rigidez muscular.
Aceptable	Rápida, pero con ciertos signos de rigidez y/o excitación.	Deglución ocasional, anestesia superficial controlada con isoflurano.	Existe rigidez muscular.
Satisfactoria	Rápida y suave, sin signos adversos.	No existe deglución y no requiere el uso de otros anestésicos o de incrementos bruscos de isoflurano.	La recuperación es suave, sin excitación ni rigidez.

III. Cardiorrespiratorias

Durante el mantenimiento anestésico con isoflurano, con el monitor multiparamétrico anteriormente citado, se registraron las siguientes variables:

- Frecuencia cardíaca (FC, latidos/minuto).
- Frecuencia respiratoria (FR, respiraciones/minuto).
- Temperatura (T^a, °C): utilizando los valores aportados por el sensor introducido por el esófago. En ocasiones se utilizaba además un termómetro digital introducido a nivel rectal.
- Presión arterial media, diastólica y sistólica (PAM, PAD y PAS, mmHg).
- Electrocardiografía (ECG): durante todo el procedimiento se evaluó en pantalla el trazado electrocardiográfico de cada animal utilizando la derivación II.

IV. Efectos secundarios:

Durante todo el procedimiento se registró cualquier efecto secundario. Tras la administración del atipamezol los animales fueron observados durante dos horas para constatar si se producía o no reedación.

D. Análisis Estadístico:

Los datos obtenidos se volcaron al programa estadístico SPSS 15.0 para Windows, obteniéndose los resultados descriptivos (media, error estándar, máximo, mínimo) de cada variable estudiada. Puesto que en algunos animales no se pudieron registrar todas sus constantes cada cinco minutos ni todos tuvieron la misma duración anestésica, los parámetros cardiorrespiratorios fueron agrupados y son expuestos en periodos de 10 minutos hasta el minuto 40 de anestesia.

Al tratarse de un estudio descriptivo de un único protocolo anestésico y al carecer de datos cardiorrespiratorios basales, no es factible aplicar ninguna prueba estadística comparativa, a excepción de constatar la normalidad de los datos recogidos con la prueba de *Kolmogorov-Smirnof*.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Debido a la ausencia de bibliografía específica sobre la anestesia en muflones, abordamos las secciones de Resultados y Discusión de forma conjunta.

El protocolo detomidina-ketamina-tiletamina/zolacepam (DKTZ) se ha utilizado en distintas especies animales de zoo y de vida libre (Re et al., 2013), incluido el toro bravo. Esta combinación tuvo una mayor expansión tras la retirada del mercado de la etorfina-acepromacina (Williams et al., 1987). Nuestro equipo de investigación ha expuesto que la inclusión de dos anestésicos disociativos en este protocolo no proporciona una anestesia adecuada desde el punto de vista de la hipnosis y de la relajación muscular. Así mismo, la reversión de este protocolo con atipamezol únicamente revierte el efecto de la detomidina, por lo que la recuperación anestésica está influenciada por los efectos disociativos, siendo frecuente la presencia de rigidez muscular y excitación. Estos hallazgos fueron detalladamente publicados en el toro bravo (Muñoz et al., 2013).

En estudios realizados en gamos se constató que la detomidina proporcionaba una adecuada relajación muscular cuando se combinaba solamente con tiletamina+zolacepam, para realizar traslados de individuos, no incluyéndose la ketamina (Galka et al., 1999).

Nuestra recomendación con este protocolo es sustituir la ketamina por un analgésico opioide (morfina, butorfanol), pues tendría las siguientes ventajas:

- La inducción sería más suave, con menos presencia de efectos disociativos.
- La profundidad anestésica y la relajación serían mayores, pues los opioides potencian el efecto del resto de fármacos.
- En caso de revertir con atipamezol, los animales tendrían aún el efecto del opioide lo que contrarrestaría los efectos residuales disociativos de la tiletamina.

En el presente trabajo se ha evaluado el protocolo DKTZ, que es el más usado actualmente en diferentes especies de rumiantes silvestres, principalmente en estudios reproductivos (Pradiee et al., 2016). Por tanto, en una primera fase hemos planteado definir las características de esta combinación anestésica, con la idea de que en estudios posteriores se pueda tener una referencia de base y poder sustituir fármacos de dicho protocolo para mejorar, si procede, las calidades anestésicas. Señalar que no existe bibliografía específica sobre la monitorización anestésica en muflones, lo que justifica iniciar su estudio con dicho protocolo.

A continuación exponemos los resultados clínicos y cardiorrespiratorios obtenidos con DKTZ.

Inducción anestésica e intubación endotraqueal

El tiempo de inicio de los efectos anestésicos tras el impacto del dardo fue de 3.0 ± 2.5 minutos (rango de 0.5 a 7 minutos), y se caracterizó por una evidente ataxia en todos los individuos. En un tiempo medio de 5.7 ± 2.9 minutos (rango de 1 a 12 minutos) los individuos adoptaron el decúbito esternal.

En relación a los tiempos de inducción, se ha podido comprobar experimentalmente que existe variación dependiendo de las dosis y de la zona donde se inyecta al azar el dardo con los agentes anestésicos. Aquellos animales con inyección en la musculatura superior de los miembros anteriores, espalda y cuello muestran menores tiempos de inducción, seguidamente de la musculatura de los miembros posteriores; siendo las opciones más efectivas y seguras para la inyección (Isaza et al., 2007). Aun así los tiempos quedan comprendidos entre 1 y 12 minutos, por lo que se puede afirmar que se trata de una media de tiempo bastante adecuada a pesar de no emplearse dosis tan altas de fármacos.

Se consideró que la inducción fue satisfactoria o aceptable en 7 casos. En 3 individuos se evidenció signos de agitación, excitación y rigidez muscular, aunque no fue necesario en ninguno de ellos administrar ningún otro producto para conseguir el decúbito. El hecho de que los animales estaban en una amplia instalación con el resto de muflones, pudo influir en un mayor estrés en estos animales, que denotaban un potente efecto de los anestésicos disociativos suministrados (tiletamina y ketamina).

Tras el decúbito los muflones fueron trasladados al quirófano, siendo intubados en un tiempo de 24.3 ± 4.5 minutos (rango de 19 a 34 minutos). Esta oscilación dependió de la dificultad que se tuvo en algún individuo con su traslado debido a la lluvia que irrumpió una mañana.

Conforme aumenta el tiempo de intubación damos tiempo a que los productos administrados se vayan metabolizando, y a que la transición a la anestesia inhalatoria con isofluorano sea más dificultosa, pues la presencia de reflejos y degluciones entorpecen la maniobra de intubación endotraqueal. No obstante, tan solo a un individuo fue necesario suministrarle más sedación endovenosa (detomidina) para poder realizar la intubación.

Mantenimiento anestésico

Tras la intubación endotraqueal los animales fueron conectados a una máquina anestésica para realizar el mantenimiento anestésico con isofluorano. La duración media de la anestesia fue de 70.0 ± 18.4 minutos (rango de 43 a 99 minutos). La oscilación del tiempo anestésico depende del tipo de intervención a realizar (extracción de semen, biopsia testicular, orquidectomía, vasectomía); además de otras variables donde el factor humano cobra importancia.

En general, el mantenimiento anestésico de los animales se consideró aceptable (*tabla 4*) y estuvo ausente de complicaciones anestésicas que comprometieran la vida de los individuos. Sin embargo concurrieron otras complicaciones relacionadas con una profundidad anestésica inadecuada. En un caso fue necesario incrementar bruscamente la vaporización de isofluorano, y en otros dos animales fue necesaria la administración intraoperatoria de butorfanol y detomidina para poder profundizar el plano anestésico. Estos últimos animales fueron los que tuvieron unos tiempos de inducción más prolongados, lo que implica que la combinación anestésica pudo ser insuficiente. Uno de los factores que más directamente influyen en un mantenimiento anestésico inestable es una deficiente pre-medicación e inducción anestésicas, pues los animales no alcanzan el suficiente grado de sedación e hipnosis desde el inicio del protocolo, haciendo más complicado su mantenimiento anestésico.

En la tabla adjunta (*tabla 5*) se recogen las variables cardiorrespiratorias durante la anestesia. No podemos plantear una discusión de estos parámetros, pues no existen datos publicados al respecto en muflones. De forma general observamos unas frecuencias cardíaca y respiratoria estables, pero posiblemente altas. Igualmente creemos que la presión arterial, respecto a otras especies, también es elevada. Estos datos estarían en consonancia con lo expuesto anteriormente, pues una profundidad anestésica inadecuada se caracteriza por un aumento de los parámetros cardiovasculares y respiratorios.

Tabla 5. Parámetros cardiorrespiratorios durante el mantenimiento anestésico con isofluorano agrupados en periodos de 10 minutos.

Parámetros	Tiempo (min)			
	10	20	30	40
Isoflurano (%)	2.4±0.5	1.8±0.7	1.7±0.7	1.6±0.7
FC (latidos/min)	79±17	78±14	81±13	75±8
FR (respir/min)	31±9	33±10	31±11	37±9
T ^a (°C)	38.2±1.5	38.4±1.3	38.3±1.3	37.8±1.3
PAM (mmHg)	143±28	136±23	126±25	113±25
PAS (mmHg)	180±27	180±19	168±25	146±29
PAD (mmHg)	132±40	105±38	105±21	95±20
SpO ₂ (%)	95±2	95±2	96±2	96±2
EtCO ₂ (mmHg)	48±6	46±5	48±9	46±6

Finalmente, se registró la presencia de una ligera regurgitación durante la intervención en un muflón. La regurgitación puede ser frecuente en animales que no han podido someterse a un ayuno previo, por lo que es de especial importancia la intubación endotraqueal, pues previene que pueda producirse una neumonía por aspiración.

Recuperación anestésica

Al finalizar el procedimiento quirúrgico se desconectó el individuo de la máquina anestésica y en un tiempo medio de 2.6±1.1 minutos recuperaron el reflejo deglutor procediendo

a la extubación. Tras la administración endovenosa de atipamezol los animales se recuperaron en un tiempo de 2.0 ± 1.4 minutos (rango de 1 a 5 minutos).

La calidad de la recuperación anestésica se consideró aceptable, e insatisfactoria en dos muflones (*tabla 6*). Se evidenció presencia de rigidez muscular en la mayoría de los casos, y algunos individuos mostraron movimientos bruscos, pataleo, ataxia y ligera disforia al inicio de la recuperación. A uno de los muflones no se le administró atipamezol, manifestándose una recuperación espontánea en su recinto que llegó a ser más suave, más ligera y menos violenta que en el resto.

Tabla 6. Número de individuos atendiendo a las calidades anestésicas presentadas.

CRITERIO	Inducción	Mantenimiento	Recuperación
Insatisfactoria	3	3	2
Aceptable	2	4	3
Satisfactoria	5	3	5

Dosis y productos empleados

No existe un consenso sobre los beneficios de usar dos anestésicos disociativos en estas combinaciones anestésicas de captura; si bien cumplen su primera finalidad de captura, no suelen proporcionar una adecuada anestesia. Se ha aportado la utilización de una dosis de 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de medetomidina + 2 mg/kg de ketamina en muflones (*Ovis musimon*) (Santiago et al., 2001) o dosis de $57,0 \pm 15,6$ $\mu\text{g}/\text{kg}$ de medetomidina y $2,72 \pm 1,38$ $\mu\text{g}/\text{kg}$ de ketamina en ciervos sika (*Cervus nippon*) (Tsuruga et al., 1999); donde dichas combinaciones parecen ser suficientes y ofrecen buenos resultados, sin la necesidad de utilizar un agente disociativo adicional.

La idea de combinar opioides con este protocolo se sustentaría en la suma de analgesia, además de sedación. Los opioides más utilizados en rumiantes salvajes son la etorfina, el carfentanilo, la morfina y el butorfanol.

La etorfina ha sido utilizada en combinación con xilacina, disminuyéndose la depresión respiratoria propia de la utilización única de dicho opioide. Como inconveniente que se puede

encontrar en este fármaco, es la necesidad de altas dosis para que el animal quede en decúbito. Por otro lado, el carfentanilo es un 50-100% más potente que la etorfina, requiere la utilización de menor volumen que el anterior, y promueve rápidas y fiables inducciones (Caulkett et al., 2000). Como inconveniente, comparte con la etorfina el hecho de ser letal para el ser humano en inyecciones accidentales (Williams et al., 1987).

Por ello, la utilización de morfina o butorfanol parecen ser las opciones más interesantes para ser utilizada como alternativa a la ketamina, disminuyéndose así efectos secundarios de los agentes disociativos. Como comparativa existe un estudio previo en toros bravos (*Bos taurus*) que aporta una idea sobre priorizar en la elección de uno u otro fármaco (Muñoz et al., 2013). En dicho estudio parece encontrarse mayores ventajas del uso de butorfanol ante la ketamina. La frecuencia cardíaca y las presiones arteriales son más reducidas con butorfanol, sin que lleguen a producirse una exacerbada bradicardia e hipotensión. El tiempo de inducción es menor con el uso de butorfanol, además de promover una mayor relajación muscular. Además se conoce la existencia de recuperaciones más suaves en el momento de reversión del α -2-agonista, contrarrestando los efectos residuales que se evidenciarían en caso de presentarse únicamente disociativos tras la reversión.

Por otro lado, se ha llegado a la conclusión de que no existe la necesidad de dosis altas de atipamezol (como se contemplan en otros estudios) para revertir los efectos del α -2-agonista tras procedimientos que poseen una duración aproximada entre 60 y 100 minutos, como los que compete este estudio. A la mayoría de los individuos se les administraba una dosis de $0,24 \pm 0,03$ mg/kg de atipamezol, de 1 a 1,5 veces superior a la dosis de detomidina administrada con anterioridad. En cambio, se administraron a dos de los individuos, la mitad de dicha dosis establecida, observándose recuperaciones similares y con el mismo tiempo de recuperación para su incorporación en pie.

Evaluación global

En la anestesia de captura existen diversos factores que afectan al efecto de las combinaciones anestésicas. La zona de impacto del dardo, la estimación errónea del peso, la presencia de otros individuos y las características de la instalación, pueden influir decisivamente a que no tengamos el efecto anestésico deseado. Por este motivo es importante contar con una combinación anestésica muy concentrada, potente y balanceada que tenga un efecto predecible en la mayoría de los animales que vamos a anestesiarse.

El efecto del protocolo DKTZ apreciamos que no es del todo predecible, pues sólo en la mitad de los individuos se evidenció una inducción anestésica satisfactoria. En el resto de

animales el protocolo se caracterizó por ser una inducción lenta, con ataxia, rigidez muscular e incluso excitación. Desde el punto de vista meramente práctico es una “combinación que funciona”, pues todos los animales se anestesian, pero no todos lo hacen de la misma forma, y esto supone un riesgo para los animales. Una inducción anestésica brusca puede provocar lesiones en los animales e incluso fracturas por las caídas que sufren.

La calidad del resto del procedimiento anestésico tampoco es satisfactoria, al menos en la mitad de los individuos. Cuando una inducción anestésica es insuficiente será complicado realizar la intubación endotraqueal y el isofluorano será insuficiente para mantener la adecuada profundidad anestésica, como refuerzan los elevados resultados cardiorrespiratorios registrados. Igual ocurre en la recuperación, en la que los efectos de los anestésicos disociativos son muy marcados al revertir el efecto de la detomidina.

Sería conveniente realizar futuros estudios sustituyendo la ketamina por un opiode (butorfanol, morfina), pues posiblemente se obtendría un efecto más predecible y de mayor calidad anestésica. De hecho, en el transcurso de este estudio, se probó en un muflón el protocolo detomidina-butorfanol-tiletamina-zolacepam, obteniendo una mayor profundidad anestésica y mayor relajación muscular. De un solo individuo no se pueden extraer conclusiones, de ahí la importancia de seguir con esta línea de investigación.

Una de las principales ventajas en el uso del protocolo detomidina-butorfanol-tiletamina-zolacepam, lo ha representado la seguridad de su uso en condiciones extremas de alta montaña, para la prevención de procesos de miopatía de captura (Santiago-Moreno et al., 2010). Igualmente, a pesar de no conseguirse mejores resultados cardiovasculares y de las calidades citadas con anterioridad, hay que considerar que se ha utilizado un protocolo anestésico adecuado para procedimientos específicos en reproducción. Procedimientos como sería la obtención de material espermático mediante masaje eco-guiado de las glándulas sexuales accesorias y por electro-eyaculación. Este protocolo permite una relajación de músculo retractor del pene, lo que favorece la exteriorización de éste para su limpieza y aislamiento antes de iniciar el procedimiento; además favorece la eyaculación, minimiza la contaminación urinaria, al incluir alfa adrenérgicos en su composición, y no afecta a los parámetros espermáticos. El desarrollo de nuevos protocolos con opioides, en este tipo de estudios, deberían tener en consideración estas variables.

5. CONCLUSIÓN

Según las condiciones y resultados del presente estudio podemos afirmar que el protocolo DKTZ es efectivo para la “inmovilización química” o “anestesia de captura” de muflones, pero dista de ser una adecuada combinación desde el punto de vista anestésico, pues denota insuficiente hipnosis y relajación muscular, siendo recomendable evaluar la sustitución de la ketamina por un analgésico opioide.

6. RESUMEN

El siguiente estudio se diseñó para la evaluación de la anestesia en muflones (*Ovis musimon*), especie en la cual no existen muchas referencias y estudios al respecto. Para el estudio se detallaron, principalmente, la respuesta a la anestesia de 9 muflones macho, cuyos procedimientos se justificaban con la realización de distintas intervenciones relacionadas con el sistema reproductor. Cada uno de los muflones recibieron dosis de $0,22 \pm 0,05$ mg/kg de detomidina + $2,1 \pm 0,3$ mg/kg de ketamina + $2,1 \pm 0,3$ mg/kg de tiletamina y $2,1 \pm 0,3$ mg/kg de zolazepam. Tras la inoculación de dichos fármacos anestésicos mediante teleanestesia, se recogieron datos sobre tiempos de inducción, de puesta en decúbito esternal, así como parámetros cardiovasculares y respiratorios mediante monitorización anestésica. La duración de la anestesia variaba, fundamentalmente, en función del procedimiento realizado, encontrándose una duración alrededor de los 80-90 minutos. La mayoría de los animales fueron revertidos con $0,21 \pm 0,07$ mg/kg de atipamezol administrados por vía intravenosa, donde también se recogieron datos relacionados con el tiempo en el que el animal conseguía ponerse en pie. Solo 1 de ellos fue elegido para presentar su recuperación de manera espontánea, con resultados adecuados. Los animales presentaron una inducción aceptable para el procedimiento a llevar a cabo pero insuficiente ya que presentaban valores cardiovasculares y respiratorios, durante la monitorización, bastante elevados; además de presentar recuperaciones demasiado bruscas. En conclusión, se podría plantear el uso de un opioide como alternativa a la ketamina para la mejoría de las inducciones y, especialmente, de las recuperaciones; sirviendo además, de este modo, para la reducción de los posibles efectos secundarios que pueden observarse con el uso de agentes disociativos.

Palabras clave: *Ovis orientalis musimon*, detomidina, ketamina, tiletamina, zolazepam, atipamezol, teleanestesia, monitorización, recuperación.

7. SUMMARY

This study was designed to evaluate the wild sheep (*Ovis musimon*) anesthesia, which there are many neither references nor studies about. For the study, the anesthesia response of 9 male wild sheeps was detailed, which was justifying through the realization of different reproductive system interventions. Each of them received $0,22 \pm 0,05$ mg/kg of detomidine + $2,1 \pm 0,3$ mg/kg of ketamine + $2,1 \pm 0,3$ mg/kg of tiletamine and $2,1 \pm 0,3$ mg/kg of zolazepam. Beyond the anesthetics drugs inoculation through teleanesthesia, data about induction times, placed in sternal recumbency, cardiovascular and respiratory parameters through monitoring was collected. Fundamentally, the duration of anesthesia varied in function of the type of procedure, which lasted about 80-90 minutes. Most animals were reversed with 0.21 ± 0.07 mg/kg of atipamezole administered intravenously, when data about stand up times were collected too. Only one of them was chosen to recuperate spontaneously, getting appropriate results. The animals presented an admissible induction for the procedure performed but it was insufficient due to the elevated cardiovascular and respiratory parameters during the monitoring; in addition to producing too abrupt recoveries. In conclusion, it could be proposed the use of a type of opioid as an alternative to ketamine. In this way, it would be an improvement of the inductions and recoveries particularly. In addition it could be reduced the possible side effects observed with the use of dissociative agents.

Key words: *Ovis orientalis musimon*, detomidine, ketamine, tiletamine, zolazepam, atipamezole, teleanesthesia, monitoring, recovery.

8. BIBLIOGRAFÍA

ARNEMO J.M., STORAAS T., KHADKA C.B., & WEGGE P. (2005) Use of medetomidine-ketamine and atipamezole for reversible immobilization of free-ranging hog deer (*Axis porcinus*) captured in drive nets. *Journal of Wildlife Diseases*, 41 (2), pp. 467-470.

BOUTS T., TAYLOR P., BERRY K., ROUTH A., & GASTHUYS F. (2011). Evaluation of medetomidine-ketamine and dexmedetomidine-ketamine in Chinese water deer (*Hydropotes inermis*). *Journal of Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 38, pp. 106-112.

CASAS-DÍAZ E., MARCO I., LÓPEZ-OLVERA J. R., MENTABERRE G., & LAVÍN S. (2010). Use of acepromazine for stress control in Spanish ibex (*Capra pyrenaica*) captured by drive-net. *The Veterinary Journal*, 183, pp. 332-336.

CAULKETT N. A., CATTET M. R. L., CANTWELL S., COOL N., & OLSEN W. (2000). Anesthesia of wood bison with medetomidine-zolazepam/tiletamine and xylazine-zolazepam/tiletamine combinations. *Can Vet J*. 41, pp. 49-53.

CAULKETT N. A., & HAIGH J. C. (2004). Anesthesia of north American deer. In: *Zoological restraint and anesthesia*, D. Heard.

GALKA M. E., AGUILAR J. M., QUEVEDO M. A., SANTISTEBAN J. M., & GÓMEZ-VILLAMANDOS R. (1999). Alpha - 2 - agonist dissociative anesthetic combinations in Fallow deer (*Cervus dama*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 30 (3), pp. 451-453.

ISAZA, R. (2007) Remote Drug Delivery. En: WEST G., HEARD D., & CAULKETT N. *Zoo animal & wildlife. Immobilization and anesthesia*. *Blackwell publishing*, Iowa (USA), pp. 61-74.

JANOVSKY M., TATARUCH F., AMBUEHL M., & GIACOMETTI M. (2000). A Zoletil®-Rompun® mixture as an alternative to the use of opioids for immobilization of feral red deer. *Journal of Wildlife Diseases*, 36 (4), pp. 663-669.

LÓPEZ-OLVERA J. R., MARCO I., MONTANÉ J., CASAS-DÍAZ E., & LAVÍN S. (2007). Effects of acepromazine on the stress response in Southern chamois (*Rupicapra pyrenaica*) captured by means of drive-nets. *The Canadian Journal of Veterinary Research*, 71, pp. 41-51.

MARCO I., & LAVÍN S. (1999). Effect of the method of capture on the haematology and blood chemistry of red deer (*Cervus elephus*). *Research in Veterinary Science*, 66, pp. 81-84.

MENTABERRE G., LÓPEZ-OLVERA J. R., CASAS-DÍAZ E., BACH-RAICH E., MARCO I., & LAVÍN S. (2010). Use of haloperidol and azaperone for stress control in roe deer (*Capreolus capreolus*) captured by means of drive-nets. *Research in Veterinary Science*, 88, pp. 531-535.

MENTABERRE G., LÓPEZ-OLVERA J. R., CASAS-DÍAZ E., MARCO I., & LAVÍN S. (2010). Haloperidol and azaperone in drive-net captured Southern chamois (*Rupica pyrenaica*). *Journal of Wildlife Diseases*, 46 (3), pp. 923-928.

MILLER B. F., MULLER L. I., DOHERTY T., OSBORN D. A., MILLER K. V., & WARREN R. J. (2004). Effectiveness of antagonists for tiletamine-zolazepam/xylazine immobilization in female white-tailed deer. *Journal of Wildlife Diseases*, 40 (3), pp. 533-537.

MUÑOZ RASCON P., MORGAZ J., NAVARRETE R., GRANADOS M. M., DOMÍNGUEZ J. M., FERNÁNDEZ SARMIENTO J. A., MÉNDEZ-ANGULO J. L., RUIZ I., QUIRÓS S., & GÓMEZ VILLAMANDOS R. (2013). Cardiorespiratory and neurological effects of morphine and butorphanol in *Bos taurus*. *Veterinary Record*.

MURRAY S., MONFORT S. L., WARE L., MCSHEA W. J., & MITCHELL B. (2000). Anesthesia in female white-tailed deer using Telazol® and xylazine. *Journal of Wildlife Diseases*, 36 (4), pp. 670-675.

PRADIEE J., O'BRIEN E., ESTESO M.C., CASTAÑO C., TOLEDANO DÍAZ A., LÓPEZ SEBASTIÁN A., MARCOS BELTRÁN J.L., VEGA R.S., GUILLAMÓN F.G., MARTÍNEZ NEVADO E., GUERRA R., & SANTIAGO MORENO J. (2016). Effect of shortening the prefreezing equilibration time with glycerol on the quality of chamois (*Rupicapra pyrenaica*), ibex (*Capra pyrenaica*), mouflon (*Ovis musimon*) and aoudad (*Ammotragus lervia*) ejaculates. *Animal Reproduction Science*, 171, pp. 121-128.

RE M., BLANCO-MURCIA F. J., SAN MIGUEL J. M., & GÓMEZ DE SEGURA I. A. (2013). Reversible chemical restraint of free-range cattle with a concentrated combination of tiletamine-zolazepam, ketamine, and detomidine. *The Canadian Journal of Veterinary Research*, 77, pp. 288-292.

READ M. R., CAULKETT N. A., SYMINGTON A., & SHURY T. K. (2001). Treatment of hypoxemia during xylazine-tiletamine-zolazepam immobilization of wapiti. *Can Vet J*, 42.

SANTIAGO MORENO J., GONZÁLEZ BULNES A., GÓMEZ BRUNET A., & LÓPEZ SEBASTIÁN A. (2009). El muflón (*Ovis gmelini musimon*): Caracterización funcional y recurso cinegético. *INIA, Ministerio de Ciencia y Tecnología*, Madrid (España), pp. 53-58.

SANTIAGO MORENO J., & LÓPEZ SEBASTIÁN A. (2010). Ungulados silvestres de España: biología y tecnologías reproductivas para su conservación y aprovechamiento cinegético. *INIA, Ministerio de Ciencia y Tecnología*, Madrid (España), 2 pp. 18-24.

SANTIAGO MORENO J., TOLEDANO DÍAZ A., SOOKHTHEZARY A., GÓMEZ GUILLAMÓN F., SALAS DE LA VEGA R., PULIDO PASTOR A., & LÓPEZ SEBASTIÁN A. (2011). Effects of anesthetic protocols on electroejaculation variables of Iberian Ibex (*Capra pyrenaica*). *Research in Veterinary Science*, 90, pp. 150-155.

SIEGAL-WILLOT J., CITINO S. B., WADE S., ELDER L., HAYEK L-A. C., & LANCE W. R. (2009). Butorphanol, azaperone, and medetomidine anesthesia in free-ranging white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) using radiotracer darts. *Journal of Wildlife Diseases*, 45 (2), pp. 468-480.

TSURUGA H., SUZUKI M., TAKAHASHI H., JINMA K., & KAJI K. (1999). Immobilization of sika deer with medetomidine and ketamine, and antagonism by atipamezole. *Journal of Wildlife Diseases*, 35 (4), pp. 774-778.

WALTER W. D., LESLIE D. M., JR., HERNER-THOGMARTIN J. H., SMITH K. G., & CARTWRIGHT M. E. (2005). Efficacy of immobilizing free-ranging elk with Telazol® and xylazine hydrochloride using transmitter-equipped darts. *Journal of Wildlife Diseases*, 41 (2), pp. 395-400.

WILLIAMS D. E., & RIEDESEL D. H. (1987). Chemical immobilization of wild ruminants. *Iowa State University Veterinarian*, 49, Iss. 1, Article 6.

WOLFF P. L. (2009). Capture and immobilization of exotic small ruminants. *NAVC Conference*.