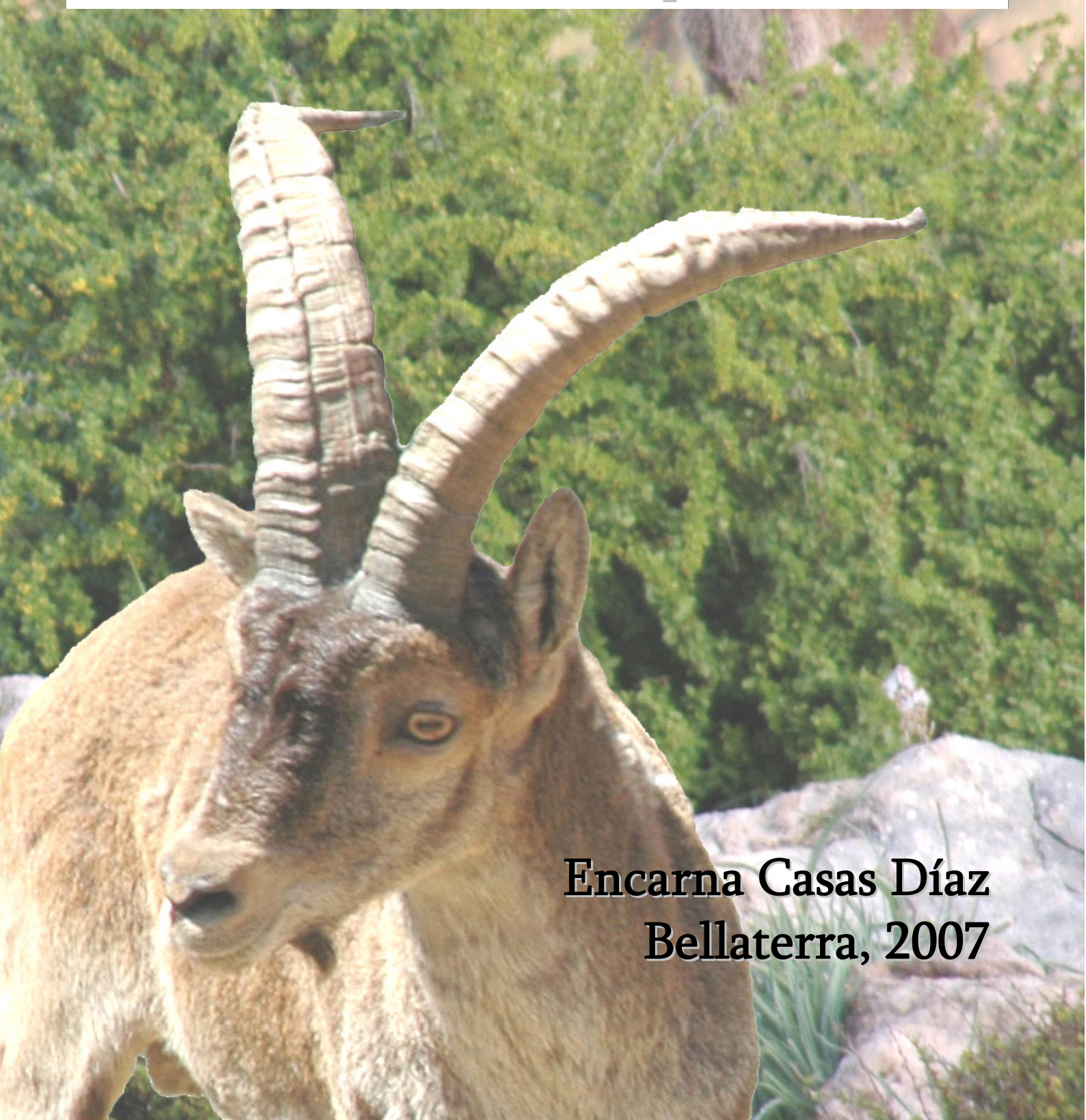


**Evaluación del estrés de captura
mediante métodos físicos y químicos en
la cabra montés (*Capra pyrenaica*) y su
modulación con tranquilizantes**



**Encarna Casas Díaz
Bellaterra, 2007**

Evaluación del estrés de captura mediante
métodos físicos y químicos en la cabra montés
(*Capra pyrenaica*) y su modulación con
tranquilizantes

Encarna Casas Díaz



Bellaterra

2007

UAB
Universitat Autònoma de Barcelona

Esta tesis doctoral fue realizada gracias a la financiación de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (proyecto CICYT REN2001-1989/GLO) y contó con el apoyo del Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya y la colaboración del Parque Nacional de Sierra Nevada.

Los Doctores SANTIAGO LAVÍN GONZÁLEZ e IGNASI MARCO SÁNCHEZ, Catedrático de Universidad y Profesor Titular del Área de Conocimiento de Medicina y Cirugía Animal de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Barcelona, respectivamente,

CERTIFICAN:

Que la memoria titulada 'Evaluación del estrés de captura mediante métodos físicos y químicos en la cabra montés (*Capra pyrenaica*) y su modulación con tranquilizantes', presentada por la licenciada ENCARNA CASAS DÍAZ para la obtención del grado de Doctora en Veterinaria, se ha realizado bajo nuestra dirección y, considerándola satisfactoriamente finalizada, autorizamos su presentación para que sea evaluada por la comisión correspondiente.

Y para que así conste a los efectos que sean oportunos, firmamos el presente certificado en Bellaterra, a 22 de Mayo de 2007.

Firmado: Santiago LAVÍN GONZÁLEZ

Firmado: Ignasi MARCO SÁNCHEZ

Pregúntate si lo que estás haciendo hoy
te acerca al lugar en el que quieres estar mañana

Jackson Brown

AGRADECIMIENTOS

Después de haber escrito una tesis de más de cien páginas es de suponer que escribir los agradecimientos será una tarea fácil pero, mi querido@ amig@, no es así.

Para mí es algo que tiene una importancia igual o mayor que el resto de texto. Una tesis doctoral no es el trabajo de una sola persona. Detrás del autor, en este caso autora, existen una serie de personas y organismos que han hecho posible la realización de tan ardua tarea.

Los principales responsables de que haya llegado al día de la lectura, evidentemente, son mis directores de tesis, los doctores Santiago Lavín e Ignasi Marco. A Santiago, y perdón por perder las formas del trato pero, cuando se trabajan unos cuantos años y muchas horas juntos, los jefes se convierten en personas más cercanas y familiares, le debo la orientación en la forma de trabajar, en la manera de enfocar y relativizar las situaciones “difíciles” y, como no, una buena parte de mi educación gastronómica, que también es importante. A Ignasi li agraeixo que m’hagi ensenyat una de les parts més dures del treball, que és l’estrictament científica, i que hagi conreat en mi l’esperit investigador.

Los siguientes en la lista de “responsabilidades” son, como no, todo el personal de la Reserva Nacional de Caza dels Ports de Tortosa i Beseit, sin olvidarme, claro, de las escapadas del personal de la Reserva de Caza de l’Encanyissada. Tanto los directores como los guardas colaboraron desinteresadamente y tuvieron que soportar nuestras incesantes visitas para capturar los animales necesarios para “mi tesis”. Muchas gracias/Moltes gràcies por compartir con nosotros vuestros conocimientos y cedernos parte de vuestro tiempo. Sois muchos, no quisiera hacer una lista y dejarme algún nombre por despiste, así que sólo haré un agradecimiento personalizado y es para Alberto, de la compañía del cual sólo pudimos disfrutar al principio del proyecto.

Evidentemente tampoco puedo olvidarme de otra incalculable ayuda concedida por el Parque Nacional de Sierra Nevada, que nos facilitaron la realización de una parte del proyecto de investigación. El personal del Parque nos acogió como si fuéramos parte de su familia, compartiendo con ellos trabajo y unas buenas brasas. Debéis

saber que os esperamos con los brazos abiertos para corresponderos a tan grata ayuda.

Muchas gracias también para:

Josep y Rafi, con la ayuda de los cuales conseguí “tratar con cariño” al SYSMEX, no desesperé con el ADVIA (el gran ausente en este trabajo de investigación, pero todo llegará) y aprendí los principios, bases y cimientos del funcionamiento de un laboratorio.

A los muchos estudiantes y voluntarios como Ferne, Txema, Jordi Boixadé, Rafa Guàrdia, Pepe (siento lo de tu ojo), Olga (nuestra prota de la peli de capturas), Arrate, Albert, Óscar García, Ana Munilla, Eulàlia, Anna Fusté, Carol, Lluís Raventós, Sarai, Marta, Alfons, Meritxell, Laia y a la representación italiana estudiantil más original y variopinta jamás juntada Daniele, Giulia y Laura. Seguro que me dejo a alguien, pero que se considere también incluido en esta lista.

A todos los amigos que he ido ganando a lo largo de la carrera de veterinaria, tanto dentro como fuera del campus, como Núria L., Carla, Irene, Josep, Montse, Mariona, Nuria B., Cris, Angie, Maria, Toni, Eva Brugués, Ariadna, Sonia López, Núria Monje, César Otero, Ivan, Eva (tb Álex, aunque un poco más tarde), Lluís Parpal, Marta Leiva, Pili, Ana, Sergio Muñoz, Aurora, Jordi Montané, Neus Caminal, César Piñol, Rocío, Fernando Martínez, Yoli, M^a Rosa, Oriol, Loli-Vane-MariCarmen (siempre seréis nuestras niñas), Magalí, Nilsa, Eva Creus, Jaume Martorell, Montse Mesalles, Roser, Alicia, Concha, Ana Cris, Paola, Ana Dalmau, Roger Santmartí, “El meu” Ignasi (el que m’ha vist patir i sempre ha estat quan l’he cridat), Calixt, Fernando Esperón, Mari Paz, Raquel Álvarez, Pablo, Javi, Joaquín, Fran, “Tierno”, Belén y un largo etcétera de nombres de personas especiales y maravillosas. Una dedicatoria muy especial por su gran entusiasmo y gran corazón para Mariano, me hubiese encantado que estuvieras entre los asistentes a mi tesis, nunca te olvidaré.

A “mis alumnos” de auxiliar. No puedo acordarme de todos vuestros nombres, pero sí me acuerdo de las horas que he pasado con vosotr@s intentando saciar vuestra sed de conocimientos como mejor supe. También a María y a Salva, que sois los que permitisteis que yo entrara en contacto con ellos.

A Ana Luisa, compañera artística y de despacho, con su interminable ilusión, imaginación y voluntad por hacer cosas, además de un dulce corazón.

A Pancha, por su desmesurada preocupación por nuestro bienestar y equilibrio tanto profesional como emocional, como si fueras una mamá comunitaria.

A la Mercè, que sempre té un somriure contagiós que et dedica pel passadís quan no està tenint cura del COBAS per acabar el meu estudi o acollint-te a casa seva perquè senzillament ho necessites.

A l'Ester, el teu caràcter i actitud fermes davant algunes situacions sempre em servirà d'exemple a seguir, a l'igual que la dedicació al 200% que li poses a les coses que fas per a que surtin realment com han de sortir.

A Carlo, que me haces tanta compañía cuando estás en el extranjero con tus estancias varias y casi no te veo el pelo cuando estás aquí ;-P. Perdona, es que me he inspirado de repente. Eres el compañero de despacho ideal para reír en los momentos de más tensión y una gran persona (y no va con segundas).

A Óscar, que aunque acaba de llegar al equipo, ya hace tiempo que conocía. Siempre he admirado tu inagotable entusiasmo sumamente contagioso que es capaz de arrancarnos del trabajo para ir al Cau a por unas bravas recalentadas.

A Cinzia (Ci), y Cristina, no me la dejo, por ser unas maravillosas compañeras de piso, ideales tanto para competir por un buen aparcamiento cerca de casa, como para tener una "cena romántica" viendo la tele, como para compartir un tiempo precioso que sé que es limitado.

A Grego, un amigo con el que es sumamente agradable trabajar codo con codo, que siempre he tenido la sensación de que me ha cuidado como a una hermana, siempre pendiente de mi bienestar.

Al Kiku, "becari alliberat" del Departament i meravellosa persona del qual aprens sempre una cosa nova cada dia i que et dedica tota la seva atenció, si no és que està amb els seus SSSLMs.

A mi “familia” de Sant Andreu: Ángel, Mari, Ana y Alberto. Lo que habéis hecho vosotros no lo hace cualquiera, os lo aseguro.

Al resto de mi familia: tí@s, prim@s...

A Jordi, que aunque te cueste un tiempo entenderlo, al final te darás cuenta que nunca quise hacerte daño. Buena parte de esta tesis te la debo a ti porque me apoyaste en todos los sentidos durante los cinco años que he tardado en darle forma. Contigo pasé 10 años, exactamente un tercio de mi vida, durante los cuales aprendimos muchas cosas el uno del otro. Pero la vida sigue y me gustaría que su curso nos deparara un futuro en el que encontrarnos no fuera una situación incómoda. Confío en tu buen corazón y espero que algún día me “perdones”.

A mis padres, Paco y Paquita, hermana Espe y hermano Valen por teneros en este mundo. Realmente es importante tener una familia, pero más importante es saber que te quiere y que te lo demuestran, cada uno a su manera, que es lo más especial de todo.

Y aunque carezca de sentido y nunca lleguen a saberlo, también le agradezco a las cabras protagonistas de la tesis su colaboración “desinteresada” y les pido perdón por el mal rato que les hice pasar.

A todos, muchas gracias.

ÍNDICE

1. Resumen.....	1
2. Introducción	7
3. Revisión bibliográfica	11
3.1. Características generales de la cabra montés	13
3.2. Métodos de captura	21
3.3. Estrés	25
3.4. Tranquilizantes	38
3.5. Anestesia	41
4. Objetivos	45
5. Material y métodos general	49
6. Hematological and serum biochemical values of Spanish ibex (<i>Capra pyrenaica</i>) captured by drive-net and box-trap	61
7. Use of acepromazine for stress control in Spanish ibex (<i>Capra pyrenaica</i>) captured by drive-net.....	77
8. Effect of acepromazine and haloperidol on stress of Spanish ibex (<i>Capra pyrenaica</i>) captured by box-trap	93
9. Anaesthesia with xylazine+ketamine and medetomidine+ketamine administered with an anaesthetic rifle and a blowpipe in Spanish ibex (<i>Capra pyrenaica</i>)	111

10. Discusión general.....	127
10.1. Métodos de captura.....	129
10.2. Respuesta de estrés agudo.....	140
10.3. Efecto de la aplicación de tranquilizantes	145
10.4. Efecto de las combinaciones anestésicas y del método de aplicación.....	147
11. Conclusiones	149
12. Bibliografía.....	153

1. RESUMEN



Los objetivos del presente trabajo fueron evaluar la respuesta de estrés de captura y manejo en la cabra montés (*Capra pyrenaica*) y sus posibles consecuencias, valorar el efecto de un neuroléptico fenotiacínico de corta duración (acepromacina) y una butirofenona de larga duración (haloperidol) sobre dicha respuesta, valorar las diferencias entre la utilización de dos combinaciones diferentes de anestésicos (xilacina+ketamina, medetomidina+ketamina), y valorar las diferencias entre dos métodos de captura física diferentes (red vertical y caja trampa) y dos métodos de captura química (rifle anestésico y cerbatana).

Las cabras monteses capturadas con red vertical y caja trampa se inmovilizaron durante tres horas para realizar el estudio de estrés de captura mediante diferentes métodos físicos. En ambos métodos se establecieron dos grupos: un grupo tratado, que recibió acepromacina o haloperidol intramuscular, y un grupo control, que recibió suero salino fisiológico intramuscular. Durante el periodo de estudio se registraron la frecuencia cardiaca y la temperatura mediante técnicas telemétricas no agresivas y se obtuvieron muestras sanguíneas mediante punción venosa (para realizar el hemograma y las determinaciones bioquímicas).

Los métodos químicos de captura se aplicaron en dos grupos diferentes de cabras monteses. Se utilizó la teleanestesia con rifle anestésico en cabras capturadas en un cercado y con cerbatana en cabras capturadas en caja trampa. En ambos métodos se utilizó la combinación de anestésicos xilacina+ketamina, y en el grupo del rifle anestésico, además, se administró la combinación medetomidina+ketamina. La anestesia se prolongó hasta una hora para poder realizar el estudio del efecto de los anestésicos mediante los mismos parámetros clínicos, hematológicos y bioquímicos, además de la frecuencia respiratoria y saturación de oxígeno, que se determinaron en el grupo capturado con métodos físicos.

La respuesta de estrés agudo en la cabra montés se caracterizó por un aumento del recuento total de leucocitos (WBC), del recuento diferencial de neutrófilos, de la actividad de las enzimas creatina cinasa (CK), aspartato aminotransferasa (AST), lactato deshidrogenasa (LDH) y alanina aminotransferasa (ALT), de la concentración de urea, creatinina, glucosa, bilirrubina total y triglicéridos; y por una disminución de la frecuencia cardiaca, de la temperatura rectal, de algunos parámetros eritrocitarios (recuento de eritrocitos – RBC, valor hematocrito – PCV y



concentración de hemoglobina), del recuento diferencial de linfocitos y eosinófilos, de la concentración de proteínas totales, de lactato y de potasio.

Los machos capturados con red vertical y caja trampa mostraron un aumento de la LDH y fosfatasa alcalina (FA), la glucosa y la creatinina, mientras que la concentración total de proteínas fue inferior que en las hembras.

Las cabras monteses capturadas con caja trampa mostraron una estabilización más tardía de la frecuencia cardiaca y la temperatura rectal; un aumento en el recuento diferencial de neutrófilos, en la actividad de la AST, y en la concentración de bilirrubina; y una disminución en el recuento diferencial de eosinófilos y de la concentración de potasio.

Los machos capturados con red vertical mostraron elevadas actividades de la CK, AST, LDH y ALT, en cambio, las hembras capturadas con caja trampa mostraron el mismo aumento en las enzimas y, además, un aumento en la concentración de colesterol, urea y bilirrubina total.

En las cabras inmovilizadas, el tratamiento con acepromacina hizo disminuir la temperatura, el RBC, el PCV, la concentración de hemoglobina, el WBC, el recuento diferencial de neutrófilos y de linfocitos, la actividad de las enzimas CK, AST, LDH, ALT y la concentración de urea, creatinina, bilirrubina total, colesterol y potasio.

El efecto de la acepromacina fue un poco más evidente en las hembras que en los machos ya que mostraron valores inferiores de RBC, PCV, concentración de hemoglobina y de creatinina.

El tratamiento con haloperidol provoca una estabilización más temprana de la frecuencia cardiaca y de la temperatura, una disminución en el PCV, la concentración de hemoglobina y la de creatinina, y un aumento en algunas enzimas como la AST, ALT y FA, y en la concentración de urea.

La administración de la combinación anestésica xilacina+ketamina mostró unos tiempos de anestesia inferiores, aunque no estadísticamente diferentes, y unos valores superiores en el WBC en comparación con la combinación



medetomidina+ketamina. También presentó un aumento en el recuento diferencial de neutrófilos y en la actividad de las enzimas CK y AST.

Cuando la anestesia se administra con rifle anestésico los valores de PCV, VCM, HCM, CCMH y la concentración de hemoglobina, urea y potasio son superiores a la administración con cerbatana, que presenta valores superiores de la concentración de proteínas totales, bilirrubina total, cloruros y la actividad de la ALT. Los eosinófilos disminuyeron en el grupo anestesiado con rifle.

Los cambios producidos en los parámetros clínicos, hematológicos y bioquímicos en las cabras monteses capturadas mediante métodos físicos indican que la captura y el manejo de esta especie provoca una respuesta de estrés, al igual que en otras especies de ungulados salvajes, y que ésta depende del tipo de método que se utiliza. Aparentemente la captura mediante red vertical muestra una respuesta inferior a la realizada con caja trampa, por lo que se puede considerar como un método menos estresante.

Los efectos vasodilatadores de la acepromacina en los receptores alfa-adrenérgicos, junto con otras propiedades como la hipotermia, se muestran beneficiosos para contrarrestar los efectos adversos de las catecolaminas y los corticoesteroides en los animales capturados mediante métodos físicos, evitando así el desarrollo de patologías asociadas al estrés como la miopatía de captura.

Con los datos obtenidos en este estudio, no está claro el efecto que tiene la administración de haloperidol ni la diferente respuesta en función del sexo en los animales frente a un mismo estímulo estresante.

La administración de la combinación anestésica xilacina+ketamina ha obtenido tiempos de anestesia inferiores a los de la combinación medetomidina+ketamina, aún sin mostrar diferencias estadísticamente significativas, y no presentan diferencias muy importantes en los parámetros clínicos, hematológicos y bioquímicos. La aplicación mediante rifle anestésico o cerbatana dependerá más del medio donde se debe realizar la anestesia que del método de administración en sí mismo, ya que las diferencias encontradas en los parámetros analizados no son atribuibles a un mayor o menor estrés provocado por utilizar rifle o cerbatana.

2. INTRODUCCIÓN



La preocupación creciente de la sociedad actual por la fauna salvaje y el ambiente que la rodea hace que la evaluación de la biología de las especies y su interacción con el ser humano sea el motivo por el cual existe un interés, cada vez mayor, por el estudio del bienestar animal.

Si a este interés ecológico le añadimos el interés económico que pueden llegar a generar ciertas especies salvajes por ser consideradas cinegéticas, las razones para investigar la manera en la que las actividades relacionadas con la gestión de estas poblaciones salvajes afectan a su supervivencia aumentan; siendo la cabra montés el trofeo máspreciado dentro de las especies destinadas a la actividad cinegética.

De las cuatro subespecies existentes en la Península Ibérica, sólo sobreviven dos en la actualidad y localizadas en zonas muy concretas de la geografía peninsular. La extinción de dos subespecies por múltiples factores, tanto ambientales como antropogénicos, y la actual amenaza de la sarna sarcóptica, enfermedad que casi provocó la desaparición total de algunas poblaciones en la década de los 80, hace que una adecuada gestión de esta especie y las poblaciones restantes sea necesaria para recuperar la especie en zonas donde ya no existe y reforzarla en zonas donde aún permanece.

La gestión de poblaciones de ungulados salvajes incluye la reintroducción y el refuerzo de las mismas con animales procedentes de otros lugares geográficos. La captura, el manejo y el traslado de la fauna salvaje provocan estrés en los animales generando cambios fisiológicos y de comportamiento que pueden llegar a comprometer su vida y, consecuentemente, llevar al fracaso de los proyectos de gestión.

Existen estudios sobre la aplicación de tranquilizantes y el uso de la teleanestesia destinados al manejo de la fauna salvaje. La evaluación de diferentes métodos de captura, tranquilizantes de corta y larga duración y distintas combinaciones anestésicas nos acercan a un mejor conocimiento de los efectos del estrés en las especies salvajes y de la elección del método más adecuado para su captura y para minimizar la aparición de sus efectos adversos.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA



3. 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA CABRA MONTÉS (*Capra pyrenaica*)

3.1.1. Taxonomía y distribución geográfica

El género *Capra* está compuesto por seis especies salvajes (Corbet, 1978; Fandos y Medem, 1994), distribuyéndose por el Paleártico y noreste de África. La cabra montés (*Capra pyrenaica*; Schinz, 1838) es un ungulado de montaña de tamaño medio con un marcado dimorfismo sexual (Schaller, 1977; Fandos, 1991; Granados *et al.*, 1997). Características tales como el tamaño corporal, la forma de los cuernos y el color del pelaje diferencian las subespecies (Cabrera, 1911 y 1914).

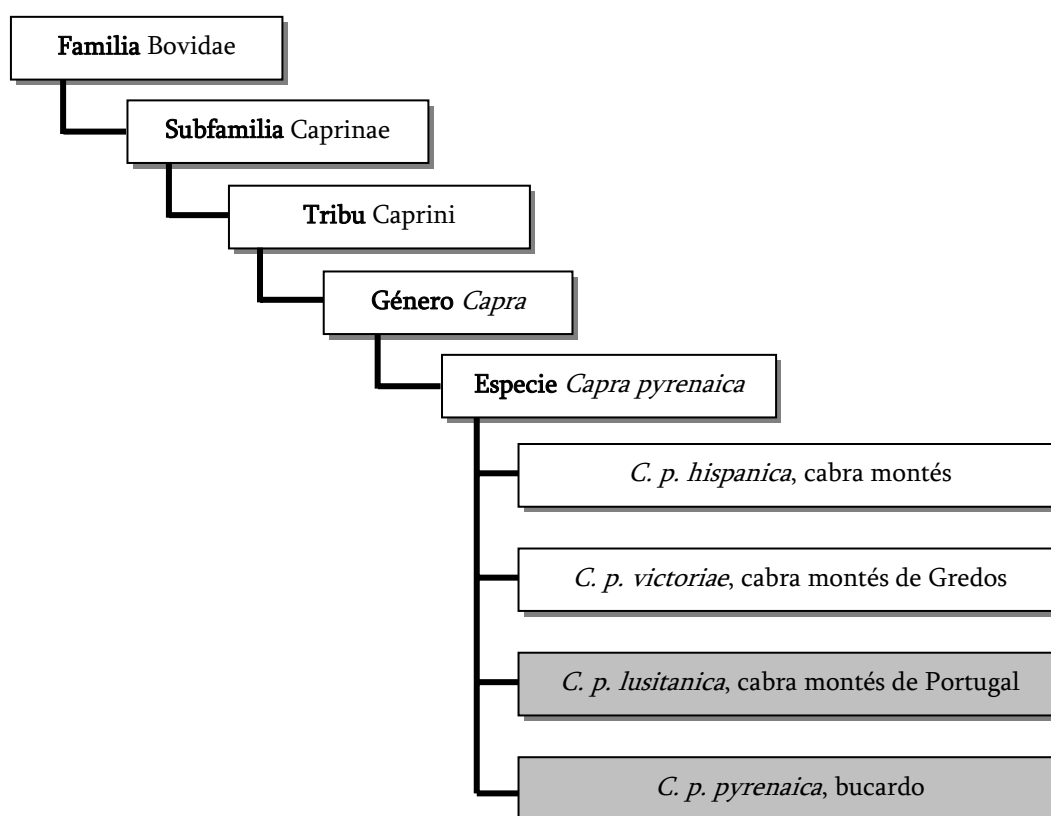


Fig 3.1. Taxonomía de la cabra montés (Shackleton *et al.*, 1997).

La división taxonómica de esta especie es objeto de discusión (Couturier, 1962; Clouet, 1979; Shackleton *et al.*, 1997), siendo las subespecies *Capra pyrenaica hispanica* (Schimper, 1848), *Capra pyrenaica victoriae* (Cabrera, 1911), *Capra pyrenaica lusitanica*[†] (Schlegel, 1872) y *Capra pyrenaica pyrenaica*[†] (Schinz, 1838) (Fig. 3.1). Estudios genéticos recientes cuestionan dicha clasificación poniendo de manifiesto una gran similitud genética entre las diferentes subespecies (Manceau *et al.*, 1999).

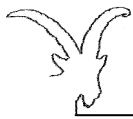


Fig 3.2. Distribución de los diferentes núcleos de población de cabra montés (adaptado de Fandos, 1989 y Pérez *et al.*, 2002). 1 – Macizo pirenaico. 2 – Sierra de Guara. 3 – Sierra de Montserrat. 4 – Sierra del Montsant. 5 – Sierra de Cardo. 6 – Sierra del Montsià. 7 – Maestrazgo. 8 – Sierra de Martés. 9 – Muela de Cortes. 10 – Serranía de Cuenca. 11 – Parque Nacional de Cabañeros. 12 – Gredos. 13 – Reserva Nacional de Caza de las Batuecas. 14 – Riaño. 15 – Ancares. 16 – Invernadeiro. 17 – Pedriza, Soto del Real. 18 – Cadena montañosa de Alcaraz. 19 – Sierra Madrona-Sierra Morena. 20 – Sierras Moratalla-Caravaca. 21 – Parque Natural de la Sierra de Grazalema. 22 – Sierra de Líjar. 23 – Sierra del Aljibe. 24 – Sierra Bermeja. 25 – Parque Natural de la Sierra de las Nieves. 26 – Sierras Arcas-Pedroso. 27 – Sierras Sur Antequera. 28 – Sierra de Alfarnate. 29 – Reserva Nacional de Caza de Tejeda-Almijara. 30 – La Resinera. 31 – Sierra de Loja. 32 – Sierra de Guájares-Albuñuelas. 33 – Sierra de Lújar. 34 – Contraviesa. 35 – Parque Nacional de Sierra Nevada. 36 – Parque Natural de las Sierras de Huétor. 37 – Depresión Guadix. 38 – El Mencil. 39 – Parque Natural de la Sierra de Baza. 40 – Parque Natural de la Sierra de Castril. 41 – Sierra de la Sagra. 42 – Sierras de Lobos y Montilla. 43 – Sierra de Gádor. 44 – Sierra Filabres. 45 – Sierra Alhamilla. 46 – Sierra Cabrera. 47 – Sierra Estancias. 48 – Parque Natural de Sierra María. 49 – Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas. 50 – Parque Natural de Sierra Mágina. 51 – Subbético jienense. 52 – Sierras Horconera y Albayate. 53 – Sierras Tablón y Montes de Osuna.

De ser una especie abundante desde la Edad Media, las poblaciones de cabra montés han ido disminuyendo estos últimos siglos por la presión cinegética, el desarrollo agrícola y el deterioro del medio. Su presencia desapareció de los Pirineos franceses a mediados del siglo XIX, en 1890 *Capra pyrenaica lusitanica* se extinguió de la Sierra de Geres (Portugal) y Galicia (Cabrera, 1914; Peña, 1978; Gonzales, 1982; Alados, 1985; Fandos, 1991) y en enero del año 2000 murió la última hembra de bucardo del Parque



Nacional de Ordesa y Monte Perdido, siendo el último ejemplar de la subespecie *Capra pyrenaica pyrenaica*, desapareciendo así de los Pirineos españoles (Alados, 1997; Pedrotti y Lovari, 1999).

La distribución de las dos subespecies que restan es el noroeste de la Península Ibérica, ocupado por *Capra pyrenaica victoriae*, y el levante y sur de la Península, que habita la subespecie más abundante y objeto de esta tesis, *Capra pyrenaica hispanica* (Fig. 3.2).

3.1.2. Características morfológicas

La cabra montés tiene la apariencia típica de los caprinos: aspecto robusto, tamaño medio, patas más bien cortas, cola roma, cuello musculoso, orejas cortas y ojos ambarinos (Blanco, 1998).

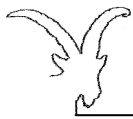
Pelaje

El pelaje es de color canela-cervuno en el verano, y ante sucio en invierno, existiendo además otras características diferenciadoras. La superficie corporal cubierta por pelaje negro varía con la edad:

- ∩ Color blanco: en el vientre y parte posterior de las extremidades anteriores y la parte interior de las cuatro extremidades.
- ∩ Color negro (Fig. 3.3): la parte anterior de las cuatro extremidades en los dos sexos. En los machos de *Capra pyrenaica hispanica*, el color negro se va extendiendo con la edad hasta ocupar el 45% de la superficie, sobre todo la más visible, que comprende las cuatro extremidades, las bandas ventrales, toda la parte superior, el cuello, cabeza y hombros (Huecas, 1989; Fandos, 1991; Granados *et al.*, 2002).

Dimorfismo sexual

El dimorfismo sexual es muy acusado. El macho es bastante mayor que la hembra, tiene una crin y una “barba” características, y sus manchas negras son mucho más extensas (Blanco, 1998). Además, posee cuernos largos, gruesos y nudosos, que en los



adultos se curvan en forma de “S”, aunque su forma varía en función de la zona que habitan. Los cuernos de las hembras son cortos, cilíndricos y con forma de lira (Blanco, 1998; Granados *et al.*, 2002). Esta característica específica es la que otorga al macho montés su gran valor cinegético.

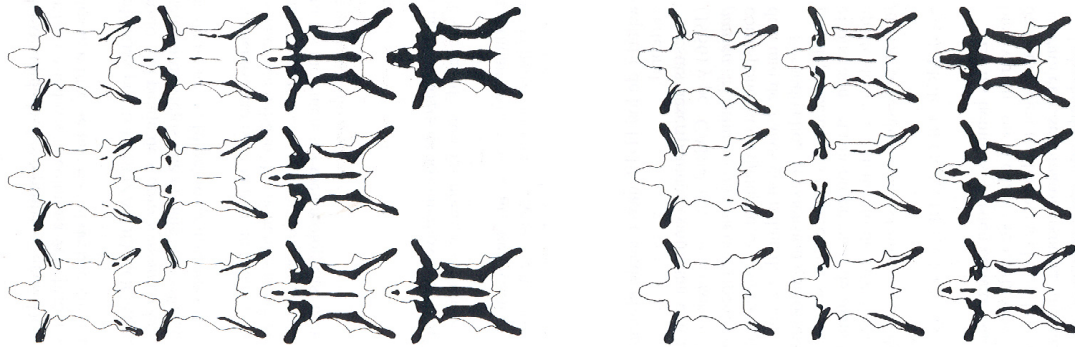


Fig. 3.3. Ejemplos de diferentes distribuciones del pelaje negro según la estación: invierno (izquierda) y verano (derecha) (Fandos, 1991).

En los ejemplares adultos la altura a la cruz es superior a 81 cm. en los machos y 69.5 cm. en las hembras (Fandos, 1991), siendo algo mayor que la descrita por CABRERA (1914) y la dada por COUTURIER (1962). La longitud cabeza-cuerpo es de 132.7 cm para los machos y 112.8 cm para las hembras, valores también mayores que los dados por los anteriores autores (Fandos, 1991). El peso medio de los machos adultos está entre 51 y 58 Kg, llegándose a alcanzar pesos de hasta 90 Kg, y la longitud media de los cuernos (medidos por la curvatura externa) es de 67-75 cm. En cuanto a las hembras adultas, pesan entre 30 y 36 Kg y sus cuernos miden 16-24 cm de media (Huecas, 1989; Blanco, 1998; Granados *et al.*, 2002). En el Pirineo, Cabrera cita un macho con cuernos de 102 cm de longitud y 26 cm de circunferencia en la base, y los de una hembra de 27 cm de longitud y 14 cm de circunferencia (Blanco, 1998). En general, las poblaciones del sur peninsular son más pequeñas que las del norte (Granados *et al.*, 2002).

Determinación de la edad

El método más utilizado para determinar la edad en la cabra montés es la determinación del número de nudos o medrones, espacio entre dos estrechamientos marcados existentes en los estuches córneos.



Pero dicha determinación presenta dos problemas (Fandos, 1991):

- ∩ La unidad básica que se utiliza, el medrón, se ha comprobado que no es igual ni en todos los ejemplares ni en un mismo estuche, existiendo diferentes tipos en función de su localización en el estuche.
- ∩ Se pueden encontrar medrones subdivididos (muy infrecuentes) debido a una parada en pleno periodo de crecimiento por lesión o enfermedad.

Otros métodos utilizados pueden ser la dentición de los animales, considerándose la presencia de dientes de leche o definitivos en sus diferentes fases de aparición, así como su desgaste, y también se considera en algunos enclaves la posibilidad de utilizar la distribución del color oscuro del pelaje (Huecas, 1989).

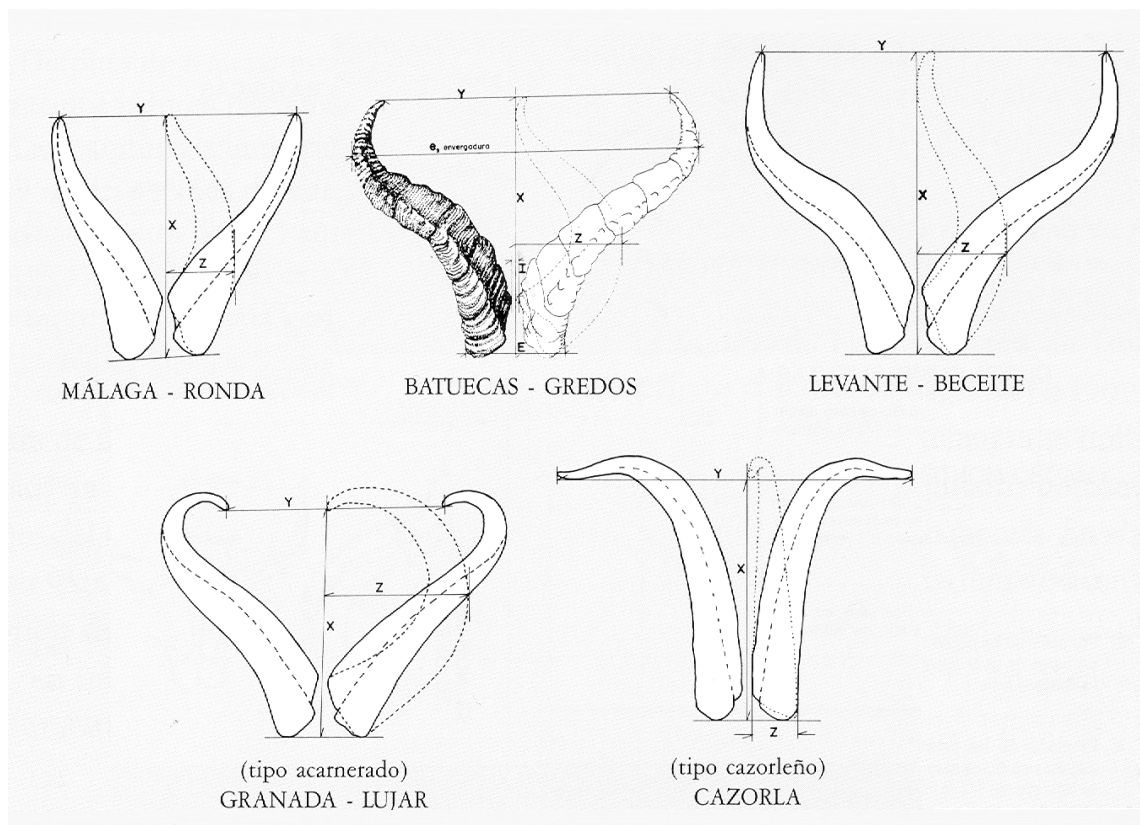
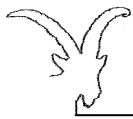


Fig. 3.4. Morfología de los estuches córneos del macho montés en función de la zona que habita (Huecas, 1989).

Morfología de los cuernos en función de la subespecie

Los diferentes tipos de cuernos de los machos monteses difieren en su morfología según las distintas zonas. El tipo “cazorleño” es el que mayores puntuaciones como trofeo puede obtener con pocos años; sin embargo el “acarnerado” es el que ofrece



mayor desarrollo, cuando tienen muchos años sus portadores, que no han desgastado ni roto sus puntas (Fig. 3.4; Huecas, 1989).

3.1.3. Hábitat

La cabra montés es una especie adaptada a zonas abruptas y rocosas, y la altitud apenas condiciona su distribución. Así, podemos encontrar esta especie en un rango altitudinal que va desde los 200 hasta los 2500 m (Huecas, 1989; Blanco, 1998; Granados *et al.*, 2002).

En cuanto a la vegetación, puede ocupar distintos tipos: vegetación alpina, prados sobre sustrato silíceo, bosque mediterráneo de encinas y pinares sobre caliza y sobre cuarcitas y pizarra, quejigares, etc. (Blanco, 1998).

No suelen ser animales territoriales y realizan desplazamientos altitudinales dependientes de las condiciones ecológicas (Pedrotti y Lovari, 1999; Blanco, 1998). Durante el período de celo, ambos sexos suelen ser fieles al área ocupada, mientras que en la primavera, sólo las hembras mantienen esta fidelidad (Granados *et al.*, 2002).

3.1.4. Alimentación

Los estudios efectuados sobre la alimentación de la cabra montés ponen de manifiesto un elevado carácter adaptativo a las condiciones del medio donde viven y, como sus parientes domésticos, comen casi todos los vegetales que encuentran en su medio, entre ellos hierbas, hojas, líquenes, cortezas, ramas y tallos. Una elevada capacidad para aprovechar alimentos de baja calidad es otra de sus adaptaciones a los terrenos de montaña (Huecas, 1989; Blanco, 1998; Granados *et al.*, 2002).



3.1.5. Comportamiento

Ritmo de actividad

Las cabras están activas tanto de día como de noche, pero los ritmos varían estacionalmente. En invierno se muestran más activas en las horas centrales del día (las más cálidas). En primavera y verano, los períodos de máxima actividad tienen lugar al amanecer y al atardecer; y en verano, casi no hay actividad en las horas centrales del día. En otoño, ésta es más o menos constante durante las horas de luz solar, con máximos en las primeras horas de la mañana (Huecas, 1989; Blanco, 1998).

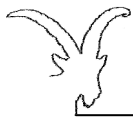
Social

Las cabras monteses son gregarias, pero los grupos están poco estructurados y cohesionados, y su configuración varía a lo largo del año. En enero y febrero, los grupos mixtos (de ambos sexos) que se habían formado durante el celo empiezan a romperse en rebaños separados de machos y de hembras con crías; los grupos mixtos desaparecen casi totalmente en agosto, pero se empiezan a formar de nuevo en septiembre y alcanzan su apogeo entre noviembre y enero (época de celo), cuando pueden congregarse hasta cuarenta o cincuenta individuos. Los grupos de hembras son más estables a lo largo del año y suelen estar formados por dos o tres individuos: una hembra adulta, su cría del año y a veces la cría del año anterior. Además, se forman rebaños de jóvenes de ambos sexos, sobre todo desde abril a octubre, cuando las hembras adultas paren y crían a los recién nacidos (Huecas, 1989; Blanco, 1998).

3.1.6. Reproducción

La cabra montés presenta un ciclo reproductivo anual: la época de celo se extiende entre noviembre y marzo con un máximo en diciembre, y la de partos, entre abril y julio.

Los machos compiten por las hembras y el acceso a la reproducción está determinado por el tamaño de los cuernos que, a su vez, depende de la edad. Hasta los cuatro o los seis años, los machos no empiezan a participar en el celo, pero son los ejemplares



mayores de ocho años los que monopolizan a la mayoría de las hembras. La competencia entre machos de tamaño similar origina espectaculares peleas en las que se incorporan sobre las extremidades posteriores y se dejan caer sobre los contrincantes chocando los cuernos. La cópula dura sólo dos o tres segundos, y los machos cubren tantas hembras como sea posible.

Las hembras (poliéstricas) suelen ser fecundadas por primera vez a los dos años y medio, aunque en poblaciones en semicautividad y con sobrealimentación, la primera fecundación se puede producir al año y medio. Tras 155 días de gestación, paren una cría (en poblaciones no saturadas, con gran abundancia de alimento, dos). La cría acompañará a la madre hasta el siguiente parto y, posteriormente, se integrará en grupos de jóvenes o en grupos de hembras con crías (Huecas, 1989; Blanco, 1998; Granados *et al.*, 2002).

3.1.7. Gestión

La mayor parte de las poblaciones de cabra montés han aumentado numéricamente de forma considerable durante la segunda mitad del presente siglo, favorecidas por una política de protección de la caza (Fandos, 1991).

A principios del siglo XIX, en 1918, fue creada la primera reserva en los Pirineos, en Ordesa, y durante los años 50 y 60 un programa global de conservación permitió establecer un sistema de refugios de fauna y reservas de caza, al igual que la introducción y la reintroducción de ejemplares de cabra (Crampe, 1990).

Los machos de cabra montés presentan un alto valor cinegético (el más elevado de todos los ungulados españoles), que se acrecienta por el hecho de ser ésta una especie endémica de la Península Ibérica. En consecuencia, la caza de la cabra montés puede suponer un recurso económico sustancial para algunos ayuntamientos de montaña (Blanco, 1998).



3.2. MÉTODOS DE CAPTURA

La gestión de la fauna salvaje incluye la captura y el manejo de los animales con diferentes objetivos, tales como la repoblación o el refuerzo de poblaciones en áreas donde estuvo presente la especie o donde ésta es vulnerable y susceptible a la desaparición; estudios biológicos que aumenten el conocimiento sobre la especie en diferentes aspectos (etología, dinámica de población, morfología, ...), etc. (Berducou, 1993; Pérez *et al.*, 1997).

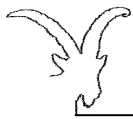
Los métodos de captura se pueden clasificar, en función de la técnica y material utilizados, en métodos físicos y métodos químicos.

3.2.1. Métodos físicos

En función del número de animales capturados, los métodos de captura físicos se pueden dividir en sistemas de captura individual (Tabla 3.1) y sistemas de captura colectiva (Tabla 3.2).

Tabla 3.1. Métodos físicos de captura individual.

SISTEMAS DE CAPTURA INDIVIDUAL		
Método	Técnica	Observaciones
Cajas trampa (box-trap)	Jaulas de madera o metálicas, con una o dos puertas deslizantes accionadas por un mecanismo cuando el animal entra.	Mejor dos puertas (menor rechazo). Más efectivas en invierno (cebo). Vigilancia constante.
Referencias: Jones, 1984; Marco, 1995.		
Lazos	Cable metálico que se cierra sobre una extremidad cuando es pisado. Dispositivo que evita la estrangulación.	Adaptable y localización en los pasos. Posibilidad de que se escape. Más eficiente en invierno. Vigilancia constante.
Referencias: Berducou, 1993; Marco, 1995; Struch y Baumann, 2000		
Redes manuales	Redes de poca longitud sostenidas por dos personas que acorralan el animal.	Animales en cautividad o capturados en cajas trampa.
Referencias: Jones, 1984		

**Tabla 3.2.** Métodos físicos de captura colectiva.

SISTEMAS DE CAPTURA COLECTIVA		
Método	Técnica	Observaciones
Cercados fijos o trampas de corral	Tamaño variable. Material: red, reja, madera. Activación de la puerta por control remoto o manual.	Material aparatoso y pesado. Recomendable acceso con vehículo. Útil en parques cerrados o zoológicos. Como comederos en invierno.
Referencias: Jones, 1984		
Redes descendentes	Recinto con cuatro postes, con redes enrolladas a 2 m de altura en un cable. Cuando se bajan las redes los animales quedan atrapados y enredados.	Material pesado y elevado número de personas necesarias. El viento puede desenrollar las redes. Como comederos en invierno.
Referencias: Montané, 1999		
Redes verticales (drive-nets)	Redes perpendiculares al suelo, suspendidas de árboles y palos. Batida en grupo que dirige a los animales y personal escondido cerca de la red para la pronta manipulación.	Importante la colocación de la red en forma de bolsa para que se enreden.
Referencias: Jones, 1984; Marco, 1995; Montané <i>et al.</i> , 2003; López-Olvera <i>et al.</i> , 2007		
Redes de cañón	Disparadas a distancia mediante cañones.	Campo abierto.
Referencias: Marco, 1995		
Redes de caída	Cuadradas o circulares, suspendidas a 3-4 m de altura. Se deja caer cuando los animales están debajo.	Superficie variable de terreno.
Referencias: Jones, 1984		

La elección de un método u otro depende de factores como (Jessup *et al.*, 1988; Berducou, 1993; Gibert, 1993):

- ✓ Especie que se quiere capturar (Tabla 3.3).
- ✓ Densidad de población de la especie.
- ✓ Hábitat y climatología.
- ✓ Objetivo de la captura.
- ✓ Personal necesario y/o disponible y su experiencia en el campo.
- ✓ Seguridad y bienestar tanto de trabajadores como de animales.
- ✓ Rendimiento.
- ✓ Especificidad.
- ✓ Viabilidad.
- ✓ Costes relativos a cada animal y al total de todo el trabajo realizado.

**Tabla 3.3.** Especies y métodos físicos empleados en la captura de fauna salvaje.

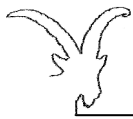
Método de captura	Especies en las que se ha utilizado	
Caja trampa	Corzo (Jones, 1984)	Rebeco (Berducou, 1993)
	Ciervo (Klein, 1993)	Muflón (Dubray, 1993)
	Íbice (Gauthier y Michallet, 1993)	Jabalí (Jullien <i>et al.</i> , 1988; Valet y Cargnelluti, 1993)
Lazos	Corzo (Boutin <i>et al.</i> , 1993)	Rebeco (Berducou, 1993)
	Íbice (Gauthier y Michallet, 1993)	Muflón (Dubray, 1993)
Cercados fijos	Ciervo, gamo (Jones, 1984)	Muflón (Dubray, 1993)
	Rebeco (Hansen <i>et al.</i> , 1993; Berducou, 1993)	Jabalí (Vassant <i>et al.</i> , 1993; Valet y Cargnelluti, 1993)
Redes descendentes	Rebeco, muflón y cabra montés (Hansen <i>et al.</i> , 1993)	
Redes verticales	Corzo (Boutin <i>et al.</i> , 1993; Jones, 1984; Montané <i>et al.</i> , 2003)	Gamo, ciervo (Jones, 1984; Klein, 1993)
	Rebeco (Berducou, 1993; López-Olvera <i>et al.</i> , 2007)	Muflón (Dubray, 1993)
		Jabalí (Vassant <i>et al.</i> , 1993)
Redes de caída	Rebeco (Peracino y Bassano, 1993)	

3.2.2. Métodos químicos

La inmovilización química se lleva a cabo mediante la aplicación de los anestésicos. Al ser administrada directamente a un individuo escogido, es un método de captura específico. En especies que son muy “sensibles” al estrés o especialmente agresivas, la anestesia es un sistema de captura muy útil. Sin embargo, no elimina completamente ni previene el estrés ni tampoco la miopatía de captura, debido a la persecución a la cual puede ser sometido antes y después de la inyección (Harthoorn, 1982; Gauthier, 1993; Jessup, 1999). No debe olvidarse también que la administración de anestésicos implica cierto riesgo debido a posibles efectos colaterales y que, en el caso de la fauna salvaje, existe la dificultad añadida del cálculo de la dosis necesaria para el animal, ya que se desconoce el peso exacto y su estado de salud (Jones, 1984; Kock *et al.*, 1987b; Klein *et al.*, 1993; Ebedes y Raath, 1999).

Los fármacos anestésicos utilizados son muchos, pero las características que debería cumplir el anestésico ideal son (Fowler, 1986; Gauthier, 1993):

- ∩ Efectivo para más de una especie.
- ∩ Elevado índice terapéutico.
- ∩ Compatibilidad con otros fármacos.
- ∩ Período de inducción corto.
- ∩ No irritante a nivel muscular.



- ∩ Disponibilidad de un antagonista.
- ∩ Estabilidad a temperatura ambiente, sin necesidad de refrigeración.
- ∩ Con pocos efectos secundarios o colaterales.
- ∩ Concentración adecuada para conseguir el efecto deseado administrando poco volumen.
- ∩ Coste económico asequible.

Al igual que ocurre en los métodos físicos, la inmovilización química también depende de una serie de factores inherentes al animal, como la especie, el estado fisiológico, la condición corporal y el grado de estrés, y otros externos, tales como las condiciones ambientales, la práctica en la estimación del peso de los animales, la distancia a la que se encuentra el animal, la estación, el clima, la hora del día, la orografía, etc. (Fowler, 1995; Kreeger, 1997; Nielsen, 1999).

La administración de la anestesia en fauna salvaje se puede realizar mediante dardos anestésicos que pueden ser lanzados con diferentes mecanismos como son la cerbatana, la pistola anestésica y el rifle anestésico (Jones, 1984; Fowler, 1986). La elección de un instrumento u otro dependerá de la distancia a la que se encuentre el animal, dado que la cerbatana y la pistola no tienen tanto alcance como el rifle anestésico.

Múltiples combinaciones y dosis anestésicas han sido estudiadas en las diferentes especies de fauna salvaje. Las utilizadas en ungulados salvajes serán explicadas en el apartado de anestésicos.



3.3. ESTRÉS

El concepto de *estrés* y todos los fenómenos que suceden en el medio interno de los seres vivos frente a un estímulo desagradable o situación desfavorable son objeto de estudio desde que Walter Cannon, en 1935, utilizó dicho término.

Cannon y De la Paz (1911), Selye (1946), Mason (1968, 1971), Kagan y Levi (1974), Moberg (1987) y otros científicos desarrollaron trabajos de investigación en los que existían elementos comunes, tales como:

- ∩ La existencia de un estímulo que es reconocido como una amenaza para la homeostasis.
- ∩ La respuesta de estrés generada por dicho estímulo a nivel fisiológico.
- ∩ Las consecuencias biológicas de dicha respuesta.

La finalidad última sería determinar a nivel clínico mediante parámetros biológicos el nivel de estrés en los animales para poder medir el efecto en el bienestar animal.

3.3.1. Estímulo como factor estresante

La percepción de un estímulo como amenazante para un individuo dependerá de:

- ∩ Las características del estímulo, las cuales se pueden dividir en cualitativas (térmico, químico, eléctrico, visual, olfativo, ...) y cuantitativas (intensidad y temporalidad) (Ladewig, 1987).
- ∩ Las características del individuo y cómo procese y modifique la percepción de dicho estímulo (Dantzer y Mormède, 1983; Wiepkema y Koolhaas, 1993).

3.3.2. Respuesta de estrés

La respuesta de estrés dependerá en gran medida de la experiencia previa del animal, es decir, del aprendizaje asociativo (permitiendo establecer relaciones causales y predecir el efecto de los cambios) y del aprendizaje operante (permitiendo controlar



los cambios) (Levine, 1985; Wiepkema, 1987). Incluso, basándonos en teorías darwinianas, la respuesta de estrés puede ser de mayor o menor agresividad en función de cómo ha evolucionado una especie, de si es depredador o presa (Korte *et al.*, 2005).

La liberación de hormona liberadora de corticotropina (CRH) a partir del núcleo paraventricular del hipotálamo y del núcleo central de la amígdala inicia los componentes de la respuesta de estrés (Chappell *et al.*, 1986; Dunn y Berridge, 1990, Stratakis y Chrousos, 1997):

∩ Componente comportamental. El desplazamiento del animal hacia otro lugar, o vocalización, para superar o evitar una situación desfavorable (Moberg, 1987).

∩ Componente fisiológico. Activación de (Fig. 3.5):

- El eje simpático-adrenomedular. Cuando una animal percibe un estímulo estresante, se activa el hipotálamo liberando CRH que, a su vez, activa la rama simpática del Sistema Nervioso Autónomo (SNA). La acción de la CRH en la médula adrenal libera catecolaminas, como la adrenalina y la noradrenalina, y la activación de las neuronas simpáticas posganglionares liberan noradrenalina.
- El eje hipofisario-adrenocortical. La CRH también actúa en la adenohipófisis, liberando corticotropina u hormona adrenocorticotropa (ACTH) (Oliverio, 1987), cuya acción en la corteza adrenal provoca la secreción de glucocorticoesteroides (cortisol). Éstos últimos ejercerán un mecanismo de retroalimentación negativa en la producción de CRH y ACTH (Guyton y Hall, 2000).

3.3.3. Consecuencias biológicas

Los principales efectos de las catecolaminas y de los glucocorticoides (Tabla 3.4) son el efecto hiperglucemiante, el gluconeogénico y el lipolítico, además del antiinflamatorio y del inmunosupresor, encaminados a incrementar la energía disponible para las células y así poder prolongar la respuesta frente al agente estresante (Guyton y Hall, 2000).

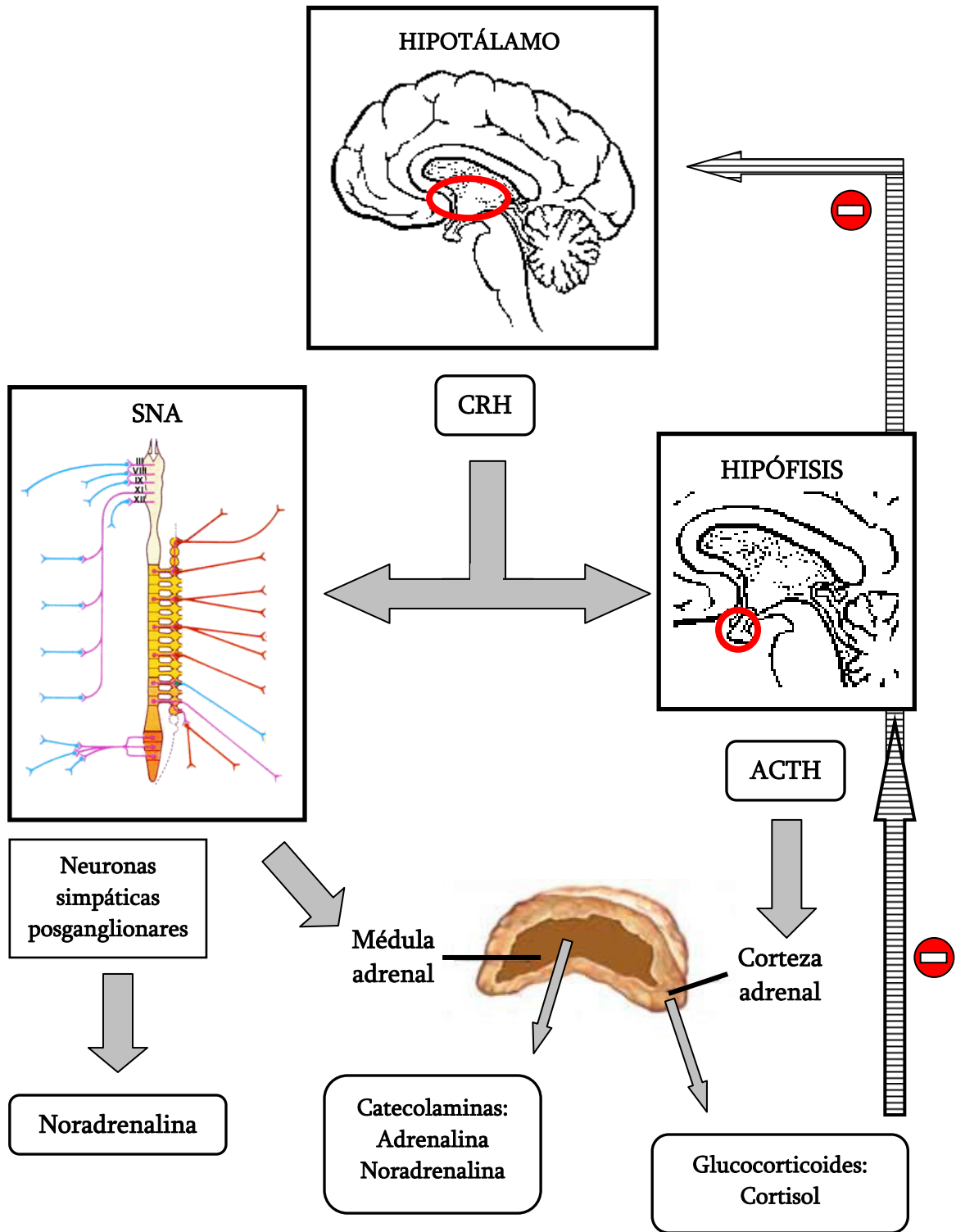
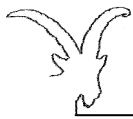


Fig. 3.5. Ejes simpático-adrenomedular e hipofisario-adrenocortical. CRH = Hormona liberadora de corticotropina. SNA = Sistema Nervioso Autónomo. ACTH = Corticotropina u hormona adrenocorticotropa.

**Tabla 3.4.** Efectos de las catecolaminas y los glucocorticoides (adaptado de Verde y Gascón, 1987).

Efectos sobre el metabolismo de los hidratos de carbono	
Catecolaminas	↑ glucogenolisis (↑ glucemia, ácido láctico muscular y consumo de oxígeno) ↑ y estimulan la gluconeogénesis hepática (ambos)
Glucocorticoides	Inhiben la capacidad de captación de glucosa, ↑ glucemia
Efectos sobre el metabolismo lipídico	
Catecolaminas	↑ lipólisis (↑ ácidos grasos no esterificados en la circulación) (ambos)
Glucocorticoides	↑ movilización de grasas desde los tejidos de depósito ↑ síntesis de triglicéridos en el hígado y la lipemia
Efectos cardiovasculares y sobre los músculos	
Catecolaminas	↑ presión sanguínea y la fuerza y frecuencia de la contracción cardíaca ↑ flujo sanguíneo (músculo esquelético, cerebro, hígado) y dilatan las arterias coronarias ↓ flujo sanguíneo en la piel Vasodilatación, vasoconstricción, relajación de la musculatura gastrointestinal y uterina, broncodilatación y erección del pelo
Efectos sobre el sistema nervioso central	
Catecolaminas	Euforia, ansiedad, cansancio e inquietud
Glucocorticoides	Inhiben la síntesis de ácido gamma-amino-butírico, ↑ irritabilidad
Efectos sobre la hipófisis	
Catecolaminas	Estimulan la liberación de ACTH y de tirotropina (TSH)
Glucocorticoides	Inhiben la secreción de ACTH y de CRH
Efectos sobre el aparato respiratorio	
Catecolaminas	↑ la frecuencia y profundidad respiratorias
Efectos sobre el metabolismo de las proteínas	
Glucocorticoides	Estimulan la síntesis proteica hepática ↑ proteinolisis en tejidos periféricos y las sustancias nitrogenadas de desecho
Efectos sobre el equilibrio electrolítico	
Glucocorticoides	↑ concentración extracelular de sodio, cloruros y bicarbonato ↓ concentración plasmática de calcio, fósforo y potasio
Efectos sobre el sistema eritropoyético	
Glucocorticoides	↑ eritropoyesis ↓ número de linfocitos y eosinófilos circulantes ↑ número de neutrófilos circulantes
Efectos sobre el sistema óseo	
Glucocorticoides	Efecto osteoporótico Inhiben la hormona paratiroidea
Efectos sobre la actividad inflamatoria e inmune del organismo	
Glucocorticoides	Estabilizan los lisosomas Impiden la diapédesis leucocitaria y la función fagocitaria ↓ número de linfocitos circulantes Limitan la formación de prostaglandinas ↓ actividad de los fibroblastos y la formación del granuloma ↑ tono capilar y la permeabilidad selectiva
Otros efectos	
Glucocorticoides	↑ producción de pepsinógeno, ácido clorhídrico y tripsinógeno pancreático



3.3.4. Indicadores fisiológicos de la respuesta de estrés

La activación de los ejes simpático-adrenomedular e hipotálamo-hipofisario-adrenocortical provoca cambios en numerosos parámetros fisiológicos durante la respuesta de estrés. La medición y valoración de estos cambios permite valorar de forma directa o indirecta la respuesta de estrés. Los indicadores fisiológicos más utilizados son:

∩ Constantes clínicas: frecuencia cardiaca y temperatura corporal.

∩ Parámetros sanguíneos: hemograma y bioquímica sérica.

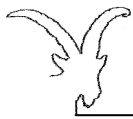
Frecuencia cardiaca

Frente a un estímulo estresante se produce una taquicardia como consecuencia de la liberación de las catecolaminas, pero los cambios producidos en la frecuencia cardiaca pueden ser debidos a un aumento de la actividad física (Broom y Johnson, 1993) o a la manipulación del animal (Spodick, 1980). Sin embargo, en algunas especies (roedores, aves, ungulados jóvenes), se ha detectado una bradicardia secundaria al estrés (Hofer, 1970; Gabrielsen *et al.*, 1977; Espmark y Langvatn, 1985).

Las diferencias en la frecuencia cardiaca entre individuos hacen que la variabilidad de dicha frecuencia sea un mejor indicador del estado del sistema nervioso del individuo y de su capacidad para responder a las demandas ambientales (Porges, 1985).

Temperatura corporal

El aumento de la temperatura corporal se considera un criterio cuantitativo útil para valorar el grado de estrés agudo y es uno de los indicadores del desarrollo de una miopatía de captura en fauna salvaje (Franzmann y Thorne, 1970; Spraker, 1982; Kock *et al.*, 1987a). Pese a que la temperatura corporal está producida por las contracciones musculares, la asimilación de los alimentos y los procesos metabólicos (Lusk, 1989), en ciertas situaciones estresantes existe otro componente denominado hipertermia inducida por estrés, relacionada con la activación del sistema simpático-adrenomedular y del eje hipotálamo-hipofisario-adrenocortical (Groenink *et al.*, 1994). Dicha hipertermia se considera una respuesta de anticipación frente a una situación desagradable, que puede ser conocida o no.



Hemograma

Numerosos parámetros sanguíneos son afectados por el estrés provocado por la captura y el transporte en ungulados salvajes (Franzmann *et al.*, 1975; Wesson *et al.*, 1979; Kocan *et al.*, 1981; Cross *et al.*, 1988; DelGiudice *et al.*, 1990c; Brelurut, 1991; Chapple *et al.*, 1991; Marco *et al.*, 1997; Montané *et al.*, 2002 y 2003; López-Olvera *et al.*, 2006 y 2007). Para poder comparar y utilizar los valores hematológicos y sus variaciones se debe considerar el método de captura utilizado (físico o químico), el método de obtención de las muestras sanguíneas y los efectos que éstos tienen sobre los parámetros sanguíneos (Wesson *et al.*, 1979; Mautz *et al.*, 1980; Kocan *et al.*, 1981). Otros factores a tener en cuenta son el tiempo de persecución del animal, el comportamiento del animal, el sexo, la edad, la condición general del animal, el estado de salud, la estación del año y el hábitat de los animales (Seal *et al.*, 1972; Seal y Hoskinson, 1978, DelGiudice *et al.*, 1990c y 1992).

No se dispone de valores de referencia para muchas de las especies y, a menudo, los datos existentes son difícilmente comparables debido a las diferencias en los diseños experimentales (Kocan *et al.*, 1981).

Los valores hematológicos y bioquímicos de referencia publicados para cabra montés mediante captura física están representados en la tabla 3.5.

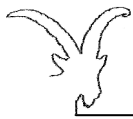
Las catecolaminas liberadas durante la estimulación simpática actúan en los receptores α -adrenérgicos de la cápsula esplénica produciendo la contracción de la musculatura lisa del bazo y liberando al torrente circulatorio los eritrocitos almacenados (Jain, 1993). De ahí que, la captura física de lugar a recuentos de eritrocitos (RBC), valor hematocrito (PCV) y concentración de hemoglobina más elevados. En cambio, la captura química disminuye estos tres parámetros debido a la hemodilución, a la expansión del volumen plasmático con líquido extracelular y al secuestro de eritrocitos por parte del bazo por efecto de los fármacos (Seal *et al.*, 1972; Wesson *et al.*, 1979; Kocan *et al.*, 1981; Wilson y Pauli, 1982; Cross *et al.*, 1988; Chapple *et al.*, 1991).

Los recuentos total (WBC) y diferencial leucocitarios se ven afectados tanto por las catecolaminas como por los corticoides (Tabla 3.6; Jain, 1993; Duncan *et al.*, 1994; Smith, 2000; Young, 2000).

**Tabla 3.5.** Valores hematológicos y bioquímicos de referencia para cabra montés (Pérez *et al.*, 2003).

Parámetros	Media \pm DS	Mín	Máx	IC 90%
Eritrocitos ($10^{12}/l$)	15.88 \pm 2.80	4.13	22.35	15.56-16.20
Hematocrito (%)	42.8 \pm 6.1	11.0	55.0	42.1-43.5
Hemoglobina (g/dl)	15.8 \pm 2.3	3.7	20.1	15.6-16.1
VCM (fl)	29.5 \pm 3.5	19.6	46.0	29.1-29.9
HCM (pg)	10.1 \pm 1.5	6.4	15.1	9.9-10.3
CCMH (%)	34.0 \pm 3.9	22.1	43.2	33.6-34.5
Leucocitos / ml	15482 \pm 6794	3300	41000	14715-16249
Neutrófilos en banda (%)	2.5 \pm 2.7	0	14.0	2.2-2.8
Neutrófilos segmentados (%)	38.2 \pm 14.3	0	87.0	36.6-39.8
Linfocitos (%)	55.2 \pm 14.7	0	89.0	53.5-56.8
Monocitos (%)	1.3 \pm 1.6	0	8.0	1.2-1.5
Eosinófilos (%)	1.8 \pm 3.1	0	30.0	1.5-2.2
Glucosa (mg/dl)	126.1 \pm 66.0	2.6	297.0	118.6-133.6
Colesterol (mg/dl)	53.0 \pm 21.8	23.0	174.0	50.5-55.4
Triglicéridos (mg/dl)	37.1 \pm 37.8	1.7	238.0	32.8-41.4
Ácido úrico (mg/dl)	0.4 \pm 1.2	0.0	16.1	0.2-0.5
Urea (mg/dl)	44.4 \pm 15.5	15.7	113.0	42.6-46.1
Creatinina (mg/dl)	1.7 \pm 0.7	0.2	6.0	1.6-1.7
AST (UI/l)	235.3 \pm 212.4	23.6	1758.0	211.0-260.0
ALT (UI/l)	48.4 \pm 52.3	6.6	468.0	42.4-54.3
LDH (UI/l)	1509.0 \pm 901.4	313.0	5605.0	1405.5-1612.6
CK (UI/l)	748.0 \pm 944.5	35.2	6630.0	638.7-857.3
Bilirrubina total (mg/dl)	0.5 \pm 0.6	0.1	4.0	0.4-0.6
GGT (UI/l)	0.2 \pm 0.2	0.0	0.9	0.2-0.3
Amilasa (UI/l)	482.8 \pm 739.5	2.9	3280.0	356.8-608.9
FA (UI/l)	588.1 \pm 528.9	37.6	3638.0	527.9-648.2
Colinesterasa (ng/ml)	49.9 \pm 27.6	1.4	112.0	44.4-55.4
Proteínas (g/dl)	7.2 \pm 1.1	4.3	13.7	7.1-7.3
Albúmina (g/dl)	47.5 \pm 7.8	17.9	65.9	46.6-48.4
Alfa 1 globulina (g/dl)	6.8 \pm 1.8	0.1	14.1	6.6-7.0
Alfa 2 globulina (g/dl)	12.1 \pm 3.5	2.1	29.3	11.7-12.5
Beta globulina (g/dl)	6.5 \pm 3.0	2.3	21.0	6.1-6.8
Gamma globulina (g/dl)	26.9 \pm 7.7	4.3	57.1	26.1-27.8
Relación A/G	0.9 \pm 0.3	0.5	1.8	0.9-1.0
Calcio	10.6 \pm 2.0	5.9	18.7	10.3-10.8
Fosfatos	6.9 \pm 2.8	2.8	25.9	6.6-7.3
Hierro	161.2 \pm 64.8	25.5	497.0	153.7-168.8
Cloruros	97.4 \pm 14.9	58.7	133.0	95.7-99.1
Magnesio	3.0 \pm 0.8	1.0	7.6	2.9-3.1
Sodio	145.2 \pm 8.2	116.7	171.6	144.0-146.3
Potasio	7.0 \pm 2.6	3.1	15.4	6.7-7.4
Estradiol	1.0 \pm 0.0	1.0	1.0	1.0-1.0
Cortisol	82.5 \pm 45.6	15.0	215.0	76.1-88.9

DS: desviación estándar; IC: intervalo de confianza; VCM: Volumen Corpuscular Medio; HCM: Hemoglobina Corpuscular Media; CCMH: Concentración Corpuscular Media de Hemoglobina; ALT: Alanina Aminotransferasa; AST: Aspartato Aminotransferasa; LDH: Lactato Deshidrogenada; CK: Creatina cinasa; GGT: Gamma Glutamyltransferasa; FA: Fosfatasa Alcalina; A/G: Albúmina/Globulinas.

**Tabla 3.6.** Efecto de las catecolaminas y los glucocorticoides en la serie blanca.

Catecolaminas	Glucocorticoides
Leucocitosis (neutrofilia, linfocitosis): liberación de la reserva marginal y de los nódulos linfáticos. Efecto transitorio (< 30 minutos).	Leucocitosis. Neutrofilia: liberación desde la médula ósea, disminución de la diapédesis hacia los tejidos, paso desde la reserva marginal hacia la circulación. Linfocitopenia: redistribución hacia médula ósea y otros compartimentos orgánicos. Eosinopenia: lisis intravascular (apoptosis), disminución de la liberación a partir de médula ósea, secuestro en hígado y bazo, migración hacia tejidos linfoides. Pico a las 4-8 horas.

El número de plaquetas también se ve afectado por el estrés, aumentando en los animales no tranquilizados a causa de la contracción esplénica (Cross *et al.*, 1988; Jain, 1993).

Bioquímica sérica

Hormonas

Las muestras de sangre para determinar adrenalina y noradrenalina deben obtenerse antes de un minuto desde el tratamiento experimental debido a su corta vida y para evitar artefactos debidos a la manipulación del animal (McCarty, 1983; Broom y Johnson, 1993). Estas condiciones hacen que sólo sea posible en un entorno laboratorial y en animales cateterizados, aunque existen investigaciones que describen en ungulados salvajes el aumento de las catecolaminas provocado por la captura y el manejo (Hatting *et al.*, 1988 y 1990; Martucci *et al.*, 1992).

El nivel de glucocorticoesteroides se ha utilizado para valorar respuestas agudas de estrés tanto en los animales domésticos (Thurley y McNatty, 1973; Viñas *et al.*, 1989; Hargreaves y Hutson, 1990; Sanhoury *et al.*, 1992) como en los salvajes (Franzmann *et al.*, 1975; Seal y Bush, 1987; DelGiudice *et al.*, 1990a; Hastings *et al.*, 1992; Morton *et al.*, 1995). Pero su interpretación depende de los siguientes factores (Rushen, 1991):

- ∩ Ritmo circadiano y fluctuaciones estacionales. Las muestras de glucocorticoesteroides deberían obtenerse siempre a la misma hora del día y en algunas especies su concentración también depende de la estación del año (Turner, 1984; Nilssen *et al.*, 1985; Ingram *et al.*, 1999).



- ∞ Estrés crónico. El eje hipotálamo-hipofisario-adrenocortical puede sensibilizarse en los animales sometidos a un estrés crónico y produce un aumento en la concentración plasmática de glucocorticoesteroides superior a los animales control (Broom y Johnson, 1993).
- ∞ Manipulación. El manejo del animal puede enmascarar el efecto real del agente estresante que se pretende estudiar. A los dos minutos del inicio de la manipulación del animal se produce el aumento de los glucocorticoesteroides y por ello es importante una obtención rápida de la muestra (Broom y Johnson, 1993).
- ∞ Grandes diferencias interindividuales (Moberg, 1985).
- ∞ Etapa fisiológica. Se ha descrito el aumento de la concentración sérica de cortisol durante la fase de crecimiento de las cuernas en los machos de ciervo chital (Chapple *et al.*, 1991).

Enzimas

El estrés de captura y manejo incrementa la permeabilidad celular y el daño celular muscular, aumentando las enzimas que se utilizan como indicadores de dicha alteración (Duncan y Prasse, 1986; Spraker, 1993):

- ∞ Creatina cinasa (CK): es un indicador muy sensible de daño muscular. Pequeños traumatismos e inyecciones intramusculares provocan el aumento de su actividad sérica, teniendo sólo importancia clínica cuando éstos son elevados. Se puede detectar la existencia de alteración muscular utilizando a la vez la actividad de la aspartato aminotransferasa, que es menos específica de daño muscular (Kramer y Hoffmann, 1997). En ungulados salvajes se ha utilizado la actividad sérica de la CK como indicador de estrés (Chapple *et al.*, 1991; Peinado *et al.*, 1993; Montané *et al.*, 2002 y 2003; López-Olvera *et al.*, 2006 y 2007).
- ∞ Aspartato aminotransferasa (AST): es una enzima poco específica, porque está presente en muchos tejidos, pero es un marcador sensible de lesiones de tejidos blandos, utilizada como indicador de daño hepático en combinación con otros marcadores específicos. Una liberación por parte de los eritrocitos en fases iniciales de la hemólisis puede dar lugar a valores falsamente elevados de AST (Kramer y Hoffmann, 1997). Y también se han encontrado



variaciones en función del sexo en diferentes especies de ungulados salvajes cuando se ha querido determinar la sensibilidad a la captura y a la consecuente miopatía (Kent *et al.*, 1980; Kock *et al.*, 1987a; Chapple *et al.*, 1991; Sartorelli *et al.*, 1991).

∇ Alanina aminotransferasa (ALT): es un indicador sensible y específico de daño hepatocelular en primates, perros, gatos, conejos y ratas, pero no en rumiantes, caballos y cerdos (Kramer y Hoffmann, 1997). Al encontrarse también en células musculares, puede elevarse su actividad sérica en situaciones de estrés físico (Barrett y Chalmers, 1977; Vassart *et al.*, 1992). Un aumento en esta enzima se ha encontrado en situaciones de deficiencia en la perfusión tisular, disminución de la disipación del calor e hipoxia (Spraker, 1993; Williams y Thorne, 1996).

∇ Lactato deshidrogenasa (LDH): su aumento sérico en ungulados salvajes estresados se correlaciona con el de la CK, pero la hemólisis puede producir la liberación de LDH y dar lugar a valores séricos falsamente elevados (Bush, 1993; Goddard y Grigor, 1997). Su estudio como indicador de estrés físico está presente en investigaciones con ungulados salvajes (Seal y Hoskinson, 1978; Kock *et al.*, 1987a; DelGiudice *et al.*, 1990b; Peinado *et al.*, 1993; Chapple *et al.*, 1991; Bush *et al.*, 1981; Montané *et al.*, 2002 y 2003; López-Olvera *et al.*, 2006 y 2007).

∇ Fosfatasa alcalina (FA): se encuentra en intestino, riñón, hígado y huesos, y como isoenzima inducida por corticosteroides (Kramer y Hoffmann, 1997; Rijnberk y Mol, 1997), pero tiene poco valor diagnóstico como indicador de daño tisular (Broom y Johnson, 1993).

Proteínas totales

Los factores que afectan a la concentración de proteínas son (Seal *et al.*, 1972; Wesson *et al.*, 1979; Peinado *et al.*, 1993; Kaneko, 1997a):

- ∇ Control genético: diferencias interindividuales e interespecíficas.
- ∇ Edad: aumentan con ella hasta alcanzar los valores de adulto.
- ∇ Estado fisiológico: gestación y lactación.
- ∇ Hormonas: efecto catabólico del cortisol.



∇ Método de captura (físico, químico): diferencias en la presión sanguínea, en la presión osmótica coloidal, en la presión capilar, en la contracción esplénica, en la circulación linfática o en la hemodilución.

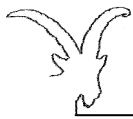
Metabolitos

∇ Urea: metabolito resultante del metabolismo nitrogenado, principalmente del catabolismo de las proteínas, dependiente de la tasa metabólica, de la dieta y de su excreción renal, de ahí que se considere un indicador de función renal y hepática. En ungulados salvajes se ha utilizado como indicador de condición corporal y de estrés provocado por captura física, manejo, actividad muscular intensa y persecución por perros (Kopple y Coburn, 1974; Sealander, 1975; Hyväniren *et al.*, 1976; Rehbinder y Edqvist, 1981; Kock *et al.*, 1987a; Wolkers *et al.*, 1994).

∇ Creatinina: compuesto sintetizado principalmente en el tejido muscular y producto de degradación de la fosfocreatina, que está relacionado directamente con la masa muscular. Al excretarse únicamente por vía renal y no reabsorberse, la creatinina se utiliza como indicador de alteración de la función renal y, junto con la urea, la relación urea/creatinina y la fosfatasa alcalina, como indicadores de condición corporal en ciervos (Wolkers *et al.*, 1994; Finco, 1997).

∇ Lactato: metabolito originado en la glucogenólisis y en la glucólisis anaerobia. En los rumiantes es un producto de muchas reacciones de fermentación y en impalas sometidos a estrés de captura y manejo se observa un aumento en su concentración (Kaneko, 1997b; Hatting *et al.*, 1988).

∇ Glucosa: obtenida a través de su absorción intestinal o de la producción en el hígado a partir de sus precursores, y regulada por hormonas. Los glucocorticoesteroides son hiperglucemiantes y actúan activando la gluconeogénesis y la glucogenólisis (Kaneko, 1997b). Como respuesta al estrés la glucemia aumenta, pero también puede disminuir como consecuencia de una actividad intensa, por ello, sería necesario recoger muestras seriadas de sangre para utilizar la glucosa como indicador de bienestar (Franzmann y Thorne, 1970;



Seal *et al.*, 1972; Wesson *et al.*, 1979; Bush *et al.*, 1981; Kocan *et al.*, 1981; Kock *et al.*, 1987a; Hartmann, 1988; Hatting *et al.*, 1988; Broom y Johnson, 1993; Carragher *et al.*, 1997).

∇ Colesterol: precursor de hormonas esteroideas, de la vitamina D y de los ácidos biliares, sintetizado y catabolizado principalmente en el hígado (Bruss, 1997). El nivel de colesterol puede asociarse a situaciones de estrés producidas por la captura y el manejo en los animales según unos autores y, según otros, no se ha encontrado relación alguna (Franzmann y Thorne, 1970; Barrett y Chalmers, 1977; Seal y Hoskinson, 1978; Kocan *et al.*, 1981; Peinado *et al.*, 1993). También se ha relacionado con la calidad de la dieta (Coblentz, 1975; Seal y Hoskinson, 1978).

∇ Triglicéridos: su utilidad como indicador de bienestar animal, junto con el colesterol, es bastante dudosa, aunque se han encontrado aumentos debidos a estrés en diferentes especies (Seal y Hoskinson, 1978; Kocan *et al.*, 1981; Saccon *et al.*, 1992; Broom y Johnson, 1993; Arnemo *et al.*, 1994; Marco y Lavín, 1999).

∇ Bilirrubina: utilizada como indicador de alteración hepática, pero su concentración también aumenta debido a hemólisis (Bush, 1993; Tennant, 1997).

Electrolitos

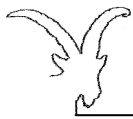
∇ Sodio: se encuentra principalmente en el líquido extracelular y la cantidad presente en el organismo está regulada por el riñón (DiBartola, 2000). Un incremento en los niveles séricos es debido a un incremento en su ingestión, a una pérdida excesiva de agua o a una disminución en la ingesta de la misma (Bush, 1993). Los efectos hemodinámicos de las catecolaminas y sobre los túbulos renales proximales pueden incrementar la reabsorción de sodio y agua, elevando los niveles de sodio sérico (DiBartola, 2000). Se ha descrito que el estrés produce un aumento en la concentración plasmática de sodio (Kocan *et al.*, 1981) y la anestesia produce una disminución (Peinado *et al.*, 1993).

∇ Potasio: es un electrolito principalmente intracelular. Tanto catecolaminas como glucocorticoesteroides alteran la concentración sérica de potasio. Las catecolaminas provocan un incremento inicial transitorio seguido de una disminución, al igual que los glucocorticoesteroides que, debido a que



aumentan su excreción a través de la orina, pueden producir una hipopotasiemia (Bia y DeFronzo, 1981). El ejercicio intenso, la necrosis muscular y la respuesta de estrés producen un aumento en la concentración sérica de potasio, pero también una hemólisis provoca un incremento debido a su liberación del interior de los eritrocitos (Kock *et al.*, 1987a; Peinado *et al.*, 1993; Carlson, 1997).

∇ Cloruros: es el anión extracelular más abundante. Se han encontrado niveles más elevados en animales inmovilizados físicamente que en anestesiados (Peinado *et al.*, 1993).



3.4. TRANQUILIZANTES

La mortalidad debida a la respuesta de estrés y a los traumatismos derivados de la captura, manejo y el transporte es uno de los principales problemas en los ungulados salvajes. El uso de neurolépticos está dirigido a reducir estos problemas, facilitando su manejo, transporte y adaptación a la cautividad (Hofmeyr, 1981; Ebedes, 1993; Atkinson y Blumer, 1997).

Dentro del grupo de fármacos considerados como neurolépticos (o antipsicóticos) están las fenotiacinas (acepromacina, clorpromacina, perfenacina, ...), las butirofenonas (haloperidol, droperidol y azaperona) y los tioxantenos (zuclopentixol) (Rang y Dale, 1991), que se diferencian entre ellos por la duración de su efecto (Tabla 3.7).

Tabla 3.7. Características de los neurolépticos.

Neurolépticos de corta duración
El efecto es inmediato y dura entre unas pocas horas hasta 18. Maleato de acepromacina, haloperidol, droperidol, azaperona, acetato de zuclopentixol (solución acuosa). Especies: ciervo de cola blanca, caballo de Przewalski, antílope bongo, impala, tsessebe, blesbok, kudú, springbok, cebra, oryx, duiker, steenbok, dik dik, hartebeest.
Neurolépticos de larga duración
El efecto permanece de 3 a 21 días. Enantato de perfenacina, palmitato de pipotiacina (aceite de sésamo), acetato de zuclopentixol (viscóleo). Especies: bisonte americano, ciervo rojo, lechwe del Nilo, ciervo blanco americano, ciervo de cola blanca, walaby de Bennet, caballo doméstico, caballo de Przewalski, impala, aulácodos.

Los efectos encontrados en los animales salvajes cuando se aplican neurolépticos son (Ebedes y Raath, 1999):

- ∩ Efecto tranquilizante generalizado.
- ∩ Indiferencia por el entorno.
- ∩ Pérdida del miedo hacia los humanos.
- ∩ Disminución del comportamiento agresivo y de dominancia.



Acepromacina

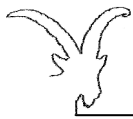
La acepromacina es la 2-acetil-10-(3-dimetilaminopropil) fenotiacina. Posee un volumen de distribución bastante grande (6.6 l/Kg), se metaboliza en el hígado y se elimina a través de la orina. El efecto máximo se observa a los 30-60 minutos después de su administración intravenosa y sus efectos desaparecen a las tres o cuatro horas, aunque pueden estar presentes pasadas siete horas (Ballard *et al.*, 1982; Gross y Booth, 1995; Plumb, 2002).

Los efectos a nivel fisiológico son: reducción de la frecuencia respiratoria, disminución de la presión arterial, aumento de la presión venosa central, bradicardia vagal acompañada de taquicardia refleja secundaria a la hipotensión, parada sinoauricular transitoria, efectos antiarrítmicos y protección frente a la fibrilación ventricular causada por halotano y adrenalina (Muir *et al.*, 1975; Plumb, 2002).

Las utilidades de la acepromacina van desde agente preanestésico a sedativo en ungulados salvajes (Cowan *et al.*, 1962; Arnemo *et al.*, 1993; Kreeger, 1997; Nielsen, 1999; Montané *et al.*, 2002 y 2003; López-Olvera *et al.*, 2006 y 2007). La dosis intramuscular recomendada para ciervos, ovejas y cabras domésticas y grandes animales en general es de 0.05-0.1 mg/Kg (Arnemo *et al.*, 1993; Nielsen, 1999; Plumb, 2002). Otra utilidad para la cual se ha administrado acepromacina es la prevención de la rabdomiolisis en caballos (Andrews, 1994; Beech, 1997).

Haloperidol

El haloperidol es la 4'-fluoro-4-[4-hidroxi-4(4-clorofenil-0-piperidino)]-butirofenona, que afecta al sistema nervioso central (SNC) bloqueando los receptores de dopamina (Gross y Booth, 1995). Entre los efectos del haloperidol están la acción antiemética, reducción de la actividad motora, menor efecto hipotensor que las fenotiacinas y no produce hipotermia (Pienaar, 1968; Gross y Booth, 1995; Plumb, 1999). La administración vía intravenosa proporciona tranquilización a los 5-10 minutos, y su duración es de hasta 10 y 12 horas (Hofmeyr, 1981; Swan, 1993; Ebedes y Raath, 1999).



El haloperidol es útil para el transporte y la adaptación de fauna salvaje a nuevos emplazamientos, habiéndose administrado en gran variedad de ungulados salvajes como antílopes, elefantes africanos, rinocerontes y cebras (Hofmeyr, 1981; Ebedes y Raath, 1999). Las dosis intramusculares utilizadas son variables según la especie pero oscilan entre 0.1 y 0.8 mg/Kg (Hofmeyr, 1981; Gandini *et al.*, 1989). Sus principales efectos indeseables son los síntomas extrapiramidales y su incompatibilidad con los opiáceos (Hofmeyr, 1981; Ebedes y Raath, 1999).



3.5. ANESTESIA

La utilización de un sólo fármaco como anestésico es poco común en fauna salvaje, recurriendo a la asociación de dos o más fármacos para conseguir el efecto deseado.

Las combinaciones anestésicas más utilizadas en ungulados salvajes son ketamina con xilacina, etorfina con acepromacina, tiletamina con zolazepam y medetomidina con ketamina (Golightly *et al.*, 1989; Jalanka *et al.*, 1990; Peinado *et al.*, 1993 y 1999; Berthier *et al.*, 1996).

3.5.1. Ciclohexaminas o agentes anestésicos disociativos

El representante más utilizado de este grupo en humana es la fenciclidina, pero debido a su tendencia a causar alucinaciones, no se utiliza en medicina veterinaria. Sus derivados, como el clorhidrato de ketamina y el clorhidrato de tiletamina, son los que se utilizan para anestesiar muchas especies de animales (Branson y Booth, 1995; McKelvey y Hollingshead, 2003).

El mecanismo de acción de las ciclohexaminas es una interrupción de las vías nerviosas encefálicas y una estimulación del sistema retículo activado. La mayoría de anestésicos generales causan una depresión del SNC, mientras que las ciclohexaminas causan una estimulación selectiva del mismo. Debido a la supresión de las neuronas inhibitorias se produce una anestesia característica denominada anestesia disociativa o catalepsia, en la que el animal no es consciente de lo que le rodea aunque parece permanecer despierto (McKelvey y Hollingshead, 2003).

Ketamina

La ketamina es el clorhidrato de 2-(o-clorofenil)-2-metilamino-ciclohexanona. La inyección parenteral tiene efecto a los 3-5 minutos, la inmovilización es completa a los 5-10 minutos y la duración de los efectos se alarga hasta 1-2 horas. Es de rápida distribución en los tejidos y se elimina por orina (Branson y Booth, 1995).



Se utiliza en la inmovilización y captura de animales salvajes pero, debido a su baja potencia, su uso es más bien para pequeños animales (Harthoorn, 1973; Haig, 1982). En zoológicos, donde la predación no es un problema, la ketamina se utiliza en combinación con xilacina, siendo muy satisfactorio su uso en rumiantes. Cuando éstos están en libertad, se han encontrado episodios de ataxia y recuperación prolongada (Gray *et al.*, 1974; Weisner, 1975).

3.5.2. Alfa-2 agonistas

Los derivados de la tiacina son agonistas de los receptores alfa-2 adrenérgicos de las vías nerviosas simpáticas del cerebro. Su estimulación provoca una disminución de los niveles del neurotransmisor noradrenalina, liberado en el cerebro, y causa sedación y analgesia. También se produce relajación muscular por inhibición en el SNC (McKelvey y Hollingshead, 2003). La xilacina y la medetomidina son derivados de la tiacina utilizados como anestésicos.

Xilacina

La xilacina es el clorhidrato de 2(2,6-dimetilfenilamino)-4-H-5,6-dihidro-1,3-tiacina. La inmovilización tras la administración puede ocurrir entre los 3-5 minutos por vía intravenosa y entre los 10-15 minutos por vía intramuscular, durando los efectos hipnóticos hasta 1-2 horas. Se metaboliza rápidamente en el hígado y se excreta en orina (Gross y Booth, 1995).

Se utiliza para sedación, inmovilización, de media a moderada analgesia y relajación muscular. Sola o combinada con ciclohexilaminas u opiáceos se ha administrado a carnívoros, rumiantes, équidos y otros mamíferos (Jalanka, 1991).

Salivación, atonía rumino-reticular e hinchazón ocurre comúnmente en los rumiantes (Plumb, 2002). Estos animales no deben permanecer en recumbencia lateral izquierda durante la inmovilización para evitar degluciones desviadas del líquido ruminal regurgitado, o deben tratarse previamente a la administración de la xilacina con atropina. También puede inducir parto prematuro en bóvidos (Plumb, 2002).



Medetomidina

La medetomidina es el clorhidrato de 4-[1-(2,3-dimetilfenil)etil]-1H-imidazol. Tiene afinidad por los receptores alfa-1 adrenérgicos (median los efectos adversos) y un efecto 10 veces mayor al de la xilacina en los receptores alfa-2 adrenérgicos (median el efecto de sedación) (Gross y Booth, 1995; Plumb, 2002; McKelvey y Hollingshead, 2003). Se metaboliza en el hígado y se elimina en la orina.

Los efectos característicos en animales de laboratorio incluyen sedación, analgesia, alivio de la ansiedad, bradicardia, hipotensión e hipotermia, y a elevadas dosis se consiguen efectos hipnóticos o anestésicos. También se ha utilizado en numerosos animales no domésticos (Jalanka y Roeken, 1990; Van Heerden *et al.*, 1991). En combinación con ketamina se ha utilizado para inmovilización.

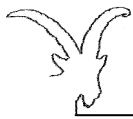
3.5.3. Combinaciones anestésicas

Los objetivos de utilizar más de un fármaco anestésico son la reducción de las dosis necesarias, la mejora de los tiempos de inducción y una mejor relajación.

Tabla 3.8. Dosis de anestésicos de ungulados salvajes publicadas.

Xilacina + Ketamina:	
♂	Arruí (<i>Ammotragus lervia</i>), muflón (<i>Ovis musimon</i>) ⇒ 1:1, 1-3 mg / Kg (Peinado <i>et al.</i> , 1999)
♂	Ciervo axis (<i>Cervus axis</i>), gamo (<i>Cervus dama</i>), ciervo común (<i>Cervus elaphus</i>), ciervo del Padre David (<i>Elaphurus davidianus</i>) ⇒ 1:1, 2-4 mg/Kg (Peinado <i>et al.</i> , 1999).
♂	Ciervo americano (<i>Cervus elaphus</i>) ⇒ 3.06 mg/Kg + 6.12 mg/Kg (Golightly y Hofstra, 1989).
Medetomidina + Ketamina:	
♂	Caprinos ⇒ 50-80 µg/Kg + 1.5-2.5 mg/Kg (Berthier <i>et al.</i> , 1996).
♂	Íbice (<i>Capra ibex ibex</i>) ⇒ 80-140 µg/Kg + 1.5 mg/Kg (Jalanka y Roeken, 1990).

En fauna salvaje, al igual que en los animales domésticos, se han hecho múltiples investigaciones para poder determinar las dosis que producen una buena inmovilización y las combinaciones de anestésicos que mejores efectos obtienen. La elección de la sinergia de fármacos irá en función de la especie, por supuesto, pero al



final, razones como la disponibilidad del producto comercial a la venta y su valor económico serán las que hagan decidir por una u otra combinación.

Las dosis utilizadas para las especies de ungulados salvajes se enumeran en la tabla 3.8.

3.5.4. Antagonistas

Los antagonistas tienen como finalidad revertir los efectos anestésicos de los fármacos utilizados para inmovilización química pero, además, también pueden hacer desaparecer los efectos o reacciones adversas que pueden ocurrir durante la anestesia. El efecto se obtiene por la competencia directa por los receptores que está utilizando en ese momento el anestésico, o por utilizar receptores diferentes pero que causan efectos farmacológicos opuestos.

Tanto para la xilacina como para la medetomidina se utiliza un alfa-2-antagonista como el atipamezol o la yohimbina.

Atipamezol

Es el clorhidrato de 4-(2-etil-2,3-dihidro-1H-inden-2-il)-1H-imidazol. Se desarrolló como antagonista específico de la medetomidina (Karjalainen *et al.*, 1986), pero también se ha utilizado para revertir la xilacina (Jalanka y Roeken, 1990). Sus efectos farmacológicos son reducción de la sedación, disminución de la presión sanguínea, aumento de las frecuencias cardíaca y respiratoria y reducción del efecto analgésico de los alfa-2 agonistas (Plumb, 2002).

Los efectos máximos son a los 10 minutos, se metaboliza en hígado y se elimina en orina. Los efectos adversos incluyen vómitos ocasionales, diarrea, hipersalivación, temblores y breve excitación (Plumb, 2002). La dosis recomendada en rumiantes es de 4-5 veces la dosis de medetomidina y 8-12 veces la xilacina (Jalanka y Roeken, 1990; Plumb, 2002; McKelvey y Hollingshead, 2003).

4. OBJETIVOS



Los estudios presentados en este trabajo forman parte del proyecto de investigación “Valoración del estrés de captura y manejo postcaptura en la cabra montés (*Capra pyrenaica*)” financiado con fondos CICYT REN2001-1989/GLO. El objetivo genérico del proyecto es evaluar la respuesta de estrés de captura y manejo de la cabra montés. Los objetivos específicos para poder conseguir ese propósito son los siguientes:

1. Evaluar la eficacia de la captura de la cabra montés mediante redes verticales.
2. Evaluar y comparar la respuesta de estrés agudo provocada por la captura con redes verticales y caja trampa.
3. Determinar el efecto de un tranquilizante fenotiacínico (acepromacina) sobre la respuesta de estrés agudo en red vertical.
4. Determinar y comparar el efecto de un tranquilizante fenotiacínico (acepromacina) y una butirofenona (haloperidol) sobre la respuesta de estrés agudo en caja-trampa.
5. Comparar el efecto de dos combinaciones anestésicas en cabra montés en un cercado.
6. Determinar y comparar el efecto de la teleanestesia entre cabras monteses capturadas en caja trampa y en cercado.

5. MATERIAL Y MÉTODOS GENERAL



A pesar de que en los siguientes capítulos se incluyen los artículos, cada uno de los cuales tiene un apartado de material y métodos, a continuación se hace una breve y general descripción de los animales que se han utilizado para la elaboración del presente trabajo científico, así como de las técnicas utilizadas para disponer de dichos animales y los métodos de obtención de muestras y su posterior análisis en el laboratorio. Además, se ampliarán datos que en los artículos no han podido incluirse por ser trabajos concisos.

5.1. Animales

La especie que se ha destinado a este estudio es la cabra montés (*Capra pyrenaica*). Se capturaron un total de 127 individuos entre los diferentes métodos de captura utilizados. En la tabla 5.1 se describen los grupos elaborados para las diferentes partes del proyecto.

Tabla 5.1. Distribución de los animales por método de captura utilizado y sexo.

MÉTODO	CONTROL		TRATADOS		
	Hembras	Machos	Hembras	Machos	
Red vertical (25)	9	5	7 (A)	4 (A)	
Caja trampa (36)	7	8	6 (A)	7 (A)	8 (H) 8 (XK)
Rifle anestésico (35)			6 (XK)	7 (MK)	10 (XK) 12 (MK)

A: Acepromacina. H: Haloperidol. XK: Xilacina + Ketamina. MK: Medetomidina+Ketamina.

El peso de los animales según el método de captura se muestra en la tabla 5.2.

Tabla 5.2. Relación de pesos de los machos y hembras capturados según los diferentes métodos.

	Hembras	Machos
Red vertical	31.31 ± 4.38 Kg	40.35 ± 18.95 Kg
Caja trampa	28.08 ± 6.01 Kg	49.37 ± 12.12 Kg
Rifle anestésico	28.93 ± 4.53 Kg	52.02 ± 11.35 Kg

En todos los métodos utilizados se capturaron jóvenes y crías, que tuvieron que ser descartados por no ser suficientes para formar un grupo específico. Las categorías de edades consideradas fueron: cría (< 1 año), joven (1-<2 años), adulto (≥ 2 años). Otras razones por las cuales se han descartado animales son captura reiterada del animal o animales con parámetros considerados como valores atípicos que desviaban los grupos y alteraban los cálculos estadísticos.



5.2. Zonas de captura

Las capturas mediante red vertical y caja trampa se llevaron a cabo en la Reserva Nacional de Caza de los Puertos de Tortosa i Beseit (40° 50' N, 0° 30' E), en la provincia de Tortosa (Cataluña).

Las redes verticales se prepararon en cuatro zonas diferentes pertenecientes a los parajes de la Vall d'en Pastor y Matamoros (Fig. 5.1).

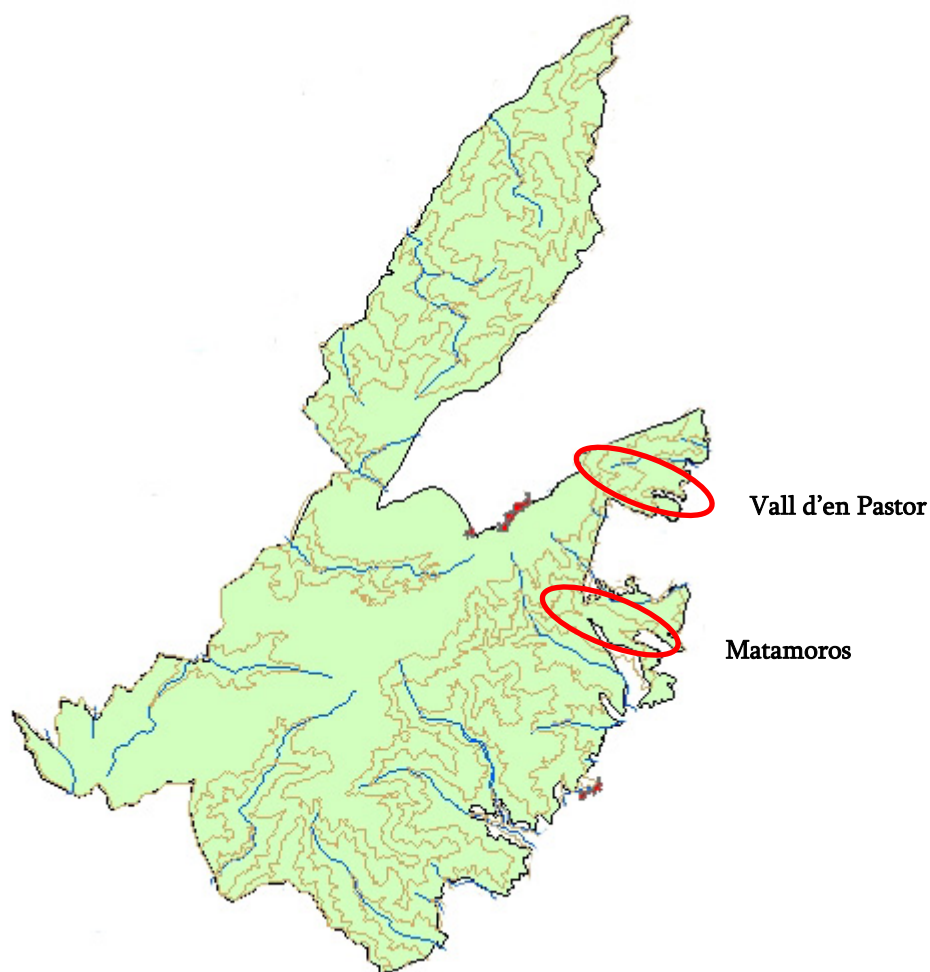


Fig. 5.1. Mapa de la Reserva Nacional de Caza dels Ports de Tortosa i Beseit.

Las cajas trampa son 10 dispositivos de localización fija y están repartidas por toda la Reserva. Los diferentes puntos son: La Caramella, Horta de Sant Joan (Les Heres y Cova del Faralló), Lloret, Refalgarí (dos cajas trampa), La Galera (Roca Domedes), Valldebous (dos cajas trampa) y Carreretes.



Las capturas con rifle anestésico se realizaron en un cercado que pertenece al Parque Nacional de Sierra Nevada (Granada), en la finca El Toril (37° 03' N, 3° 34' O) (Fig. 5.2). Consta de unas 30 Ha de superficie y un capturadero de 100 x 50 m en el cual pueden entrar entre 80 y 90 animales.

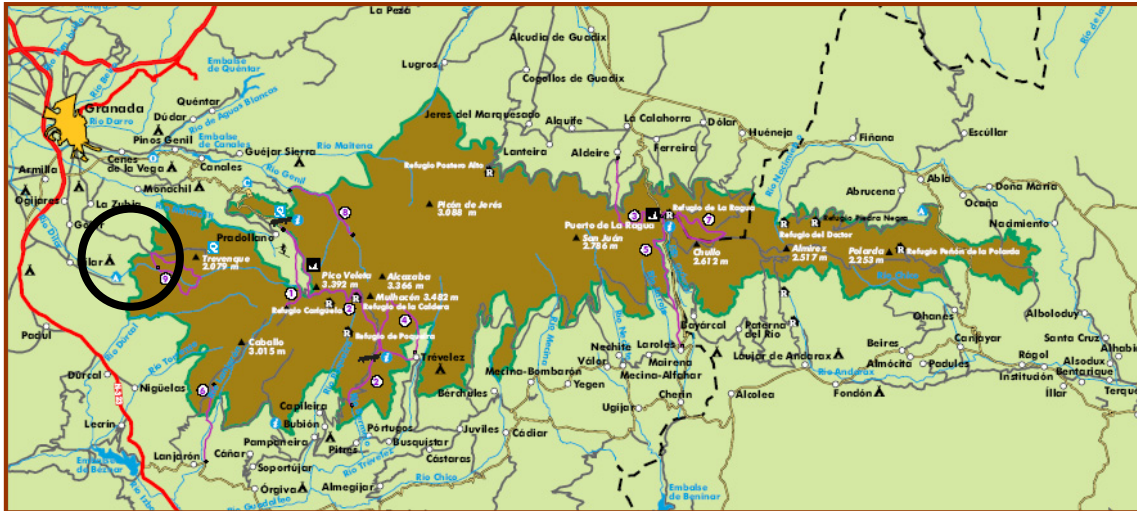


Fig. 5.2. Mapa del Parque Nacional de Sierra Nevada y localización del cercado de la finca El Toril.

5.3. Captura

El proyecto de investigación incluía tres tipos diferentes de captura de los animales:

1. Red vertical.
2. Caja trampa.
3. Rifle anestésico (cerbatana).

5.3.1. Red vertical

Al ser validado el método de captura física con redes verticales en otras especies de ungulados salvajes, se han seguido las mismas pautas de captura. La red (Ziboni Ornitecnica, Bérgamo, Italia) estaba compuesta de un número variable de tramos de 50 m de longitud y 2 m de altura, con una malla de 10 x 10 cm. La longitud total utilizada iba en función de la zona de captura escogida (tipo de relieve, presencia o ausencia de árboles y/o arbustos para su suspensión, etc.), estando entre 300 y 500 m (Fig. 5.3). Las capturas de las cabras monteses se realizaron en bosque mediterráneo



en el que abundaban encinas y carrascas, mezclado con campos de cultivo de olivo y zonas de matorral. Las batidas fueron llevadas a cabo por los Guardas de fauna de la Reserva Nacional de Caza de Tortosa i Beseit, con la colaboración también de los Guardas de fauna de la Reserva de caza de l'Encanyissada, técnicos y de personal voluntario de diferentes orígenes. La duración de las batidas fue variable, con una media (\pm desviación típica) de 93.18 ± 36.35 minutos/batida (intervalo entre 45 y 145 minutos/batida).

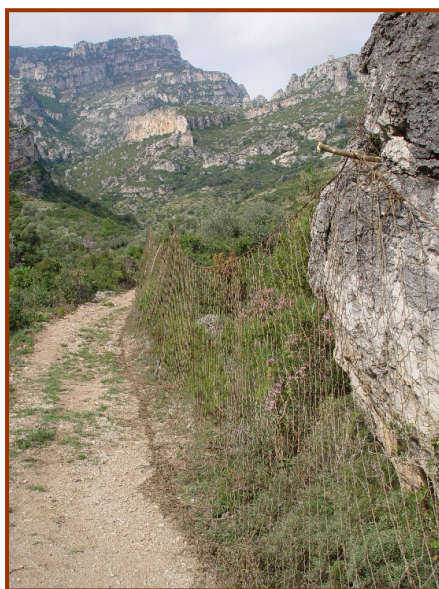


Fig. 5.3. Red vertical preparada para la captura.

Una vez los animales llegaban a la proximidad de la red, el personal oculto cerca de la misma los espantaba para que se dirigieran a la red y se enredaran completamente. Para sacar al animal de la red eran necesarias, como mínimo, un par de personas que colocaban una mascarilla en la cabeza del animal y lo inmovilizaban atando tres de las cuatro extremidades (se dejaba una de las extremidades torácicas libres). Cuando ya estaba bien inmovilizado, se introducía en una bolsa de red de transporte con una malla de 4 x 4 cm (Ziboni Ornitecnica, Bérgamo, Italia).

5.3.2. Cajas trampa

La caja trampa es un mecanismo de captura construido aprovechando la orografía del terreno de manera que una de las paredes de la trampa es natural. Consiste en un



espacio al cual se accede por dos puertas deslizantes conectadas a un sistema de cables (Fig. 5.4). Para atraer a los animales a su interior, las cajas trampa se cebaban con alimento de origen vegetal (en el caso particular de esta Reserva, se utilizaba preferentemente algarrobas) y una piedra de sal. Cuando el animal accionaba el mecanismo con su cuerpo o cuernos, las puertas se deslizaban y dejaban al animal a oscuras hasta la llegada del equipo científico.

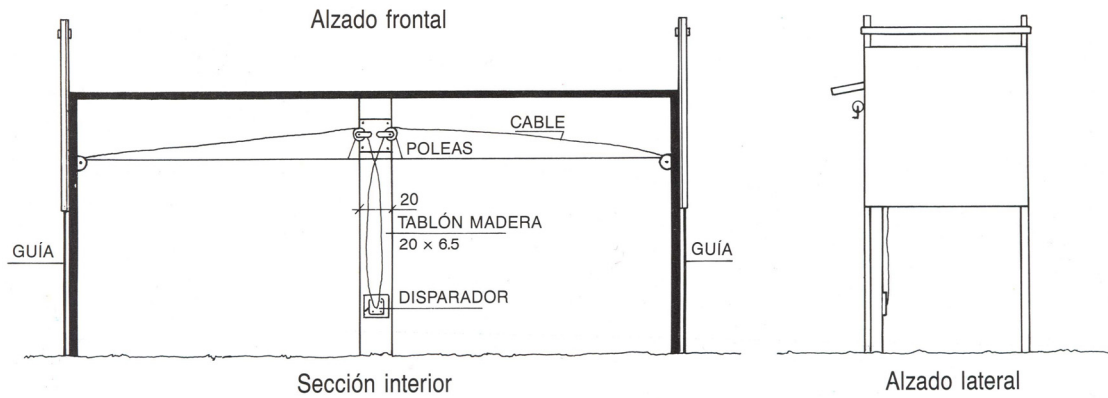


Fig. 5.4. Mecanismo interno de funcionamiento de la caja trampa (Huecas, 1989).

Para poder capturar al animal, se colocaba una red manual en una de las puertas, la cual se levantaba lentamente hasta dejar salir el animal atrapado en el interior de la caja trampa. A partir de este punto, se seguía el mismo protocolo que en la red vertical.

5.3.3. Rifle anestésico (cerbatana)

Las cabras capturadas con este método de captura químico se encerraban el día anterior a la intervención en un cercado donde se les administraba comida. Una vez dentro y preparado el material anestésico, se les disparaba desde un comedero cubierto. El rifle utilizado es de la marca DAN-Inject, modelo JM Special (Børkop, Dinamarca, Fig. 5.5). Antes de la manipulación, el tiempo de espera máximo era de unos 15 minutos hasta asegurar que el animal estaba bien dormido. El manejo posterior es similar al de la red vertical y la caja trampa.



Fig. 5.5. Rifle anestésico utilizado para capturar cabra montés en cercado.

Dentro de este mismo estudio, se incorporó un grupo de cabras monteses capturadas mediante caja trampa y anestesiadas con cerbatana (Telinject USA Inc., California, USA). La anestesia se administró a través de una ventana lateral de la caja trampa y se procedió del mismo modo que con los animales anestesiados con rifle.

5.4. Registro de constantes clínicas, obtención de muestras y procesado

La frecuencia cardiaca se registró mediante monitores cardiacos diseñados para deportistas humanos (Polar Vantage NV™ y Polar S710i™, Polar Electro Oy, Kempele, Finlandia). Estos dispositivos constan de un transmisor, un receptor y una cinta elástica. El transmisor está formado por dos electrodos, que se colocan sobre el área torácica izquierda, previamente depilada, y se sujeta a la caja torácica del animal mediante la cinta elástica. Para mejorar la transmisión y el contacto entre los electrodos y la piel, se aplicó gel ecográfico (Geleco®, Novartis, Barcelona, España). El receptor permanecía a menos de un metro del transmisor para poder recibir la señal, por lo que se colocó alrededor del cuello del animal unido a un collar de plástico. Los monitores cardiacos se colocaban una vez finalizada la batida y después de trasladar al animal en la bolsa de transporte hasta el lugar donde se encontraba el material.

Los monitores cardiacos calculan la frecuencia cardiaca mediante un algoritmo que hace la media del tiempo transcurrido entre latido y latido (Seaward *et al.*, 1990) y la



registran cada minuto. Los datos almacenados en el receptor se transfirieron al ordenador mediante un programa de descarga informático (Polar Precision Performance, Versiones 2.1 y 4.0, Polar Electro Oy, Kempele, Finlandia).

El registro de la temperatura rectal se realizó mediante sondas Mätman datalogger® (Chipsobits Eltex AB, Älmhult, Suecia), colocadas siempre después de la instalación de los monitores cardíacos. Los datos obtenidos cada minuto se transfirieron al ordenador mediante el programa Mätman XL® (Chipsobits Eltex AB, Suecia) para Microsoft Windows®.

La determinación de la saturación de oxígeno se realizó mediante un monitor de pulsioximetría Vet/Ox® 4404 (Heska Corporation, Fort Collins, Colorado, USA) que determina la presión de oxígeno y la frecuencia cardíaca a través del paso de dos longitudes de onda de luz, una roja y otra infrarroja desde los tejidos de un cuerpo a un fotodetector. La monitorización de la respiración se realizó mediante observación directa de los movimientos de la pared costal. Tanto la saturación de oxígeno como la respiración se registraron en intervalos de 10 minutos.

Las muestras de sangre se recogieron de la vena yugular con jeringas de 10 ml y agujas de 21Gx1". Dos mililitros fueron colocados en tubos con etilendiaminotetraacético tripotásico (EDTA) como anticoagulante y el resto en tubos con gránulos de poliestireno para facilitar la coagulación y separación del suero. Las muestras se conservaron en una nevera portátil hasta su procesado, siempre menos de 12 horas.

El analizador semiautomático utilizado en este estudio (Sysmex F-800®, Toa Medical Electronics Co. Ltd., Japón) está adaptado para trabajar con sangre de animales y funciona mediante el sistema de impedancia eléctrica. A partir de 0.02 ml de sangre, el hemodiluidor semiautomático Sysmex AD-260® (Toa Medical Electronics Co. Ltd., Japón) realiza una dilución 1:500 para el recuento de leucocitos (WBC) y la determinación de la concentración de hemoglobina. A partir de esta primera dilución se hace una segunda a razón de 1:100 para conseguir una dilución final 1:50.000 para el recuento de eritrocitos (RBC) y de plaquetas. A continuación, se añade un hemolizante (Quicklyser II®, Sysmex Corporation, Japón) en el recipiente



para el WBC y se homogeniza, para luego colocarlo junto con el recipiente para el RBC en los transductores del analizador y proceder a los respectivos recuentos.

El valor hematocrito (PCV) se determinó mediante el método manual, utilizando una centrífuga de microhematocrito (Haematospin 1400[®], Hawksley, Sussex, Reino Unido) a 14000 G durante 6 minutos. El volumen corpuscular medio (VCM) y la concentración corpuscular media de hemoglobina (CCMH) se calcularon a partir del PCV, la concentración de hemoglobina y el RBC. El recuento diferencial de leucocitos se realizó con un microscopio óptico a 1000 aumentos, a partir de extensiones sanguíneas teñidas con una tinción panóptica rápida (Química Clínica Aplicada, Tarragona, España), sobre un total de 200 células.

El suero se obtuvo a partir de la sangre coagulada y tras 15 minutos de centrifugación a 1811 G. La determinación de los parámetros bioquímicos (enzimas, metabolitos, lípidos, proteínas totales y cloruros) se realizó mediante dos analizadores automáticos (Cobas Mira[®], Roche, Rotkreuz, Suiza; Olympus AU400[®], Olympus, Mainz, Alemania) en el Servicio de Bioquímica Clínica de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Barcelona. El Cobas Mira[®] es un espectrofotómetro de flujo discontinuo que trata las muestras de forma individual y que utiliza un sistema de centrifugación para mezclar la muestra con el reactivo. Las determinaciones se realizaron con juegos de reactivos comerciales. La actividad sérica de las enzimas se determinó a 37°C siguiendo los métodos recomendados por la IFCC (International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine). El analizador de química clínica automatizado Olympus AU400[®] realiza la determinación fotométrica y potenciométrica de muestras de analitos en combinación con reactivos, calibradores, materiales de control de calidad y otros accesorios. Sodio y potasio se midieron por fotometría de llama (Corning 410C[®], Corning Medical Medfield, EE.UU.) y el cortisol mediante un kit comercial de ELISA (EIA-1887, DRG Instruments GMBH, Marburg, Alemania). Las fracciones electroforéticas de las proteínas fueron determinadas tal y como Cuenca *et al.* (1996) y Lastras *et al.* (2000) han descrito.



5.5. Análisis estadístico

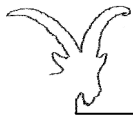
Los datos utilizados para comparar las diferencias entre red vertical-caja trampa y rifle anestésico-cerbatana se analizaron usando el procedimiento PROC GLM del programa estadístico SAS® System for Windows V8 (SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA). Para los datos no paramétricos se utilizó el procedimiento PROC NPAR1WAY ANOVA en el mismo programa estadístico.

En las investigaciones de la efectividad de los tranquilizantes y los anestésicos, se utilizó el procedimiento PROC MIXED en el mismo programa estadístico.

- 6 -

**Hematological and serum biochemical values
of Spanish ibex (*Capra pyrenaica*) captured by
drive-net and box-trap**

Encarna Casas-Díaz, Jorge Ramón López-Olvera, Ignasi Marco, Gregorio Mentaberre, Santiago Lavín. Enviado a Journal of Wildlife Diseases. En revisión.



ABSTRACT

Seventy free-ranging Spanish ibexes (*Capra pyrenaica*) were captured using two different physical methods - drive-net (26 ibexes) and box-trap (44), in Catalonia, North-eastern Spain, from October 2002 to September 2004. Blood samples were taken and 20 hematological and 23 serum biochemical variables determined. The values obtained were included in the reference values previously published, except for red blood cells (RBC), packed cell volume (PCV), white blood cells (WBC), eosinophil count, and concentration of triglycerides, creatine kinase (CK) (in box-trap), chlorides, sodium, and alpha-1, alpha-2 and gamma electrophoretic fractions of serum proteins (which were higher) and values of hemoglobin, mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC), concentration of urea, CK (in drive-net) and albumin, and albumin/globulins ratio (A/G) (lower). Different authors found aspartate aminotransferase (AST) concentration to be higher or lower. Animals captured by box-trap showed lower monocyte and eosinophil counts, and concentration of triglycerides and potassium, than those captured with drive-net, but had a higher MCHC, neutrophil count, and concentration of total serum bilirubin, urea, and AST. Males captured by drive-net showed a lower leukocyte count, concentration of total proteins, and beta and gamma electrophoretic fractions than females, but had a higher concentration of lactate dehydrogenase (LDH) and alkaline phosphatase (AP), and albumin/globulins ratio. Males captured by box-trap showed a lower concentration of total bilirubin and urea than females, but had a higher concentration of glucose and creatinine, and the albumin/globulins ratio. Ibexes captured by drive-nets in spring showed a lower lactate concentration than those captured in autumn, but had a higher RBC, PCV, concentration of hemoglobin, total bilirubin, urea and CK. Animals captured by box-trap in spring showed a lower concentration of glucose and creatinine, and albumin/globulins ratio than those captured in autumn, but had a higher WBC and eosinophils, concentration of urea, alanine aminotransferase (ALT), potassium and total proteins, and gamma-globulin electrophoretic fraction. Females captured by drive-net in spring showed a higher total bilirubin than those captured in autumn, and females captured by box-trap in spring showed a lower concentration of glucose and alpha electrophoretic fraction, and a higher eosinophil count than those captured in autumn. Hematological and biochemical values obtained in Spanish ibexes show that the drive-net is a new, less stressful method of capture than the box-trap.



6.1. INTRODUCTION

Establishing reference intervals for hematological and serum biochemical parameters is necessary to evaluate the physiological status of captured wild animals, as well as to assess their health and nutritional status (DelGiudice *et al.*, 1992; Montané *et al.*, 2002; López-Olvera, 2006). However, establishing normal physiological data in wild animals is made more difficult by the confounding effect of capture and handling stress (Gibert, 1993). Therefore the effect of the method of capture and handling on the physiological values of wild animals needs to be studied, and separate reference intervals established for each method of capture (Kock *et al.*, 1987b; Peinado *et al.*, 1993; Marco *et al.*, 1997; López *et al.*, 2006).

The Spanish ibex (*Capra pyrenaica*) is a medium-sized mountain ungulate endemic to the Iberian Peninsula, showing a marked sexual dimorphism, and catalogued as a rare species (Fandos, 1991; Blanco and González, 1992). The entire Spanish Ibex population has been estimated at nearly 50,000 individuals (Escós and Alados, 1997; Granados *et al.*, 2002).

Spanish ibexes have been captured by means of corral traps (Fernández-Arias *et al.*, 1993; Pérez *et al.*, 1999 and 2003), box-traps and chemical immobilization (Peinado *et al.*, 1993). Drive-nets have been used to capture other species of wild ungulates (Jones, 1984; Montané *et al.*, 2003; López-Olvera *et al.*, 2006), but, to our knowledge, they have not been used to capture Spanish ibex. When using a new method of capture it is important to assess its safety for the animals. Capture stress and capture myopathy feature prominently among the more serious risks, and can be assessed through physiological (clinical, hematological and serum biochemical) parameters (Williams and Thorne, 1996).

Hematological and serum biochemical data of Spanish ibex have been previously reported by other authors, using either physical and/or chemical restraint. However, some of these studies were carried out using samples from dead animals (Pérez *et al.*, 2006) and others collated data from physically captured and anaesthetized ibexes (Pérez *et al.* 1999). The remaining studies have established reference intervals for Spanish ibexes captured by corral traps (Pérez *et al.*, 2003) or box-traps (Peinado *et al.*, 1993), although in the latter study the sample size (14 animals) was rather small.



Thus, to our knowledge, this is the first time blood values have been established for Spanish ibexes captured with drive-nets.

The current study aims to compare hematological and serum biochemical parameters of the Spanish ibex captured with drive-nets with values obtained by box-trap capture.

6.2. MATERIAL AND METHODS

Seventy free-ranging Spanish ibex - 41 adult males (two years old and over) and 29 adult females - were captured in the National Game Reserve of Ports de Tortosa i Beseit (40°50'N, 0°30'E), in Catalonia, North-eastern Spain. Twenty-six Spanish ibexes - 10 males (mean body weight 40.3 kg), and 16 females (mean body weight 31.3 kg) - were captured with 10 x 10 cm mesh drive-nets (Ziboni Ornitecnica, Bergamo, Italy). A total of 12 capture operations were carried out from October 2002 to September 2004, 10 Spanish ibexes being captured in spring and 16 in autumn. A line of beaters drove the animals towards the net, where a group of researchers and volunteers lay in hiding in order to assist animals as soon as they became entangled. Forty-four Spanish ibexes - 31 males (mean body weight 49.4 kg), and 13 females (mean body weight 28.1 kg) - were trapped with box-traps baited with salt and vegetables. On entering a trap, the animal triggered an internal mechanism whereby two sliding doors closed the cage. The box-traps were visited daily by the rangers, and the research team called in when an animal was discovered. This latter method of capture was used concurrently for the same period of study as the drive-net, 25 Spanish ibexes being trapped in spring and 19 in autumn.

Once an ibex was trapped, either in the net or in the box-trap, it was physically restrained. The animals were then blindfolded, had their legs restrained, were placed in a 4 x 4 cm mesh transport sack net (Ziboni Ornitecnica, Bergamo, Italy) and weighed.

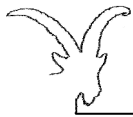
Blood samples were collected from the jugular vein with disposable 10 ml syringes fitted with 21Gx1" needles. Two ml of each sample were placed in a commercial tube containing tripotassium ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA K₃) as



anticoagulant for hematological analyses. The remainder was placed in a serum collection tube with polystyrene granules and allowed to clot in a portable icebox. Once the clot had formed, samples were centrifuged at 1200 g for 15 minutes, and the serum samples obtained were frozen at -20°C less than 12 hours after collection, being kept until analysis. Only samples that did not show macroscopic signs of hemolysis were used for the biochemical analyses.

The red blood cell count (RBC), white blood cell count (WBC), platelet count and hemoglobin concentration were determined with an electronic impedance semi-automated analyser (Sysmex F-800; Toa Medical Electronics, Hamburg, Germany). The packed cell volume (PCV) was measured by the standard microhematocrit method, using a microhematocrit centrifuge (Haematospin 1400, Hawksley, Sussex, UK) at 14000 G for six minutes. The mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) and mean corpuscular hemoglobin (MCH) were calculated from the RBC, hemoglobin concentration and hematocrit. A differential leukocyte count was made by identifying 200 leukocytes on blood smears stained with a commercial Diff-Quick-like stain (Química Clínica Aplicada, Tarragona, Spain). The biochemical variables were determined with two automatic analyzers (Cobas Mira, Roche, Rotkreuz, Switzerland; Olympus AU400, Olympus, Mainz, Germany), except for sodium and potassium, which were measured by flame photometry (Corning 410C; Corning Medical Medfield, USA), and cortisol, which was analyzed with a commercial ELISA kit (EIA-1887; DRG Instruments, Germany). The protein electrophoretic fractions were determined by the method described by Lastras *et al.*, 2000, and the fractions analyzed were those described for the Spanish ibex by Peinado *et al.*, 1993 and Cuenca *et al.*, 1996.

The distribution of the measurements obtained for each variable was assessed for normality. Non-normal variables were log-transformed and their normality reassessed. Outlying values were discarded when experimental data justified it. A multivariate analysis of variance was applied to the normal data to detect statistical differences between groups using the PROC GLM procedure of the SAS System for Windows V8 (SAS Institute). A non-parametric ANOVA was applied to the abnormal data by using the PROC NPAR1WAY ANOVA procedure in the same statistical software. Factors considered in the model for each variable were method of capture, sex and season, and the interactions between these factors. Group least



square means were used owing to the unbalanced distribution of animals. The minimum accepted significance level was $P < 0.05$.

6.3. RESULTS

Tables 6.1 and 6.2 show the hematological and serum biochemical parameters for the 70 Spanish ibexes captured by drive-net and box-trap; the central 95 per cent interval is provided, as recommended (Lumsden, 1998; Walton, 2001), as well as sample size, mean, standard deviation, coefficient of variation and range. The statistically significant sex differences observed for each method of capture are shown in Table 6.3. The statistically significant season differences observed for each method of capture are shown in Table 6.4. The statistically significant season differences observed in females are shown in Table 6.5.

6.3.1. Method-of-capture differences

Animals captured by drive-net showed a lower MCHC, neutrophil count and concentration of total serum bilirubin, urea, and aspartate aminotransferase (AST), than those captured with box-traps, but had a higher monocyte and eosinophil count, and higher concentration of triglycerides and potassium.

6.3.2. Sex differences

Males captured by drive-net showed a lower WBC, total protein concentration, beta-globulin and gamma-globulin fractions, and a higher concentration of lactate dehydrogenase (LDH), alkaline phosphatase (AP) and albumin/globulins ratio than females captured with the same method.

Serum glucose, creatinine concentrations and the albumin/globulins ratio were higher in males captured by box-traps than in females captured with the same method, whereas total bilirubin and serum urea were lower.

Table 6.1. Hematologic values for Spanish ibex (*Capra pyrenaica*) captured by drive-net and box-trap.

Variable	Drive-net					Box-trap				
	N	Mean \pm SD	CV (%)	Central 95 % interval	Range	N	Mean \pm SD	CV (%)	Central 95 % interval	Range
RBC ($\times 10^{12}/l$)	25	17.88 \pm 3.46	19.33	11.78 – 22.98	11.15 – 24.02	44	16.44 \pm 3.51	21.33	9.57 – 20.45	7.57 – 24.70
PCV (l/l)	26	0.40 \pm 0.08	19.58	0.27 – 0.49	0.25 – 0.56	44	0.39 \pm 0.09	22.23	0.23 – 0.48	0.22 – 0.55
Hemoglobin (g/l)	25	140.00 \pm 21.24	15.17	99.2 – 167.6	94 – 183	43	139.42 \pm 25.66	18.40	92.4 – 173.6	82 – 176
MCV (fl)	26	23.03 \pm 3.42	14.84	19.22 – 27.59	14.17 – 32.18	42	23.25 \pm 2.62	11.27	19.67 – 28.12	17.71 – 29.28
MCH (pg)	26	8.02 \pm 0.93	11.62	6.85 – 9.58	6.34 – 10.20	42	8.3 \pm 0.8	9.67	7.3 – 9.7	7.1 – 10.4
MCHC (g/dl) ^a	25	34.52 \pm 1.63	4.74	31.62 – 36.88	31.43 – 37.37	44	35.76 \pm 2.10	5.86	32.68 – 39.11	32.1 – 42.31
Platelets ($\times 10^9/l$)	26	229.00 \pm 164.77	71.95	67.25 – 533.50	36 – 656	44	165.14 \pm 121.01	73.28	35.45 – 347.45	11 – 676
WBC ($\times 10^9/l$)	26	14.82 \pm 5.04	34.04	7.18 – 21.98	5.8 – 25.0	44	14.61 \pm 4.70	32.15	8.70 – 21.17	5.0 – 27.8
Lymphocytes ($\times 10^9/l$)	26	9.69 \pm 4.19	43.29	4.60 – 14.89	3.28 – 18.70	44	8.37 \pm 3.52	42.01	3.68 – 12.90	2.34 – 20.16
Monocytes ($\times 10^9/l$) ^a	26	0.36 \pm 0.24	65.44	0.04 – 0.80	0.03 – 0.85	44	0.25 \pm 0.18	69.21	0.01 – 0.55	0.00 – 0.77
Neutrophils ($\times 10^9/l$) ^a	26	4.20 \pm 2.44	58.25	1.46 – 8.57	1.01 – 9.13	44	5.74 \pm 2.43	42.40	3.00 – 9.83	2.28 – 14.49
Band neutrophils ($\times 10^9/l$)	26	0.00 \pm 0.02	372.12	0.00 – 0.03	0.0 – 0.7	44	0.00 \pm 0.02	535.95	0 – 0	0.0 – 0.1
Eosinophils ($\times 10^9/l$) ^a	26	0.57 \pm 0.37	64.60	0.18 – 1.31	0.15 – 1.37	44	0.23 \pm 0.27	117.29	0.0 – 0.9	0.00 – 1.05
Basophils ($\times 10^9/l$)	26	0.00 \pm 0.01	509.90	0.00 – 0.00	0.00 – 0.05	44	0.00 \pm 0.01	663.32	0 – 0	0.00 – 0.06

RBC Red blood cells, PCV Packed cell volume, MCV Mean corpuscular volume, MCH Mean corpuscular hemoglobin, MCHC Mean corpuscular hemoglobin concentration, WBC White blood cells.

^a Means are statistically ($p < 0.05$) different.



Table 6.2. Serum biochemical values for Spanish ibex (*Capra pyrenaica*) captured by drive-net and box-trap.

Variable	Drive-net					Box-trap				
	N	Mean ± SD	CV (%)	Central 95 % interval	Range	N	Mean ± SD	CV (%)	Central 95 % interval	Range
Cortisol (nmol/l)	26	251.36 ± 123.55	49.15	138.71 – 520.64	115.14 – 651.92	43	227.73 ± 136.32	59.86	93.27 – 526.85	79.57 – 723.05
Glucose (mmol/l)	26	9.78 ± 4.17	42.62	5.87 – 14.13	2.39 – 25.26	44	10.92 ± 3.96	36.28	4.70 – 16.27	2.10 – 17.81
Cholesterol (mmol/l)	26	1.36 ± 0.46	34.14	0.85 – 1.79	0.78 – 3.14	44	1.21 ± 0.31	25.57	0.8 – 1.8	0.70 – 2.03
Triglycerides (mmol/l) ^a	26	0.71 ± 0.25	35.41	0.39 – 1.15	0.29 – 1.20	44	0.43 ± 0.27	62.79	0.09 – 0.93	0.07 – 1.15
Total bilirubin (µmol/l) ^a	26	3.35 ± 1.28	38.07	1.45 – 5.39	0.17 – 5.64	40	4.46 ± 2.08	46.68	1.37 – 8.05	1.03 – 8.72
Lactate (mmol/l)	26	15.42 ± 7.88	51.09	5.78 – 26.31	5.42 – 34.07	44	12.35 ± 8.91	72.19	2.58 – 29.21	2.18 – 35.13
Creatinine (µmol/l)	26	125.70 ± 20.16	16.04	104.09 – 165.75	96.36 – 167.96	44	119.06 ± 27.28	22.91	78.32 – 150.28	72.49 – 194.48
Urea (mmol/l) ^a	26	3.16 ± 2.17	68.44	0.75 – 5.86	0.53 – 8.24	44	7.03 ± 5.11	72.64	1.88 – 16.35	1.09 – 25.94
CK (IU/l)	26	160.69 ± 55.09	34.28	101.5 – 250.25	93 – 353	40	278.53 ± 265.47	95.31	101.50 – 797.05	63 – 1318
LDH (IU/l)	26	627.73 ± 113.08	18.01	476.75 – 815.75	452 – 999	40	625.39 ± 157.98	25.26	460.15 – 923.30	433.0 – 1029.7
AST (IU/l) ^a	26	62.88 ± 18.53	29.47	40.50 – 87.75	25 – 110	40	75.75 ± 39.31	51.89	43.95 – 145.50	43 – 220
ALT (IU/l)	26	13.19 ± 6.29	47.65	2.75 – 22.00	2 – 23	42	15.62 ± 6.83	43.72	6.05 – 24.00	3 – 35
AP (IU/l)	26	192.38 ± 115.86	60.22	75.75 – 354.50	72 – 597	44	199.77 ± 103.10	51.61	55.6 – 365.7	48 – 442
Chloride (mmol/l)	26	114.73 ± 4.08	3.55	109.5 – 122.2	109.4 – 123.7	44	112.77 ± 4.82	4.28	104.63 – 120.51	101.1 – 121.1
Sodium (mmol/l)	24	154.54 ± 8.53	5.52	139.45 – 169.40	138 – 173	43	155.15 ± 7.44	4.80	145.10 – 167.99	133 – 172
Potassium (mmol/l) ^a	26	5.40 ± 1.39	25.71	4.05 – 7.80	3.7 – 9.1	44	4.65 ± 1.26	27.16	2.85 – 6.73	2.7 – 8.1
Total protein (g/l)	26	86.44 ± 7.73	8.94	76.50 – 100.03	73.0 – 110.2	44	86.97 ± 10.19	11.72	70.6 – 96.0	48.9 – 110.7
Albumin (g/l)	26	39.91 ± 5.37	13.45	30.08 – 46.98	26.35 – 47.71	44	39.99 ± 6.54	16.36	29.23 – 46.09	9.89 – 47.76
α1-globulin (g/l)	26	4.69 ± 0.68	14.48	3.85 – 5.84	3.40 – 5.98	44	4.94 ± 0.64	12.94	3.95 – 6.26	3.28 – 6.57
α2-globulin (g/l)	26	8.16 ± 0.72	8.79	6.97 – 9.07	6.87 – 9.40	44	8.34 ± 0.98	11.73	6.8 – 9.8	6.62 – 11.59
β-globulin (g/l)	26	4.51 ± 1.22	27.12	3.04 – 6.14	2.84 – 8.70	44	4.94 ± 0.79	15.99	3.61 – 6.52	3.48 – 7.00
γ-globulin (g/l)	26	29.17 ± 6.44	22.08	20.02 – 41.87	18.31 – 44.84	44	28.73 ± 6.46	22.47	20.06 – 42.95	18.40 – 48.25
A/G ratio	26	0.86 ± 0.21	24.40	0.54 – 1.21	0.44 – 1.34	44	0.87 ± 0.19	21.42	0.52 – 1.08	0.26 – 1.23

CK Creatine kinase, LDH Lactate dehydrogenase, AST Aspartate aminotransferase, ALT Alanine aminotransferase, AP Alkaline phosphatase, A/G Albumin/globulins

^a Means are statistically (p<0.05) different.



**Table 6.3.** Sex differences in Spanish ibex (*Capra pyrenaica*) captured by drive-net and box-trap.

	Males		Females	
	N	Mean \pm SD	N	Mean \pm SD
Drive-net				
WBC ($\times 10^9/l$)	10	12.36 \pm 3.98	16	16.36 \pm 5.13
LDH (IU/l)	10	689.30 \pm 141.12	16	589.25 \pm 72.50
AP (IU/l)	10	254.30 \pm 146.91	16	153.69 \pm 72.59
Total protein (g/l)	10	82.43 \pm 5.70	16	88.94 \pm 7.91
β -globulin (g/l)	10	3.72 \pm 0.58	16	5.00 \pm 1.27
γ -globulin (g/l)	10	25.03 \pm 4.83	16	31.76 \pm 6.05
A/G ratio	10	0.98 \pm 0.22	16	0.79 \pm 0.17
Box-trap				
Glucose (mmol/l)	31	11.80 \pm 3.53	13	8.83 \pm 4.28
Total bilirubin (μ mol/l)	30	3.73 \pm 1.64	10	6.63 \pm 1.77
Creatinine (μ mol/l)	31	125.01 \pm 22.43	13	104.86 \pm 33.14
Urea (mmol/l)	31	5.98 \pm 5.20	13	9.54 \pm 4.02
A/G ratio	31	0.91 \pm 0.18	13	0.77 \pm 0.17

WBC White blood cells, LDH Lactate dehydrogenase, AP Alkaline phosphatase, A/G Albumin/globulins

6.3.3. Seasonal differences

Ibexes captured by drive-net in spring showed a lower serum lactate concentration than those captured with the same method in autumn, plus a higher RBC, PCV, hemoglobin concentration, total bilirubin, urea and creatine kinase (CK).

Animals captured by box-trap in spring showed lower concentrations of glucose, creatinine, and albumin/globulins ratio than those captured in autumn, and a higher WBC and eosinophil count, urea concentration, alanine aminotransferase (ALT), potassium, total proteins and gamma electrophoretic fraction.

Females captured by drive-net in spring showed higher total bilirubin than those captured in autumn.

Females captured by box-trap in spring showed a lower concentration of glucose and alpha electrophoretic fraction, but had a higher eosinophil count than those captured in autumn.

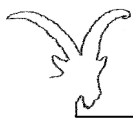


Table 6.4. Seasonal differences in Spanish ibex (*Capra pyrenaica*) captured by drive-net and box-trap.

	Spring		Autumn	
	N	Mean ± SD	N	Mean ± SD
Drive-net				
RBC (x10 ¹² /l)	10	19.67 ± 3.06	15	16.70 ± 3.27
PCV (l/l)	10	0.44 ± 0.06	16	0.37 ± 0.08
Hemoglobin (g/l)	10	152.10 ± 16.89	15	131.93 ± 20.40
Total bilirubin (µmol/l)	10	4.12 ± 0.66	16	2.87 ± 1.35
Lactate (mmol/l)	10	11.21 ± 6.94	16	18.06 ± 7.44
Urea (mmol/l)	10	4.91 ± 1.99	16	2.07 ± 1.46
CK (IU/l)	10	195.50 ± 66.77	16	138.94 ± 32.71
Box-trap				
WBC (x10 ⁹ /l)	25	16.08 ± 4.13	19	12.69 ± 4.80
Eosinophils (x10 ⁹ /l)	25	0.27 ± 0.31	19	0.19 ± 0.23
Glucose (mmol/l)	25	9.61 ± 4.10	19	12.64 ± 3.10
Creatinine (µmol/l)	25	111.03 ± 31.89	19	129.62 ± 14.64
Urea (mmol/l)	25	8.93 ± 5.77	19	4.54 ± 2.54
ALT (IU/l)	23	17.83 ± 5.58	19	12.95 ± 7.37
Potassium (mmol/l)	25	5.01 ± 1.16	19	4.17 ± 1.26
Total protein (g/l)	25	89.23 ± 11.21	19	84.00 ± 8.01
γ-globulin (g/l)	25	31.32 ± 6.78	19	25.32 ± 4.10
A/G ratio	25	0.80 ± 0.18	19	0.96 ± 0.15

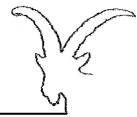
RBC Red blood cells, PCV Packed cell volume, CK Creatine kinase, WBC White blood cells, ALT Alanine aminotransferase, A/G Albumin/globulins

Table 6.5. Seasonal differences in Spanish ibex females (*Capra pyrenaica*) captured by drive-net and box-trap.

	Spring		Autumn	
	N	Mean ± SD	N	Mean ± SD
Drive-net				
Total bilirubin (µmol/l)	7	4.13 ± 0.42	9	2.72 ± 1.29
Box-trap				
Eosinophils (x10 ⁹ /l)	11	0.32 ± 0.35	2	0.13 ± 0.15
Glucose (mmol/l)	11	7.80 ± 3.50	2	14.46 ± 4.73
α ₂ -globulin (g/l)	11	8.43 ± 0.60	2	10.48 ± 1.57

6.4. DISCUSSION

No captured-related mortality was recorded among the Spanish ibexes caught either by drive-net or box-trap. These methods of capture therefore seem to be safe for this species. Hematological and serum biochemical values of the Spanish ibexes captured by drive-net presented several differences to those previously reported for this species using other methods of capture, such as concentrations of RBC, PCV, WBC,



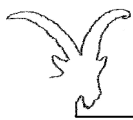
eosinophils, and concentration of triglycerides, chloride, sodium, and alpha-1, alpha-2 and gamma globulin fractions (higher), and values of MCV, MCHC, and concentration of hemoglobin, urea, CK and albumin, and A/G ratio (lower) (Peinado *et al.*, 1993; Pérez *et al.*, 1999 and 2006). AST concentration was found to be higher or lower by different authors (Peinado *et al.*, 1993; Pérez *et al.*, 2006).

Values obtained by means of box-traps presented several differences to those reported for this species using the same method of capture, such as RBC, PCV, WBC, concentration of cholesterol, AST, CK, α -1 and α -2 electrophoretic fractions (higher), and creatinine concentration and the A/G ratio (here lower) (Peinado *et al.*, 1993). However, few animals were used in the latter study and no information concerning sex or time of capture in the box was given. In our study, ibexes could have spent between 10 to 20 hours in the trap, which could mean a high stress level when compared to previous studies.

6.4.1. Method-of-capture differences

Catecholamines released from the adrenal medulla due to sympathetic stimulation cause smooth muscle contraction in the spleen capsule and the release into the blood of erythrocytes stored in the spleen (Jain, 1993). This release causes increases in RBC, hemoglobin concentration and PCV (Jain, 1993; Ganong, 2004). Moreover, spleen erythrocytes have a higher MCV, and consequently a lower MCHC than circulating ones, since they mature in the spleen after release from the bone marrow (Cross *et al.*, 1988). Spanish ibexes captured by drive-net showed a lower MCHC than those captured by box-trap, although no changes in RBC, hemoglobin concentration and PCV were observed. Therefore, this difference is probably unrelated to catecholamine stimulation.

Catecholamines also induce leukocytosis with neutrophilia and/or lymphocytosis and mild eosinophilia. However, corticosteroids induce leukocytosis with neutrophilia, lymphopenia and eosinopenia, maximum levels being reached four to six hours after exposure to the stressor. Monocyte count variation depends on the species (Jain, 1993; Duncan *et al.*, 1994; Taylor, 2000). Therefore, higher values of neutrophils and a lower eosinophil count in the Spanish ibexes captured with box-



traps suggest a more established and prolonged corticosteroid-induced stress response, probably due to the time spent inside the box.

AST is a non-specific but sensitive marker of soft tissue damage, frequently used to complement CK changes that indicate muscular damage (Kramer and Hoffmann, 1997). Larger increases in CK and AST have been related to a stronger stress response to capture and handling (Kent *et al.*, 1980; Kock *et al.*, 1987c; Chapple *et al.*, 1991). Higher AST concentrations in the ibexes captured with box-traps could indicate greater muscular damage due to capture stress in these animals. Although the observed values for CK seem to follow the same trend, the differences for this parameter were not statistically significant, probably due to the wide variability.

Small ruminants show an increase in serum concentration of bilirubin due to fasting or anorexia, hemolytic anemia, liver failure and systemic disease (Haskell and Anttila, 2001). Serum triglyceride concentration is mainly diet-related (Bruss, 1997), whereas urea increases due to dehydration and cortisol-induced protein catabolism (Finco, 1997). The lower serum triglyceride and higher serum concentrations of total bilirubin and urea observed in the ibexes captured by box-trap could be attributed to time spent and fasting endured during the period in the box.

Exercise and massive muscular necrosis increase serum potassium concentration (Carlson, 1997), whereas glucocorticosteroids increase its urinary excretion (Bia and DeFronzo, 1981). The more intense physical activity of the ibexes captured by drive-net (possibly increasing potassium concentration) and the effect of glucocorticoids on ibexes captured by box-trap (possibly reducing it), might account for the significant differences found in our study.

6.4.2. Sex differences

The serum concentration of gamma globulins increases due to contact with pathogens (Lastras *et al.*, 2000). Higher leukocyte counts and serum gamma globulin concentrations in females have been previously reported in wild ungulates, being attributed to a higher pathogen circulation among females (Kent *et al.*, 1980; Cook *et al.*, 1986; Chapple *et al.*, 1991; López-Olvera *et al.*, 2006). The fact that female Spanish ibexes



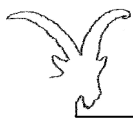
form more stable groups than males throughout the year (Huecas, 1989) could also account for the differences found in this species.

LDH activity is considered a useful marker of muscle damage, but increases in it are also related to an animal's response to a stressor (Krammer and Hoffmann, 1997). LDH has been used as a physical stress indicator in different species of wild ungulates (Kock *et al.*, 1987c; Chapple *et al.*, 1991; Peinado *et al.*, 1993; Marco *et al.*, 1997; Montané *et al.*, 2002 and 2003). Higher serum muscular enzyme activity in males has been previously reported in wild ungulates, indicating a stronger stress response in males (Kent *et al.*, 1980; Cook *et al.*, 1986; Kock *et al.*, 1987c; Chapple *et al.*, 1991; Pérez *et al.*, 2003). Cortisol may cause a decrease in total serum protein due to its catabolic effects (Kaneko, 1997a), whereas catecholamines and corticosteroids increase serum glucose concentration activating glycogenesis and glycogenolysis (Kaneko, 1997b; Ganong, 2004). Increases in serum creatinine concentration have been reported in wild ungulates due to catecholamine-induced renal vasoconstriction (Harthoorn, 1976), and stress-related increases in glucose concentration have been reported in wild and domestic animals (Kock *et al.*, 1987c; Hartmann, 1988; Marco *et al.*, 1997). Although males captured by both methods showed increased LDH and AP activity, higher glucose and creatinine concentrations, and lower total protein concentration (due to lower beta and gamma globulin concentration, with the resulting higher A/G ratio) it cannot therefore be concluded that there is a higher stress response in this gender. More changes in other stress indicators, such as values related with erythrocytes or leukocytes, are necessary.

Serum urea concentration depends largely on the diet, although the influence of metabolism is still unclear (Finco, 1997). Higher serum urea values for females could reflect differences in diet, as previously reported in other species of wild ungulates (López-Olvera *et al.*, 2006).

6.4.3. Seasonal differences

Winter undernutrition has been previously reported to induce lower values for RBC, hemoglobin concentration and PCV, as well as WBC and total protein concentration, in several species of wild ungulates (Hawley and Peden, 1982; DelGiudice *et al.*, 1990 and 1992; Rietkerk *et al.*, 1994; López-Olvera *et al.* 2006). However, in the dry



Mediterranean habitat of the Spanish ibex, summer can be more physiologically challenging than winter, thus explaining the lower values observed for some of these parameters in autumn. Physical capture increases lactate concentration, because catecholamines induce muscle glycogenolysis and anaerobic metabolism due to physical exercise (Kaneko, 1997b; Ganong, 2004). Higher lactate values in autumn show a more intense anaerobic muscular activity in this season.

Serum creatinine concentrations are directly related to the animal's muscular mass (Finco, 1997), and have been reported to increase in adverse conditions (López-Olvera *et al.*, 2006). The higher autumn values in the ibexes captured with box-trap could be related to a catabolic status after adverse summer conditions. The serum urea concentration depends largely on the diet (Finco, 1997), and variation in diet and nutritional status between seasons may explain the differences found in this parameter.

The home range of the Spanish ibex has been reported to be bigger in spring than in autumn (Escós and Alados, 1997). Higher serum enzymatic activities in wider-roaming animals within their home range have been previously found in wild ungulates (Hyvärinen *et al.*, 1976; De Meneghi *et al.*, 1990; López-Olvera *et al.*, 2006) and exercise increases serum potassium concentration (Carlson, 1997). This could account for the higher CK and ALT activities, and potassium concentration found in spring.

Seasonal differences found in females captured by both methods are difficult to explain. Pregnancy and lactation are considered as metabolic stress. Changes in cell parameters, such as a decrease in RBC, PCV and hemoglobin concentration, or leukocytosis, neutrophilia, lymphopenia and eosinopenia, were found in cows, mares, sows, ewes, bitches and goats (Jain, 1993; Azab *et al.*, 1999). These changes, however, have not been found in our study.

To summarize, differences found in hematological and serum biochemical values between the methods of capture seem to indicate that drive-nets were physiologically less stressful than box-traps in capturing this species. The time spent in the box by the animals before removal could provide a partial account at least of the apparently higher stress caused by this method. To our knowledge, this is the first time that drive-nets have been used to capture this species; and, when using a



new method of capture, it is important to assess animal safety in terms of physiological compromise.

More studies are needed to provide a more accurate account of the effect of the physical capture and restraint methods on the physiological status of the Spanish ibex, as well as the influence of variables such as habitat, as well as nutritional and pathological status.

- 7 -

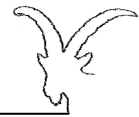
**Use of acepromazine for stress control in
Spanish ibex (*Capra pyrenaica*) captured by
drive-net**

Encarna Casas-Díaz, Ignasi Marco, Jorge Ramón López-Olvera, Gregorio Mentaberre, Santiago Lavín. Preparado para enviar a publicar.



ABSTRACT

Capture and restraint induce stress in wild animals. The use of tranquilizers has proved to be beneficial in preventing adverse stress effects. In this study the effect of a short-acting neuroleptic (acepromazine) was assessed in 25 Spanish ibexes (*Capra pyrenaica*) captured by drive-net. The animals were divided into a control group (14 adults - five males and nine females) and a treated group (11 adults - four males and seven females). Heart rate and rectal temperature, as well as haematological and biochemical parameters, were used to evaluate the neuroleptic effect for three hours of restraint. Lower values for rectal temperature, red blood cell count (RBC), packed cell volume (PCV), haemoglobin concentration, white blood cell count (WBC), lymphocytes, neutrophils, activities of creatine kinase (CK), aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT), lactate dehydrogenase (LDH), and concentration of total proteins, urea, total bilirubin and potassium in the treated group, point to lower levels of stress when using acepromazine in Spanish ibex captured by drive-net.

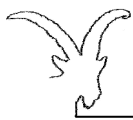


7.1. INTRODUCTION

Management of wildlife populations includes capture and handling of animals for different purposes, such as translocation and biological studies. The capture method chosen must be adapted to the specific case in hand, and will depend on animal density, environment, climatology, capture purpose, personnel available and experience of the capture group, as well as more general factors, including safety and welfare of workers and animals, performance, specificity, viability, cost per animal and total cost (Jessup *et al*, 1988; Berducou, 1993; Gibert, 1993). Capture methods can be classified as physical or chemical, the former being apparently more effective than the latter for the capture of wild ungulates (Marco, 1995). While drive-nets have been used to capture other species of wild ungulates (Jones, 1984; Montané *et al*, 2003; López-Olvera *et al*, 2006), they have not, to our knowledge, been used in the case of Spanish ibex.

When capturing and handling wildlife, a stress response is initiated (Moberg, 1987). Assessment of stress effects in captured animals requires the study of changes in clinical, haematological and biochemical parameters (Williams and Thorne, 1996), so as to determine the best indicators and the least stressful method of capture and handling.

Tranquilizers have been recommended for reduction of stress and risk to animal health during physical capture, restraint and transport of wild ungulates (Ebedes and Raath, 1999). Acepromazine is a phenothiazine belonging to the short-acting neuroleptic group with CNS effects via blocking post-synaptic dopamine receptors, but their exact mechanism of action is not fully understood. Phenothiazines are thought to depress portions of the reticular activating system, which assists in the control of body temperature, basal metabolic rate, emesis, vasomotor tone, hormonal balance, and alertness (Plumb, 2002). Acepromazine has been widely used as pre-anaesthetic or sedative agent in wild ungulates (Arnemo *et al*, 1993; Nielsen, 1999; Montané *et al*, 2002 and 2003; López-Olvera *et al*, 2006 and 2007), but to our knowledge it has never been used in Spanish ibex. The recommended intramuscular sedation dose is 0.05-0.1 mg/kg for red deer (*Cervus elaphus*), domestic sheep (*Ovis aries*), goats (*Capra hircus*) and large wild animals in general (Nielsen, 1999; Plumb, 2002).

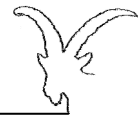


The present study aims to describe the stress response of Spanish ibex to physical capture and restraint, measure drive-net capture-related stress, and assess the effect of acepromazine on the stress response using clinical, haematological and biochemical parameters.

7.2. MATERIALS AND METHODS

Twenty-five adult Spanish ibexes (nine males and sixteen females) were captured by means of drive-net in the National Game Reserve of Puertos de Tortosa i Beseit (40° 50' N, 0° 30' E), North-eastern Spain. Eleven randomly-selected adult animals (four males and seven females) received 3.5 mg (0.10 ± 0.03 mg/kg, mean \pm SD) of acepromazine maleate (Calmo Neosan[®], 5 mg/ml, Smithkline Beecham, Madrid, Spain) in a volume of 0.68 ± 0.18 ml in the femoral region IM, while fourteen control adult ibexes (five males and nine females) received 0.5 ml of saline solution. The mean animal body weight was 33.78 ± 11.83 kg (range 20.0-59.8).

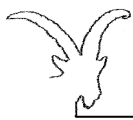
Twelve capture operations (between October 2002 to September 2004) were necessary to obtain the twenty-five Spanish ibexes. A line of beaters drove the animals towards the net, where a group of researchers and volunteers lay in hiding in order to assist animals as soon as they became entangled in the 10 x 10 cm mesh drive-nets (Ziboni Ornitecnica, Bergamo, Italy). Once an ibex was trapped, it was physically restrained. The animals were then blindfolded, had their legs restrained, were placed in a 4 x 4 cm mesh transport sack net (Ziboni Ornitecnica, Bergamo, Italy), where they were kept for three hours. At the end of the capture operation, the left pre-cordial area of each animal was clipped to install the transmitter of a heart-rate recording device (Polar Vantage NV and Polar S710i, Polar Electro Oy, Kempele, Finland). Ultrasonography gel was used to ensure good contact between the electrodes and the skin. The receiver was placed in a collar around the neck, since a distance of less than 1.5 m between it and the transmitter is required. Additionally a telemetric temperature recording device (Mätman datalogger[®], Chipsobits Eltex AB, Sweden) was inserted into the rectum. The heart-rate device was placed for 133.10 ± 28.02 min (mean \pm SD) and the temperature device for 100.41 ± 48.02 min (mean \pm SD) post-capture, heart rate and temperature being measured and recorded at 60s intervals throughout the study period. Both



recordings were saved with respective software and converted to numerical values. To allow statistical analysis, a mean value for both heart rate and temperature was calculated every 5 minutes. The coefficient of variation of heart rate has been used to measure variability.

Disposable 10 ml syringes fitted with 21Gx1” needles were used to take blood samples from the jugular vein. Two ml of each sample were placed in a commercial tube containing tripotassium ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA K₃) as anticoagulant for haematological analyses. The remainder was placed in a serum collection tube with polystyrene granules and allowed to clot in a portable icebox. Once the clot had formed, the samples were centrifuged at 1200 g for 15 minutes, the serum samples obtained being frozen at -20°C less than 12 hours after collection, awaiting analysis.

The red blood cell count (RBC), white blood cell count (WBC), platelet count and haemoglobin concentration were determined with an electronic impedance semi-automatic analyzer (Sysmex F-800; Toa Medical Electronics, Hamburg, Germany). The packed cell volume (PCV) was measured by the standard microhaematocrit method, using a microhaematocrit centrifuge (Haematospin 1400, Hawksley, Sussex, UK) at 14000 G for six minutes. The mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular haemoglobin concentration (MCHC) and mean corpuscular haemoglobin (MCH) were calculated from the RBC, haemoglobin concentration and PCV. A differential leukocyte count was made by identifying 200 leukocytes on blood smears stained with a commercial Diff-Quick-like stain (Química Clínica Aplicada, Tarragona, Spain). The biochemical variables cortisol, enzymes [creatinine kinase (CK), aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT), lactate dehydrogenase (LDH), alkaline phosphatase (AP)], total proteins, metabolites (urea, glucose, cholesterol, triglycerides, total bilirubin, lactate, creatinine) and electrolytes (chloride, sodium, potassium) were determined with two automatic analyzers (Cobas Mira, Roche, Rotkreuz, Switzerland; Olympus AU400, Olympus, Mainz, Germany), except for sodium and potassium, which were measured by flame photometry (Corning 410C; Corning Medical Medfield, USA), and cortisol, analyzed with a commercial ELISA kit (EIA-1887; DRG Instruments, Germany).



Statistical analyses were performed by means of a repeated measures analysis of variance using the PROC MIXED procedure of the SAS[®] System for Windows V8 (SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA). The main factor was treatment (acepromazine or saline) and sex, whereas the repeated factor was time. Least square means (LS MEANS) were used due to the unbalanced distribution of animals between groups. In all cases, the accepted significance level was at least $p < 0.05$.

7.3. RESULTS

After fitting the cardiac- and temperature-recording devices, both parameters decreased over the study period in both groups (Figs. 7.1 and 7.2). However, stabilization came earlier in the control than the treated group. The control group showed stability of heart rate at 55 min and of rectal temperature at 70 min; respective figures for the treated group were 100 min and 95 min. Heart rate was lower in the control group between 5-35 minutes and 100-105 minutes than the treated group. Rectal temperature was higher in the control group throughout the recording period. The coefficient of variation of heart rate in the control group ($14.69 \pm 5.24\%$, mean \pm SD) was not different from that of the treated group ($12.02 \pm 6.60\%$, mean \pm SD).

Red blood cell count, PCV and haemoglobin concentration decreased in both groups of animals, being significantly lower in the treated group than in the control (Fig. 7.3; a, b, and c, respectively). White blood cell count remained stable for the first two hours but later on increased in the control group. In the treated group, WBC decreased after the first hour but increased after the second and third hours (Fig. 7.3d). Values were significantly higher in the group at every sampling hour post-capture. Neutrophils increased in both groups and were significantly higher in the control group three hours post-capture (Fig. 7.3e). Lymphocytes decreased in both groups and were significantly higher for the first two hours in the control group (Fig. 7.3f). Eosinophils decreased in both groups and were higher in the control group at one hour post-capture (Fig. 7.3g).

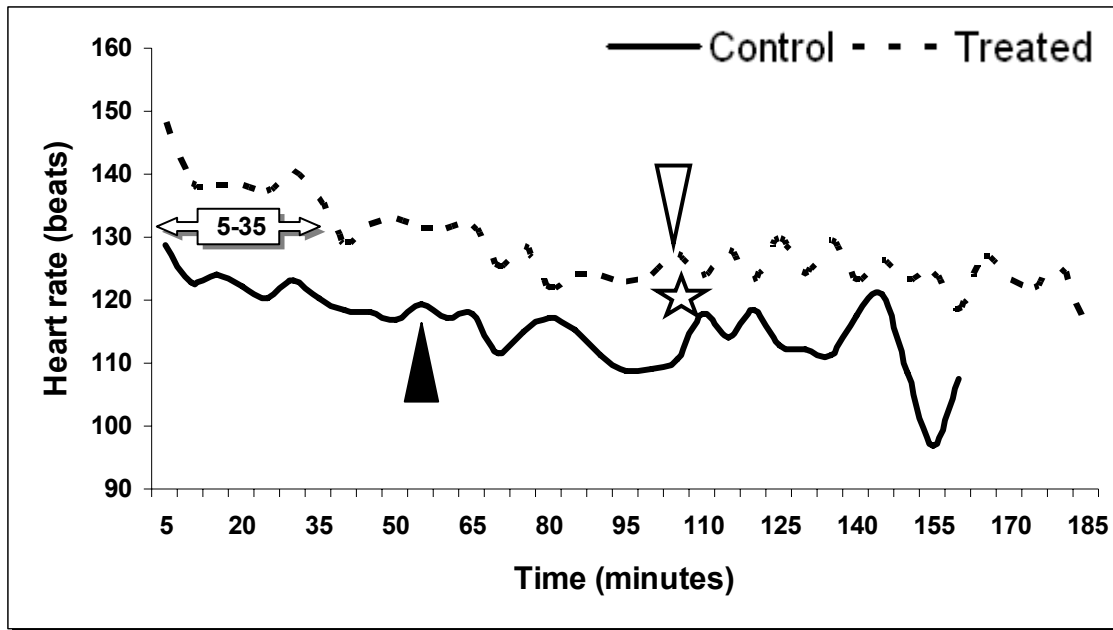


Fig. 7.1. Heart rate of control (n=14) and treated (n=10) Spanish ibex. Minutes in box and star indicate statistically significant ($P<0.05$) differences between treated and control animals. Arrows indicate heart rate stability in respective groups.

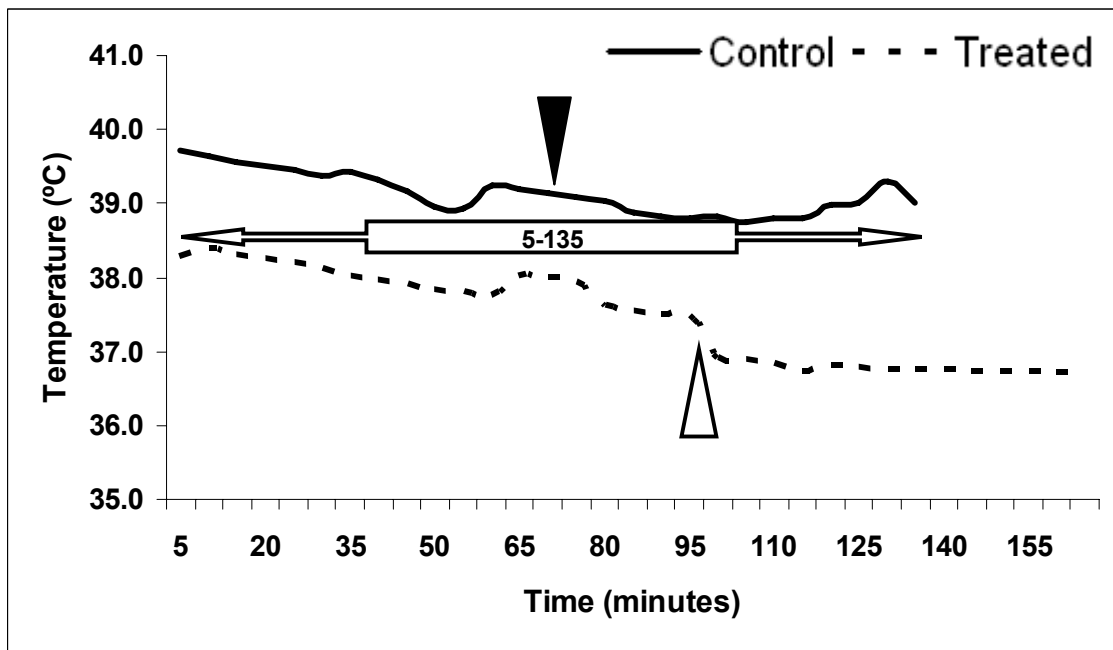


Fig. 7.2. Rectal temperature of control (n=12) and treated (n=10) Spanish ibex. Minutes in box indicate statistically significant ($P<0.05$) differences between treated and control animals. Arrows indicate rectal temperature stability in respective groups.

Serum CK, AST, LDH and ALT activities increased only in the control group, and were higher three hours post-capture (Fig. 7.4; a, b, c and d, respectively). Serum ALT was higher after the first and second hours (Fig. 7.4d). Serum AP activity decreased in both groups (Fig. 7.4e).

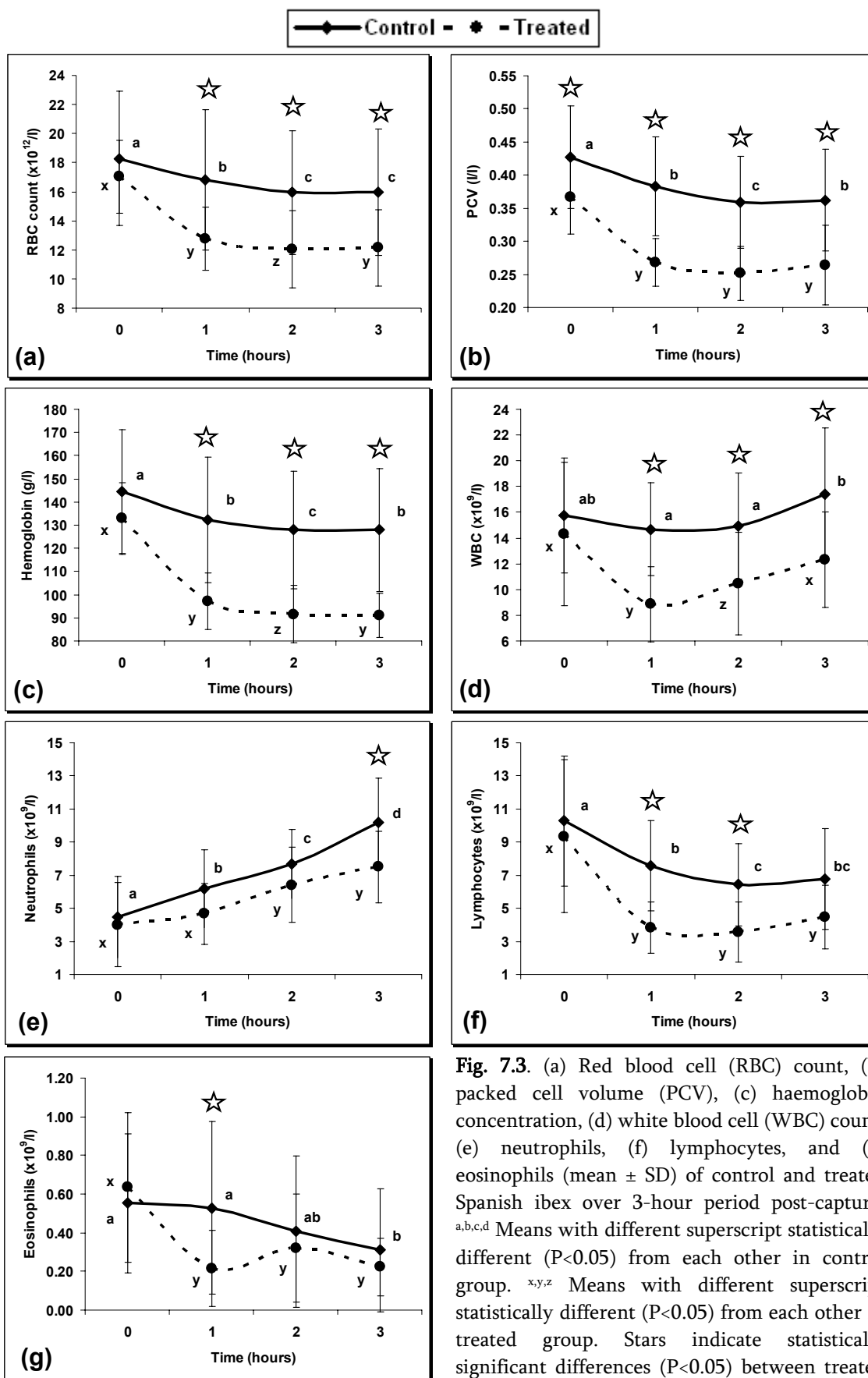


Fig. 7.3. (a) Red blood cell (RBC) count, (b) packed cell volume (PCV), (c) haemoglobin concentration, (d) white blood cell (WBC) count, (e) neutrophils, (f) lymphocytes, and (g) eosinophils (mean \pm SD) of control and treated Spanish ibex over 3-hour period post-capture. ^{a,b,c,d} Means with different superscript statistically different ($P < 0.05$) from each other in control group. ^{x,y,z} Means with different superscript statistically different ($P < 0.05$) from each other in treated group. Stars indicate statistically significant differences ($P < 0.05$) between treated and control Spanish ibex.



Glucose concentration increased only in the control group; cholesterol decreased only in the treated group; lactate decreased in both groups; total proteins and triglycerides decreased in both groups and were higher at first hour in the control group than the treated group (Fig. 7.5; a, b, c, d, and e, respectively). Urea and total bilirubin concentration increased in both groups, while potassium decreased. All three parameters were higher in the control group at every hour post-capture (Fig. 7.5; f, g, and h, respectively).

Heart rate of control males showed stability earlier (35 min) than control females (105 min), whereas treated females showed stability (50 min) earlier than treated males, who did not stabilize at all (Fig. 7.6). The coefficient of variation in each group was $97.22 \pm 8.71\%$ in control males, $44.34 \pm 3.72\%$ in control females, $27.87 \pm 5.86\%$ in treated males and $27.71 \pm 4.79\%$ in treated females. Rectal temperature stabilised at the same time (45 min) in control and treated females, at 75 min in control males and at 85 min in treated males (Fig. 7.7). Control males showed higher CK, AST, LDH, ALT and AP activities (Table 7.1) than control females at three hours post-capture, and treated males showed higher creatinine than treated females throughout the study period (Table 7.2).

7.4. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Capture and handling cause stress in wildlife ungulates and it can be assessed by measuring changes in haematological, biochemical and clinical parameters (Williams and Thorne, 1996). Heart rate and body temperature are considered to be indicators of acute stress (Franzmann and Thorne, 1970; Kock *et al*, 1987a; Broom and Johnson, 1993). However, the few differences found between control and treated groups of Spanish ibex could be related to a high interindividual variability (Hopster, 1998), but could also reflect tachycardia secondary to hypotension caused by acepromazine (Diverio *et al*, 1996; Plumb, 2002). Similarly, no differences in heart rate have been reported in other wild ungulates comparing stressed with normal or tranquilized animals, such as bighorn sheep (*Ovis canadensis*) (Kock *et al*, 1987a), wapiti (*Cervus elaphus*) (Read *et al*, 2000), roe deer (*Capreolus capreolus*) (Montané *et al*, 2003) and Southern chamois (*Rupicapra pyrenaica*) (López-Olvera *et al*, 2007).

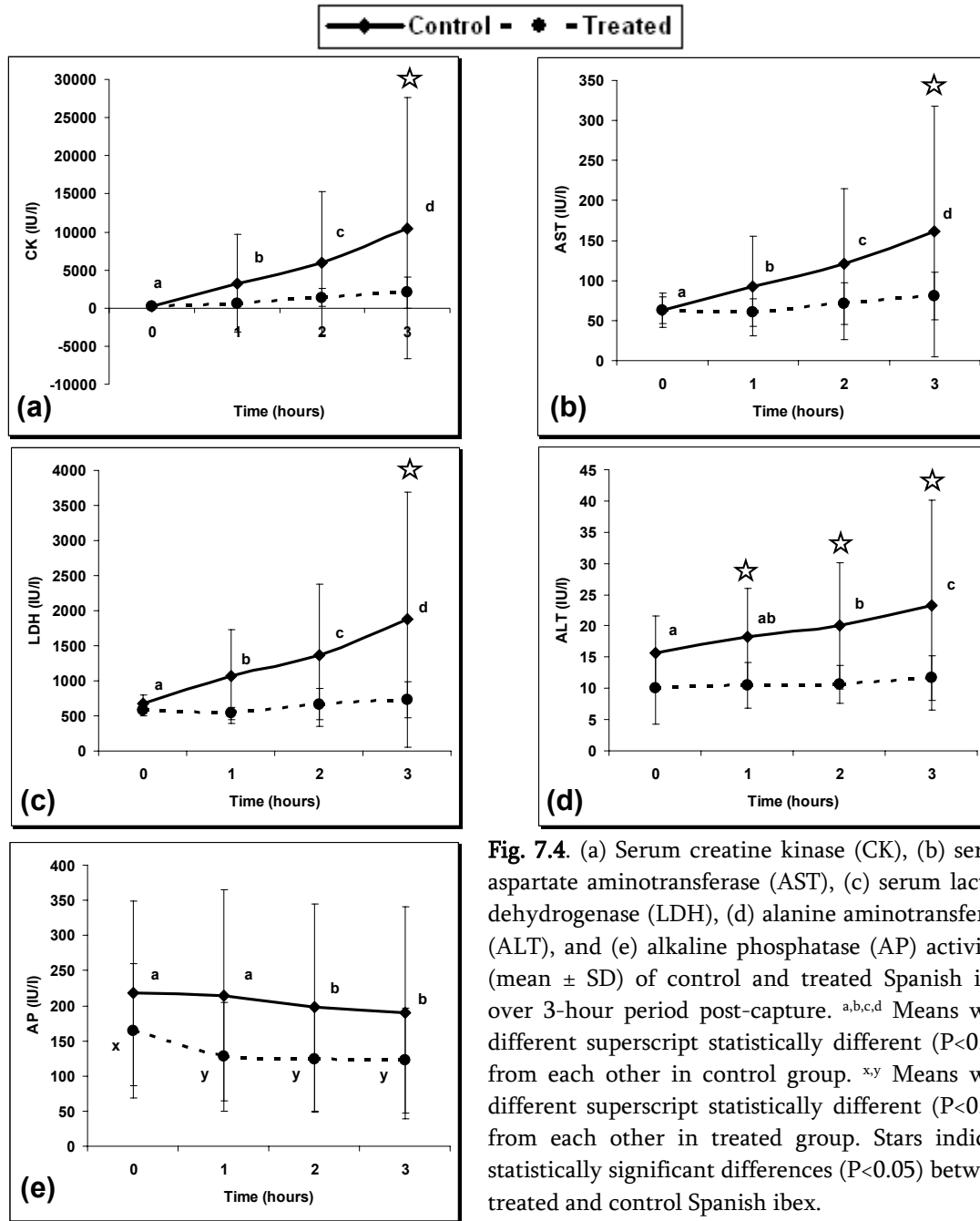


Fig. 7.4. (a) Serum creatine kinase (CK), (b) serum aspartate aminotransferase (AST), (c) serum lactate dehydrogenase (LDH), (d) alanine aminotransferase (ALT), and (e) alkaline phosphatase (AP) activities (mean \pm SD) of control and treated Spanish ibex over 3-hour period post-capture. ^{a,b,c,d} Means with different superscript statistically different ($P < 0.05$) from each other in control group. ^{x,y} Means with different superscript statistically different ($P < 0.05$) from each other in treated group. Stars indicate statistically significant differences ($P < 0.05$) between treated and control Spanish ibex.

The physiological variability in heart rate may be a better indicator of the status of the individual's nervous system and its capacity to respond to environmental demands (Porges, 1985). The coefficient of variation of heart rate has been used as a measure of heart rate variability (Hopster and Blokhuis, 1994) and in our study it was not significantly altered by treatment with acepromazine.

Body temperature is generated by muscular contraction, food assimilation and metabolism (Lusk, 1989). Physical activity can increase body temperature in captured



animals, but it exists another component - called stress-induced hyperthermia (SIH) - also produces this increase, and is related to activation of the sympathetic-adrenal medulla and the hypothalamic-pituitary-adrenal cortex (Groenink *et al*, 1994; Moe and Bakken, 1997; Bakken *et al*, 1999). It is time-dependent, takes 10 min to reach a high level in mice and foxes, and returns to its baseline value after 60 to 90 min (Zethof *et al*, 1994; Moe and Bakken, 1997). The low rectal temperature recorded in the treated group of Spanish ibexes could be explained by the hypothermic effect of acepromazine (Plumb, 2002), which reduces the temperature increase due to physical activity or SIH. Likewise, this hypothermic effect has been reported in Southern chamois (López-Olvera *et al*, 2007) while in roe deer no differences were found (Montané *et al*, 2003).

Capture stress activates the sympathetic nervous system, stimulating the adrenal medulla and releasing catecholamines (Ganong, 2004), together with secretion of adrenocorticotrophic hormone (ACTH) from the hypophysis, which stimulates corticosteroid secretion from the adrenal cortex (Oliverio, 1987; Guyton and Hall, 2000). Catecholamines cause splenic contraction due to stimulation of α -adrenergic receptors in the capsule of the spleen (Ganong, 2004), and also increase lymph circulation, mobilizing leukocytes from the marginal pools (capillary beds and lymph nodes) into the circulation and inducing leukocytosis with neutrophilia and/or lymphocytosis. Corticosteroids induce leukocytosis with neutrophilia, lymphopenia and eosinopenia, the maximum level being reached four to six hours after the stress episode (Jain, 1993). Lower values for RBC, PCV, haemoglobin concentration, WBC, neutrophils and lymphocytes in the treated group could be explained by the lesser effect of catecholamines and corticosteroids, most probably due to the tranquilizer. Acepromazine increases splenic sequestration of red cells, and consequently decreases more markedly RBC, PCV, haemoglobin concentration (Plumb, 2002) and also lymphocytes, and a lesser increase in WBC and neutrophils. Other species captured by drive-nets, such as roe deer and Southern chamois, showed similar changes in RBC, PCV and haemoglobin concentration (Montané *et al*, 2003; López-Olvera *et al*, 2007) and in the white blood cell differential count (López-Olvera *et al*, 2007).



Use of acepromazine for stress control in Spanish ibex captured by drive-net

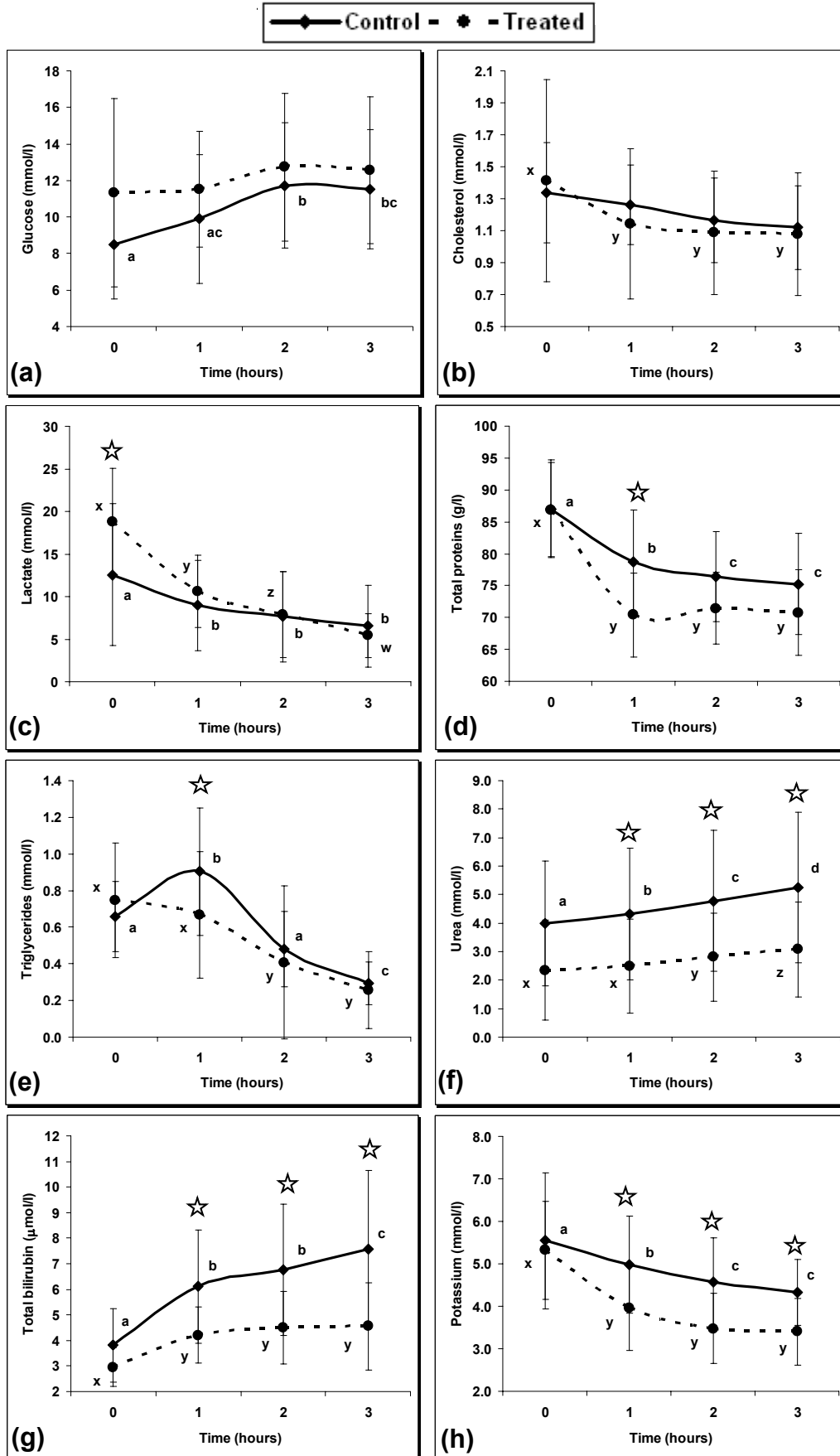


Fig. 7.5. (a) Concentration of serum glucose, (b) cholesterol, (c) lactate, (d) total proteins, (e) triglycerides, (f) urea, (g) total bilirubin, and (h) potassium (mean ± SD) of control and treated Spanish ibex over 3-hour period post-capture. ^{a,b,c,d} Means with different superscript statistically different ($P < 0.05$) from each other in control group. ^{x,y,z} Means with different superscript statistically different ($P < 0.05$) from each other in treated group. Stars indicate statistically significant differences ($P < 0.05$) between treated and control Spanish ibex.



Muscles of frightened or restrained animals that are not running are in a relatively isotonic state of contraction, which hinders blood flow into muscles and causes a poor tissue perfusion, decreased heat dissipation, and hypoxia (Spraker, 1993). Moreover, capture and handling cause an increase in muscle enzyme activity due to increased muscle cell permeability or muscle cell damage (Duncan and Prasse, 1986). Increases in muscular enzymes (ALT, AST, CK and LDH) have been reported in stressed wild ungulates and in those suffering from capture myopathy, CK and AST levels being the most sensitive indicators of muscular disorders (Williams and Thorne, 1996). Phenothiazines like acepromazine block alpha-adrenergic receptors in striated musculature, increasing blood flow (Booth, 1982), and have been reported to be beneficial for captured roe deer and Southern chamois (Montané *et al*, 2002 and 2003; López-Olvera *et al*, 2006 and 2007). The lower activities found in muscular enzymes in the treated group of Spanish ibexes also concur with these studies.

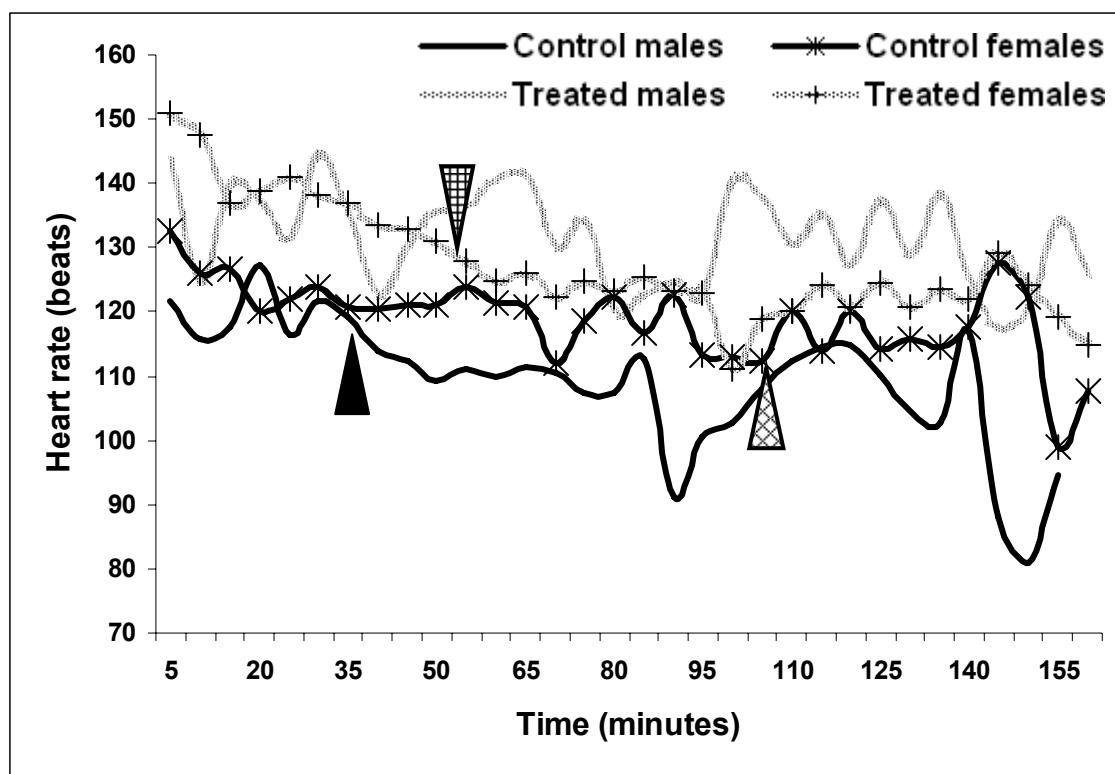
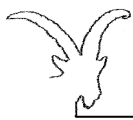


Fig. 7.6. Heart rate of control males (n=5), control females (n=9), treated males (n=4) and treated females (n=6) of Spanish ibex. Arrows indicate heart rate stability in respective groups.

Urea is the resulting metabolite of protein catabolism and its levels can increase induced by cortisol and muscular activity in physically-captured animals (Finco, 1997; Kaneko, 1997; Marco *et al*, 1998, Guyton and Hall, 2000). Catecholamines may cause an



increase (α -adrenergic effect) followed by a decrease (β_2 -effect) in serum potassium concentration and the acute administration of corticosteroids causes hyperkalemia (Bia and DeFronzo, 1981). Vasodilatation of muscular and renal arterioles promoted by the alpha-adrenergic blocking effect of acepromazine in the treated group may have reduced the increase in urea and potassium observed in the control group, as described in roe deer and Southern chamois (Montané *et al*, 2003; López-Olvera *et al*, 2007). The increase in serum bilirubin concentration in Spanish ibex could be due to stress-related haemolysis (Tennant, 1997), and concurs with previously reported data in other wild ungulates (Montané *et al*, 2002; López-Olvera *et al*, 2006 and 2007).

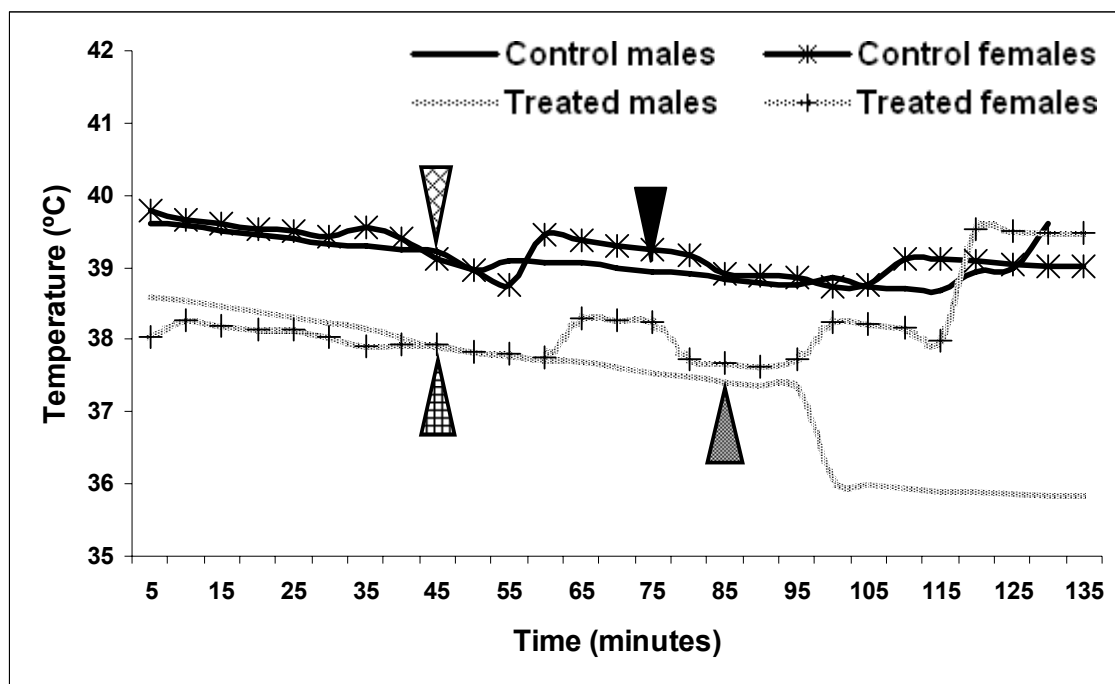
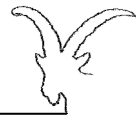


Fig. 7.7. Rectal temperature of control males (n=5), control females (n=7), treated males (n=4), and treated females (n=6) of Spanish ibex. Arrows indicate rectal temperature stability in respective groups.

López-Olvera *et al* (2007) reported that stress response was higher in Southern chamois females than males captured by drive-nets. However, sex differences found in Spanish ibexes in muscular enzymes, temperature and the coefficient of variation of heart rate, indicate a higher stress response in males than females, although their heart rate stabilization came earlier.

Spanish ibex followed a biphasic pattern in the stress response to capture, according to the differences observed in clinical, haematological and biochemical parameters.



The protective effect of acepromazine after capture and transport reported in other wild ungulates (Montané *et al*, 2002 and 2003; López-Olvera *et al*, 2006 and 2007) has also been observed in the Spanish ibex in this study. Thus, it is recommended for the reduction of stress adverse effects when capturing and handling this species.

Table 7.1. Sex differences in control group at three hours post-capture.

	Control males	Control females
CK	18957.20 ± 28117.10	5739.22 ± 3590.35
AST	250.00 ± 249.33	112.11 ± 36.44
LDH	2896.00 ± 2843.60	1309.89 ± 566.47
ALT	34.00 ± 24.79	17.33 ± 6.24
AP	298.20 ± 205.85	130.00 ± 65.18

CK, creatinine kinase; AST, aspartate aminotransferase; LDH, lactate dehydrogenase; ALT, alanine transferase; AP, alkaline phosphatase.

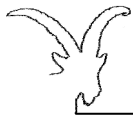
Table 7.2. Sex differences in creatinine concentration in treated group.

	Treated males	Treated females
Time 0	143.65 ± 26.40	109.36 ± 9.08
Time 1	132.60 ± 10.21	104.31 ± 15.05
Time 2	130.39 ± 26.40	99.01 ± 15.39
Time 3	130.39 ± 37.07	104.44 ± 20.80

- 8 -

Effect of acepromazine and haloperidol on stress
of Spanish ibex (*Capra pyrenaica*) captured by
box-trap

Encarna Casas-Díaz, Ignasi Marco, Jorge Ramón López-Olvera, Gregorio
Mentaberre, Santiago Lavín. En corrección.



ABSTRACT

Short-acting neuroleptic drugs have been used in stress treatment in wildlife. Acepromazine has benefit effects in wild ungulates when they are captured with physical methods. The aim of this study is to prove the effect of acepromazine and haloperidol in Spanish ibex when captured with box-trap. Thirty-six free-ranging ibexes (23 adult males and 13 adult females) were captured at the National Game Reserve of Ports de Tortosa i Beseit, North-eastern Spain. Thirteen animals (seven males and six females) received 0.1 mg/Kg of acepromazine maleate, eight adult male animals, received 0.33 mg/Kg of haloperidol and fifteen (eight males and seven females) animals acted as controls. Heart rate and rectal temperature were registered in all animals, and a cell blood count (14 parameters) and a biochemical profile (17 parameters) were also determined. Heart rate was stable earlier in the acepromazine group than in the control group, and earlier in the haloperidol group than in other groups. Females treated with acepromazine stabilized before all groups. Rectal temperature was lower and stabilized earlier in acepromazine and haloperidol groups than in the control group, and treated females remained with lower temperature for longer than treated males according to the control group. Red blood cell count (RBC), packed cell volume (PCV), haemoglobin concentration, white blood cell count (WBC), neutrophils, muscular enzymes (creatine kinase – CK, aspartate aminotransferase – AST, lactate dehydrogenase – LDH, alanine aminotransferase – ALT), cholesterol, creatinine and potassium concentration were lower in the group treated with acepromazine compared with the control group. Cholesterol, urea and total bilirubin concentration were higher in control females according to control males and, moreover, total bilirubin was lower in treated females than in control females. Spanish ibexes treated with haloperidol showed lower PCV, haemoglobin and creatinine, and higher AST, ALT, alkaline phosphatase (AP), total bilirubin and urea than control group. Moreover, alanine aminotransferase (ALT) and total bilirubin were higher also than acepromazine group. Clinical, haematological and biochemical results showed acepromazine efficacy in stressed Spanish ibexes captured by box-trap. The sex differences found demonstrate a different effect of tranquilizer according to gender, that females have a more intense stress response than males and a more effective effect of acepromazine.



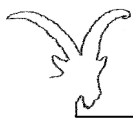
8.1. INTRODUCTION

The management of wildlife populations involves animal capture and handling. Objectives are population restocking, game translocation or biological studies. The stress produced by these situations and its effect in animals has been reported in wild ungulates (Franzmann and Thorne, 1970; Hyvärinen *et al.*, 1976; Mautz *et al.*, 1980; Hatting *et al.*, 1988; DeNicola and Swihart, 1997; Marco *et al.*, 1997), and the election of capture method depends on different factors like safety and welfare (Jessup *et al.*, 1988; Berducou, 1993).

Physical methods of capture have been used in Spanish wild ungulates and it has been demonstrated that stress is induced by these captures (Fernández-Arias *et al.*, 1993; Peinado *et al.*, 1993; Marco *et al.*, 1997; Marco and Lavín, 1999; Montané *et al.*, 2003; Pérez *et al.*, 2003; López-Olvera *et al.*, 2007). The study of changes in clinical, haematological and biochemical parameters is necessary to assess stress effects in animals when captured (Williams and Thorne, 1996), and administration of short and long-acting neuroleptic drugs immediately after capture reduces their harmful consequences (Ebedes and Raath, 1999).

Acepromazine is a phenothiazine that blocks alpha-adrenergic receptors producing beneficial effects like hypotension, hypothermia, better perfusion in muscle and renal excretion in wild ungulates (Gross and Booth, 1995; Diverio *et al.*, 1996; Plumb, 2002; Montané *et al.*, 2002 and 2003; López-Olvera *et al.*, 2006 and 2007). Haloperidol is a butyrophenone that produces clinical effects similar to those caused by phenothiazines. It has a selective depressant action on the central nervous system, reducing psychomotor activity without producing hypothermia and hypotension (Hofmeyr, 1981; Gross and Booth, 1995). This makes it a useful tranquilizer for situations like transportation and adaptation of wild animals to new surroundings since in wild ungulates has showed a sedative effect of 14 hours (Hofmeyr, 1981; Ebedes and Raath, 1999). Intramuscular doses reported for acepromazine are 0.05-0.1 mg/kg (Nielsen, 1999; Plumb, 2002) and 0.1-0.8 mg/kg for haloperidol (Hofmeyr, 1981; Gandini *et al.*, 1989).

Evaluation of different tranquilizers is necessary to determine which is the best treatment in animals that are going to suffer a capture-induced stress. The drugs used in this study, acepromazine and haloperidol, have never been used before in



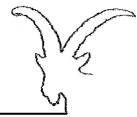
Spanish ibexes. The aim of this study is to measure box-trap capture-related stress, as well as to assess the effect of these tranquilizers on stress response using clinical, haematological and biochemical parameters.

8.2. MATERIAL AND METHODS

Thirty-six free-ranging Spanish ibexes - 23 adult males (two years old and over) and 13 adult females - were captured by box-trap in the National Game Reserve of Ports de Tortosa i Beseit (40°50'N, 0°30'E), in Catalonia, North-eastern Spain. Thirteen randomly selected animals, seven males and six females, received 3.8 mg (0.10 ± 0.02 mg/kg, mean \pm SD) of acepromazine maleate (Calmo Neosan[®], 5 mg/ml, Smithkline Beecham, Madrid, Spain) in a volume of 0.73 ± 0.20 ml in the femoral area IM. In an equivalent manner, eight males received 14.8 mg (0.33 ± 0.06 mg/kg, mean \pm SD) of haloperidol (Haloperidol Esteve[®], Laboratorios Dr. Esteve, Barcelona, Spain) in a volume of 2.95 ± 0.69 ml. The fifteen ibexes remaining, eight males and seven females, acted as controls receiving 1 ml of saline. The mean body weight for males was 49.20 ± 12.76 kg (range 28.0-68.6) and 28.08 ± 6.00 kg for females (range 27.45-35.55).

Thirty-two capture operations were carried out from March 2003 to June 2005 to obtain thirty-six Spanish ibexes. The animals normally were captured individually with box-traps, but six captures were double, being two of them the female with its young, three times a male with a female and once two females. Box-traps were placed in ten different locations in the game reserve and were baited with salt and vegetables. While entering into the trap, the animal triggered an internal mechanism whereby two sliding doors closed the cage. The box-traps were visited daily by the rangers, and the research team was called when an animal was discovered.

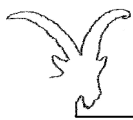
A net was placed to get the animal when the door opened and the animal came out. Once the ibex was trapped, it was blindfolded, had their legs restrained and was placed in a 4 x 4 cm mesh transport sack net (Ziboni Ornitecnica, Bergamo, Italy), and then the animal was maintained there for three hours. At the moment of physical restraint, the left precordial area was clipped to install the transmitter of a



heart rate recording device (Polar Vantage NV and Polar S710i, Polar Electro Oy, Kempele, Finland). Ultrasonography gel was used to ensure good contact between the electrodes and the skin. The receiver was placed in a collar around the neck, since it must be less than 1.5 m from the transmitter. A telemetric temperature recording device (Mätman datalogger[®], Chipsobits Eltex AB, Sweden) was also inserted into the rectum of the animals. The heart-rate device was placed during 165.88 ± 29.71 min (mean \pm SD) and the rectal temperature one for 138.06 ± 44.60 min (mean \pm SD) after capture. Throughout the study period both, the heart rate and the temperature, were measured and recorded every 60s. The registers were saved using their respective software and converted to numeric values. To allow statistical analysis, a mean value of every 5 min was calculated for both heart rate and temperature. The coefficient of variation of heart rate has been used to measure its variability.

Blood samples were collected from the jugular vein using 10 ml syringes fitted with 21Gx1” needles. For haematological analyses two ml of each sample were placed in a commercial tube containing tripotassium ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA K₃) as anticoagulant. The remaining blood was placed in a serum collection tube with polystyrene granules and allowed to clot in a portable icebox. Once the clot had formed, the samples were centrifuged at 1811 g for 15 minutes, and the serum obtained was frozen at -20°C and kept at this temperature until analysis. All the samples were processed within 12 hours after collection.

The red blood cell count (RBC), white blood cell count (WBC), platelet count and haemoglobin concentration were determined with an electronic impedance semi-automatic analyzer (Sysmex F-800; Toa Medical Electronics, Hamburg, Germany). The packed cell volume (PCV) was measured by the standard microhaematocrit method, using a microhaematocrit centrifuge (Haematospin 1400, Hawksley, Sussex, UK) at 14000 G for six minutes. The mean corpuscular volume (MCV) and mean corpuscular haemoglobin concentration (MCHC) were calculated from the RBC, haemoglobin concentration and PCV. A differential leukocyte count was made by identifying 200 leukocytes on blood smears stained with a commercial Diff-Quick-like stain (Química Clínica Aplicada, Tarragona, Spain). The biochemical parameters were determined with two automatic analyzers (Cobas Mira, Roche, Rotkreuz, Switzerland; Olympus AU400, Olympus, Mainz, Germany), except sodium and



potassium, which were measured by flame photometry (Corning 410C; Corning Medical Medfield, USA), and cortisol, which was analyzed with a commercial ELISA kit (EIA-1887; DRG Instruments, Germany).

Statistical analyses were performed by means of a repeated measures analysis of variance using the PROC MIXED procedure of the SAS[®] System for Windows V8 (SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA). The main factors were treatment (acepromazine, haloperidol or saline) and sex, whereas the repeated factor was time. Least square means (LS MEANS) were used due to the unbalanced distribution of animals between groups. In all cases, significance level accepted was at least $p < 0.05$. The group treated with haloperidol was only composed by males and the values and records obtained were compared with the same gender of control and acepromazine groups.

8.3. RESULTS

After fitting the cardiac and the temperature recording devices both, the rectal temperature and the heart-rate, showed a decrease throughout the study period in all groups (Fig. 8.1). The acepromazine group demonstrated stabilization of heart rate at 135 min and rectal temperature at 115 min. Animals treated with acepromazine reached stable values earlier than control group which showed stability at 175 min (heart rate) and 140 min (rectal temperature). Compared with the control group, heart rate was significantly lower in the treated group at minutes 40, 50 and 60, while rectal temperature was lower all the time registered (Figs. 8.1a, 1b). The coefficient of variation of heart rate in the acepromazine group ($18.11 \pm 4.80\%$, mean \pm SD) was lower than in the control group ($28.13 \pm 4.66\%$, mean \pm SD).

Heart rate of males treated with acepromazine showed no stabilization throughout the studied time, and his coefficient of variation ($16.81 \pm 5.86\%$, mean \pm SD) was higher than the coefficient of variation of treated females ($12.14 \pm 4.79\%$, mean \pm SD). Nevertheless, between 25 and 40 min treated males presented a lower heart rate than treated females. Rectal temperature of treated females remained below the control group for longer than treated males (90 min and 55 min, respectively).

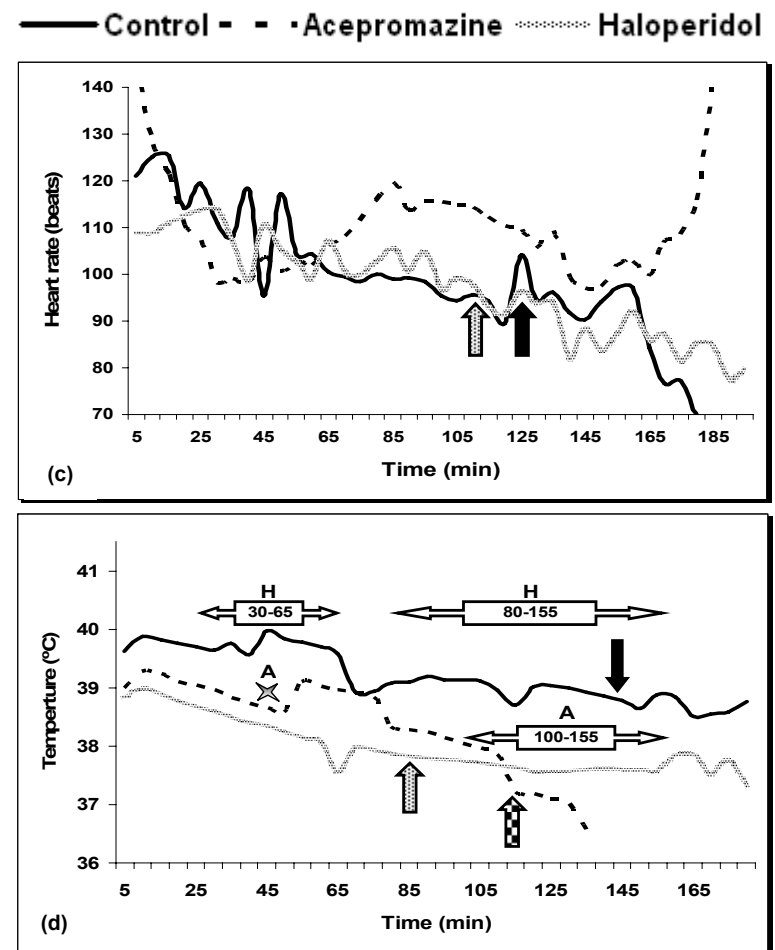
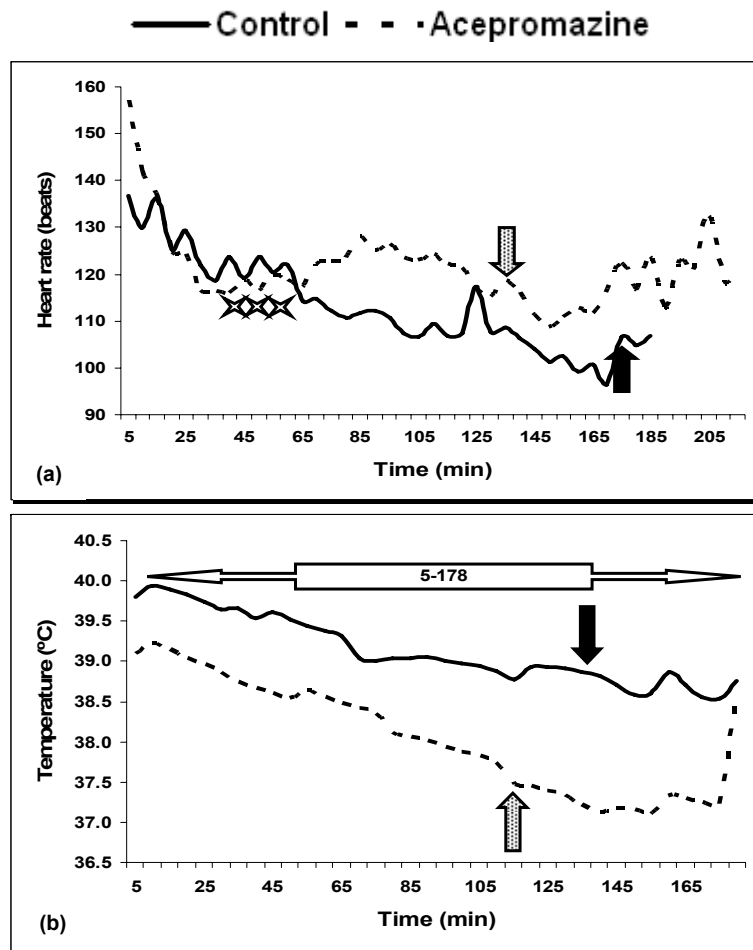


Fig. 8.1. (a) Heart rate of control (n=15) and treated with acepromazine (n=13) Spanish ibex goupes. (b) Rectal temperature of control (n=14) and treated with acepromazine (n=12) Spanish ibexes. (c) Heart rate of control males (n=8), males treated with acepromazine (n=7) and males treated with haloperidol (n=8) Spanish ibexes. (d) Rectal temperature of control males (n=7), males treated with acepromazine (n=6) and males treated with haloperidol (n=8) Spanish ibexes. Crosses indicate statistically significant ($P < 0.05$) differences between treated and control animals. Arrows indicate heart rate and rectal temperature stabilization at their respective groups. Minutes in the arrowed square indicate statistically significant ($P < 0.05$) differences between treated and control animals throughout the indicated time (A=acepromazine, H=haloperidol).



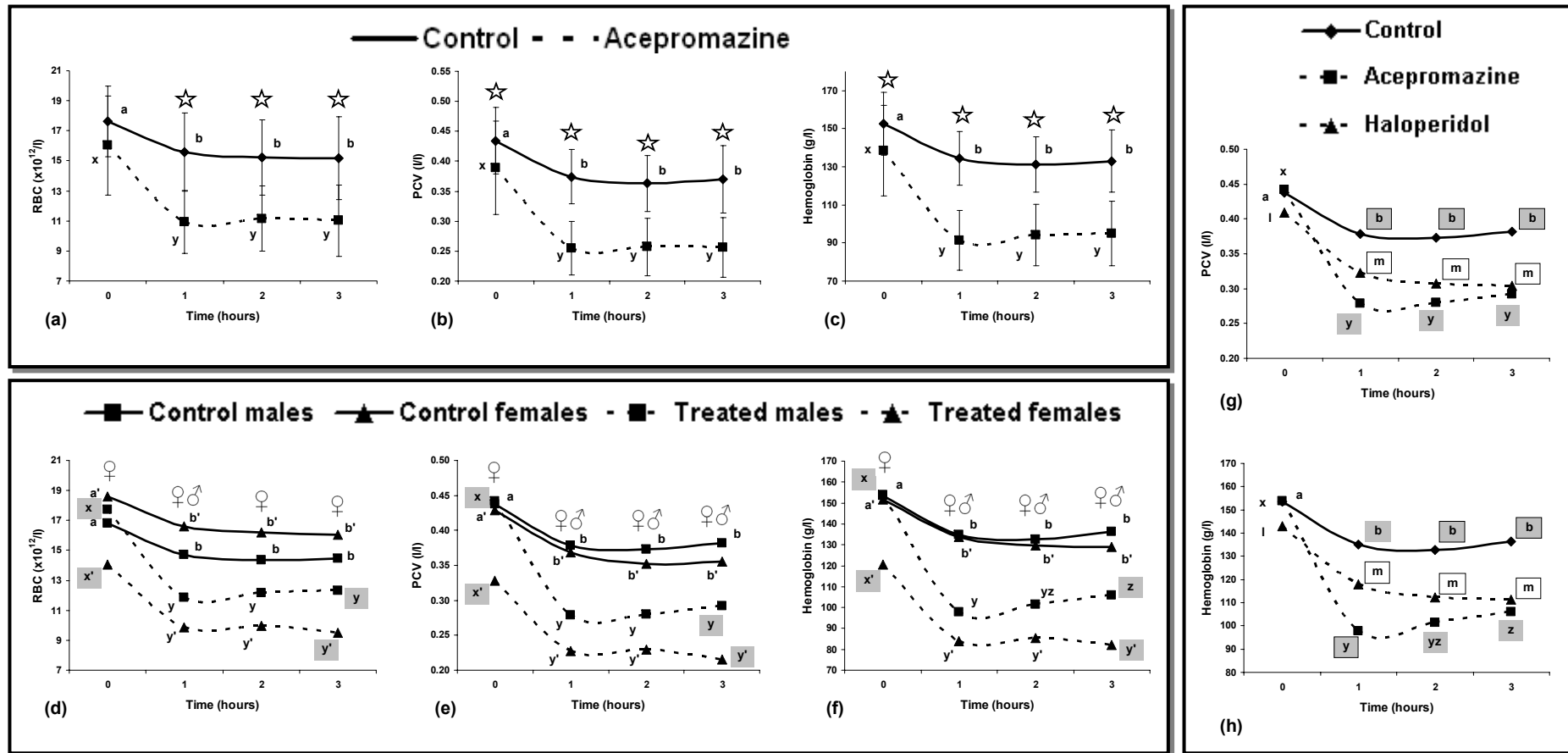


Fig. 8.2. Red blood cell count (RBC), packed cell volume (PCV) and hemoglobin concentration: (a,b,c) control and treated with acepromazine Spanish ibexes (mean \pm SD), (d,e,f) males and females of the same assay, and (g,h) males of the control group and males treated with acepromazine and haloperidol over the study. ^{a,b} Means with different superscript are statistically different ($P < 0.05$) from each other in the control group, ^{x,y,z} in the treated group with acepromazine and ^{l,m} in the treated group with haloperidol. Stars indicate statistically significant differences ($P < 0.05$) between treated and control groups. ♀ or ♂ indicate statistically significant differences ($P < 0.05$) between treated and control groups when comparing sex. Shady indicates statistically significant differences ($P < 0.05$) between sex (d,e,f). Shady and boxes indicate statistically significant differences ($P < 0.05$) in Spanish ibexes among each group (g,h).





Treated males with haloperidol showed heart rate stabilization earlier than control group (110 min and 125 min, respectively), and the coefficient of variation ($22.00 \pm 4.75\%$, mean \pm SD) was higher than that of the acepromazine group ($16.81 \pm 5.86\%$) (Fig. 8.1c). Rectal temperature of haloperidol group remained lower than the control group (30-65 min and 80-155 min) and it stabilized earlier than the acepromazine and the control groups (85 min, 110 min and 145 min (Fig. 8.1d).

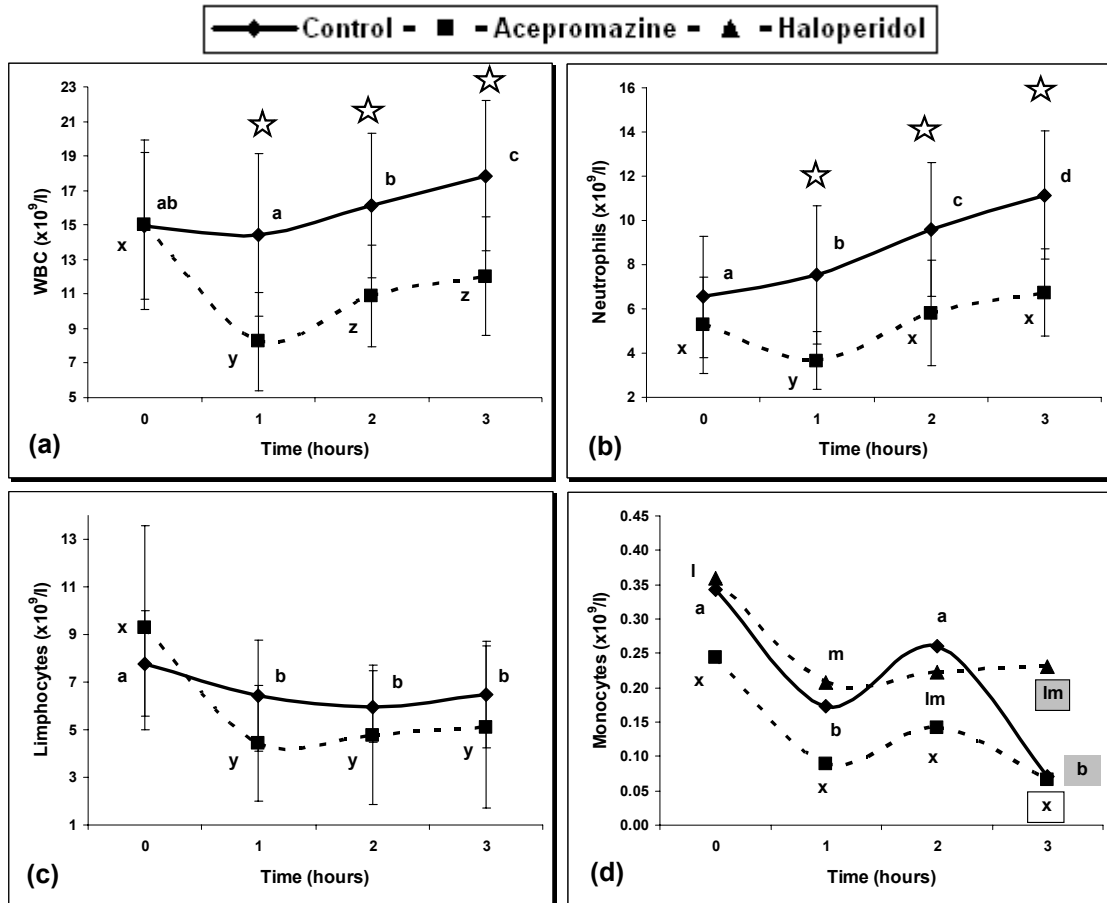
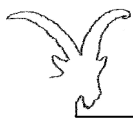


Fig. 8.3. Control and treated with acepromazine (mean \pm SD): (a) White blood cell count (WBC) mean, (b) neutrophils, and (c) lymphocytes. (d) Monocytes from males of the control group and males treated with acepromazine or with haloperidol over the study. ^{a,b,c,d} Means with different superscript are statistically different ($P < 0.05$) from each other in the control group, ^{x,y,z} in the treated group with acepromazine and ^{l,m} in the treated group with haloperidol. Stars indicate statistically significant differences ($P < 0.05$) between treated and control Spanish ibexes. Shady and boxes indicate statistically significant differences ($P < 0.05$) in Spanish ibexes among each group.

Red blood cell count, PCV and haemoglobin concentration decreased in acepromazine and control groups and were significantly lower in the first (Fig. 8.2a, 8.2b and 8.2c). Both sexes confirmed differences with treatment except for RBC, which had no differences in males, and treated females showed lower values for those parameters than treated males at the capture time and three hours after (Fig.



8.2d, 8.2e, 8.2f). The group treated with haloperidol showed also lower PCV and haemoglobin than control group (Fig. 8.2g and 8.2h).

White blood cell count and neutrophils increased in the control group, and decreased during the first hour in the acepromazine group to increase two hours later (Fig. 8.3a and 8.3b). Moreover, the values were significantly lower in animals treated with acepromazine than those obtained from the control group. Lymphocytes decreased in control and acepromazine groups (Fig. 8.3c) and monocytes were higher in males treated with haloperidol than in other groups three hours after the capture (Fig. 8.3d).

The treated group showed lower values of creatine kinase (CK), aspartate aminotransferase (AST), lactate dehydrogenase (LDH) and alanine aminotransferase (ALT) activities than the control group. Serum CK activity increased in control and acepromazine groups, while LDH, AST and ALT activities increased only in the control group. Higher values of CK, LDH, ALT and AST has been found also in control females with regard to control group and too, to control males (Fig. 8.4).

Concentration of glucose and urea increased in control and acepromazine groups, whereas lactate decreased (Fig. 8.5a, 8.5b and 8.5c). Total bilirubin and creatinine increased in the control group, while creatinine and cholesterol decreased in the acepromazine group, being lower than the control group the two last hours (Fig. 8.5e and 8.5f). Concentrations of potassium and total proteins decreased in both groups and were lower in the acepromazine group than in the control group after three hours (Fig. 8.5g and 8.5h, respectively).

Lactate decreased in both sexes and was higher in control males than in control females. Nevertheless, total proteins and cholesterol were higher in control females than in control males in the two last hours, and during all the time for urea and total bilirubin. Moreover, total bilirubin showed higher values in treated females than in treated males and control females (Fig. 8.6).

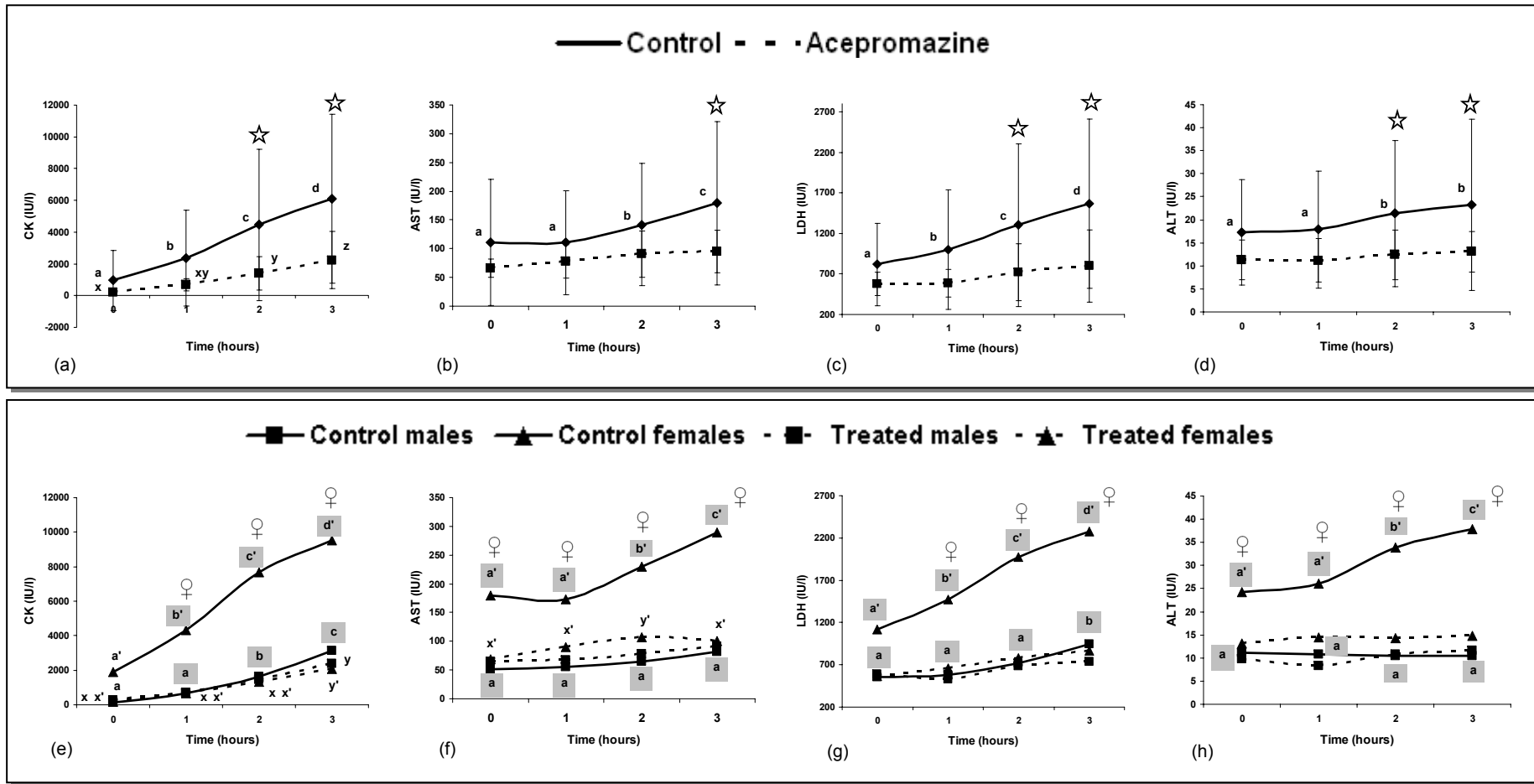


Fig. 8.4. Serum creatine kinas (CK) (a), serum aspartate aminotransferase (AST) (b), serum lactate dehydrogenase (LDH) (c) and alanine aminotransferase (ALT) (d) activities for control and treated with acepromazine Spanish ibexes (mean ± SD), and comparison between males and females of the same assay over the capture: (e) CK, (f) AST, (g) LDH and (h) ALT. ^{a,b,c,d} Means with different superscript are statistically different (P<0.05) from each other in the control group and ^{x,y,z} in the treated group with acepromazine. Stars indicate statistically significant differences (P<0.05) between treated and control groups. ♀ indicates statistically significant differences (P<0.05) between treated and control groups females of Spanish ibexes. Shady indicates statistically significant differences (P<0.05) between control males and females.





Effect of acepromazine and haloperidol on stress of Spanish ibex captured by box-trap

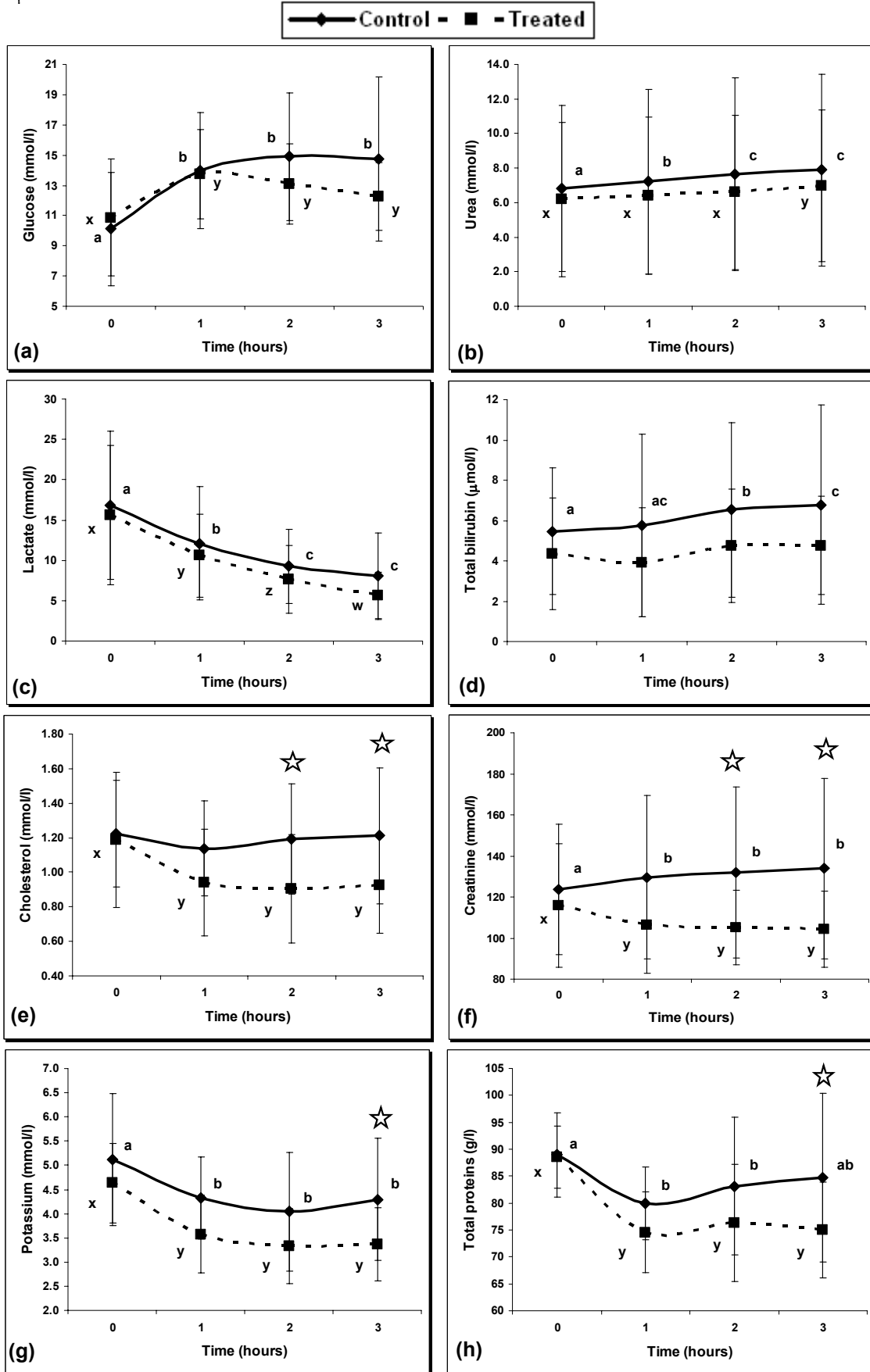


Fig. 8.5. Mean of concentration of serum (a) glucose, (b) urea, (c) lactate, (d) total bilirubin, (e) cholesterol, (f) creatinine, (g) potassium and (h) total proteins from control and treated (mean ± SD) with acepromazine groups over the study. ^{a,b,c} Means with different superscript are statistically different ($P < 0.05$) from each other in the control group. ^{w,x,y,z} Means with different superscript are



statistically different ($P < 0.05$) from each other in the treated group with acepromazine. Stars indicate statistically significant differences ($P < 0.05$) between treated with acepromazine and control Spanish ibexes.

The group treated with haloperidol showed a higher AST, ALT, AP, total bilirubin and urea than the control group, as well as, higher values of ALT and total bilirubin than acepromazine group. However, creatinine concentration was lower than control and acepromazine groups (Fig. 8.7).

8.4. DISCUSSION

Haematological, biochemical and clinical parameters are used to assess stress caused by capture and handling in wild ungulates (Williams and Thorne, 1996). Parameters like heart rate and body temperature are considered to be indicators of acute stress (Franzmann and Thorne, 1970; Kock *et al.*, 1987a; Broom and Johnson, 1993). In our study we didn't observe differences in heart rate between control and treated groups of Spanish ibexes. This could be due to interindividual variability or to the reflect tachycardia produced secondary to the hypotension induced by acepromazine treatment (Diverio *et al.*, 1996; Hopster, 1998; Plumb 2002). These results are in accordance with other studies on normal, stressed or tranquilized wild ungulates (Kock *et al.*, 1987a; Montané *et al.*, 2003; López-Olvera *et al.*, 2007).

Porges (1985) considered that physiological variability in heart rate may be a better indicator of the status of the nervous system of the individual and its capacity to respond to environmental demands, and Hopster and Blokhuis (1994) used the coefficient of variation as a measure of heart rate variability. Acepromazine showed a better effect than haloperidol since it gave a lower coefficient of variation of heart rate. Nevertheless, the stabilization of groups treated with tranquilizers appeared earlier than it did for the control group except for males treated with acepromazine, which showed no stabilization.

Mechanisms like muscular contraction, food assimilation, metabolism and physical activity increase body temperature in captured animals. This rise can also be produced by stress-induced hyperthermia (SIH), which in turn is induced by the activation of both the sympathetic-adrenal medulla and the hypothalamic-pituitary-

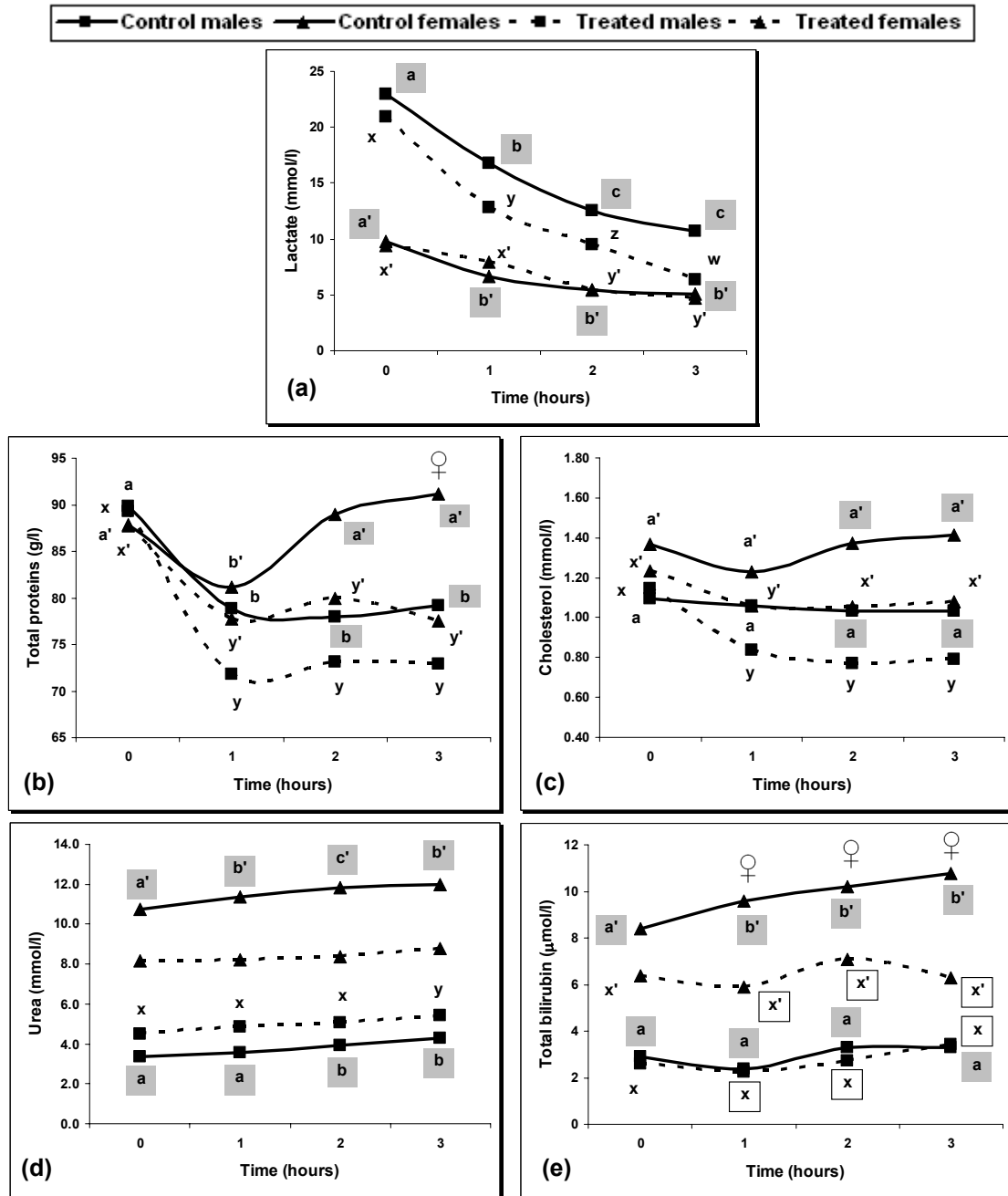


Fig. 8.6. Concentration of serum (a) total proteins, (b) urea, (c) lactate, (d) total bilirubin, and (e) cholesterol (mean) of males and females from treated with acepromazine and control groups over the study. ^{a,b,c} Means with different superscript are statistically different ($P < 0.05$) from each other in the control group. ^{w,x,y,z} Means with different superscript are statistically different ($P < 0.05$) from each other in the treated group with acepromazine. ♀ or ♂ indicate statistically significant differences ($P < 0.05$) between treated and control groups when comparing sex. Shady and boxes indicate statistically significant differences ($P < 0.05$) between males and females Spanish ibex in each group.

adrenal cortex (Lusk, 1989; Groenink *et al.*, 1994; Moe and Bakken, 1997; Bakken *et al.*, 1999). The hypothermic effect caused by acepromazine (Plumb, 2002) and the reduction of psychomotor activity and tranquilization produced by haloperidol (Gross and Booth, 1995) may explain the lower values of rectal temperature in the treated group when



compared with the control group. Acepromazine hypothermic effect has been reported before in Southern chamois (López-Olvera *et al.*, 2007).

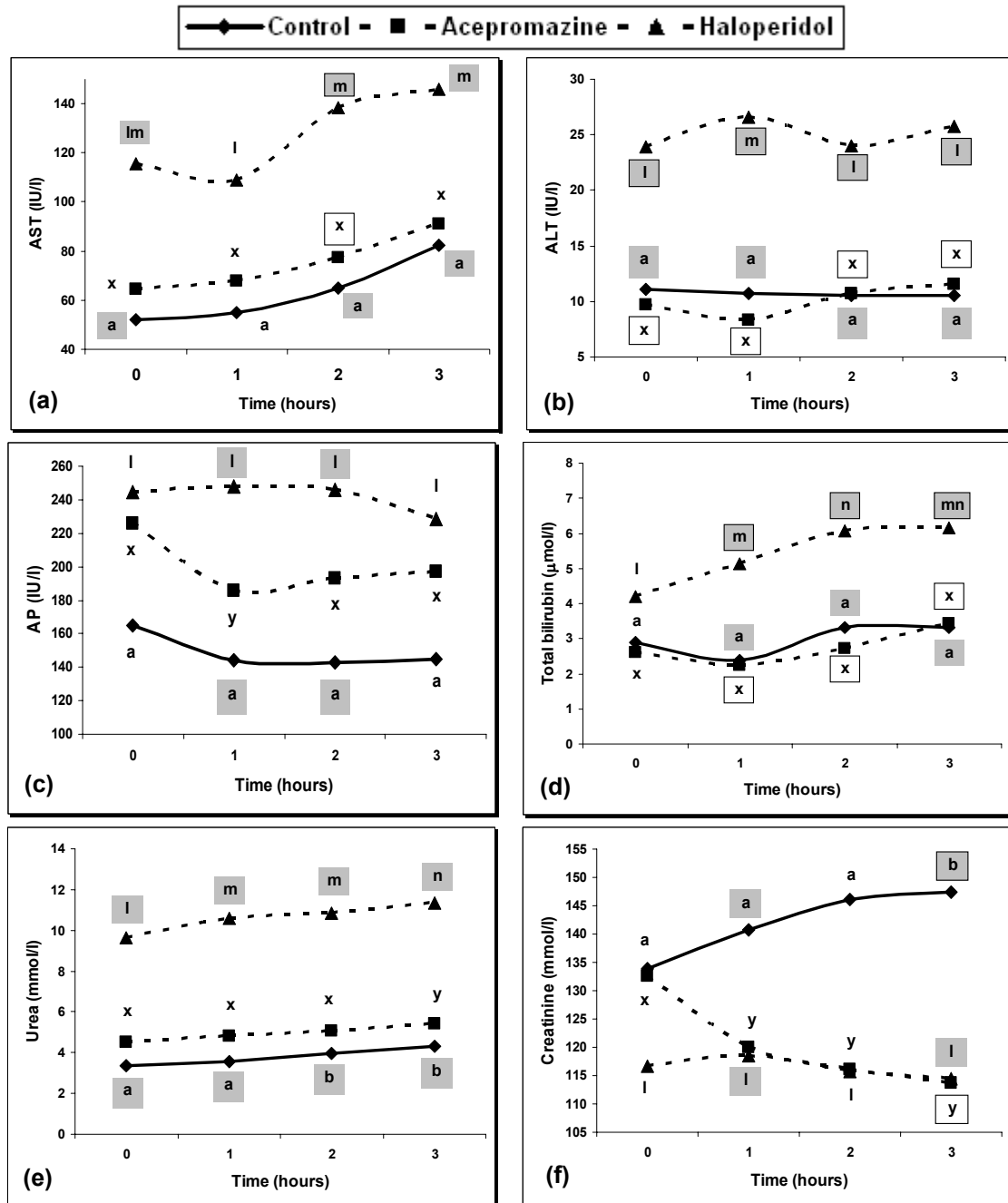
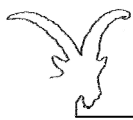


Fig. 8.7. (a) Serum aspartate aminotransferase (AST), (b) alanine aminotransferase (ALT), (c) alkaline phosphatase (AP) activities, and concentration of (d) urea, (e) creatinine, and (f) total bilirubin (mean) of treated with acepromazine and with haloperidol and control groups over the study. ^{a,b} Means with different superscript are statistically different (P<0.05) from each other in the control group. ^{x,y} Means with different superscript are statistically different (P<0.05) from each other in the treated group with acepromazine. ^{l,m,n} Means with different superscript are statistically different (P<0.05) from each other in the treated group with haloperidol. Shady and boxes indicate statistically significant differences (P<0.05) in Spanish ibexes between each group.



When animals are captured, the adrenal medulla is stimulated by activation of sympathetic nervous system, producing a catecholamine release and stimulates corticosteroid secretion from the adrenal cortex (Oliverio, 1987; Guyton and Hall, 2000; Ganong, 2004). Catecholamines induce spleen capsule contraction due to stimulation of α -adrenergic receptors and increase lymph circulation. These effects produced the release of erythrocytes and leukocytes into the circulation and, consequently, an increase in erythrocytic parameters, leukocytes, neutrophils and lymphocytes. Corticosteroids produce leukocytosis with neutrophilia also, but cause lymphopenia and eosinopenia four to six hours after their release (Jain, 1993; Ganong, 2004). Monocytosis may appear or not, depending on the species, if it does it is caused by epinephrine and corticosteroids (Jain, 1993; Duncan *et al.*, 1994; Taylor 2000). Lower values for RBC, PCV, haemoglobin concentration, WBC and neutrophils in the group treated with acepromazine could be explained by its tranquilizer effect. Lower values of RBC, PCV and haemoglobin concentration in treated females could indicate that acepromazine has a higher tranquilizer effect in this group. Other species captured by physical methods and tranquilized by acepromazine showed similar changes in red and white blood values (Montané *et al.*, 2003; López-Olvera *et al.*, 2007). Haloperidol causes hypotension due to vasodilatation induced by blockage of peripheral adrenoceptors, which produce a decrease in haematological values (Gross and Booth, 1995). The effect of haloperidol is less clear compared with acepromazine because only PCV and haemoglobin decreased in males, and monocytosis was only present at the end of the study period.

Capture and handling cause an increase in muscle enzyme activity due to increased muscle cell permeability or muscle cell damage (Duncan and Prasse, 1986). Williams and Thorne (1996) reported increases in muscular enzymes (ALT, AST, CK and LDH) in stressed wild ungulates and in those suffering from capture myopathy, being CK and AST levels the most sensitive indicators of muscular disorders. The block on alpha-adrenergic receptors from the striated musculature produced by acepromazine increases blood flow (Gross and Booth, 1995) and is beneficial for wild ungulates when captured, like in roe deer and Southern chamois (Montané *et al.*, 2002 and 2003; López-Olvera *et al.*, 2006 and 2007). The beneficial actions of acepromazine more evident in females of Southern chamois captured by drive-nets, as muscular enzymes decrease most probably due to a stronger renal and muscular vasodilatation effect of this drug in this gender (López-Olvera *et al.*, 2007). In Spanish ibex, acepromazine effect was

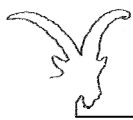


evident at the end of the study period and females followed a similar pattern of that presented for Southern chamois, showing a higher stress reaction when compared to control males and a better response to acepromazine treatment.

Corticosteroids and catecholamines released in stress episodes have a lipolytic effect on the adipose tissue, stimulating fat mobilization and increasing the circulation of free fatty acids (Guyton and Hall, 2000). Furthermore, catecholamines induce renal and muscular vasoconstriction which in turn increases creatinine and potassium serum concentration (Finco, 1997). Some authors have also found these parameters increased in wild animals (Franzmann and Thorne, 1970, Kock *et al.*, 1987a; Peinado *et al.*, 1993; Montané *et al.*, 2002 and 2003; López-Olvera *et al.*, 2006 and 2007) and in the Spanish ibexes of our study we found higher cholesterol, creatinine and potassium concentration in the control group too.

Serum glucose concentration rises by glycogenolysis and glycogenesis induced by catecholamines and glucocorticoids (Ganong, 2004; Guyton and Hall, 2000), and it has been reported to increase in stressed animals (Franzmann and Thorne, 1970; Bush *et al.*, 1981; Hatting *et al.*, 1988; Carragher *et al.*, 1997). Increase of serum urea concentration has been previously reported also in wild and domestic ungulates due to an increase in muscular activity or a higher protein catabolism induced by cortisol (Kople and Coburn, 1974; Kock *et al.*, 1987a; Williams *et al.*, 1992; Finco, 1997; Guyton and Hall, 2000). Moreover, levels of serum bilirubin can increase due to hepatocellular damage and/or haemoglobin release due to the haemolysis induced by stressful situations (Bush 1993; Tennant, 1997). Increases in glucose, urea and total bilirubin were found in Spanish ibex, and acepromazine did not demonstrate to have any effect on these biochemical parameters.

Lactate levels increase in wild impala due to capture and handling (Hatting *et al.*, 1988) because catecholamines induce muscle glycogenolysis and physical exercise promotes anaerobic metabolism (Kaneko, 1997a; Ganong, 2004). Our results showed a decrease in serum lactate concentration along the study period in all groups, which probably indicates that lactate levels, after initial rise due to physical activity, returned to baseline.



Cortisol may cause a decrease in serum total protein due to its catabolic effect (Kaneko, 1997b). However, contradictory results have been published about total protein changes due to stress, some authors have found no changes, whereas others have found a slight increase attributed to dehydration (Kock *et al.*, 1987a; Wolkers *et al.*, 1994; Marco *et al.*, 1997; Montané *et al.*, 2003). Our animals demonstrated neither proteic catabolic effect nor dehydration, because we found no differences in urea and proteins between control and treated group.

Some of the biochemical parameters discussed before had differences according to sex in control group. Females from control group showed higher cholesterol, urea and total bilirubin values than males, and they also had higher values of total bilirubin than treated females. Similar results were described in previous studies in females of Southern chamois, which showed a more intense stress response and a more effective effect of acepromazine (López-Olvera *et al.*, 2007).

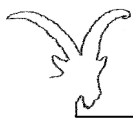
Hypotension produced by vasodilatation effect of haloperidol could increase renal excretion of creatinine and could be explain the drop in creatinine concentration. Moreover, other side effects in humans include tremors, muscle-stiffness, and muscle-cramping, producing an increase in muscular enzymes activities and metabolism of proteins (Gross and Booth, 1995). The higher activity of AST, ALT, AP, and higher urea concentration in the haloperidol group, points to a better protective effect of acepromazine when compared to haloperidol.

To summarize, Spanish ibex showed similar stress response of other wild ungulates captured with physical methods and results obtained show the suitability of using acepromazine in their capture. The sedative, alpha-adrenergic blocking, hypothermic and muscular protective effects, improve the welfare of Spanish ibexes captured and decrease the risk of developing stress-related pathologies, as capture myopathy. Stress response have few differences between males and females, and between acepromazine and haloperidol treatments, therefore more studies are needed to provide a more accurate account of the sex and haloperidol effect.

- 9 -

**Anaesthesia with xylazine + ketamine and
medetomidine + ketamine administered with an
anaesthetic rifle and a blowpipe in Spanish ibex
(*Capra pyrenaica*)**

Encarna Casas-Díaz, Ignasi Marco, Jorge Ramón López-Olvera, Gregorio
Mentaberre, Santiago Lavín. En corrección.



ABSTRACT

Forty-three Spanish ibexes were captured with chemical methods. Thirty-five animals were captured with an anaesthetic rifle in the National Park of Sierra Nevada, the south of Spain. Two different anaesthetic combinations were applied to them: xylazine (xyl) $2,99 \pm 0,40$ mg/Kg + ketamine (ket) $3,01 \pm 0,41$ mg/Kg and medetomidine (med) $0,10 \pm 0,02$ mg/Kg + ketamine $2,10 \pm 0,30$ mg/Kg. Eight animals were captured with a box trap and later they were anaesthetised with xyl + ket administered with a blowpipe, in the National Game Reserve of Ports de Tortosa i Beseit, the northeast of Spain. Temporary anaesthesia measures were evaluated as well as clinical parameters (respiratory frequency, cardiac frequency and rectal temperature), oxygen saturation, haematological parameters (complete blood cell count) and biochemical parameters. The time of induction was inferior in the group anaesthetised with xyl + ket (8.15 ± 4.08 min) than in the one with med + ket (11.64 ± 7.38 min). The respiratory frequency (breaths per minute, b.p.m.) was similar between the two anaesthetic groups but superior in the group anaesthetized with rifle (107.49 ± 35.93 b.p.m.) than in the one anaesthetised with blowpipe (38.73 ± 15.97 b.p.m.). The combination med + ket displayed a lower cardiac frequency and earlier stabilization than the one of xyl + ket. However, the temperature stabilized later, the mean corpuscular volume (MCV) decreased between the two obtained samples, the count of leukocytes was lower throughout the whole study and the sodium concentration was higher at the end of the study with respect to the group of xyl + ket. The xyl + ket group presents an increase in the neutrophil count, the serum creatinine kinase activity (CK), and the aspartate aminotransferase (AST), and a decrease of the triglycerides levels between the two obtained samples. The haematocrit or packed cell volume (PCV), haemoglobin concentration, mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular haemoglobin (MCH), mean corpuscular haemoglobin concentration (MCHC), urea and potassium levels were higher in the group anaesthetised with the rifle than in the blowpipe group, whereas the eosinophil count diminishes and the total protein concentration, the total bilirubine, the alanine aminotransferase (ALT) and the level of chloride were lower. The few differences found in the clinical, haematological and biochemical parameters indicate that both combinations and methods are equally suitable for the anaesthesia of the Spanish ibex.



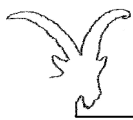
9.1. INTRODUCTION

The capture, as a method to obtain animals with different purposes, can be divided, based on the used material and the technique, in physical capture and chemical capture. In the physical capture, the animals remain conscious throughout the period of capture and handling, with the consequent risk for the workers when manipulating the animals and of the animals of suffering pathologies related to stress, as capture myopathy (Jones, 1984; Berducou, 1993; Williams and Thorne, 1996; Marco, 1995; Struch and Baumann, 2000).

Chemical immobilization is carried out by using anaesthetic agents. Anaesthesia is a very useful system of capture in those species that are highly sensitive to stress or especially aggressive. However, it does not eliminate completely or prevent stress or the capture myopathy, due to the possible persecution of the animal before and after the injection (Harthoorn, 1982; Gauthier, 1993; Jessup, 1999). We cannot forget also that the administration of anaesthetic agents implies certain risk due to possible collateral effects and that, in the case of the wild fauna, exists also the difficulty of the calculation of the necessary dose for the animal, since the exact weight of the animal and its health status are not known (Jones, 1984; Kock *et al.*, 1987; Klein *et al.*, 1993; Ebedes y Raath, 1999).

Similar to what happens in the physical methods, chemical immobilization also depends on a series of inherent factors to the animal, like the species, the physiological state, the body condition and the degree of stress. It is also affected by external factors such as the environmental conditions, the practice in the estimation of the weight of the animals, the distance to the animal, the season, the climate, the hour of the day, the orography, etc. (Fowler, 1995; Kreeger, 1997; Nielsen, 1999).

The chemical capture in wild fauna can be done with anaesthetic darts. These darts can be thrown with different systems as the blowpipe, the anaesthetic gun and the anaesthetic rifle (Jones, 1984; Fowler, 1986). The election of one or another system depend on the distance to which is the animal, since the blowpipe and the gun do not have as much reach as the anaesthetic rifle.



The use of only one anaesthetic drug is very rare in wild fauna and it is common to associate two or more drugs to obtain the desirable effect. The anaesthetic combinations used more frequently in wild ungulates are ketamine with xylazine, etorphine with acepromazine, tiletamine with zolazepam and medetomidine with ketamine (Golightly *et al.*, 1989; Jalanka and Roeken, 1990; Peinado *et al.*, 1993 and 1999; Berthier *et al.*, 1996). Either xylazine or medetomidine associated with ketamine are used with different ungulates like aoudads (*Ammotragus lervia*), mouflon (*Ovis musimon*), axis deer (*Cervus axis*), fallow deer (*Cervus dama*), common red deer (*Cervus elaphus*), Pere David's deer (*Elaphurus davidianus*) and Alpine ibex (*Capra ibex ibex*) (Golightly and Hofstra, 1989; Jalanka and Roeken, 1990; Berthier *et al.*, 1996; Peinado *et al.*, 1999).

The Spanish ibex is susceptible of translocations and studies of distribution in Spain, for which its capture is a common practice. This species has a marked sexual dimorphism with very large horns in males, which makes its handling difficult and implies certain personal risks when physical methods are used. These risks are diminished if teleanaesthesia is used as a mechanism for immobilization of the animals. The application of different anaesthetic combinations and different methods contributes to new information, until now not published, for this species to be able to choose the chemical anaesthesia and method that less risk implies for the workers and for the animals.

9.2. MATERIAL AND METHODS

Forty-three adult Spanish ibexes (over two years old) were captured. Thirty-five animals, 22 males and 13 females, were captured in the National Park of Sierra Nevada, property El Toril (37° 03' N, 3° 34' O), South of Spain, and eight, all males, in the National Game Reserve of Ports de Tortosa i Beseit (40° 50' N, 0° 30' E), North-eastern of Spain. The Spanish ibexes captured in Sierra Nevada were anaesthetised with an anaesthetic rifle within a corral-trap and the ones captured in the Game Reserve with a blowpipe in a box-trap. The anaesthetic combinations used were xylazine (Xilagesic® 20%, 200 mg/ml, Laboratorios Calier, Barcelona, Spain) with ketamine (Imalgène® 1000, 100 mg/ml, Merial, Lyon, France) in 16 animals, ten males and six females, from Sierra Nevada and the eight males from the Game



Reserve, and medetomidine (Zalopine®, 10 mg/ml, Orion Pharma, Espoo, Finland) with ketamine in 19 animals, 12 males and seven females, from Sierra Nevada.

The administered doses were 2.99 ± 0.40 mg/Kg (mean \pm SD) of xylazine (0.68 ± 0.21 ml) and 3.01 ± 0.41 mg/Kg (mean \pm SD) of ketamine (1.36 ± 0.43 ml), in one hand, and 0.10 ± 0.02 mg/Kg (mean \pm SD) of medetomidine (0.45 ± 0.15 ml) and 2.10 ± 0.30 mg/Kg (mean \pm SD) of ketamine (0.91 ± 0.29 ml), in the other hand, via intramuscular in the femoral area. The administered doses of the antagonist were 1 mg of atipamezol (Antisedan®, Orion Pharma, Espoo, Finland) per 10 mg of xylazine (2.72 ± 1.10 ml) and 5 mg de atipamezol per 1 mg of medetomidine (4.32 ± 1.55 ml). The mean body weight was 52.02 ± 11.35 Kg and 28.93 ± 4.53 Kg (mean \pm SD), for males and females, respectively, from Sierra Nevada and 49.88 ± 10.84 Kg (mean \pm SD) for males from the Game Reserve.

Five days were necessary to capture the animals with the anaesthetic rifle (three in May and two in November of 2005) and seven capture operations with box trap and blowpipe (between September and October of 2004 and June of 2005).

The Spanish ibexes captured with an anaesthetic rifle were first captured in a corral-trap (100 x 50 m) the day previous to the intervention where food was administered to attract them. Once inside, an anaesthetic dart with the approximate necessary dose was prepared and shot with the anaesthetic rifle (DAN-Inject, model JM Special, Børkop, Denmark) from a covered feeder. The box-traps are located in different points within the Game Reserve in a fixed place. When the animal enters the trap, attracted by the food and a salt block in the inside, the two sliding doors located at both ends will close leaving the animal in the dark. The control of the box-traps is daily by the Game Reserve rangers and, when a box is activated, the veterinary personnel are call for its manipulation. The anaesthetic dart was thrown with a blowpipe. The maximum time of delay before manipulation was 15 minutes, until assuring that the animal was well slept. After that three of the four extremities were immobilized and the animal placed in a transport sack net, with a mesh of 4 x 4 cm (Ziboni Ornitecnica, Bergamo, Italy) to be able to transport the animal outside of the enclosure or the box-trap. Once outside, the precordial region was shaved to install the transmitter of a heart rate monitor (Polar Vantage NV and S710i Polestar, Elect Polestar Oy, Kempele, Finland). Ultrasonography gel was used to ensure good



contact between the electrodes and the skin (Geleco[®], Novartis, Barcelona, Spain). The receiver was placed in a plastic collar around the neck, since it must be less than 1.5 m from the transmitter.

In addition, rectal probes to register the temperature were used (Mätman datalogger[®], Chipsobits Eltex AB, Sweden). The heart rate monitor was placed during 43.85 ± 11.52 min (mean \pm SD) and rectal probes 40.03 ± 11.17 min (mean \pm SD). Both measures were registered every 60 seconds. Both series of registries were saved and turned into numerical values with their respective. For the statistical analysis, a mean value of every 5 min was calculated for both heart rate and temperature. The coefficient of variation of the heart rate was used to measure its variability. At the same time the respiratory frequency and the oxygen saturation was monitored every 10 min during the time the animals remained anaesthetised. The oxygen saturation was determined with a pulse oximeter (Vet/Ox[®] 4404, Heska Corporation, Fort Collins, Colorado, USA) and the respiratory frequency by direct observation of the costal wall movements.

The times of anaesthesia and recovery were also monitored. For these times were considered the first hesitations, the first falls, the induction, the time until the antagonist was administered, the first time the animal raised the head and the moment he stay still and walked.

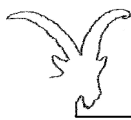
Blood samples were collected from the jugular vein using 10 ml syringes with 21Gx1” needles. Two millilitres were placed in commercial tubes containing tripotassium ethylenediaminetetraacetic (EDTA K₃) as anticoagulant. The rest of the blood was placed in tubes with polystyrene granules to facilitate the coagulation and separation of the serum. The samples were conserved in a portable refrigerator until their processing, always in less than 12 hours.

The red blood cell count (RBC), white blood cell count (WBC), platelet count and haemoglobin concentration were determined with an electronic impedance semi-automatic analyzer (Sysmex F-800; Toa Medical Electronics, Hamburg, Germany). The packed cell volume (PCV) was measured by the standard microhaematocrit method, using a microhaematocrit centrifuge (Haematospin 1400, Hawksley, Sussex, UK) at 14000 G for six minutes. The mean corpuscular volume (MCV) and mean



corpuscular haemoglobin concentration (MCHC) were calculated from the RBC, haemoglobin concentration and PCV. The differential leukocyte count was made by identifying 200 leukocytes with an optical microscope at an original magnification of 1000x, in blood smears dyed with a panoptic stain (Chemical Applied Clinic, Tarragona, Spain). The serum was obtained after the clotted samples were centrifuged at 1811 G and it was frozen at -20°C until its analysis. Biochemical parameters like the enzymes [creatinine kinase (CK), aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT), alkaline lactate dehydrogenase (LDH), alkaline phosphatase (AP)], metabolites (urea, glucose, cholesterol, triglycerides, total bilirubine, lactate, creatinine), total proteins and chlorides) were measured with two automatic analyzers (Cobas Mira®, Roche, Rotkreuz, Switzerland; Olympus AU400®, Olympus, Mainz, Germany). Sodium and potassium were measured by flame photometry (Corning 410C®, Medical Corning Medfield, EE.UU.) and cortisol levels with an ELISA commercial kit (EIA-1887, DRG Instruments GMBH, Marburg, Germany).

Tests of normality of the obtained times were made in all the anaesthesia process. The non-normal variables were transformed logarithmically and its normality was analyzed again. The values considered as outliers were discarded, always without exceeding the maximum allowed by the statistical studies. An analysis of the variance was applied in the data considered normal to detect statistically significant differences between the groups using the procedure PROC GLM of the program SAS® for System V8 Windows (SAS Inc. Institute, Cary, North Carolina, the USA). The nonparametric data were analyzed with the procedure PROC NPAR1WAY ANOVA in the same program. The factor considered in this model for each variable was the anaesthetic combination used. And the rest of data (clinical, haematological and biochemical values) was analyzed by an analysis of the variance comparing the averages of repeated measures using the procedure PROC MIXED with the same program. The main factor is the treatment used, with an anaesthetic combination or another, or the used method (rifle, blowpipe) and the repeated factor is the time. Least square means (LS MEANS) was used due to the unbalanced distribution of the animals between groups. In all the cases, the accepted level of significance was $p < 0.05$.



9.3. RESULTS

At the end of the study in both zones only one death was registered after two days, but the necropsy of the animal could not be done. Three animals displayed lameness and one bled because of the traumatic effect caused by the anaesthetic dart thrown with the rifle.

The values for the times of the first hesitations and fall were inferior for the animals anaesthetised with rifle with respect to the anaesthetised with blowpipe, and the respiratory frequency was superior (Tables 9.1 and 9.2).

Table 9.1. Anaesthetic times (in minutes), respiratory frequency (breaths per minute) and oxygen saturation (%) recorded during anaesthesia with anaesthetic rifle according to anaesthetic combination.

	Xilazine + Ketamine	Medetomidine + Ketamine
Hesitation	2.58 ± 0.82 (1-4)	5.70 ± 4.71 (2-20)
Fall	5.42 ± 3.15 (1-13)	8.68 ± 5.63 (3-24)
Induction	8.15 ± 4.08 (2.5-15)	11.64 ± 7.38 (3.75-30)
Antagonist application	70.93 ± 4.05 (65-80)	71.33 ± 5.26 (65-81)
Head lift	2.68 ± 0.64 (1.72-3)	5.86 ± 4.87 (1.72-20)
Get up and walk	4.56 ± 5.20 (0-20)	5.20 ± 1.43 (2.5-7)
Respiratory frequency	107.49 ± 35.93 (51-162)	106.27 ± 16.40 (75-132)
O₂ saturation	84.71 ± 7.15 (71-94)	87.39 ± 5.95 (80-92)

Table 9.2. Anaesthetic times (in minutes), respiratory frequency (breaths per minute) and oxygen saturation (%) recorded during anaesthesia with xilazine + ketamine according to method.

	Rifle	Blowpipe
Hesitation*	2.50 ± 0.76 (1-3)	10.88 ± 10.90 (3-27)
Fall*	4.11 ± 1.02 (3-6)	15.13 ± 10.48 (4.5-29.5)
Induction	7.93 ± 4.11 (2.5-15)	14.63 ± 10.58 (5-29.5)
Antagonist application	70.33 ± 4.44 (65-80)	90.50 ± 9.47 (78-100)
Get up and walk	6.66 ± 5.88 (0-20)	4.92 ± 4.13 (0-10)
Respiratory frequency*	107.49 ± 35.93 (52-163)	38.73 ± 15.97 (16-64)
O₂ saturation	84.71 ± 7.15 (71-94)	84.38 ± 11.52 (68-98)

* Statistically significant differences (p<0.05) between methods.

The heart rate stays constant and the temperature descends in all the studied groups (Fig. 9.1). When different anaesthetic combinations are compared, the heart rate stabilize earlier in the group anaesthetised with medetomidine and ketamine (40 min) than in the xylazine and ketamine group (45 min), and remains lower during 20 min of the study. However, the temperature stabilize earlier in the group

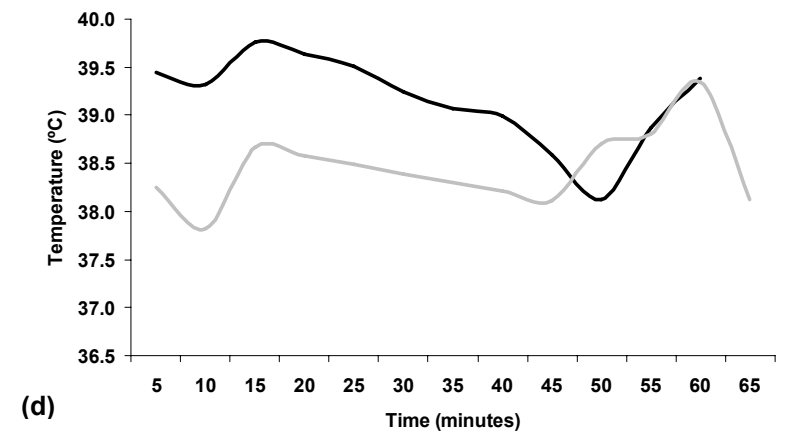
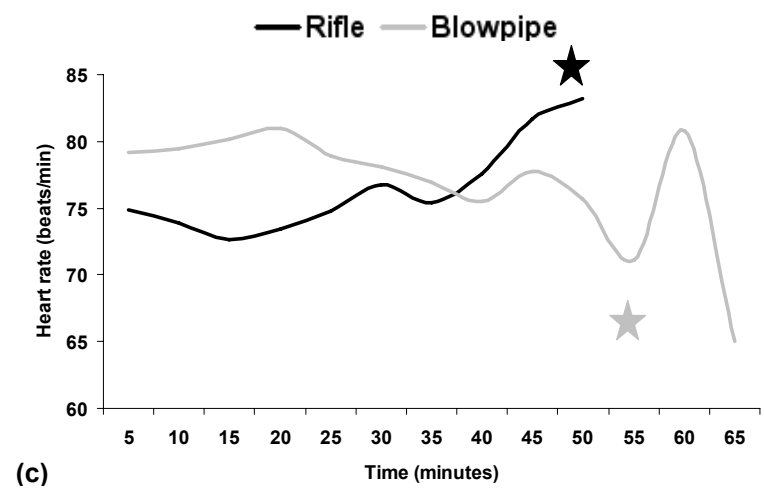
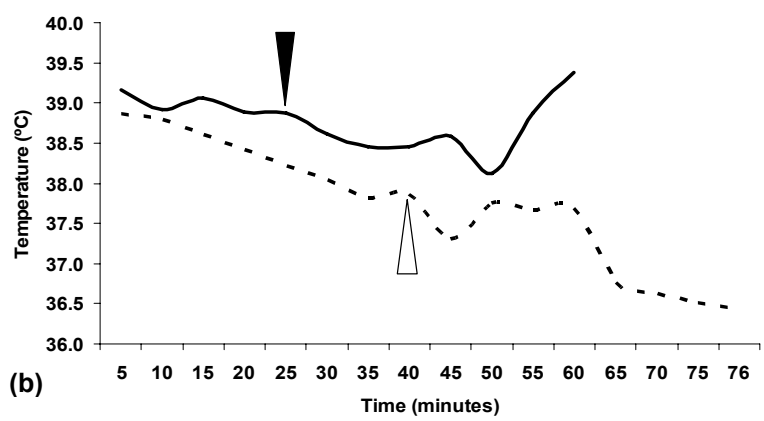
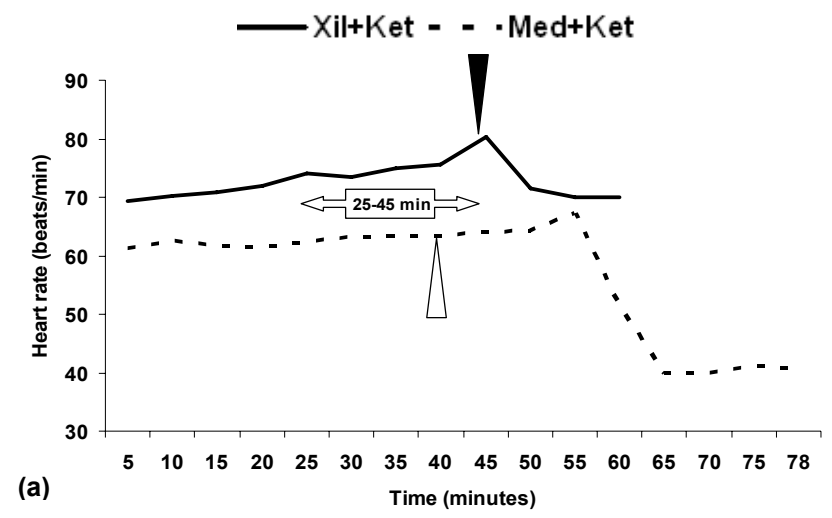


Fig. 9.1. (a) Heart rate and (b) temperature of ibexes anaesthetised with rifle. (c) Heart rate and (d) temperature of ibexes anaesthetised with rifle and blow pipe. Vertical arrows indicate stability times and minutes in box indicate significant ($p < 0.05$) differences between anaesthetic combination. Stars indicate punctual moment of statistically significant ($p < 0.05$) different heart rate in each method.



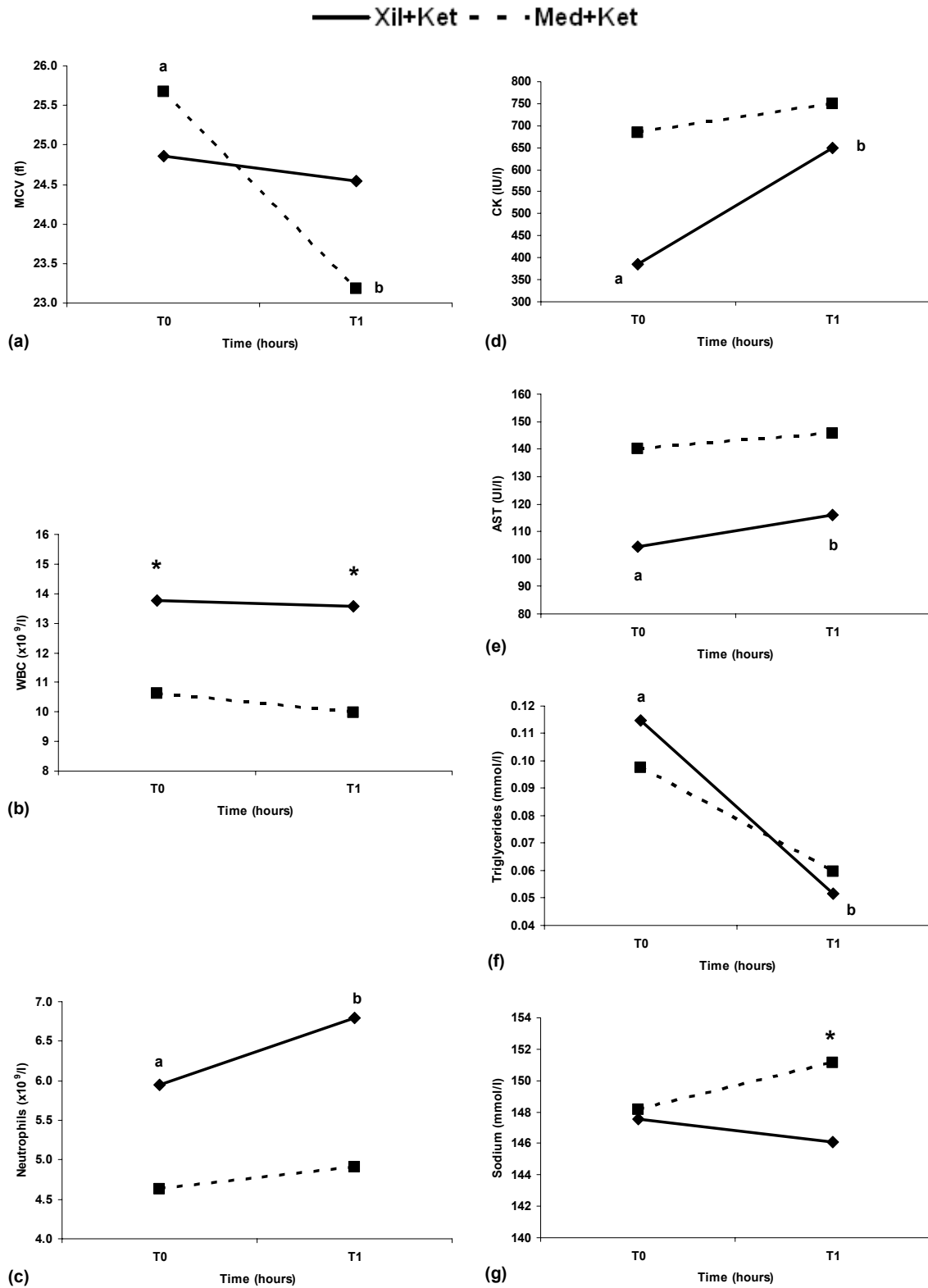


Fig. 9.2. (a) Mean corpuscular volume (MCV), (b) white blood cell (WBC) count, (c) neutrophils, (d) serum creatine kinase (CK), (e) aspartate aminotransferase (AST), (f) triglycerides and (g) sodium of anaesthetised with rifle. ^{a,b} Means with different superscript statistically different ($p < 0.05$) from each other in xilazine + ketamine combination. Asterisks indicate statistically significant differences ($p < 0.05$) between anaesthetic combinations.



anaesthetised with xylazine (25 min) than in the one anaesthetised with medetomidine (40 min). When different methods of capture are compared, a punctual increase of the heart frequency is registered at 50 minutes in the group anaesthetised with the rifle, and a decrease at 55 minutes in the group anaesthetised with blowpipe.

In the comparative study of the two anaesthetic combinations, the mean corpuscular volume (MCV) decreases in the group where medetomidine was used, and the leukocyte counts remain lower than in the xylazine group throughout the study. In addition, there is an increase of the neutrophil counts in the group anaesthetised with xylazine and ketamine (Fig 9.2, a, b, c).

Only triglycerides decreased and creatine kinase (CK) and aspartate aminotransferase (AST) increase in the group anaesthetised with xylazine and ketamine. The sodium concentration is higher in the group anaesthetised with medetomidine at the end of the study compared with the group of xylazine (Fig 9.2, d, e, f, g).

In the comparative study between anaesthetic rifle and blowpipe, the haematocrit value (PCV) and haemoglobin concentration decrease in both groups. However, in the group anaesthetised with rifle, the PCV, the haemoglobin concentration, the MCV, the mean corpuscular haemoglobin (MCH) and the mean corpuscular haemoglobin concentration (MCHC) were higher than in the group anaesthetised with blowpipe. The eosinophil counts only decrease in the group anaesthetised with rifle and are higher at the beginning of the study compared to the group anaesthetised with blowpipe (Fig 9.3).

While the total proteins are lower, the urea is higher in the group anaesthetised with rifle compared to the blowpipe group. In the blowpipe group the urea increases and the total bilirubine decreases throughout the study. The total bilirubine, the alanine aminotransferase (ALT) levels and chlorides are higher in the group anaesthetised with blowpipe, while the potassium level is lower in this group compared to the rifle group (Fig 9.4).

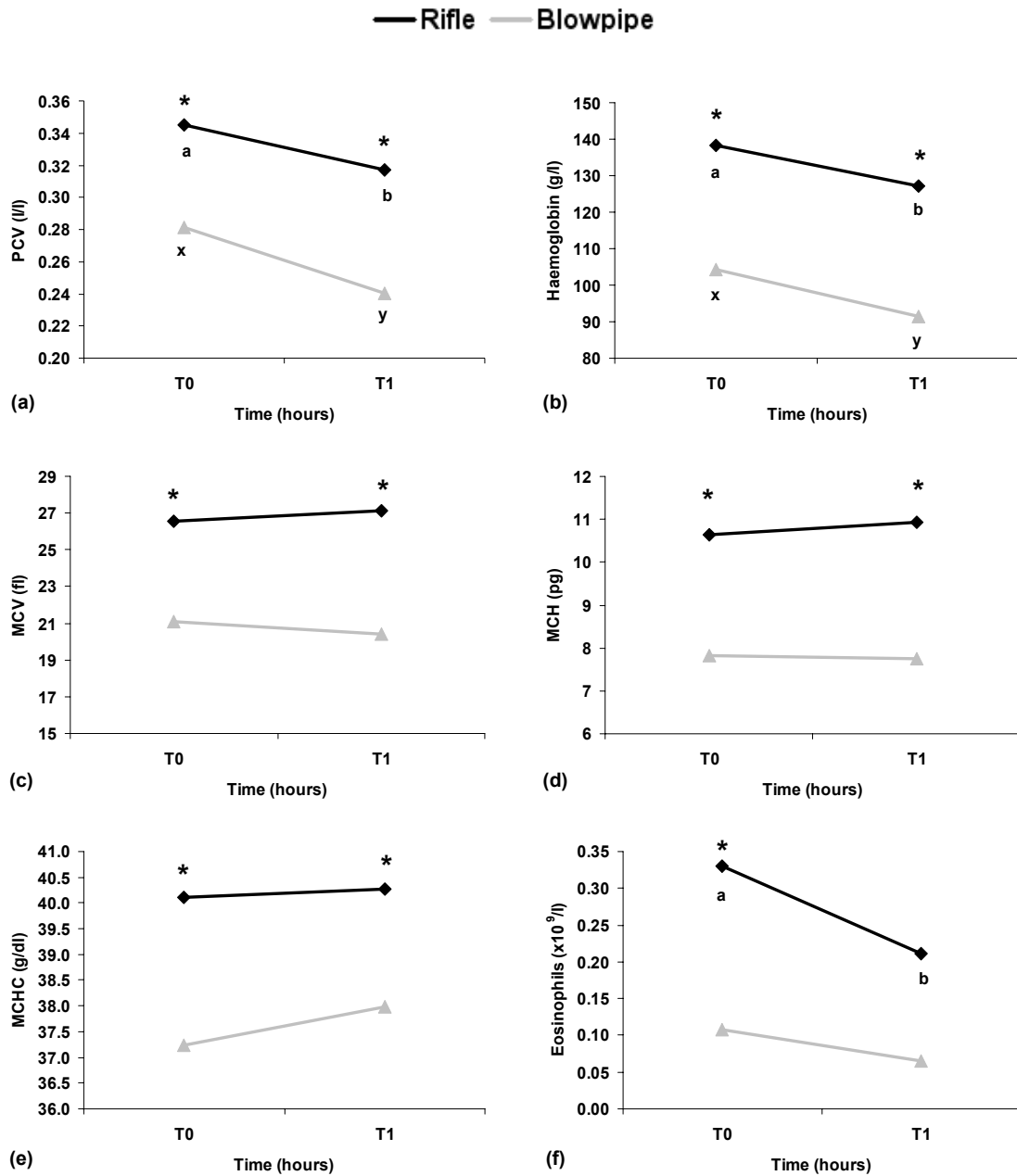


Fig. 9.3. (a) Packed cell volume (PCV), (b) haemoglobin concentration, (c) mean corpuscular volume (MCV), (d) mean corpuscular haemoglobin (MCH), (e) mean corpuscular haemoglobin concentration (MCHC) and (f) eosinophils in ibexes anaesthetised with rifle and blowpipe. ^{a,b} Means with different superscript statistically different ($p < 0.05$) in anaesthesia with rifle. ^{x,y} Means with different superscript statistically different ($p < 0.05$) in anaesthesia with blowpipe. Asterisks indicate statistically significant differences ($p < 0.05$) between methods.

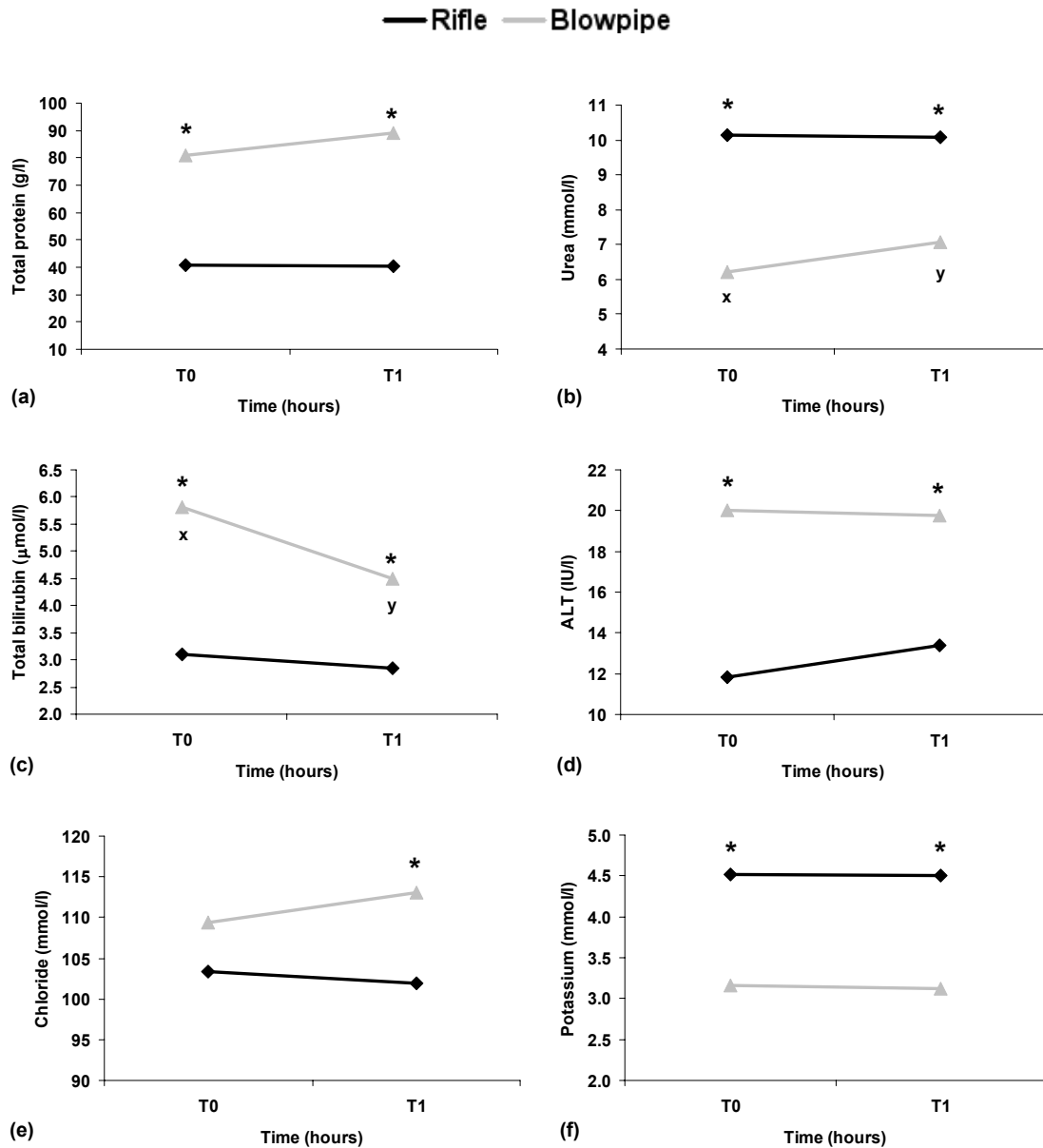
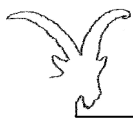


Fig. 9.4. (a) Total proteins, (b) urea, (c) total bilirubin, (d) serum alanine aminotransferase (AST), (e) potassium and (f) chlorides in anaesthetised ibexes with rifle and blowpipe. ^{x,y} Means with different superscript statistically different ($p < 0.05$) in anaesthesia with blowpipe. Asterisks indicate statistically significant differences ($p < 0.05$) between methods.



9.4. DISCUSSION

Little information exists relative to the chemical capture in Spanish ibex. The anaesthetic agents used for this species have been etorphine (Pérez *et al.*, 1999), tiletamine-zolazepam (Peinado *et al.*, 1993) and the combination of xylazine + ketamine (Peinado *et al.*, 1991). The combination of medetomidine + ketamine is used for the first time.

The registered times of anaesthesia when xylazine is combined with ketamine, still without showing statistically significant differences, were lower to the ones obtained when the medetomidine is combined. Similar values of induction time have been obtained in domestic cows although lower doses of xylazine (1-2 mg/Kg) and higher of ketamine (6-8 mg/Kg) were used (Baha and Malbert, 1993). The respiratory frequency and the oxygen saturation are not altered based on the used combination, but the values of the respiratory rate are superior to the found in ibex of the Alps (*Capra ibex*) anaesthetised solely with xylazine ($82,5 \pm 14,9$ breaths per minute, minimum 36 and maximum 96) (Peracino and Bassano, 1993). The anaesthesia state produces a respiratory depression as resulting from a depression of the central nervous system (SNC) but, because both xylazine and medetomidine produces hypoxemia in ruminants, a compensatory tachypnea takes place to be able to compensate the lack of oxygen in blood (Read *et al.*, 2001). The animals of our study displayed this state of costoabdominal breathing, accelerated rate, superficial amplitude and apneas that last up to 30 seconds; similar to what it was described in ibex (Peracino and Bassano, 1993).

The fact that the animals anaesthetised with blowpipe come from a capture with a physical method (box-trap) can alter the response in front of a state of hypoxemia since these animals did not show a compensatory tachypnea, in spite of having a level of oxygen saturation similar to the animals anaesthetised with rifle.

Both combinations produce bradycardia since both xylazine and medetomidine cause hypotension and depression of the heart rate (Gross and Booth, 1995; Plumb, 2002), although have been found that it is more marked in the association with medetomidine than with xylazine. Jalanka and Roeken (1990) also found that the

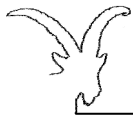


medetomidine produces hypothermia in the anaesthesia of nondomestic mammals, and in our animals, the tendency of the temperature is to decrease.

Catecholamines and corticosteroids produce alterations in the haematological and biochemical parameters. The catecholamines cause the contraction of the spleen which produces an increase of the RBC, the PCV and the concentration of haemoglobin, being the MCV also greater, since the released cells are cells that still have to finish the process of maturation (Cross *et al.*, 1988; Jain, 1993; Ganong, 2004). The catecholamines also produce leukocytosis with neutrophilia, just as the corticosteroids that, in addition, also produce eosinopenia (Jain, 1993; Duncan *et al.*, 1994; Taylor, 2000). A diminution in the MCV in the group of animals anaesthetised with medetomidine and ketamine, without other alterations in the RBC, PCV and concentration of haemoglobin, cannot be attributed to the absence of the effect of catecholamines. But a smaller concentration of leukocytes and the maintenance of the neutrophil count in the same group, in comparison with the increase that displays these parameters in the group where xylazine is used, could indicate that the Spanish ibex had less consequences derived from the action of catecholamines and corticosteroids.

The capture and handling of the animals produce an increase in the cellular permeability or, even, damage in the muscular cells, causing an increase of the activity of certain enzymes (Duncan and Prasse, 1986). In addition, catecholamines produce vasoconstriction in the renal tubules increasing the reabsorption of ions and, along with the corticosteroids, have a lipolytic effect in the adipose tissue, stimulating the mobilization and the increase of free fatty acids (Finco, 1997; Guyton y Hall, 2000). The increase of the activity of the CK and AST, the diminution of the triglycerides and an inferior concentration of sodium towards the end of the period of anaesthesia in the animals anaesthetised with xylazine + ketamine are results that do not indicate differences in the effectiveness of the anaesthetic combinations.

Cortisol causes a diminution in the total protein concentration in the serum due to its catabolic effect and an increase of products of this metabolism, as it is the urea (Kaneko, 1997). During stressful episodes also it can increase the concentration of total bilirubine due to damage into the hepatic tissue or by the liberation of haemoglobin caused by haemolysis (Bush, 1993; Tennant, 1997). Anyway, the changes found in



proteins and urea levels in the animals anaesthetized with an anaesthetic rifle and changes in the activity of the AST, the concentration of total bilirubine and chlorides in the animals anaesthetized with blowpipe are results that do not show conclusive differences in the answer to stress between both methods.

The use of different combinations of anaesthetic agents and the study of the effects using the same method is necessary to determine which is the best option that adapts to our necessities and that it causes a minimum of adverse effects in the animals. Few differences are found between the two anaesthetic combinations compared. Both combinations presented effects derived from the use of alpha-agonists and haematological and biochemical alterations. In the case of having to choose between the different methods to apply the anaesthesia, we can conclude that there are no differences in the clinical, haematological or biochemical parameters to decide that one method is more or less stressful than the other.

In addition, both anaesthetic combinations were safe during the period that the animals remained anaesthetised, being the effects derived of the impact of the dart shot with the anaesthetic rifle and the loss of an animal in this group those that show this method as more dangerous for the Spanish ibex than the blowpipe.

10. DISCUSIÓN GENERAL



10.1. MÉTODOS DE CAPTURA

La validez de un método de captura depende, entre otros factores, de (Berducou, 1993):

- ∩ La especificidad: porcentaje de los animales de la especie deseada respecto al total de animales capturados.
- ∩ La selectividad: por sexos y clases de edad.
- ∩ El rendimiento medio.
- ∩ La seguridad, tanto de los operarios como de los animales.

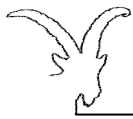
Los métodos de captura que componen este estudio son tres: red vertical, caja trampa y rifle anestésico-cerbatana, y cada uno de ellos se comentará por separado en los diferentes apartados.

10.1.1. Especificidad

Red vertical

Las zonas escogidas por el personal de la Reserva Nacional de Caza dels Ports de Tortosa i Beseit no dieron lugar a capturas de otras especies que no fuera cabra montés. Aunque en la Reserva existen otros ungulados (corzo y jabalí), incluyendo domésticos (vacuno en extensivo), no fueron capturados mediante este método, aunque en una de las batidas sí que se avistaron jabalís. Se ha conseguido, por tanto, una especificidad del 100%.

Al ser la primera vez que se utiliza este método de captura con esta especie no existen datos de especificidad anteriores a este estudio, pero se puede comparar con la obtenida en corzo, entre el 81.5% (Montané, 2002) y el 92% (Meneguz *et al.*, 1994), y en el rebeco, entre el 67% (Meneguz *et al.*, 1994) y el 100% (López-Olvera, 2004), siendo más próxima a la obtenida en la captura con red vertical de rebeco en el Pirineo catalán.



Caja trampa

Sólo una vez fue capturado un animal que no correspondía a la especie de estudio. Las cajas trampa están situadas en toda la Reserva, y existen zonas que coinciden con fincas donde existe ganado en extensivo, incluso reses bravas. En una ocasión una vaca cayó en una caja trampa atraída por el cebo (algarrobas y sal) que se les pone a las cabras monteses. Fue liberada y no hubo ningún percance. La especificidad con este método y en esta zona de estudio descendería al 98%.

Estudios realizados con íbice de los Alpes (*Capra ibex ibex*) muestran una especificidad del 100% cuando se colocaron en zonas donde se habían reintroducido o zonas que esta especie había colonizado naturalmente (Gauthier y Michallet, 1993).

Rifle anestésico-cerbatana

La captura mediante métodos químicos tiene una especificidad total, dado que se escogen los animales a anestésiar. No existe margen de error relacionado con este aspecto.

10.1.2. Selectividad

Red vertical

De las 35 cabras monteses capturadas, 16 (46%) fueron machos y 19 (54%) hembras (0.8 machos/hembra). Las categorías de edades en el grupo de los machos estuvieron representadas por 2 crías (< 1 año), 3 jóvenes (1-2 años) y 11 adultos (2 años o más). En el caso de las hembras fueron 2 jóvenes y 17 adultos (Fig. 10.1).

La elección de las zonas por parte de los guardas de la Reserva, previa observación de los animales que rondaban los días anteriores, facilitaba el hecho de poder escoger animales adultos. Las dos crías se capturaron una en primavera, perteneciente al parto anterior, y la otra en otoño, cría del año. Se avistaron más hembras con crías pero, al ser aquellas más desconfiadas, terminaban escapando por los extremos de la red o por en medio del personal que realizaba la batida.

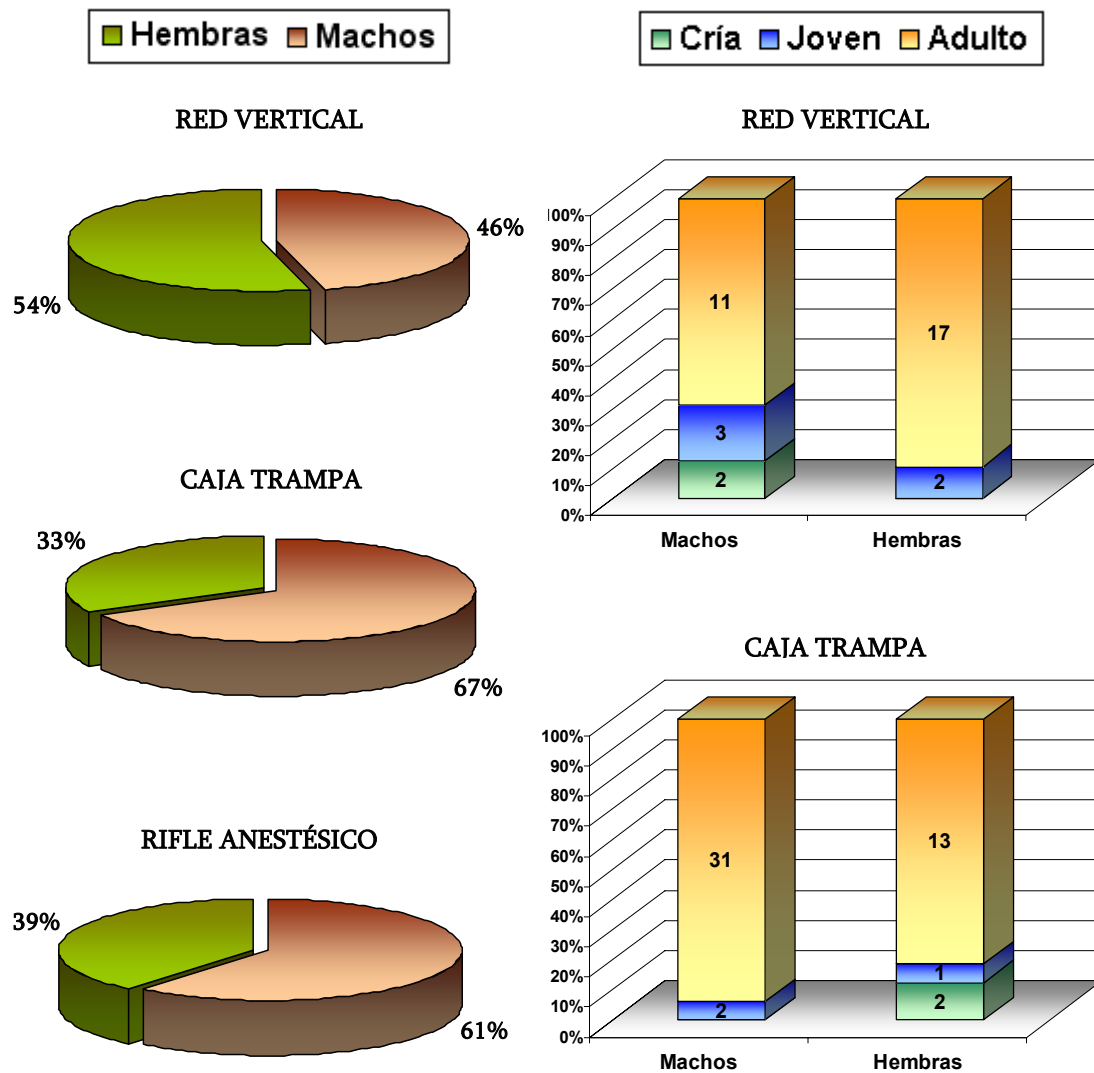
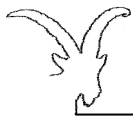


Fig. 10.1. Gráficas de distribución de sexo y edades en los diferentes métodos de captura.

Caja trampa

Se capturaron 51 animales, de los cuales 33 (67%) eran machos y 16 (33%) hembras (2.06 machos/hembra). Las clases de edad comprendidas fueron 2 crías hembras, 2 machos jóvenes, 1 hembra joven, 31 machos adultos y 13 hembras adultas (Fig. 10.1).

La caja trampa es un método individual de captura y fue más fácil capturar a los machos. Se capturaron también hembras pero fue más difícil obtener un grupo representativo. Gauthier y Michallet (1993), en cambio, capturaron más hembras de íbice de los Alpes (*Capra ibex ibex*) que machos (0.32 machos/hembra) por estar colocadas las cajas en zonas donde abundaban más las primeras. Y Dubray (1993) también tiene más selectividad en la captura de hembras y jóvenes (< 3 años) de



muflón de Córcega (*Ovis ammon musimon*), 1 macho/1.76 hembras y 49% de jóvenes.

Una de las crías quedó atrapada en la caja trampa con una hembra, y la otra, pese a haberse encontrado sola en la caja, supuestamente también iría acompañada. Uno de los dos machos jóvenes también quedó atrapado al mismo tiempo con una hembra. Es probable que las hembras capturadas junto con otros individuos, crías o jóvenes, fueran las respectivas madres; en el caso de las crías por ser demasiado jóvenes para estar solas y en el caso del individuo joven porque suelen acompañarlas hasta el siguiente parto (Huecas, 1989; Blanco, 1998).

Rifle anestésico-cerbatana

En nuestro estudio, la selectividad fue en función de la etapa fisiológica de los animales y, en segundo lugar, de la necesidad de tener un grupo representativo de ambos sexos.

Los animales de un cercado fueron atraídos a un capturadero y la mayoría de los individuos que formaban la población eran adultos. Los primeros animales se anestesiaron en época de gestación avanzada y se decidió capturar sólo machos. En las últimas capturas se escogió un grupo mixto. Así, los 13 primeros animales fueron machos y el resto fueron 9 machos y 14 hembras (Fig. 10.1).

Los animales anestesiados con cerbatana procedían de cajas trampa y, como ya se ha dicho anteriormente, este método muestra más facilidad para capturar machos. Así, este tipo de anestesia fue 100% selectiva para este sexo porque sólo se anestesiaron machos.

Cuando se anestesia al aire libre, se evidencia una notable disminución del acercamiento a hembras y crías, y la sex-ratio va en función de la población en la que se llevan a cabo las capturas y su distribución de sexos. En la captura de íbice en el Parque Nacional de la Vanoise es de 2 machos/hembra y en el de Mercantour de 3.1 machos/hembra (Gauthier, 1993).



10.1.3. Rendimiento

Red vertical

Sólo una de las 12 operaciones de captura no obtuvo ningún animal, por lo que el éxito fue del 92%. El rendimiento medio fue de 2.9 animales por captura (de 0 a 5 cabras por captura), un rendimiento intermedio entre el rebeco (3.96 animales por captura; López-Olvera, 2004) y el corzo (0.88 animales por captura; Montané, 2002).

No pudo comprobarse la repetibilidad en la captura puesto que no se marcaron todos los animales capturados, sólo algunos con collar radiotransmisor, además de un collar de color y un crotal en el pabellón auricular. Sí que se capturó una hembra con collar radiotransmisor pero no pertenecía a las marcadas con anterioridad, y dos cabras, un macho y una hembra, que ya se habían capturado días antes en caja trampa.

En términos de trabajo y personal necesitado, se utilizaron de media 0.8 días/animal (0.4-2 días/animal) y 36 personas/captura (de media 6 personas colocando la red y 29.42 personas el día de la captura). Es una media superior a la descrita en captura con red vertical de rebeco, que oscila entre 0.33 y 0.67 días/animal (Berducou, 1993; Struch y Baumann, 2000; López-Olvera, 2004).

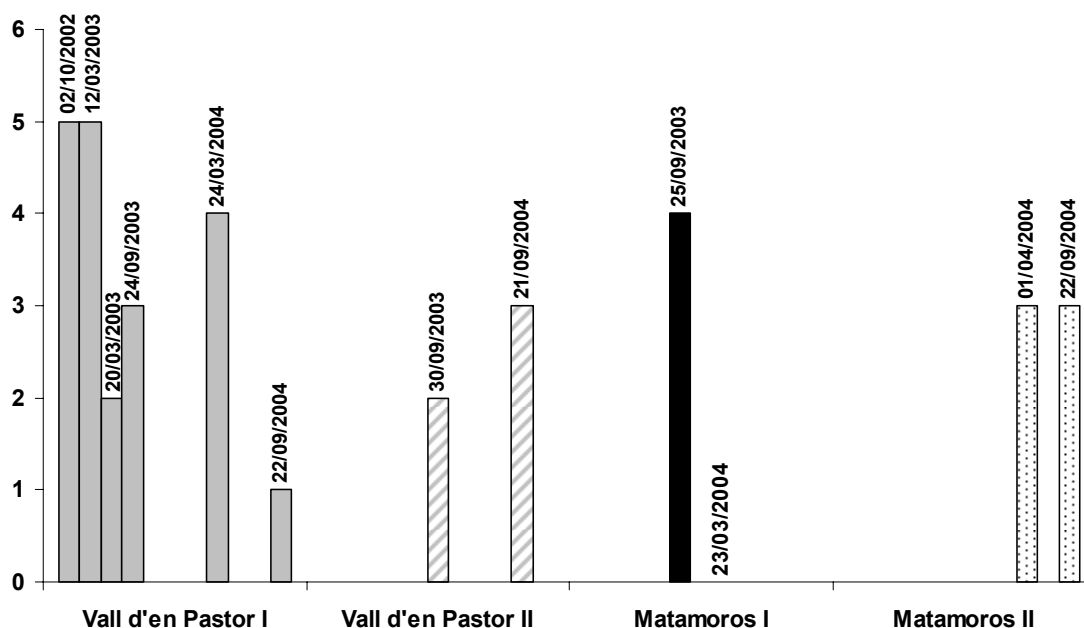
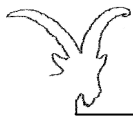


Fig. 10.2. Animales capturados en cada una de las zonas en las diferentes batidas.



Una de las zonas de batida, la Vall d'en Pastor I, bajó su rendimiento en función de las veces que se repetía (Fig. 10.2). Parece ser que la presión a la que estaban sometidas las cabras cuando eran perseguidas hacía que éstas no frecuentaran la zona.

Caja trampa

De las 10 cajas trampa que se encuentran emplazadas en la RNC dels Ports de Tortosa i Beseit, sólo se llegaban a activar entre 6 y 8 en una misma temporada, y no todas las que se activaban llegaban a tener éxito en la captura.

El rendimiento en el caso de la caja trampa no se calcula en los animales capturados en las cajas, ya que es un método de captura individual, sino en los días necesarios para capturar una cabra montés.

En la fig. 10.3 se reflejan los días que se activaron y los días en los que se capturaron las cabras. Según la tabla, el rendimiento sería 1.3 días/animal (1.09-1.6 días/animal), y si se contaran los días de cebo subiría a 2.1 días/animal (1.73-2.2 días/animal). El personal implicado en el control de las cajas era una media de 7.5 personas/día mientras se cebaban o permanecían activadas y, en el caso de caer alguna cabra montés, 4 personas/caja eran necesarias. El rendimiento obtenido en comparación con la captura de íbice de los Alpes y muflón de Córcega es mucho mejor, ya que para capturar estas especies fueron necesarios 18 días/animal (Dubray, 1993; Gauthier y Michallet, 1993).

Como ya se dijo anteriormente, pese a que la caja trampa es un método individual, se obtuvieron capturas múltiples mientras permanecieron activadas las trampas. En una ocasión se capturaron 3 machos adultos y en el resto de ocasiones eran hembras con crías o individuos jóvenes. No es una situación extraordinaria, ya que se ha descrito también en íbice, con una captura de 4 animales en una misma caja (Gauthier y Michallet, 1993).

Los íbices de los Alpes se ha comprobado que desplazaron su ruta de paso 1 m durante el tiempo que las cajas trampa estuvieron colocadas (Gauthier y Michallet, 1993). En el caso de la RNC dels Ports de Tortosa i Beseit, los cambios en el rendimiento no



Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
MARZO 2003						
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17 2 cajas 3 cabras	18 1 caja 1 cabra	19 1 caja 1 cabra	20 1 caja 1 cabra	21	22	23
SEPTIEMBRE-OCTUBRE 2003						
15	16	17	18	19	20	21
22	23 3 cajas 3 cabras	24 2 cajas 2 cabras	25 2 cajas 2 cabras	26	27	28
29 1 caja 1 cabra	30 1 caja 1 cabra	1 1 caja 1 cabra	2	3 1 caja 1 cabra	4	5
MARZO 2004						
15	16	17	18	19	20	21
22 1 caja 1 cabra	23	24	25 1 caja 2 cabras	26	27 1 caja 1 cabra	28 2 cajas 3 cabras
29	30 1 caja 1 cabra	31 1 caja 1 cabra				
SEPTIEMBRE-OCTUBRE 2004						
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22 1 caja 1 cabra	23	24	25	26 1 caja 3 cabras
27	28	29	30 2 cajas 2 cabras	1	2 3 cajas 3 cabras	3 1 caja 2 cabras
4	5	6	7 1 caja 1 cabra	8	9	10
JUNIO 2005						
30	31	1	2	3	4	5
6 5 cajas 6 cabras	7 1 caja 1 cabra	8 1 caja 1 cabra	9 1 caja 2 cabras	10	11	12
13	14	15	16 2 cajas 2 cabras	17	18	19

Fig. 10.3. Calendario de capturas en caja trampa entre los años 2003-2005. En color verde se marcan los días que se administraba cebo sin estar activadas las cajas y en color rojo los días que permanecían activadas.



se pueden relacionar con cambios comportamentales en los animales (Fig. 10.4). Es probable que la constante presencia de las cajas desde que se colocaron en la reserva haya hecho que los animales se acostumbren a ellas.

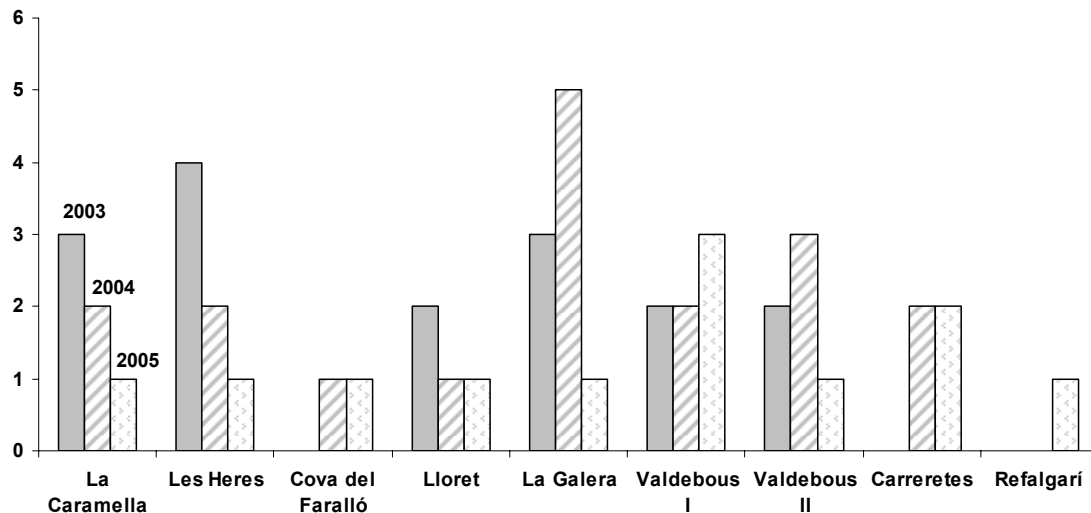


Fig. 10.4. Animales capturados en las diferentes cajas trampa y en los diferentes años de activación.

Rifle anestésico-cerbatana

El hecho de tener las cabras capturadas dentro de una instalación favoreció la captura mediante rifle anestésico. Los factores limitantes fueron las horas de luz disponibles en un día y la cantidad de animales que pudieran manejarse de una misma vez. De esta manera, sólo fueron necesarias 5 jornadas de trabajo con una media de 7.2 animales/jornada, haciendo una media de 0.14 días/animal, rendimiento que se encuentra próximo al máximo obtenido en captura al aire libre de íbice: 0.1 a 7.6 animales/jornada (Gauthier, 1993).

El personal que participó en las capturas fue una media de 11 personas/jornada (7-14 personas/jornada) y el éxito de disparo fue del 92% (3 dardos fallados de 39 disparos), es decir, fueron necesarios 1.08 disparos/animal. En capturas realizadas sobre animales en libertad, la tasa de éxito de disparo puede elevarse hasta 4 disparos/animal en los lugares más difíciles y disminuir el éxito de disparo hasta un 78.5% (Gauthier, 1993; Peracino y Bassano, 1993). Las causas de fallo en el objetivo fueron por un dardo rebotado y dos dardos que no tocaron el animal, pero también existe una dependencia del tamaño del grupo que forman los individuos a anestésiar. La



tasa de vigilancia disminuye en los grandes grupos y aumenta en los animales periféricos y jóvenes, siendo los machos de edad avanzada los que son mejor capturados por ser más gregarios (Alados, 1985). Igualmente, la estación del año es un factor que afecta la rentabilidad, siendo la primavera el período más favorable por el hecho de que los animales son muy accesibles cuando reposan en la hierba y porque la distancia de huida es menos importante al estar agregados en los prados (Gauthier, 1993).

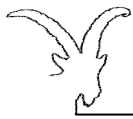
En el caso de los animales anestesiados con cerbatana, los rendimientos se corresponden a los obtenidos con caja trampa, puesto que fueron anestesiados a partir de animales capturados con este método físico. Por tanto, se muestra como método menos efectivo en cuanto a los días necesarios para capturar un animal pero más efectivo en cuanto a las personas necesarias en una jornada de trabajo respecto a la utilización del rifle anestésico.

10.1.4. Seguridad

Red vertical

No hubo ninguna baja entre las cabras capturadas con red vertical en el momento de la captura. La mortalidad que pudiera producirse días más tarde no es posible asegurar que fuera del 0% dado que los animales no fueron marcados, pero la vigilancia por parte de los guardas de la reserva no nos alertó de la aparición de cadáveres en la zona donde se llevaron a cabo las capturas. En nuestro estudio se observaron únicamente pequeñas abrasiones en las extremidades y en los labios por la acción de la red en el momento del impacto y por los intentos de huída una vez quedaban atrapadas las cabras monteses.

En otros estudios realizados con corzo y rebeco, la mortalidad representa desde un 2% hasta un 5%, por causas de shock, asfixia, fracturas y estrés (Van Laere y Boutin, 1990; Gibert, 1993; Meneguz *et al.*, 1994; Montané, 2002; López-Olvera, 2004).



La única herida que sufrió uno de los operarios fue leve (erosión por un golpe de un cuerno) y fue en el momento de manipular una cabra después de haber sido ya inmovilizada. Se puede decir que la red vertical resultó segura a nivel personal.

Caja trampa

De 51 animales capturados, sólo se murió un individuo (2%) después de unas horas de haberlo liberado. La muerte se atribuyó a su avanzada edad y mal estado general (delgadez, enrasamiento de las piezas dentarias). Dubray (1993) registró un 3.4 % de mortalidad en el muflón de Córcega debida a fracturas, perros asilvestrados, estrés, entre otras causas.

Las lesiones en tres de los operarios que manipularon los animales se produjeron en el momento de la salida del animal de la caja trampa y de su liberación. Todas ellas sucedieron en la misma caja trampa, situada en un lugar con poco espacio para manipular al animal, y fueron abrasiones por caída o por la fricción de la cuerda que sujetaba la red manual, y contusiones de carácter leve.

Rifle anestésico-cerbatana

Ninguno de los animales anestesiados murió durante la anestesia y sólo una hembra se encontró muerta al cabo de dos días de haberla anestesiado (2.8%). Lo que más presentaron los animales fueron cojeras y hemorragias, debido al impacto del dardo en la masa muscular e incluso en hueso y articulación. La experiencia del tirador y el buen cálculo de la presión necesaria según la distancia a la que se sitúa el animal minimizarían esos riesgos. Esto no sucede cuando se administra la anestesia mediante cerbatana, ya que la presión del disparo es inferior que con el rifle.

La tasa de mortalidad puede llegar a aumentar hasta el 10% cuando los animales son capturados en libertad. Causas de mortalidad pueden ser despeñamiento y deglución desviada (shock séptico y neumonía aguda provocada por la respiración accidental de un bolo regurgitado), y otras muertes no determinadas por producirse 24 horas después de despertar el animal. Incidentes de menor importancia serían traumatismos por contención (fracturas de extremidades) y meteorización espumosa (Gauthier, 1993).



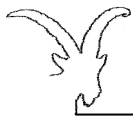
Dos operarios recibieron heridas por abrasión debidas a patadas, pero podría evitarse dejando actuar más tiempo el anestésico y no interviniendo de una manera temprana y precipitada.

En resumen, los tres métodos de captura son buenos en cuanto a la especificidad pero teniendo en cuenta las particularidades anteriormente expuestas.

La caja trampa es un método selectivo para machos y necesita poco personal para las capturas; en cambio, se necesita invertir más tiempo para capturar los animales y representa un riesgo moderado para los operarios cuando las cajas trampa están emplazadas en lugares de espacio reducido.

El rifle anestésico es un método 100% eficaz y selectivo y con el cual se obtiene un elevado rendimiento en poco tiempo. Pero la seguridad de los animales se ve vulnerada por el hecho de utilizar un método traumático. Si los animales se encuentran más cercanos, se puede optar por la administración del dardo mediante cerbatana.

La red vertical sería el método intermedio en todos los aspectos, excepto por la elevada necesidad de personal para realizar las capturas.



10.2. RESPUESTA DE ESTRÉS AGUDO

La captura y el manejo de los ungulados salvajes provocan estrés que puede ser evaluado midiendo los cambios en los parámetros clínicos, hematológicos y bioquímicos de los animales (Williams y Thorne, 1996).

10.2.1. Parámetros clínicos

La frecuencia cardíaca y la temperatura corporal están consideradas como unos buenos indicadores de estrés agudo (Franzmann y Thorne, 1970; Kock *et al.*, 1987a; Broom y Johnson, 1993).

Los monitores cardíacos Polar® han demostrado ser eficaces para medir la frecuencia cardíaca en varias especies animales (Evans y Rose, 1986; Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbann *et al.*, 1988; Hopster y Blokhuis, 1994; Montané *et al.*, 2002 y 2003; López-Olvera *et al.*, 2006 y 2007). El registro con este tipo de monitores puede no ser constante debido al desplazamiento de los electrodos y/o a la pérdida de contacto con la superficie depilada, o incluso a artefactos provocados por la contracción muscular o a una elevada variabilidad en la frecuencia cardíaca del animal que el aparato no puede registrar (Hopster y Blokhuis, 1994).

El registro de la temperatura fue proporcionado por sondas Mätman® permitiendo valorar su evolución y evitando los artefactos provocados por la introducción repetida del termómetro en el recto y por la proximidad del manipulador al animal (Moe y Bakken, 1997). Al igual que con la frecuencia cardíaca, el registro de la temperatura puede presentar interrupciones. Movimientos bruscos de los animales y la defecación pueden hacer salir la sonda del recto, siendo necesaria su reintroducción. Si no se controla periódicamente la posición de la sonda es posible que el registro sea interrumpido e incompleto.

La frecuencia cardíaca en la cabra montés capturada con red vertical y caja trampa fue disminuyendo a partir del momento en que se colocó el monitor para registrarla. La actividad física o la respuesta emocional frente a determinadas situaciones puede

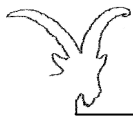


provocar el aumento o, incluso, la disminución como mecanismo de adaptación frente a un depredador, de la frecuencia cardíaca (Broom y Johnson, 1993). El cese de la actividad física provocada por la persecución en el caso de la captura mediante red vertical y del estrés producido por la captura y la manipulación tanto en red vertical como en caja trampa, pueden justificar esta disminución en los animales.

La temperatura corporal está generada por la contracción muscular, la asimilación de comida y el metabolismo (Lusk, 1989). Sin embargo, existe otro componente, llamado hipertermia inducida por estrés, que también colabora con el aumento de la temperatura corporal, debido a una activación de los ejes simpático-adrenomedular e hipotálamo-hipofiso-adrenocortical (Groenink *et al.*, 1994; Moe y Bakken, 1997; Bakken *et al.*, 1999). Dicha hipertermia depende del tiempo; así, en ratones y zorros tarda 10 minutos en alcanzar su máximo nivel y vuelve a la línea basal después de 60-90 minutos (Zethof *et al.*, 1994; Moe y Bakken, 1997). Tanto en red vertical como en caja trampa, la temperatura rectal disminuyó con el tiempo y se estabilizó siguiendo un patrón similar al de la hipertermia inducida por estrés.

10.2.2. Parámetros hematológicos

La liberación de catecolaminas y corticoesteroides producida por el estrés de captura provoca cambios en los valores hematológicos de los eritrocitos y los leucocitos. Las catecolaminas elevan el recuento de eritrocitos (RBC), junto con el valor hematocrito (PCV) y la concentración de hemoglobina, como consecuencia de la contracción esplénica. Estas hormonas también aumentan la circulación linfática, movilizandolos leucocitos de las reservas marginales y generando una leucocitosis con neutrofilia y/o linfocitosis. Este efecto es temporal y se ha descrito la disminución del PCV a lo largo del tiempo a partir de la descarga de catecolaminas (Wesson *et al.*, 1979), aunque en corzos capturados con el mismo método no se encontraron diferencias a lo largo del tiempo de captura (Montané *et al.*, 2003). Por otro lado, los corticoesteroides inducen leucocitosis, neutrofilia, linfopenia y eosinopenia, alcanzándose el máximo nivel a las 4-6 horas después del episodio estresante (Jain, 1993).



Ambos métodos de captura física presentaron un cuadro hematológico de estrés caracterizado por la disminución de los parámetros eritrocitarios por desaparición de los efectos de las catecolaminas, y aumento de leucocitos y neutrófilos, y disminución de los linfocitos y eosinófilos (sólo en red vertical), atribuible al efecto de los corticoesteroides.

10.2.3. Parámetros bioquímicos

La actividad sérica de algunas enzimas (creatina cinasa - CK, aspartato aminotransferasa - AST, alanina aminotransferasa - ALT, lactato deshidrogenasa - LDH) es un buen indicador de estrés en numerosas especies ya que aumenta durante la captura y el manejo de los ungulados salvajes debido al incremento de la permeabilidad y/o al daño de las células musculares (Seal y Hoskinson, 1978; Bush *et al.*, 1981; Kocan *et al.*, 1981; Kock *et al.*, 1987a; Chapple *et al.*, 1991; Duncan *et al.*, 1994). El aumento en las enzimas indicadoras de daño muscular de las cabras capturadas con red vertical y caja trampa coincide con lo anteriormente dicho y con los resultados de otros trabajos de investigación con similares métodos de captura en ungulados salvajes (Montané *et al.*, 2002 y 2003; López-Olvera *et al.*, 2006 y 2007). El efecto a nivel muscular también se ve reflejado en las alteraciones de la concentración de lactato y de creatinina. La disminución del lactato, probablemente debida a un retorno a los niveles basales después de un aumento por ejercicio físico o por efecto catecolamínico a nivel muscular (Kaneko, 1997a; Ganong, 2004), y el aumento de la creatinina por una vasoconstricción a nivel renal y muscular inducida también por las catecolaminas (Finco, 1997), son cambios que muestran resultados similares a los encontrados en otros ungulados salvajes sometidos a captura y manejo (Franzmann y Thorne, 1970; Hatting *et al.*, 1988; Peinado *et al.*, 1993).

Las catecolaminas y los glucocorticoides también tienen efectos en otros metabolitos. Así, tienen un efecto proteolítico, con lo que disminuyen las proteínas totales y aumentan los metabolitos nitrogenados de desecho como la urea (Finco, 1997; Kaneko, 1997; Guyton y Hall, 2000), incrementan la glucogenólisis y la gluconeogénesis aumentando la concentración de glucosa sérica (Guyton y Hall, 2000; Ganong, 2004), tienen un efecto lipolítico en el tejido adiposo, estimulando la movilización de las grasas y el aumento de los ácidos grasos libres (Guyton y Hall, 2000) y alteran la



excreción de iones a nivel renal, como el aumento de la eliminación del potasio. Estos cambios en las proteínas y en algunos metabolitos e iones fueron encontrados en las cabras monteses capturadas en este estudio.

10.2.4. Efecto del sexo

Los machos capturados con red vertical y caja trampa mostraron algunas diferencias respecto a las hembras correspondientes a cada método de captura. Así, los elevados niveles de la actividad enzimática de la LDH y la fosfatasa alcalina (FA), las concentraciones superiores de glucosa y creatinina, y los valores inferiores de proteínas totales, indican que los machos presentan una mayor respuesta de estrés en el momento de la captura.

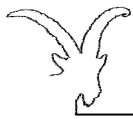
10.2.5. Efecto del método

Los animales capturados con red vertical mostraron una estabilización más temprana tanto de la frecuencia cardíaca como de la temperatura rectal respecto a los capturados con caja trampa (Tabla 10.1).

Tabla 10.1. Tiempo de estabilización de la cabra montés capturada con métodos físicos.

	RED VERTICAL	CAJA TRAMPA
Frecuencia cardíaca	55 min	175 min
Temperatura rectal	70 min	140 min

Al comparar los valores de los parámetros hematológicos y bioquímicos de los animales capturados con red vertical y caja trampa, se encuentra que algunos de ellos muestran que la red vertical es un método menos estresante que la captura con caja trampa. Así, las cabras capturadas con caja trampa mostraron un mayor recuento de neutrófilos, de actividad sérica de la AST y de la concentración de bilirrubina total, así como un menor recuento de eosinófilos y de la concentración de triglicéridos y potasio, que los obtenidos en red vertical. El hecho de que los animales capturados con caja trampa permanecieran unas horas encerrados antes de la captura manual probablemente influye a la hora de presentar una respuesta de estrés más elevada que al ser capturados mediante red vertical.



10.2.6. Efecto del método y del sexo

Las diferencias encontradas entre los machos y las hembras según el método de captura, y basándonos en los resultados de los mismos parámetros, indican que los machos son más sensibles al estrés cuando se capturan con red vertical y que las hembras lo son más cuando se capturan con caja trampa. La mayor actividad de algunas enzimas en los machos capturados con red vertical podría ser debida al esfuerzo físico y la respuesta de estrés frente a la persecución antes de ser capturadas; en cambio, la captura prolongada durante horas en la caja trampa y el estrés producido por la posterior contención física podría afectar mucho más a las enzimas indicadoras de daño muscular de las hembras.

López-Olvera *et al.* (2007) encontraron diferencias entre machos y hembras de rebeco pirenaico capturado con red vertical, pero los resultados fueron contrarios a los obtenidos en cabra montés.



10.3. EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRANQUILIZANTES

10.3.1. Efecto de la acepromacina

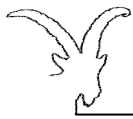
Diversos trabajos con otros ungulados salvajes, como son el corzo (*Capreolus capreolus*) y el rebeco pirenaico (*Rupicapra pyrenaica*), han demostrado el efecto beneficioso a nivel de constantes clínicas y parámetros hematológicos y bioquímicos de la acepromacina (Montané *et al.*, 2002 y 2003; López-Olvera *et al.*, 2006 y 2007).

Aunque la frecuencia cardiaca se podría tomar como una medida del efecto de las catecolaminas liberadas frente a un estímulo estresante (Broom y Johnson, 1993), no se han encontrado diferencias entre el grupo tratado y el grupo control, probablemente debido a la variabilidad individual (Porges, 1985) y a la taquicardia refleja derivada de la hipotensión producida por la acepromacina (Plumb, 2002).

En el registro de la temperatura rectal, en cambio, el efecto hipotérmico de la acepromacina (Plumb, 2002) es muy evidente en el estudio realizado con red vertical y un poco menos en los animales capturados con caja trampa, evitando así la hipertermia inducida por estrés (Groenink *et al.*, 1994).

Los valores inferiores del RBC, del PCV, de la concentración de hemoglobina, del recuento de leucocitos (WBC), del recuento de neutrófilos y de linfocitos respecto al grupo control demuestran los efectos de la acepromacina a nivel vascular, favoreciendo el secuestro celular a nivel esplénico y evitando las alteraciones sanguíneas producidas por las catecolaminas (Plumb, 2002).

El bloqueo por parte de la acepromacina de los receptores alfa adrenérgicos en la musculatura estriada y la consecuente vasodilatación, favorece un mayor flujo sanguíneo en el tejido muscular que se refleja en una disminución de la actividad de las enzimas indicadoras de daño muscular como son la CK, AST, LDH y ALT, y de la concentración de urea y creatinina (Gross y Booth, 1995; Finco, 1997; Guyton y Hall, 2000).



El mismo efecto vasodilatador sucede a nivel de los túbulos renales de manera que la concentración de potasio tampoco aumenta en los animales tranquilizados con acepromacina (Guyton y Hall, 2000).

Una menor respuesta de estrés produciría menos hemólisis y lipólisis en los animales y no habría aumento en la bilirrubina sérica y en el colesterol, como sucede en los animales no tranquilizados (Tennant, 1997; Guyton y Hall, 2000).

El efecto de la acepromacina fue un poco más evidente en las hembras que en los machos ya que, valores como el RBC, el PCV, la concentración de hemoglobina y de creatinina, se mostraron inferiores en las de este grupo. Una diferencia similar también ha sido descrita en el rebeco pirenaico (López-Olvera *et al.*, 2007).

10.3.2. Efecto del haloperidol

La administración de haloperidol a los animales provoca una estabilización más temprana tanto de la frecuencia cardíaca como de la temperatura, y ésta es significativamente inferior a la del grupo control. Aún no teniendo como efecto la hipotermia, el haloperidol actúa en el sistema nervioso central, produciendo una depresión del mismo y, consecuentemente, no existe la hipertermia inducida por estrés (Groenink *et al.*, 1994). Además, se observa una disminución de la temperatura respecto al grupo control, que dura más tiempo que con la acepromacina, con lo que la acción a nivel central tiene efectos más marcados.

El efecto hipotensor del haloperidol debido a una vasodilatación por el bloqueo de los receptores adrenérgicos periféricos causa la disminución de los parámetros hematológicos y de la concentración de creatinina por eliminación por vía renal (Gross y Booth, 1995). Algunos de los efectos colaterales del haloperidol en la especie humana pueden ser temblores, espasticidad y calambres musculares, provocando un posible aumento de la actividad muscular y del metabolismo proteico (Gross y Booth, 1995). Las actividades de las enzimas indicadoras de daño muscular (AST, ALT y FA), y la concentración de urea aumentadas rebelarían que el haloperidol no tiene el efecto protector a nivel muscular que presenta la acepromacina.



10.4. EFECTO DE LAS COMBINACIONES ANESTÉSICAS Y DEL MÉTODO DE APLICACIÓN

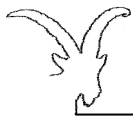
El estudio de diferentes combinaciones de anestésicos y el método de administración (rifle anestésico, pistola anestésica, cerbatana) es necesario para determinar la mejor opción que se adapte a nuestras necesidades y que cause un mínimo de efectos adversos en los animales.

Tanto la xilacina como la medetomidina, son dos analgésicos y sedantes con afinidad por los receptores alfa adrenérgicos, siendo más específicos para los receptores del tipo alfa-2 que para los del tipo alfa-1 (Gross y Booth, 1995; Plumb, 2002). La asociación que más comúnmente se utiliza con la xilacina y la medetomidina es con la ketamina, un anestésico disociativo derivado de la fenciclidina (Branson y Booth, 1995; Plumb, 2002; McKelvey y Hollingshead, 2003). Al ser más específica la medetomidina que la xilacina por los receptores alfa-2 adrenérgicos, la dosis necesaria de ketamina es inferior cuando se combina con la primera (Plumb, 2002; Caulkett y Haigh, 2004).

Pocas diferencias son las encontradas entre las dos combinaciones anestésicas comparadas. Ambas combinaciones se mostraron seguras durante el período que los animales permanecieron anestesiados, presentaron los mismos efectos derivados de utilizar alfa-agonistas y alteraciones hematológicas y bioquímicas no atribuibles a una mayor respuesta de estrés por parte de uno u otro grupo.

Los tiempos de anestesia registrados cuando se utiliza xilacina combinada con ketamina, aún sin mostrar diferencias estadísticamente significativas, fueron inferiores a los que se obtienen cuando se combina la medetomidina. No obstante, la media de 8.15 minutos en el tiempo de inducción aún es elevada, en el caso de que un animal en estado salvaje decidiera huir.

En nuestro estudio los animales se encontraban en todo momento controlados dentro de un cercado, por lo que la recuperación de los animales dormidos no tuvo dificultad alguna. Pero los animales de especies salvajes que se capturan mediante métodos químicos suelen estar en espacios abiertos, con la posibilidad de salir huyendo si una situación de peligro les amenaza y con los consecuentes problemas



de pérdida de los animales o, incluso, dependiendo del relieve de la zona, la muerte por despeñamiento (Gauthier, 1993; Peracino y Bassano, 1993). En este aspecto influye, por tanto, el tiempo que el animal tarda en dormirse.

En el caso de tener que escoger diferentes métodos para aplicar la anestesia, tampoco existen diferencias entre los parámetros clínicos, hematológicos y bioquímicos que nos hagan definir como más o menos estresante alguno de los métodos. De nuevo hay que recurrir a los tiempos de inducción y a las características del método utilizado para capturar a los animales.

En primer lugar hay que tener en cuenta la distancia a la cual se encuentra el objetivo, puesto que la cerbatana no tiene tan largo alcance como el rifle anestésico. Y después evaluar qué método muestra unos tiempos anestésicos inferiores. Como factor favorable para el rifle, los tiempos son menores, pero como los animales anestesiados con cerbatana estaban previamente capturados en una caja trampa, el tiempo de inducción carece de importancia dado que el animal no puede huir.

Además de evaluar las alteraciones internas producidas por el método de contención química también hay que tener en cuenta las alteraciones externas y el resultado de dichas contenciones a lo largo del tiempo. En el grupo de animales anestesiados con cerbatana no hubo bajas ni heridas graves como resultado del impacto del dardo. El hecho de que el rifle anestésico impulse el dardo mediante presión y el hecho de tener que realizar un cálculo aproximado de la posición del objetivo (y que éste no permanece inmóvil), produce una serie de efectos a nivel físico en el animal. Las heridas producidas por el impacto y sus consecuencias muestran el rifle anestésico como un método más peligroso para los animales que la cerbatana.

11. CONCLUSIONES



Primera

La red vertical es un método apropiado de captura física para cabra montés por su elevada especificidad, rendimiento y seguridad.

Segunda

La acepromacina es un tratamiento adecuado para reducir las consecuencias del estrés en la cabra montés producidas por la captura con métodos físicos, ya que reduce sus efectos en el animal al evitar un incremento de la temperatura y la elevación de los parámetros eritrocitarios y leucocitarios, de las enzimas indicadoras de daño muscular y de metabolitos como la urea y la creatinina.

Tercera

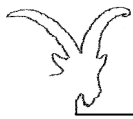
El uso del haloperidol no muestra ventajas respecto al de la acepromacina en el control del estrés en los machos de cabra montés capturados con caja trampa puesto que en los animales tratados con el primero se produjo un aumento de algunas enzimas indicadoras de daño muscular así como de metabolitos como la urea y la bilirrubina total.

Cuarta

El efecto del estrés de captura se ve influido por el método (red vertical, caja trampa) de forma diferente según el sexo. Así, la red vertical tiene un efecto más marcado sobre los machos de la especie y la caja trampa sobre las hembras.

Quinta

El efecto del tratamiento con acepromacina es más marcado en las hembras de cabra montés respecto a los machos, pues en las primeras provoca un mayor descenso de los índices eritrocitarios y de la concentración de creatinina.



Sexta

Los resultados encontrados en el estudio de los parámetros clínicos, hematológicos y bioquímicos de las asociaciones anestésicas (xilacina + ketamina, medetomidina + ketamina) y de los métodos de administración (rifle anestésico, cerbatana) no muestran diferencias atribuibles a una mayor respuesta de estrés por parte de una u otra combinación o método.

**Avaluació de l'estrès de captura
mitjançant mètodes físics i químics en la
cabra salvatge (*Capra pyrenaica*) i la seva
modulació amb tranquil·litzants**



**Encarna Casas Díaz
Bellaterra, 2007**

Avaluació de l'estrès de captura mitjançant
mètodes físics i químics en la cabra salvatge
(*Capra pyrenaica*) i la seva modulació amb
tranquil·litzants

Encarna Casas Díaz



Bellaterra

2007

UAB
Universitat Autònoma de Barcelona

Aquesta tesi doctoral ha estat realitzada gràcies al finançament de la Comissió Interministerial de Ciencia y Tecnología (projecte CICYT REN2001-1989/GLO) i va comptar amb el suport del Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya i la col·laboració del Parque Nacional de Sierra Nevada.

Els Doctors SANTIAGO LAVÍN GONZÁLEZ i IGNASI MARCO SÁNCHEZ, Catedràtic d'Universitat i Professor Titular de l'Àrea de Coneixement de Medicina i Cirurgia Animal de la Facultat de Veterinària de la Universitat Autònoma de Barcelona, respectivament,

CERTIFIQUEN:

Que la memòria titulada 'Avaluació de l'estrès de captura mitjançant mètodes físics i químics en la cabra salvatge (*Capra pyrenaica*) i la seva modulació amb tranquil·litzants', presentada per la llicenciada ENCARNA CASAS DÍAZ per a l'obtenció del grau de Doctora en Veterinària, s'ha realitzat sota la nostra direcció i, un cop considerada satisfactòriament finalitzada, autoritzem la seva presentació per tal que sigui avaluada per la comissió corresponent.

I perquè així consti als efectes que siguin oportuns, firmem el present certificat a Bellaterra, el 22 de maig de 2007.

Firmat: Santiago LAVÍN GONZÁLEZ

Firmat: Ignasi MARCO SÁNCHEZ

Pregunta't a tu mateix si el que estàs fent avui
t'apropa al lloc en què vols estar demà

Jackson Brown

AGRAÏMENTS

Després d'haver escrit una tesi de més de cent pàgines és de suposar que escriure els agraïments serà una tasca fàcil però, estimat/ada amic/iga, no és així.

Per mi és quelcom que té una importància igual o més gran que la resta de text. Una tesi doctoral no és el treball d'una sola persona. Darrera de l'autor, en aquest cas autora, existeixen una sèrie de persones i organismes que han fet possible la realització d'una tasca tan complexa.

Els principals responsables de que hagi arribat al dia de la lectura, evidentment, són els meus directors de tesi, els doctors Santiago Lavín i Ignasi Marco. A Santiago, y perdón por perder las formas del trato pero, cuando se trabajan unos cuantos años y muchas horas juntos, los jefes se convierten en personas más cercanas y familiares, le debo la orientación en la forma de trabajar, en la manera de enfocar y relativizar las situaciones “difíciles” y, como no, una buena parte de mi educación gastronómica, que también es importante. A Ignasi li agraeixo que m'hagi ensenyat una de les parts més dures del treball, que és l'estrictament científica, i que hagi conreat en mi l'esperit investigador.

Els següents en la llista de “responsabilitats” són, com no, tot el personal de la Reserva Nacional de Caça dels Ports de Tortosa i Beseit, sense oblidar-me, clar, de les escapades del personal de la Reserva de Caça de l'Encanyissada. Tant els directors com els guardes van col·laborar desinteressadament i van tenir que suportar les nostres insistents visites per tal de capturar els animals necessaris per a la “meva tesi”. Moltes gràcies/Muchas gracias per compartir amb nosaltres els vostres coneixements i cedir-nos part del vostre temps. Sou molts, no m'agradaria fer una llista i deixar-me algú per distracció, així que només faré un agraïment personalitzat i és per l'Alberto, de la companyia del qual només varem poder gaudir al principi del projecte.

Evidentemente tampoco puedo olvidarme de otra incalculable ayuda concedida por el Parque Nacional de Sierra Nevada, que nos facilitaron la realización de una parte del proyecto de investigación. El personal del Parque nos acogió como si fuéramos parte de su familia, compartiendo con ellos trabajo y unas buenas brasas. Debéis

saber que os esperamos con los brazos abiertos para corresponderos a tan grata ayuda.

Moltes gràcies també per:

Al Josep i la Rafi, amb l'ajuda dels quals vaig aconseguir "tractar amb carinyo" al SYSMEX, no vaig desesperar amb l'ADVIA (el gran absent en aquest treball d'investigació, però tot arribarà) i vaig aprendre els principis, bases i coneixements del funcionament d'un laboratori.

Als molts estudiants i voluntaris com en Ferne, Txema, Jordi Boixadé, Rafa Guàrdia, Pepe (siento lo de tu ojo), Olga (la nostra prota de la pel·li de captures), Arrate, Albert, Óscar García, Ana Munilla, Eulàlia, Anna Fusté, Carol, Lluís Raventós, Sarai, Marta, Alfons, Meritxell, Laia i a la representació italiana estudiantil més original i diversa mai ajuntada Daniele, Giulia i Laura. Segur que em deixo a algú, però que es consideri també inclòs en aquesta llista.

A tots els amics que he anat guanyant al llarg de la carrera de veterinària, tant a dins com a fora del campus, com la Núria L., Carla, Irene, Josep, Montse, Mariona, Nuria B., Cris, Angie, Maria, Toni, Eva Brugués, Ariadna, Sonia López, Núria Monje, César Otero, Ivan, Eva (tb Álex, aunque un poco más tarde), Lluís Parpal, Marta Leiva, Pili, Ana, Sergio Muñoz, Aurora, Jordi Montané, Neus Caminal, César Piñol, Rocío, Fernando Martínez, Yoli, M^a Rosa, Oriol, Loli-Vane-MariCarmen (siempre seréis nuestras niñas), Magalí, Nilssa, Eva Creus, Jaume Martorell, Montse Mesalles, Roser, Alicia, Concha, Ana Cris, Paola, Ana Dalmau, Roger Santmartí, "El meu" Ignasi (el que m'ha vist patir i sempre ha estat quan l'he cridat), Calixt, Fernando Esperón, Mari Paz, Raquel Álvarez, Pablo, Javi, Joaquín, Fran, "Tierno", Belén i un llarg etcètera de noms de persones especials i meravelloses. Una dedicatòria molt especial pel seu entusiasme i cor tan gran per a Mariano, me hubiese encantado que estuvieras entre los asistentes a mi tesis, nunca te olvidaré.

Als "meus alumnes" d'auxiliar. No puc recordar tots els vostres noms, però sí recordo totes les hores que he passat amb vosaltres intentant saciar la vostra set de coneixement com millor vaig saber. També a María i a Salva, que sou els que vareu permetre que jo entrés en contacte amb ells.

A Ana Luisa, compañera artística y de despacho, con su interminable ilusión, imaginación y voluntad por hacer cosas, además de un dulce corazón.

A Pancha, por su desmesurada preocupación por nuestro bienestar y equilibrio tanto profesional como emocional, como si fueras una mamá comunitaria.

A la Mercè, que sempre té un somriure contagiós que et dedica pel passadís quan no està tenint cura del COBAS per acabar el meu estudi o acollint-te a casa seva perquè senzillament ho necessites.

A l'Ester, el teu caràcter i actitud fermes davant algunes situacions sempre em servirà d'exemple a seguir, a l'igual que la dedicació al 200% que li poses a les coses que fas per a que surtin realment com han de sortir.

A Carlo, que me haces tanta compañía cuando estás en el extranjero con tus estancias varias y casi no te veo el pelo cuando estás aquí ;-P. Perdona, es que me he inspirado de repente. Eres el compañero de despacho ideal para reír en los momentos de más tensión y una gran persona (y no va con segundas).

A Óscar, que aunque acaba de llegar al equipo, ya hace tiempo que conocía. Siempre he admirado tu inagotable entusiasmo sumamente contagioso que es capaz de arrancarnos del trabajo para ir al Cau a por unas bravas recalentadas.

A Cinzia (Ci), y Cristina, no me la dejo, por ser unas maravillosas compañeras de piso, ideales tanto para competir por un buen aparcamiento cerca de casa, como para tener una "cena romántica" viendo la tele, como para compartir un tiempo precioso que sé que es limitado.

A Grego, un amigo con el que es sumamente agradable trabajar codo con codo, que siempre he tenido la sensación de que me ha cuidado como a una hermana, siempre pendiente de mi bienestar.

Al Kiku, "becari alliberat" del Departament i meravellosa persona del qual aprens sempre una cosa nova cada dia i que et dedica tota la seva atenció, si no és que està amb els seus SSSLMs.

A mi “familia” de Sant Andreu: Ángel, Mari, Ana y Alberto. Lo que habéis hecho vosotros no lo hace cualquiera, os lo aseguro.

Al resto de mi familia: tí@s, prim@s...

A Jordi, que aunque te cueste un tiempo entenderlo, al final te darás cuenta que nunca quise hacerte daño. Buena parte de esta tesis te la debo a ti porque me apoyaste en todos los sentidos durante los cinco años que he tardado en darle forma. Contigo pasé 10 años, exactamente un tercio de mi vida, durante los cuales aprendimos muchas cosas el uno del otro. Pero la vida sigue y me gustaría que su curso nos deparara un futuro en el que encontrarnos no fuera una situación incómoda. Confío en tu buen corazón y espero que algún día me “perdones”.

A mis padres, Paco y Paquita, hermana Espe y hermano Valen por teneros en este mundo. Realmente es importante tener una familia, pero más importante es saber que te quiere y que te lo demuestran, cada uno a su manera, que es lo más especial de todo.

I tot i que sigui un sense sentit i mai arribin a saber-ho, també agraeixo a les cabres protagonistes de la tesi la seva col·laboració “desinteressada” i els demano disculpes per l'estona tan dolenta que els vaig fer passar.

A tots, moltes gràcies.

ÍNDEX

1. Resum.....	1
2. Introducció.....	7
3. Revisió bibliogràfica	11
3.1. Característiques generals de la cabra salvatge.....	13
3.2. Mètodes de captura.....	21
3.3. Estrès	25
3.4. Tranquil·litzants	38
3.5. Anestèsia	41
4. Objectius	45
5. Material i mètodes general	49
6. Hematological and serum biochemical values of Spanish ibex (<i>Capra pyrenaica</i>) captured by drive-net and box-trap	61 (versió castellana)
7. Use of acepromazine for stress control in Spanish ibex (<i>Capra pyrenaica</i>) captured by drive-net.....	77 (versió castellana)
8. Effect of acepromazine and haloperidol on stress of Spanish ibex (<i>Capra pyrenaica</i>) captured by box-trap	93 (versió castellana)
9. Anestèsia mitjançant xilazina+ketamina i medetomidina+ketamina administrada amb rifle anestèsic i sarbatana en la cabra salvatge (<i>Capra pyrenaica</i>).....	111 (versió castellana)

10. Discussió general.....	127
10.1. Mètodes de captura.....	129
10.2. Resposta d'estrès agut	140
10.3. Efecte de l'aplicació de tranquil·litzants.....	145
10.4. Efecte de les combinacions anestèsiques i del mètode d'aplicació.....	147
11. Conclusions.....	149
12. Bibliografia.....	153 (versió castellana)

1. RESUM

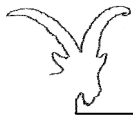


Els objectius del present treball pretenen avaluar la resposta d'estrès de captura i maneig en la cabra salvatge (*Capra pyrenaica*) i les seves possibles conseqüències, valorar l'efecte d'un neurolèptic fenotiacínic de curta durada (acepromazina) i una butirofenona de llarga durada (haloperidol) sobre aquesta resposta, valorar les diferències entre la utilització de dues combinacions diferents d'anestèsics (xilazina+ketamina, medetomidina+ketamina), i valorar les diferències entre dos mètodes de captura física diferents (xarxa vertical i caixa trampa) i dos mètodes de captura química (rifle anestèsic i sarbatana).

Les cabres salvatges capturades amb xarxa vertical i caixa trampa van ser immobilitzades durant tres hores per realitzar l'estudi d'estrès de captura mitjançant diferents mètodes físics. En ambdós mètodes es van establir dos grups: un grup tractat, que va rebre acepromazina o haloperidol intramuscular, i un grup control, que va rebre sèrum salí fisiològic intramuscular. Durant el període d'estudi es van enregistrar la freqüència cardíaca i la temperatura mitjançant tècniques telemètriques no agressives i es van obtenir mostres sanguínies mitjançant punció venosa (per realitzar l'hemograma i les determinacions bioquímiques).

Els mètodes químics de captura es van aplicar en dos grups diferents de cabres salvatges. Es va utilitzar la teleanestèsia amb rifle anestèsic en cabres capturades en un tancat i amb sarbatana en cabres capturades en caixa trampa. En ambdós mètodes es va utilitzar la combinació d'anestèsics xilazina+ketamina, i en el grup del rifle anestèsic, a més, es va administrar la combinació medetomidina+ketamina. L'anestèsia es va allargar fins a una hora per poder realitzar l'estudi de l'efecte dels anestèsics mitjançant els mateixos paràmetres clínics, hematològics i bioquímics, a més de la freqüència respiratòria i saturació d'oxigen, que es van determinar en el grup capturat amb mètodes físics.

La resposta d'estrès agut en la cabra salvatge es va caracteritzar per un augment del recompte total de leucòcits (WBC), del recompte diferencial de neutròfils, de l'activitat dels enzims creatina-cinasa (CK), aspartataminotransferasa (AST), lactat deshidrogenasa (LDH) i alanina aminotransferasa (ALT), de la concentració d'urea, creatinina, glucosa, bilirubina total i triglicèrids; i per una disminució de la freqüència cardíaca, de la temperatura rectal, d'alguns paràmetres eritrocitaris (recompte d'eritròcits – RBC, valor hematòcrit – PCV i concentració



d'hemoglobina), del recompte diferencial de limfòcits i eosinòfils, de la concentració de proteïnes totals, de lactat i de potassi.

Els mascles capturats amb xarxa vertical i caixa trampa van mostrar un augment de la LDH i la fosfatasa alcalina (FA), la glucosa i la creatinina, mentre que la concentració total de proteïnes va ser inferior en comparació amb les femelles.

Les cabres salvatges capturades amb caixa trampa van mostrar una estabilització més tardana de la freqüència cardíaca i la temperatura rectal; un augment en el recompte diferencial de neutròfils, en l'activitat de l'AST, i en la concentració de bilirubina; i una disminució en el recompte diferencial d'eosinòfils i de la concentració de potassi.

Els mascles capturats amb xarxa vertical van mostrar activitats elevades de la CK, AST, LDH i ALT, en canvi, les femelles capturades amb caixa trampa van mostrar el mateix augment en els enzims i, a més, un augment en la concentració de colesterol, urea i bilirubina total.

En les cabres immobilitzades, el tractament amb acepromazina va fer disminuir la temperatura, el RBC, el PCV, la concentració d'hemoglobina, el WBC, el recompte diferencial de neutròfils i de limfòcits, l'activitat dels enzims CK, AST, LDH, ALT i la concentració d'urea, creatinina, bilirubina total, colesterol i potassi.

L'efecte de l'acepromazina va ser una mica més evident en les femelles que en els mascles ja que van mostrar valors inferiors de RBC, PCV, concentració d'hemoglobina i de creatinina.

El tractament amb haloperidol va provocar una estabilització més precoç de la freqüència cardíaca i de la temperatura, una disminució al PCV, la concentració d'hemoglobina i la de creatinina, i un augment en alguns enzims com l'AST, ALT i FA, i en la concentració d'urea.

L'administració de la combinació anestèsica xilazina+ketamina va mostrar uns temps d'anestèsia inferiors, tot i que no són estadísticament diferents, i uns valors superiors al WBC en comparació amb la combinació medetomidina+ketamina. També va



presentar un augment en el recompte diferencial de neutròfils i en l'activitat dels enzims CK i AST.

Quan l'anestèsia s'administra amb rifle anestèsic els valors de PCV, VCM, HCM, CCMH i la concentració d'hemoglobina, urea i potassi són superiors a l'administració amb sarbatana, que presenta valors superiors de la concentració de proteïnes totals, bilirubina total, clorurs i l'activitat de la ALT. Els eosinòfils van disminuir en el grup anestesiats amb rifle.

Els canvis produïts en els paràmetres clínics, hematològics i bioquímics en les cabres salvatges capturades mitjançant mètodes físics indiquen que la captura i el maneig d'aquesta espècie produeix una resposta d'estrès, de la mateixa manera que en altres espècies d'ungulats salvatges, i que aquesta depèn del tipus de mètode que s'utilitza. Aparentment la captura mitjançant xarxa vertical mostra una resposta inferior a la realitzada amb caixa trampa, per la qual cosa es pot considerar com un mètode menys estressant.

Els efectes vasodilatadors de l'acepromazina als receptors alfa-adrenèrgics, juntament amb altres propietats com la hipotèrmia, es mostren beneficiosos per contrarestar els efectes adversos de les catecolamines i els glucocorticoides en els animals capturats mitjançant mètodes físics, i s'evita així el desenvolupament de patologies associades a l'estrès com la miopatia de captura.

Amb les dades obtingudes en aquest estudi, no està clar l'efecte que té l'administració d'haloperidol ni la diferent resposta en funció del sexe als animals davant d'un mateix estímul estressant.

L'administració de la combinació anestèsica xilazina+ketamina ha obtingut temps d'anestèsia inferiors als de la combinació medetomidina+ketamina, tot i que no mostren diferències estadísticament significatives, i no presenten diferències molt importants en els paràmetres clínics, hematològics i bioquímics. L'aplicació mitjançant rifle anestèsic o sarbatana dependrà més del medi on s'ha de realitzar l'anestèsia que del mètode d'administració en si mateix, ja que les diferències trobades en els paràmetres analitzats no són atribuïbles a un estrès major o menor produït per utilitzar rifle o sarbatana.

2. INTRODUCCIÓ



La creixent preocupació de la societat actual per la fauna salvatge i l'ambient que l'envolta fa que l'avaluació de la biologia de les espècies i la seva interacció amb l'ésser humà sigui el motiu pel qual existeix un interès, cada vegada més gran, per l'estudi del benestar animal.

Si a aquest interès ecològic li afegim l'interès econòmic que poden arribar a generar algunes espècies salvatges perquè són considerades cinegètiques, les raons per investigar la manera en la qual les activitats relacionades amb la gestió d'aquestes poblacions salvatges afecten la seva supervivència augmenten; i la cabra és salvatge el trofeu més preuat dins les espècies destinades a l'activitat cinegètica.

De les quatre subespècies existents a la Península Ibèrica, només sobreviuen dos en l'actualitat i estan localitzades en zones molt concretes de la geografia peninsular. L'extinció de dos subespècies per múltiples factors, tant ambientals com antropogènics, i l'actual amenaça de la sarna sarcòptica, malaltia que gairebé va provocar la desaparició total d'algunes poblacions en la dècada dels 80, fa que una adequada gestió d'aquesta espècie i la resta de les poblacions sigui necessària per recuperar l'espècie en zones on ja no existeix i reforçar-la a zones on encara hi pertany.

La gestió de les poblacions d'ungulats salvatges inclou la reintroducció i el reforçament d'aquestes amb animals procedents d'altres indrets geogràfics. La captura, el maneig i el trasllat de la fauna salvatge provoquen estrès als animals i els generen canvis fisiològics i de comportament que poden arribar a comprometre la seva vida i, conseqüentment, portar al fracàs els projectes de gestió.

Existeixen estudis sobre l'aplicació de tranquil·litzants i l'ús de la teleanestèsia destinats al maneig de la fauna salvatge. L'avaluació de diferents mètodes de captura, tranquil·litzants de curta i llarga durada i diferents combinacions anestèsiques ens apropen a un millor coneixement dels efectes de l'estrès en les espècies salvatges i de l'elecció del mètode més adient per a la seva captura i per minimitzar l'aparició dels seus efectes adversos.

3. REVISIÓ BIBLIOGRÀFICA



3. 1. CARACTERÍSTIQUES GENERALS DE LA CABRA SALVATGE (*Capra pyrenaica*)

3.1.1. Taxonomia i distribució geogràfica

El gènere *Capra* està format per sis espècies salvatges (Corbet, 1978; Fandos i Medem, 1994), que es distribueixen pel Paleàrtic i el nord-est d'Àfrica. La cabra salvatge (*Capra pyrenaica*; Schinz, 1838) és un ungulat de muntanya de mida mitjana amb un marcat dimorfisme sexual (Schaller, 1977; Fandos, 1991; Granados *et al.*, 1997). Característiques com la mida corporal, la forma de les banyes i el color del pelatge diferencien les subespècies (Cabrera, 1911 i 1914).

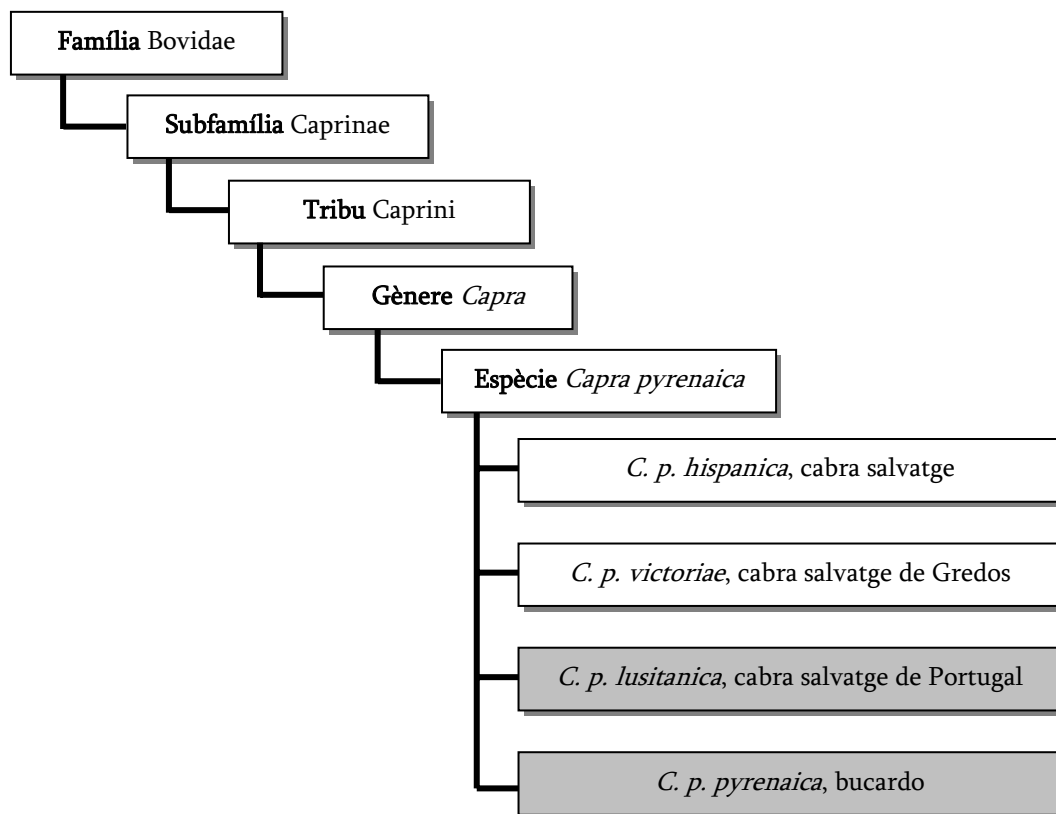


Fig. 3.1. Taxonomia de la cabra salvatge (Shackleton *et al.*, 1997).

La divisió taxonòmica d'aquesta espècie és objecte de discussió (Couturier, 1962; Clouet, 1979; Shackleton *et al.*, 1997), i hi trobem les subespècies *Capra pyrenaica hispanica* (Schimper, 1848), *Capra pyrenaica victoriae* (Cabrera, 1911), *Capra pyrenaica lusitanica*[†] (Schlegel, 1872) i *Capra pyrenaica pyrenaica*[†] (Schinz, 1838) (Fig. 3.1). Estudis genètics recents qüestionen aquesta classificació i posen de manifest una gran similitud genètica entre les diferents subespècies (Manceau *et al.*, 1999).

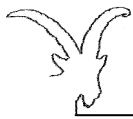


Fig 3.2. Distribució dels diferents nuclis de població de cabra salvatge (adaptat de Fandos, 1989 i Pérez *et al.*, 2002). 1 – Massís pirinenc. 2 – Serra de Guara. 3 – Serra de Montserrat. 4 – Serra del Montsant. 5 – Serra de Cardo. 6 – Serra del Montsià. 7 – Maestrazgo. 8 – Serra de Martés. 9 – Muela de Cortes. 10 – Serranía de Cuenca. 11 – Parc Nacional de Cabañeros. 12 – Gredos. 13 – Reserva Nacional de Caça de Las Batuecas. 14 – Riaño. 15 – Ancares. 16 – Invernadeiro. 17 – Pedriza, Soto del Real. 18 – Cadena muntanyenca d’Alcaraz. 19 – Serra Madrona-Serra Morena. 20 – Serres Moratalla-Caravaca. 21 – Parc Natural de la Serra de Grazalema. 22 – Serra de Líjar. 23 – Serra de l’Aljibe. 24 – Serra Bermeja. 25 – Parc Natural de la Serra de Las Nieves. 26 – Serres Arcas-Pedroso. 27 – Serres Sur Antequera. 28 – Serra d’Alfarnate. 29 – Reserva Nacional de Caça de Tejeda-Almijara. 30 – La Resinera. 31 – Serra de Loja. 32 – Serra de Guájares-Albuñuelas. 33 – Serra de Lújar. 34 – Contraviesa. 35 – Parc Nacional de Sierra Nevada. 36 – Parc Natural de les Serres de Huétor. 37 – Depressió Guadix. 38 – El Mencil. 39 – Parc Natural de la Serra de Baza. 40 – Parc Natural de la Serra de Castril. 41 – Serra de La Sagra. 42 – Serres de Lobos i Montilla. 43 – Serra de Gádor. 44 – Serra Filabres. 45 – Serra Alhamilla. 46 – Serra Cabrera. 47 – Serra Estancias. 48 – Parc Natural de Serra María. 49 – Parc Natural de les Serres de Cazorla, Segura i Las Villas. 50 – Parc Natural de Serra Mágina. 51 – Subbètic *ijenense*. 52 – Serres Horconera i Albayate. 53 – Serres Tablón i Montes de Osuna.

Tot i ser una espècie abundant des de l’Edat Mitjana, les poblacions de cabra salvatge han anat disminuint els últims segles per la pressió cinegètica, el desenvolupament agrícola i la deterioració del medi. La seva presència va desaparèixer dels Pirineus francesos a mitjans del segle XIX, el 1890 *Capra pyrenaica lusitanica* es va extingir de la Serra de Geres (Portugal) i Galícia (Cabrera, 1914; Peña, 1978; Gonzales, 1982; Alados, 1985; Fandos, 1991) i al gener de l’any 2000 va morir l’última femella de *bucardo* del Parc



Nacional d'Ordesa y Monte Perdido, que era l'últim exemplar de la subespècie *Capra pyrenaica pyrenaica*, d'aquesta manera va desaparèixer dels Pirineus espanyols (Alados, 1997; Pedrotti i Lovari, 1999; Pérez *et al.*, 2002).

La distribució d'ambdues subespècies que queden se situa al nord-oest de la Península Ibèrica, ocupat per *Capra pyrenaica victoriae*, i al llevant i sud de la Península, que habita la subespècie més abundant i objecte d'aquesta tesi, *Capra pyrenaica hispanica* (Fig. 3.2).

3.1.2. Característiques morfològiques

La cabra salvatge té l'aparença típica dels caprins: aspecte robust, mida mitjana, potes més aviat curtes, cua roma, coll musculós, orelles curtes i ulls ambarins (Blanco, 1998).

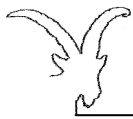
Pelatge

El pelatge és de color canyella a l'estiu, i ant brut a l'hivern, però existeixen a més altres característiques diferenciadores. La superfície corporal coberta per pelatge negre varia amb l'edat:

- ♂ Color blanc: a la panxa i part posterior de les extremitats anteriors i la part interior de les quatre extremitats.
- ♂ Color negre (Fig. 3.3): la part anterior de les quatre extremitats en ambdós sexes. En els mascles de *Capra pyrenaica hispanica* aquest color es va estenent amb l'edat fins a ocupar-ne el 45% de la superfície, sobretot la més visible, que comprèn les quatre extremitats, les bandes ventrals, tota la part superior, el coll, el cap i les espatlles (Huecas, 1989; Fandos, 1991; Granados *et al.*, 2002).

Dimorfisme sexual

El dimorfisme sexual és molt acusat. El mascle és més gran que la femella, té una crinera i una "barba" característiques, i les seves taques negres són molt més extenses (Blanco, 1998). A més, està dotat de banyes llargues, gruixudes i amb nusos, que en els adults es corben en forma de "S", tot i que la seva forma varia en funció de la zona on



viuen. Les banyes de les femelles són curtes, cilíndriques i amb forma de lira (Blanco, 1998; Granados *et al.*, 2002). Aquesta característica específica és la que atorga al mascle de cabra salvatge el seu gran valor cinegètic.

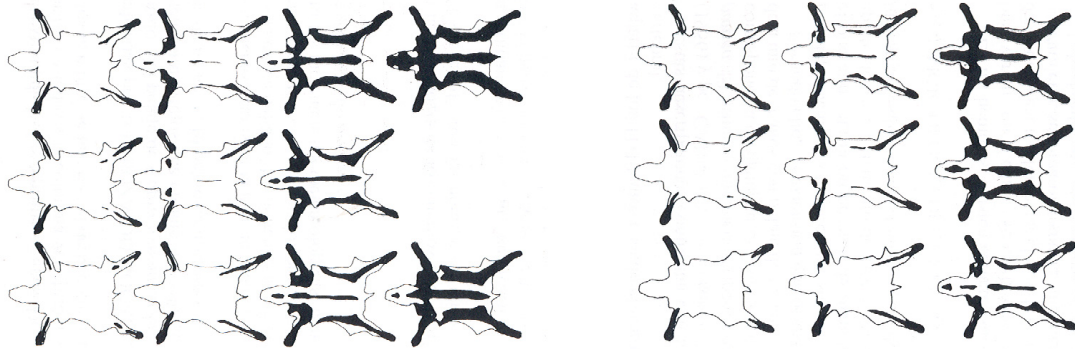


Fig. 3.3. Exemples de diferents distribucions del pelatge negre segons l'estació: hivern (esquerra) i estiu (dreta) (Fandos, 1991).

En els exemplars adults l'alçada fins a la creu és superior a 81 cm per als mascles i 69.5 cm per a les femelles (Fandos, 1991), per tant és una mica més gran que la descrita per CABRERA (1914) i la donada per COUTURIER (1962). La longitud cap-cos és de 132.7 cm per als mascles i 112.8 cm per a les femelles, valors també superiors que els donats pels anteriors autors (Fandos, 1991). El pes mitjà dels mascles adults està comprès entre 51 i 58 kg, però poden arribar a assolir pesos de fins a 90 kg, i la longitud mitjana de les banyes (mesurades per la curvatura externa) és de 67-75 cm. Si parlem de les femelles adultes, pesen entre 30 i 36 kg i les seves banyes mesuren 16-24 cm de mitjana (Huecas, 1989; Blanco, 1998; Granados *et al.*, 2002). Als Pirineus, Cabrera cita un mascle amb banyes de 102 cm de longitud i 26 cm de circumferència a la base, i els d'una femella de 27 cm de longitud i 14 cm de circumferència (Blanco, 1998). En general, les poblacions del sud peninsular són més petites que les del nord (Granados *et al.*, 2002).

Determinació de l'edat

El mètode més utilitzat per determinar l'edat a la cabra salvatge és la determinació del nombre de nusos o *medrons*, espai entre dos estretalls marcats existents a la funda còrnia.



Però aquesta determinació presenta dos problemes (Fandos, 1991):

- ∩ La unitat bàsica que s'utilitza, el *medró*, s'ha comprovat que no és igual ni a tots els exemplars ni en una mateixa funda, existint diferents tipus en funció de la seva localització a la funda.
- ∩ Es poden trobar *medrons* subdividits (molt infreqüents) a causa d'una parada enmig del període de creixement per lesió o malaltia.

Altres mètodes utilitzats poden ser la dentició dels animals, tenint en compte la presència de dents de llet o definitius a les seves diferents fases d'aparició, així com el seu desgast, i també es considera en alguns emplaçaments la possibilitat d'utilitzar la distribució del color fosc del pelatge (Huecas, 1989).

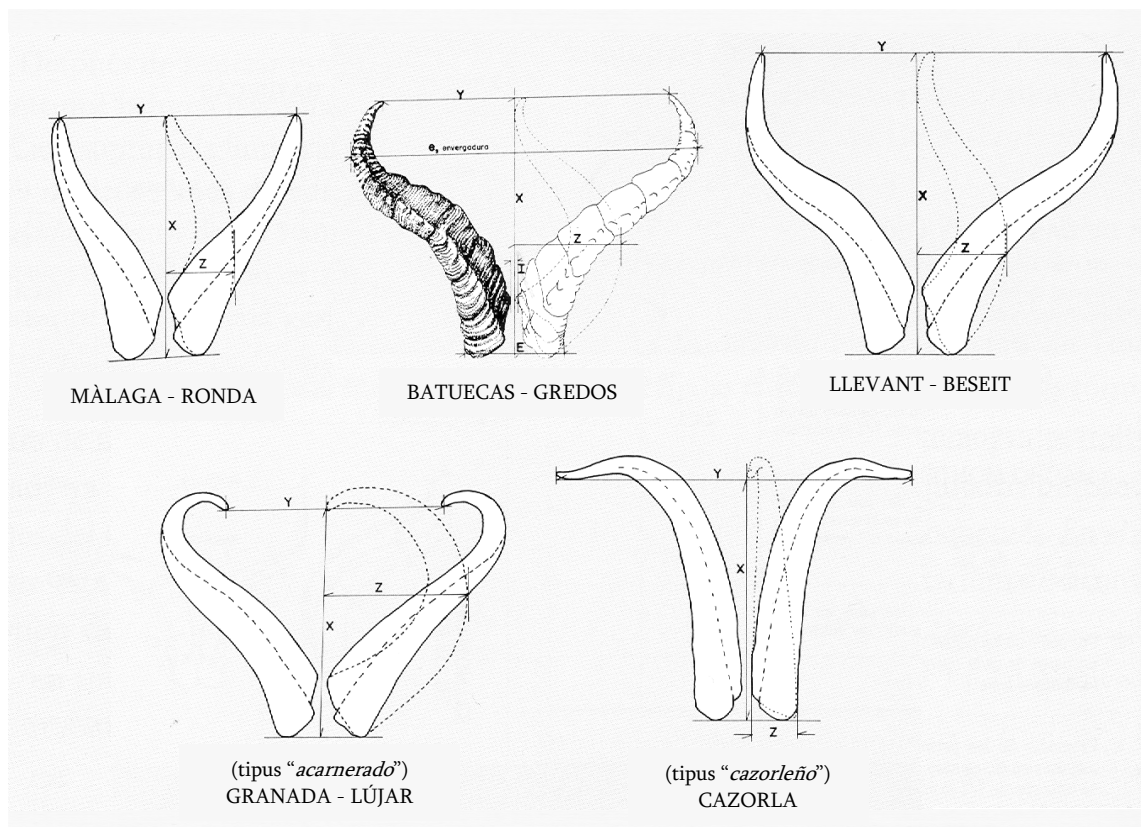
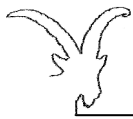


Fig. 3.4. Morfologia de les fundes còrnies del mascle de cabra salvatge en funció de la zona on viu (Huecas, 1989).

Morfologia de les banyes en funció de la subespècie

Els diferents tipus de banyes dels mascles de cabra salvatge difereixen en la seva morfologia segons les diferents zones.



El tipus *cazorleño* és el que obté les puntuacions com a trofeu més elevades en pocs anys; d'altra banda, l'*acarnerado* és el que ofereix un desenvolupament més gran quan els seus portadors tenen molts anys, ja que no hauran desgastat ni trencat les seves puntes (Fig. 3.4; Huecas, 1989).

3.1.3. Hàbitat

La cabra salvatge és una espècie adaptada a zones abruptes i rocalloses, i l'altitud condiciona molt poc la seva distribució. Així, podem trobar aquesta espècie en un rang altitudinal que va des dels 200 fins als 2.500 m (Huecas, 1989; Blanco, 1998; Granados *et al.*, 2002).

Quant a la vegetació, pot ocupar diferents tipus: vegetació alpina, prats sobre substrat silici, bosc mediterrani d'alzines i pinars sobre calç i sobre quars i pissarra, roures de fulla petita, etc. (Blanco, 1998).

No acostumen a ser animals territorials i realitzen desplaçaments altitudinals en funció de les condicions ecològiques (Pedrotti i Lovari, 1999; Blanco, 1998). Durant el període de zel, ambdós sexes acostumen a ser fidels a l'àrea ocupada, mentre que a la primavera, només les femelles mantenen aquesta fidelitat (Granados *et al.*, 2002).

3.1.4. Alimentació

Els estudis realitzats sobre l'alimentació de la cabra salvatge posen de manifest un elevat caràcter adaptatiu a les condicions del medi on viuen i, com els seus parents domèstics, mengen gairebé tots els vegetals que troben al seu medi, entre ells herbes, fulles, líquens, escorces, branques i tiges. Una elevada capacitat per aprofitar aliments de baixa qualitat és una altra de les seves adaptacions als terrenys de muntanya (Huecas, 1989; Blanco, 1998; Granados *et al.*, 2002).



3.1.5. Comportament

Ritme d'activitat

Les cabres estan actives tant de dia com de nit, però els ritmes varien estacionalment. A l'hivern es mostren més actives a les hores centrals del dia (les més càlides). A la primavera i l'estiu, els períodes de màxima activitat tenen lloc a la sortida del sol i al capvespre; i a l'estiu, gairebé no hi ha activitat a les hores centrals del dia. A la tardor, l'activitat és més o menys constant durant les hores de llum solar, amb màxims a les primeres hores del matí (Huecas, 1989; Blanco, 1998).

Social

Les cabres salvatges són gregàries, però els grups estan poc estructurats i cohesionats, i la seva configuració varia al llarg de l'any. Al gener i febrer, els grups mixtos (d'ambdós sexes) que s'havien format durant el zel comencen a trencar-se en ramats separats de mascles i de femelles amb cries; els grups mixtos desapareixen gairebé totalment a l'agost, però es comencen a formar de nou al setembre i assoleixen el seu pic màxim entre novembre i gener (època de zel), quan poden congrega fins a quaranta o cinquanta individus. Els grups de femelles són més estables al llarg de l'any i acostumen a estar formats per dos o tres individus: una femella adulta, la seva cria de l'any i, de vegades, la cria de l'any anterior. A més, es formen ramats de joves d'ambdós sexes, sobretot des d'abril a octubre, quan les femelles adultes pareixen i crien els nounats (Huecas, 1989; Blanco, 1998).

3.1.6. Reproducció

La cabra salvatge presenta un cicle reproductiu anual: l'època de zel s'estén entre novembre i març amb un màxim al desembre i, la de parts, entre abril i juliol.

Els mascles competeixen per les femelles i l'accés a la reproducció està determinat per la mida de les banyes que, alhora, depèn de l'edat. Fins als quatre o sis anys, els mascles no comencen a participar en el zel, però són els exemplars més grans de vuit anys els que monopolitzen la majoria de les femelles. La competència entre mascles



de mida similar origina espectaculars baralles en què s'incorporen sobre les extremitats posteriors, es deixen caure sobre els contrincants i es colpegen les banyes. La còpula dura només dos o tres segons, i els mascles cobreixen tantes femelles com els és possible.

Les femelles (*polièstriques*) acostumen a ser fecundades per primera vegada als dos anys i mig, tot i que en poblacions en semicaptivitat i amb sobrealimentació, la primera fecundació es pot produir a l'any i mig. Després de 155 dies de gestació, pareixen una cria (en poblacions no saturades, amb gran abundància d'aliment, dues). La cria acompanyarà la mare fins al següent part i, posteriorment, s'integrarà en grups de joves o en grups de femelles amb cries (Huecas, 1989; Blanco, 1998; Granados *et al.*, 2002).

3.1.7. Gestió

La majoria de les poblacions de cabra salvatge han augmentat numèricament de forma considerable durant la segona meitat del present segle, afavorides per una política de protecció de la caça (Fandos, 1991).

A principis del segle XIX, el 1918, va ser creada la primera reserva als Pirineus, a Ordesa, i durant els anys 50 i 60 un programa global de conservació va permetre establir un sistema de refugis de fauna i reserves de caça, de la mateixa manera que la introducció i la reintroducció d'exemplars de cabra (Crampe, 1990).

Els mascles de cabra salvatge presenten un elevat valor cinegètic (el més gran de tots els ungulats espanyols), que es veu afavorit pel fet de ser aquesta una espècie endèmica de la Península Ibèrica. En conseqüència, la caça de la cabra salvatge pot suposar un recurs econòmic substancial per a alguns ajuntaments de muntanya (Blanco, 1998).



3.2. MÈTODES DE CAPTURA

La gestió de la fauna salvatge inclou la captura i el maneig dels animals amb diferents objectius, com són la repoblació o el reforç de poblacions a àrees on va ser present l'espècie o a on aquesta és vulnerable i susceptible a la desaparició; estudis biològics que augmenten el coneixement sobre l'espècie en diferents aspectes (etologia, dinàmica de població, morfologia,...), etc. (Berducou, 1993; Pérez *et al.*, 1997).

Els mètodes de captura es poden classificar, en funció de la tècnica i el material utilitzats, en mètodes físics i mètodes químics.

3.2.1. Mètodes físics

En funció del nombre d'animals capturats, els mètodes de captura físics es poden dividir en sistemes de captura individual (Taula 3.1) i sistemes de captura col·lectiva (Taula 3.2).

Taula 3.1. Mètodes físics de captura individual.

SISTEMES DE CAPTURA INDIVIDUAL		
Mètode	Tècnica	Observacions
Caixes trampa (<i>box-trap</i>)	Gàbies de fusta o metàl·liques, amb una o dues portes lliscants accionades per un mecanisme quan l'animal entra.	Millor dues portes (menys rebuig). Més efectives a l'hivern per oferir menjar. Vigilància constant.
Referències: Jones, 1984; Marco, 1995.		
Llaços	Cable metàl·lic que es tanca sobre una extremitat quan és trepitjat. Dispositiu que evita l'estrangulació.	Adaptable i localització als corriols. Possibilitat que s'escapi. Més eficient a l'hivern. Vigilància constant.
Referències: Berducou, 1993; Marco, 1995; Struch i Baumann, 2000		
Xarxes manuals	Xarxes de poca longitud suspeses per dues persones que envolten l'animal.	Animals en captivitat o capturats en caixes trampa.
Referències: Jones, 1984		

**Taula 3.2.** Mètodes físics de captura col·lectiva.

SISTEMES DE CAPTURA COL·LECTIVA		
Mètode	Tècnica	Observacions
Tancats fixes o trampes de corral	Mida variable. Material: xarxa, reixa, fusta. Activació de la porta per control remot o manual.	Material aparatós i pesat. Recomanable accés amb vehicle. Útil en parcs tancats o zoològics. Com a menjadores a l'hivern.
Referències: Jones, 1984		
Xarxes descendents	Recinte amb quatre pals, amb xarxes enrotllades a 2 m d'alçada a un cable. Quan es baixen les xarxes els animals queden atrapats i embolicats.	Material pesat i elevat nombre de persones necessàries. El vent pot desenrotllar les xarxes. Com a menjadores a l'hivern.
Referències: Montané, 1999		
Xarxes verticals (<i>drive-nets</i>)	Xarxes perpendiculars al terra, suspeses d'arbres i pals. Batuda en grup que dirigeix als animals i personal amagat a prop de la xarxa per a una ràpida manipulació.	Important la col·locació de la xarxa en forma de bossa per tal que s'emboliquin.
Referències: Jones, 1984; Marco, 1995; Montané <i>et al.</i> , 2003; López-Olvera <i>et al.</i> , 2007		
Xarxes de canó	Disparades a distància mitjançant canons.	Camp obert.
Referències: Marco, 1995		
Xarxes que cauen	Quadrades o circulars, suspeses a 3-4 m d'alçada. Es deixa caure quan els animals estan a sota.	Superfície variable de terreny.
Referències: Jones, 1984		

L'elecció d'un mètode o altre depèn de factors com (Jessup *et al.*, 1988; Berducou, 1993; Gibert, 1993):

- ∩ Espècie que es vulgui capturar (Taula 3.3).
- ∩ Densitat de població de l'espècie.
- ∩ Hàbitat i climatologia.
- ∩ Objectiu de la captura.
- ∩ Personal necessari i/o disponible i la seva experiència al camp.
- ∩ Seguretat i benestar tant de treballadors com d'animals.
- ∩ Rendiment.
- ∩ Especificitat.
- ∩ Viabilitat.
- ∩ Despeses relatives a cada animal i al total de tot el treball realitzat.

**Taula 3.3.** Espècies i mètodes físics utilitzats en la captura de fauna salvatge.

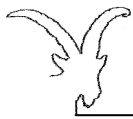
Mètode de captura	Espècies en què s'ha utilitzat	
Caixa trampa	Cabirol (Jones, 1984)	Isard (Berducou, 1993)
	Cérvol (Klein, 1993)	Mufló (Dubray, 1993)
	Cabra dels Alps (Gauthier i Michallet, 1993)	Porc senglar (Jullien <i>et al.</i> , 1988; Valet i Cargnelluti, 1993)
Llaços	Cabirol (Boutin <i>et al.</i> , 1993)	Isard (Berducou, 1993)
	Cabra dels Alps (Gauthier i Michallet, 1993)	Mufló (Dubray, 1993)
Tancats fixos	Cérvol, daina (Jones, 1984)	Mufló (Dubray, 1993)
	Isard (Hansen <i>et al.</i> , 1993; Berducou, 1993)	Porc senglar (Vassant <i>et al.</i> , 1993; Valet i Cargnelluti, 1993)
Xarxes descendents	Isard, mufló i cabra salvatge (Hansen <i>et al.</i> , 1993)	
Xarxes verticals	Cabirol (Boutin <i>et al.</i> , 1993; Jones, 1984; Montané <i>et al.</i> , 2003)	Daina, cérvol (Jones, 1984; Klein, 1993)
	Isard (Berducou, 1993; López-Olvera <i>et al.</i> , 2007)	Mufló (Dubray, 1993) Porc senglar (Vassant <i>et al.</i> , 1993)
Xarxes que cauen	Isard (Peracino i Bassano, 1993)	

3.2.2. Mètodes químics

La immobilització química es du a terme mitjançant l'aplicació dels anestèsics. Atès que s'administra directament a un individu escollit, és un mètode de captura específic. En espècies que són molt "sensibles" a l'estrès o especialment agressives, l'anestèsia és un sistema de captura molt útil. Tanmateix, no elimina completament ni preveu l'estrès ni tampoc la miopatia de captura, a causa de la persecució a la qual pot ser sotmès abans i després de la injecció (Harthoorn, 1982; Gauthier, 1993; Jessup, 1999). No s'ha d'oblidar també que l'administració d'anestèsics implica un cert risc a causa de possibles efectes col·laterals i que, en el cas de la fauna salvatge, existeix la dificultat afegida del càlcul de la dosi necessària per a l'animal, ja que se'n desconeix el pes exacte i el seu estat de salut (Jones, 1984; Kock *et al.*, 1987a; Klein *et al.*, 1993; Ebedes i Raath, 1999).

Els fàrmacs anestèsics utilitzats són molts, però les característiques que hauria d'acomplir l'anestèsic ideal són (Fowler, 1986; Gauthier, 1993):

- ✓ Efectiu per a més d'una espècie.
- ✓ Elevat índex terapèutic.
- ✓ Compatibilitat amb altres fàrmacs.
- ✓ Període d'inducció curt.



- ∩ No irritant a nivell muscular.
- ∩ Disponibilitat d'un antagonista.
- ∩ Estabilitat a temperatura ambient, sense necessitat de refrigeració.
- ∩ Amb pocs efectes secundaris o col·laterals.
- ∩ Concentració adequada per aconseguir l'efecte desitjat administrant poc volum.
- ∩ Despesa econòmica assequible.

De la mateixa manera que passa amb els mètodes físics, la immobilització química també depèn d'una sèrie de factors inherents a l'animal com l'espècie, l'estat fisiològic, la condició corporal i el grau d'estrès, i altres externs, com les condicions ambientals, la pràctica en l'estimació del pes dels animals, la distància a què es troba l'animal, l'estació de l'any, el clima, l'hora del dia, l'orografia, etc. (Fowler, 1995; Kreeger, 1997; Nielsen, 1999).

L'administració de l'anestèsia en fauna salvatge es pot realitzar mitjançant dards anestèsics que poden ser llançats amb diferents mecanismes com són la sarbatana, la pistola anestèsica i el rifle anestèsic (Jones, 1984; Fowler, 1986). L'elecció d'un instrument o un altre dependrà de la distància a què es troba l'animal, ja que la sarbatana i la pistola no tenen tant abast com el rifle anestèsic.

Múltiples combinacions i dosis anestèsiques han estat estudiades en les diferents espècies de fauna salvatge. Les utilitzades en ungulats salvatges s'explicaran a l'apartat d'anestèsics.



3.3. ESTRÈS

El concepte d'**estrès** i tots els fenòmens que succeeixen al medi intern dels éssers vius davant un estímul desagradable o situació desfavorable són objecte d'estudi des que Walter Cannon, el 1935, va utilitzar aquest terme.

Cannon i De la Paz (1911), Selye (1946), Mason (1968, 1971), Kagan i Levi (1974), Moberg (1987) i altres científics van desenvolupar treballs d'investigació en els quals existien elements comuns, com ara:

- ∩ L'existència d'un estímul que és reconegut com una amenaça per a l'homeòstasi.
- ∩ La resposta d'estrès generada per aquest estímul a nivell fisiològic.
- ∩ Les conseqüències biològiques d'aquesta resposta.

La finalitat última seria determinar a nivell clínic mitjançant paràmetres biològics el nivell d'estrès als animals per poder mesurar l'efecte al benestar animal.

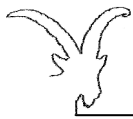
3.3.1. Estímul com a factor estressant

La percepció d'un estímul com a amenaçant per a un individu dependrà de:

- ∩ Les característiques de l'estímul, les quals es poden dividir en qualitatives (tèrmic, químic, elèctric, visual, olfatiu,...) i quantitatives (intensitat i temporalitat) (Ladewig, 1987).
- ∩ Les característiques de l'individu i com processa i modifica la percepció d'aquest estímul (Dantzer i Mormède, 1983; Wiepkema i Koolhaas, 1993).

3.3.2. Resposta d'estrès

La resposta d'estrès dependrà en gran mesura de l'experiència prèvia de l'animal, és a dir, de l'aprenentatge associatiu (permet establir relacions causals i arriba a predir l'efecte dels canvis) i de l'aprenentatge operant (permet controlar els canvis) (Levine, 1985; Wiepkema, 1987). Fins i tot basant-nos en teories darwinianes, la resposta d'estrès



pot ser d'una agressivitat més o menys gran en funció de com ha evolucionat una espècie, és a dir, si és depredador o presa (Korte et al., 2005).

L'alliberament d'hormona alliberadora de corticotropina (CRH) a partir del nucli paraventricular de l'hipotàlem i del nucli central de l'amígdala inicia els components de la resposta d'estrès (Chappell et al., 1986; Dunn i Berridge, 1990, Stratakis i Chrousos, 1997):

∩ Component comportamental. El desplaçament de l'animal cap a un altre lloc, o vocalització, per superar o evitar una situació desfavorable (Moberg, 1987).

∩ Component fisiològic. Activació de (Fig. 3.5):

- L'eix simpàtic-adrenomedul·lar. Quan un animal percep un estímul estressant, s'activa l'hipotàlem i allibera CRH que, alhora, activa la branca simpàtica del Sistema Nerviós Autònom (SNA). L'acció de la CRH a la medul·la adrenal allibera catecolamines, com ara l'adrenalina i la noradrenalina, i l'activació de les neurones simpàtiques postganglionars alliberen noradrenalina.
- L'eix hipofisari-adrenocortical. La CRH també actua a l'adenohipòfisi, alliberant corticotropina o hormona adrenocorticotropa (ACTH) (Oliverio, 1987), l'acció de la qual a l'escorça adrenal provoca la secreció de glucocorticoides (cortisol). Aquests últims exerciran un mecanisme de retroalimentació negativa a la producció de CRH i ACTH (Guyton i Hall, 2000).

3.3.3. Conseqüències biològiques

Els principals efectes de les catecolamines i dels glucocorticoides (Taula 3.4) són l'efecte hiperglucèmic, el gluconeogenèsic i el lipolític, a més de l'antiinflamatori i de l'immunosupressor, encaminats a incrementar l'energia disponible per a les cèl·lules i així poder perllongar la resposta davant l'agent estressant (Guyton i Hall, 2000).

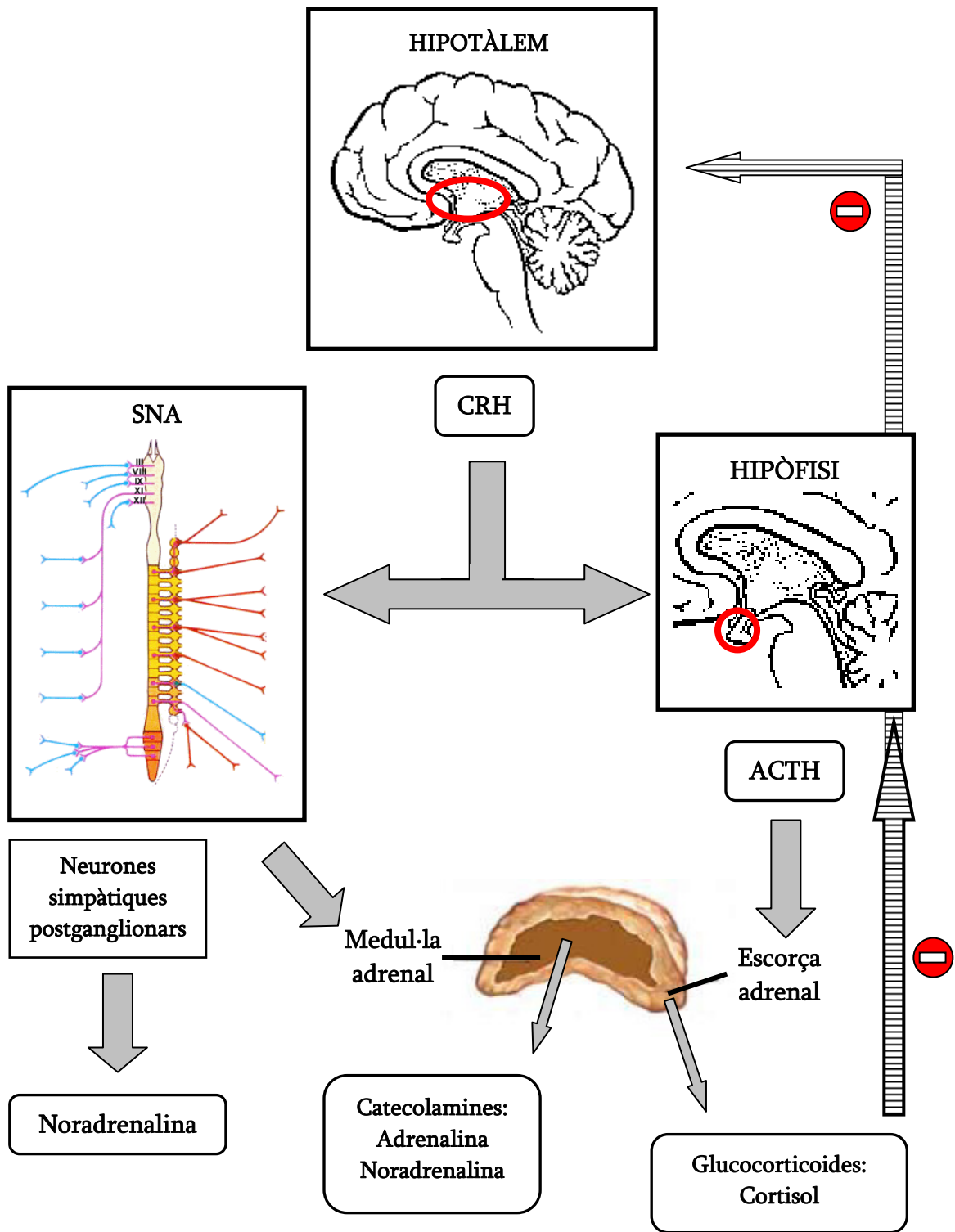


Fig. 3.5. Eixos simpàtic-adrenomedul·lar i hipofisari-adrenocortical. CRH = Hormona alliberadora de corticotropina. SNA = Sistema Nervios Autònom. ACTH = Corticotropina o hormona adrenocorticotropa.

**Taula 3.4.** Efectes de les catecolamines i els glucocorticoides (adaptat de Verde i Gascón, 1987).

Efectes sobre el metabolisme dels hidrats de carboni	
Catecolamines	↑ glicogenòlisi (↑ glucèmia, àcid làctic muscular i consum d'oxigen) ↑ i estimulen la gluconeogènesi hepàtica (ambdós)
Glucocorticoides	Inhibeixen la capacitat de captació de glucosa, ↑ glucèmia
Efectes sobre el metabolisme lipídic	
Catecolamines	↑ lipòlisi (↑ àcids grassos no esterificats a la circulació) (ambdós)
Glucocorticoides	↑ mobilització de greixos des dels teixits de dipòsit ↑ síntesi de triglicèrids al fetge i la lipèmia
Efectes cardiovasculars i sobre els músculs	
Catecolamines	↑ pressió sanguínia i la força i freqüència de la contracció cardíaca ↑ flux sanguini (múscul esquelètic, cervell, fetge) i dilaten les artèries coronàries ↓ flux sanguini a la pell Vasodilatació, vasoconstricció, relaxació de la musculatura gastrointestinal i uterina, broncodilatació i erecció del pèl
Efectes sobre el sistema nerviós central	
Catecolamines	Eufòria, ansietat, cansament i inquietud
Glucocorticoides	Inhibeixen la síntesi d'àcid γ -aminobutíric, ↑ irritabilitat
Efectes sobre la hipòfisi	
Catecolamines	Estimulen l'alliberament d'ACTH i de tirotròpina (TSH)
Glucocorticoides	Inhibeixen la secreció d'ACTH i de CRH
Efectes sobre l'aparell respiratori	
Catecolamines	↑ la freqüència i profunditat respiratòries
Efectes sobre el metabolisme de les proteïnes	
Glucocorticoides	Estimulen la síntesi proteica hepàtica ↑ proteïnosi a teixits perifèrics i les substàncies nitrogenades de desfeta
Efectes sobre l'equilibri electrolític	
Glucocorticoides	↑ concentració extracel·lular de sodi, clorurs i bicarbonat ↓ concentració plasmàtica de calci, fòsfor i potassi
Efectes sobre el sistema eritropoètic	
Glucocorticoides	↑ eritropoesi ↓ nombre de limfòcits i eosinòfils circulants ↑ nombre de neutròfils circulants
Efectes sobre el sistema ossi	
Glucocorticoides	Efecte osteoporòtic Inhibeixen l'hormona paratiroide
Efectes sobre l'activitat inflamatòria i immune de l'organisme	
Glucocorticoides	Estabilitzen els lisosomes Impedeixen la diapedesi leucocitària i la funció fagocitària ↓ nombre de limfòcits circulants Limiten la formació de prostaglandines ↓ activitat dels fibroblasts i la formació del granuloma ↑ to capil·lar i la permeabilitat selectiva
Altres efectes	
Glucocorticoides	↑ producció de pepsinogen, àcid clorhídric i tripsinogen pancreàtic



3.3.4. Indicadors fisiològics de la resposta d'estrès

L'activació dels eixos simpàtic-adrenomedul·lar i hipotàlem-hipofisari-adrenocortical provoca canvis en nombrosos paràmetres fisiològics durant la resposta d'estrès. La mesura i valoració d'aquests canvis permet valorar de forma directa o indirecta la resposta d'estrès. Els indicadors fisiològics més utilitzats són:

- ∩ Constants clíniques: freqüència cardíaca i temperatura corporal.
- ∩ Paràmetres sanguinis: hemograma i bioquímica sèrica.

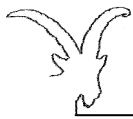
Freqüència cardíaca

Davant un estímul estressant es produeix una taquicàrdia com a conseqüència de l'alliberament de les catecolamines, però els canvis produïts a la freqüència cardíaca poden ser deguts a un augment de l'activitat física (Broom i Johnson, 1993) o a la manipulació de l'animal (Spodic, 1980). Tanmateix, en algunes espècies (rosegadors, aus, ungulats joves), s'ha detectat una bradicàrdia secundària a l'estrès (Hofer, 1970; Gabrielsen et al., 1977; Espmark i Langvatn, 1985).

Les diferències en la freqüència cardíaca entre individus fan que la variabilitat d'aquesta freqüència sigui un millor indicador de l'estat del sistema nerviós de l'individu i de la seva capacitat per respondre a les demandes ambientals (Porges, 1985).

Temperatura corporal

L'augment de la temperatura corporal es considera un criteri quantitatiu útil per a valorar el grau d'estrès agut i és un dels indicadors del desenvolupament d'una miopatia de captura en fauna salvatge (Franzmann i Thorne, 1970; Speaker, 1982; Kock et al., 1987c). Tot i que la temperatura corporal està produïda per les contraccions musculars, l'assimilació dels aliments i els processos metabòlics (Lusk, 1989), en algunes situacions estressants existeix un altre component anomenat hipertèrmia induïda per estrès, relacionada amb l'activació del sistema simpàtic-adrenomedul·lar i de l'eix hipotàlem-hipofisari-adrenocortical (Groenink et al., 1994). Aquesta hipertèrmia es considera una resposta d'anticipació davant una situació desagradable, que pot ser coneguda o no.



Hemograma

Nombrosos paràmetres sanguinis són afectats per l'estrès provocat per la captura i el transport en ungulats salvatges (Franzmann *et al.*, 1975; Wesson *et al.*, 1979; Kocan *et al.*, 1981; Cross *et al.*, 1988; DelGiudice *et al.*, 1990c; Brelurut, 1991; Chapple *et al.*, 1991; Marco *et al.*, 1997; Montané *et al.*, 2002 i 2003; López-Olvera *et al.*, 2006 i 2007). Per poder comparar i utilitzar els valors hematològics i les seves variacions s'ha de considerar el mètode de captura utilitzat (físic o químic), el mètode d'obtenció de les mostres sanguínies i els efectes que aquests tenen sobre els paràmetres sanguinis (Wesson *et al.*, 1979; Mautz *et al.*, 1980; Kocan *et al.*, 1981). Altres factors a tenir en compte són el temps de persecució de l'animal, el seu comportament, el sexe, l'edat, la seva condició general, l'estat de salut, l'estació de l'any i l'hàbitat dels animals (Seal *et al.*, 1972; Seal i Hoskinson, 1978, DelGiudice *et al.*, 1990c i 1992).

No es disposa de valors de referència per a moltes de les espècies i, sovint, les dades existents són difícilment comparables a causa de les diferències als dissenys experimentals (Kocan *et al.*, 1981).

Els valors hematològics i bioquímics de referència publicats per a la cabra salvatge mitjançant captura física estan representats a la taula 3.5.

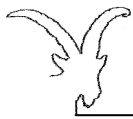
Les catecolamines alliberades durant l'estimulació simpàtica actuen als receptors α -adrenèrgics de la càpsula esplènica produint la contracció de la musculatura llisa de la melsa i alliberant al torrent circulatori els eritròcits emmagatzemats (Jain, 1993). D'aquí que, la captura física doni lloc a recomptes d'eritròcits (RBC), valor hematòcrit (PCV) i concentració d'hemoglobina més elevats. En canvi, la captura química disminueix aquests tres paràmetres a causa de l'hemodilució, a l'expansió del volum plasmàtic amb líquid extracel·lular i al segrest d'eritròcits per part de la melsa per efecte dels fàrmacs (Seal *et al.*, 1972; Wesson *et al.*, 1979; Kocan *et al.*, 1981; Wilson y Pauli, 1982; Cross *et al.*, 1988; Chapple *et al.*, 1991).

Els recomptes total (WBC) i diferencial leucocitari es veuen afectats tant per les catecolamines com pels corticoides (Taula 3.6; Jain, 1993; Duncan *et al.*, 1994; Smith, 2000; Young, 2000).

**Taula 3.5.** Valors hematològics i bioquímics de referència per a la cabra salvatge (Pérez *et al.*, 2003).

Paràmetres	Mitja \pm DS	Mfn	Màx	IC 90%
Eritròcits ($10^{12}/l$)	15.88 \pm 2.80	4.13	22.35	15.56-16.20
Hematòcrit (%)	42.8 \pm 6.1	11.0	55.0	42.1-43.5
Hemoglobina (g/dl)	15.8 \pm 2.3	3.7	20.1	15.6-16.1
VCM (fl)	29.5 \pm 3.5	19.6	46.0	29.1-29.9
HCM (pg)	10.1 \pm 1.5	6.4	15.1	9.9-10.3
CCMH (%)	34.0 \pm 3.9	22.1	43.2	33.6-34.5
Leucòcits / ml	15482 \pm 6794	3300	41000	14715-16249
Neutròfils en banda (%)	2.5 \pm 2.7	0	14.0	2.2-2.8
Neutròfils segmentats (%)	38.2 \pm 14.3	0	87.0	36.6-39.8
Limfòcits (%)	55.2 \pm 14.7	0	89.0	53.5-56.8
Monòcits (%)	1.3 \pm 1.6	0	8.0	1.2-1.5
Eosinòfils (%)	1.8 \pm 3.1	0	30.0	1.5-2.2
Glucosa (mg/dl)	126.1 \pm 66.0	2.6	297.0	118.6-133.6
Colesterol (mg/dl)	53.0 \pm 21.8	23.0	174.0	50.5-55.4
Triglicèrids (mg/dl)	37.1 \pm 37.8	1.7	238.0	32.8-41.4
Àcid úric (mg/dl)	0.4 \pm 1.2	0.0	16.1	0.2-0.5
Urea (mg/dl)	44.4 \pm 15.5	15.7	113.0	42.6-46.1
Creatinina (mg/dl)	1.7 \pm 0.7	0.2	6.0	1.6-1.7
AST (UI/l)	235.3 \pm 212.4	23.6	1758.0	211.0-260.0
ALT (UI/l)	48.4 \pm 52.3	6.6	468.0	42.4-54.3
LDH (UI/l)	1509.0 \pm 901.4	313.0	5605.0	1405.5-1612.6
CK (UI/l)	748.0 \pm 944.5	35.2	6630.0	638.7-857.3
Bilirubina total (mg/dl)	0.5 \pm 0.6	0.1	4.0	0.4-0.6
GGT (UI/l)	0.2 \pm 0.2	0.0	0.9	0.2-0.3
Amilasa (UI/l)	482.8 \pm 739.5	2.9	3280.0	356.8-608.9
FA (UI/l)	588.1 \pm 528.9	37.6	3638.0	527.9-648.2
Colinesterasa (ng/ml)	49.9 \pm 27.6	1.4	112.0	44.4-55.4
Proteïnes (g/dl)	7.2 \pm 1.1	4.3	13.7	7.1-7.3
Albúmina (g/dl)	47.5 \pm 7.8	17.9	65.9	46.6-48.4
Alfa 1 globulina (g/dl)	6.8 \pm 1.8	0.1	14.1	6.6-7.0
Alfa 2 globulina (g/dl)	12.1 \pm 3.5	2.1	29.3	11.7-12.5
Beta globulina (g/dl)	6.5 \pm 3.0	2.3	21.0	6.1-6.8
Gamma globulina (g/dl)	26.9 \pm 7.7	4.3	57.1	26.1-27.8
Relació A/G	0.9 \pm 0.3	0.5	1.8	0.9-1.0
Calci	10.6 \pm 2.0	5.9	18.7	10.3-10.8
Fosfats	6.9 \pm 2.8	2.8	25.9	6.6-7.3
Ferro	161.2 \pm 64.8	25.5	497.0	153.7-168.8
Clorurs	97.4 \pm 14.9	58.7	133.0	95.7-99.1
Magnesi	3.0 \pm 0.8	1.0	7.6	2.9-3.1
Sodi	145.2 \pm 8.2	116.7	171.6	144.0-146.3
Potassi	7.0 \pm 2.6	3.1	15.4	6.7-7.4
Estradiol	1.0 \pm 0.0	1.0	1.0	1.0-1.0
Cortisol	82.5 \pm 45.6	15.0	215.0	76.1-88.9

DS: desviació estàndard; IC: interval de confiança; VCM: Volum Corpuscular Mig; HCM: Hemoglobina Corpuscular Mitjana; CCMH: Concentració Corpuscular Mitjana d'Hemoglobina; ALT: Alanina Aminotransferasa; AST: Aspartat Aminotransferasa; LDH: Lactat Deshidrogenada; CK: Creatina cinasa; GGT: Gamma Glutamiltransferasa; FA: Fosfatasa Alcalina; A/G: Albúmina/Globulines.

**Taula 3.6.** Efecte de les catecolamines i dels glucocorticoides en la sèrie blanca.

Catecolamines	Glucocorticoides
Leucocitosis (neutrofilia, limfocitosi): alliberament de la reserva marginal i dels nòduls limfàtics. Efecte transitori (< 30 minuts).	Leucocitosi. Neutrofilia: alliberament des de la medul·la òssia, disminució de la diapedesi cap els teixits, pas des de la reserva marginal cap a la circulació. Limfocitopènia: redistribució cap a medul·la òssia i altres compartiments orgànics. Eosinopènia: lisi intravascular (apoptosi), disminució de l'alliberament a partir de medul·la òssia, segrest al fetge i melsa, migració cap a teixits limfoides. Pic a les 4-8 hores.

El nombre de plaquetes també es veu afectat per l'estrès, i augmenta en els animals no tranquil·litzats a causa de la contracció esplènica (Cross et al., 1988; Jain, 1993).

Bioquímica sèrica

Hormones

Les mostres de sang per determinar adrenalina i noradrenalina han d'obtenir-se abans d'un minut des del tractament experimental a causa de la seva vida curta i per evitar artefactes ocasionats per la manipulació de l'animal (McCarty, 1983; Broom i Johnson, 1993). Aquestes condicions fan que només sigui possible en un entorn laboratorial i en animals cateteritzats, tot i que existeixen investigacions que descriuen en ungulats salvatges l'augment de les catecolamines provocat per la captura i el maneig (Hatting et al., 1988 i 1990; Martucci et al., 1992).

El nivell de glucocorticoides s'ha utilitzat per valorar les respostes agudes d'estrès tant als animals domèstics (Thurley i McNatty, 1973; Viñas et al., 1989; Hargreaves i Hutson, 1990; Sanhoury et al., 1992) com als salvatges (Franzmann et al., 1975; Seal i Bush, 1987; DelGiudice et al., 1990a; Hastings et al., 1992; Morton et al., 1995). Però la seva interpretació depèn dels següents factors (Rushen, 1991):

- ∩ Ritme circadiari i fluctuacions estacionals. Les mostres de glucocorticoides haurien d'obtenir-se sempre a la mateixa hora del dia i en algunes espècies la seva concentració també depèn de l'estació de l'any (Turner, 1984; Nilssen *et al.*, 1985; Ingram *et al.*, 1999).

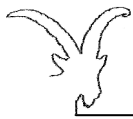


- ∞ Estrès crònic. L'eix hipotàlem-hipofisari-adrenocortical pot sensibilitzar-se en els animals sotmesos a un estrès crònic i produeix un augment en la concentració plasmàtica de glucocorticoides superior als animals control (Broom i Johnson, 1993).
- ∞ Manipulació. El maneig de l'animal pot emmascarar l'efecte real de l'agent estressant que es pretén estudiar. Als dos minuts de l'inici de la manipulació de l'animal es produeix l'augment dels glucocorticoides i per això és important una obtenció ràpida de la mostra (Broom i Johnson, 1993).
- ∞ Grans diferències entre individus (Moberg, 1985).
- ∞ Etapa fisiològica. S'ha descrit l'augment de la concentració sèrica de cortisol durant la fase de creixement de les banyes als mascles de cérvol axis (Chapple et al., 1991).

Enzims

L'estrès de captura i maneig incrementa la permeabilitat cel·lular i el dany cel·lular muscular, i augmenta els enzims que s'utilitzen com a indicadors d'aquesta alteració (Duncan i Prasse, 1986; Spraker, 1993):

- ∞ Creatina cinasa (CK): és un indicador molt sensible de dany muscular. Petits traumatismes i injeccions intramusculars provoquen l'augment de la seva activitat sèrica, i només són importants a nivell clínic quan aquests són elevats. Es pot detectar l'existència d'alteració muscular utilitzant alhora l'activitat de l'aspartat aminotransferasa, que és menys específica de dany muscular (Kramer i Hoffmann, 1997). En ungulats salvatges s'ha utilitzat l'activitat sèrica de la CK com a indicador d'estrès (Chapple et al., 1991; Peinado et al., 1993; Montané et al., 2002 i 2003; López-Olvera et al., 2006 i 2007).
- ∞ Aspartat aminotransferasa (AST): és un enzim poc específic, perquè està present en molts teixits, però és un marcador sensible de lesions de teixits tous, utilitzat com a indicador de dany hepàtic en combinació amb altres marcadors específics. Un alliberament per part dels eritròcits en fases inicials de l'hemòlisi pot donar lloc a valors falsament elevats d'AST (Kramer i Hoffmann, 1997). I també s'han variacions en funció del sexe en diferents espècies d'ungulats salvatges quan s'ha determinat la sensibilitat a la captura i a la



conseqüent miopatia (Kent et al., 1980; Kock et al., 1987c; Chapple et al., 1991; Sartorelli et al., 1991).

∇ Alanina aminotransferasa (ALT): és un indicador sensible i específic de dany hepatocel·lular en primats, gossos, gats, conills i rates, però no en remugants, cavalls i porcs (Kramer i Hoffmann, 1997). Com que es troba també en les cèl·lules musculars, pot elevar-se la seva activitat sèrica en situacions d'estrès físic (Barrett i Chalmers, 1977; Vassart et al., 1992). Un augment en aquest enzim s'ha trobat en situacions de deficiència en la perfusió tissular, disminució de la dissipació de la calor i hipòxia (Spraker, 1993; Williams i Thorne, 1996).

∇ Lactat deshidrogenasa (LDH): el seu augment sèric en ungulats salvatges estressats es correlaciona amb el de la CK, però l'hemòlisi pot produir l'alliberament de LDH i donar lloc a valors sèrics falsament elevats (Bush, 1993; Goddard i Grigor, 1997). El seu estudi com a indicador d'estrès físic està present en investigacions amb ungulats salvatges (Seal i Hoskinson, 1978; Kock et al., 1987c; DelGiudice et al., 1990b; Peinado et al., 1993; Chapple et al., 1991; Bush et al., 1981; Montané et al., 2002 i 2003; López-Olvera et al., 2006 i 2007).

∇ Fosfatasa alcalina (FA): es troba als intestins, els ronyons, el fetge i els ossos, i com a isoenzim induïda per corticosteroides (Kramer i Hoffmann, 1997; Rijnberk i Mol, 1997), però té poc valor diagnòstic com a indicador de dany tissular (Broom i Johnson, 1993).

Proteïnes totals

Els factors que afecten la concentració de proteïnes són (Seal et al., 1972; Wesson et al., 1979; Peinado et al., 1993; Kaneko, 1997a):

- ∇ Control genètic: diferències entre individus i interespecífiques.
- ∇ Edat: augmenten amb ella fins que arriben als valors d'adult.
- ∇ Estat fisiològic: gestació i lactació.
- ∇ Hormones: efecte catabòlic del cortisol.
- ∇ Mètode de captura (físic, químic): diferències en la pressió sanguínia, en la pressió osmòtica col·loïdal, en la pressió capil·lar, en la contracció esplènica, en la circulació limfàtica o en l'hemodilució.



Metabòlits

- ∞ Urea: metabòlit resultant del metabolisme nitrogenat, principalment del catabolisme de les proteïnes, que depèn de la taxa metabòlica, de la dieta i de la seva excreció renal, d'aquí que es consideri un indicador de funció renal i hepàtica. En ungulats salvatges s'ha utilitzat com a indicador de la condició corporal i d'estrès provocat per captura física, maneig, activitat muscular intensa i persecució amb gossos (Kopple i Coburn, 1974; Sealander, 1975; Hyväniiren *et al.*, 1976; Rehbindler i Edqvist, 1981; Kock *et al.*, 1987c; Wolkers *et al.*, 1994).
- ∞ Creatinina: compost sintetitzat principalment al teixit muscular i producte de degradació de la fosfocreatina, relacionat directament amb la massa muscular. Com que únicament s'excreta per via renal i no es reabsorbeix, la creatinina s'utilitza com a indicador d'alteració de la funció renal i, juntament amb la urea, la relació urea/creatinina i la fosfatasa alcalina, com a indicadors de condició corporal en cérvols (Wolkers *et al.*, 1994; Finco, 1997).
- ∞ Lactat: metabòlit originat en la glicogenòlisi i en la glucòlisi anaeròbia. En els remugants és un producte de moltes reaccions de fermentació i en impales sotmesos a estrès de captura i maneig s'observa un augment en la seva concentració (Kaneko, 1997b; Hatting *et al.*, 1988).
- ∞ Glucosa: aconseguida a través de la seva absorció intestinal o de la producció al fetge a partir dels seus precursors, i regulada per hormones. Els glucocorticoesteroides són hiperglucèmics i actuen activant la gluconeogènesi i la glicogenòlisi (Kaneko, 1997b). Com a resposta a l'estrès la glucèmia augmenta, però també pot disminuir com a conseqüència d'una activitat intensa, per això, seria necessari recollir mostres seriades de sang per utilitzar la glucosa com a indicador de benestar (Franzmann i Thorne, 1970; Seal *et al.*, 1972; Wesson *et al.*, 1979; Bush *et al.*, 1981; Kocan *et al.*, 1981; Kock *et al.*, 1987c; Hartmann, 1988; Hatting *et al.*, 1988; Broom i Johnson, 1993; Carragher *et al.*, 1997).
- ∞ Colesterol: precursor d'hormones esteroides, de la vitamina D i dels àcids biliars, sintetitzat i catabolitzat principalment al fetge (Bruss, 1997). El nivell de colesterol pot associar-se a situacions d'estrès produïdes per la captura i el



maneig als animals segons uns autors i, segons uns altres, no s'ha trobat relació alguna (Franzmann i Thorne, 1970; Barrett y Chalmers, 1977; Seal i Hoskinson, 1978; Kocan et al., 1981; Peinado et al., 1993). També s'ha relacionat amb la qualitat de la dieta (Coblentz, 1975; Seal i Hoskinson, 1978).

∩ Triglicèrids: la seva utilitat com a indicador de benestar animal, juntament amb el colesterol, és bastant dubtosa, tot i que se n'han trobat augments a causa de l'estrès en diferents espècies (Seal i Hoskinson, 1978; Kocan et al., 1981; Saccon et al., 1992; Broom i Johnson, 1993; Arnemo et al., 1994; Marco i Lavín, 1999).

∩ Bilirubina: utilitzada com a indicador d'alteració hepàtica, però la seva concentració també augmenta a causa de l'hemòlisi (Bush, 1993; Tennant, 1997).

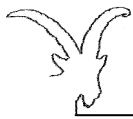
Electròlits

∩ Sodi: es troba principalment al líquid extracel·lular i la quantitat present en l'organisme està regulada per la funció renal (DiBartola, 2000). Un increment en els seus nivells sèrics pot ser conseqüència d'un increment en la seva ingesta, d'una pèrdua excessiva d'aigua o d'una disminució en la ingesta d'aquesta (Bush, 1993). Els efectes hemodinàmics de les catecolamines i sobre els túbuls renals proximals poden incrementar la reabsorció de sodi i aigua, i eleven els nivells de sodi sèric (DiBartola, 2000). S'ha descrit que l'estrès produeix un augment de la concentració plasmàtica de sodi (Kocan et al., 1981) i l'anestèsia en produeix una disminució (Peinado et al., 1993).

∩ Potassi: és un electròlit principalment intracel·lular. Tant catecolamines com glucocorticoesteroides alteren la concentració sèrica de potassi. Les catecolamines produeixen un increment inicial transitori seguit d'una disminució, de la mateixa manera que els glucocorticoesteroides que, a causa de l'augment de la seva excreció a través de l'orina, poden produir una hipopotassèmia (Bia i DeFronzo, 1981). L'exercici intens, la necrosi muscular i la resposta d'estrès produeixen un augment en la concentració sèrica de potassi, però també una hemòlisi produeix un augment com a conseqüència del seu alliberament de l'interior dels eritròcits (Kock et al., 1987c; Peinado et al., 1993; Carlson, 1997).



γ Clorurs: és l'anió extracel·lular més abundant. S'han trobat nivells més elevats en animals immobilitzats físicament que en anestesiats (Peinado *et al.*, 1993).



3.4. TRANQUIL·LITZANTS

La mortalitat ocasionada per la resposta d'estrès i als traumatismes derivats de la captura, el maneig i el transport és un dels principals problemes en els ungulats salvatges. L'ús de neuroleptics està dirigit a reduir aquests problemes, per tal de facilitar-ne el maneig, el transport i l'adaptació a la captivitat (Hofmeyr, 1981; Ebedes, 1993; Atkinson i Blumer, 1997).

Dins el grup de fàrmacs considerats com a neuroleptics (o antipsicòtics) estan les fenotiazines (acepromazina, clorpromazina, perfenazina,...), les butirofenones (haloperidol, droperidol i azaperona) i els tioxantens (zuclopentixol) (Rang i Dale, 1991), que es diferencien entre ells pel temps que dura el seu efecte (Taula 3.7).

Taula 3.7. Característiques dels neuroleptics.

Neuroleptics de curta durada
L'efecte és immediat i dura entre unes poques hores fins a 18. Maleat d'acepromazina, haloperidol, droperidol, azaperona, acetat de zuclopentixol (solució aquosa). Espècies: cérvol de cua blanca, cavall de Przewalski, bongo, impala, topi, damalisc, cudú, gasela saltadora, zebra, òrix, duiquer, raficer comú, <i>dik dik</i> , búbal.
Neuroleptics de llarga durada
L'efecte roman de 3 a 21 dies. Enantat de perfenazina, palmitat de pipotiacina (oli de sèsam), acetat de zuclopentixol (<i>viscóleo</i>). Espècies: bisó americà, cérvol roig, cob del Nil, cérvol blanc americà, cérvol de cua blanca, ualabi de Bennet, cavall domèstic, cavall de Przewalski, impala, <i>aulàcodes</i> .

Els efectes trobats en els animals salvatges quan s'apliquen neuroleptics són (Ebedes i Raath, 1999):

- ∩ Efecte tranquil·litzant generalitzat.
- ∩ Indiferència per l'entorn.
- ∩ Pèrdua de la por cap als humans.
- ∩ Disminució del comportament agressiu i de dominància.



Acepromazina

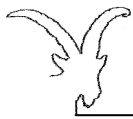
L'acepromazina és la 2-acetil-10-(3-dimetilaminopropil) fenotiazina. Posseeix un volum de distribució bastant gran (6.6 l/Kg), es metabolitza al fetge i s'elimina a través de l'orina. L'efecte màxim s'observa als 30-60 minuts després de la seva administració intravenosa i els seus efectes desapareixen a les tres o quatre hores, tot i que poden estar presents passades set hores (Ballard *et al.*, 1982; Booth i McDonald, 1988; Plumb, 2002).

Els efectes a nivell fisiològic són: reducció de la freqüència respiratòria, disminució de la pressió arterial, augment de la pressió venosa central, bradicàrdia vagal acompanyada de taquicàrdia reflexa secundària a la hipotensió, parada sinoauricular transitòria, efectes antiarítmics i protecció davant la fibril·lació ventricular causada per halotà i adrenalina (Muir *et al.*, 1975; Plumb, 2002).

Les utilitats de l'acepromazina van des d'agent preanestèsic o sedatiu en ungulats salvatges (Cowan *et al.*, 1962; Arnemo *et al.*, 1993; Kreeger, 1997; Nielsen, 1999; Montané *et al.*, 2002 i 2003; López-Olvera *et al.*, 2006 i 2007). La dosi intramuscular recomanada per a cervols, ovelles i cabres domèstiques i grans animals en general és de 0.05-0.1 mg/Kg (Arnemo *et al.*, 1993; Nielsen, 1999; Plumb, 2002). Una altra utilitat per a la qual s'ha administrat acepromazina és la prevenció de la rabdomiòlisi en cavalls (Andrews, 1994; Beech, 1997).

Haloperidol

L'haloperidol és la 4'-fluoro-4-[4-hidroxi-4(4-clorofenil-0-piperidino)]-butirofenona, que afecta al sistema nerviós central (SNC), i bloqueja els receptors de dopamina (Booth i McDonald, 1988). Entre els efectes de l'haloperidol estan l'acció antiemètica, la reducció de l'activitat motora, el menor efecte hipotensor que les fenotiazines i no produeix hipotèrmia (Pienaar, 1968; Booth i McDonald, 1988; Plumb, 1999). L'administració via intravenosa proporciona tranquil·lització als 5-10 minuts, i la seva durada és de fins a 10 i 12 hores (Hofmeyr, 1981; Swan, 1993; Ebedes i Raath, 1999).



L'haloperidol és útil per al transport i l'adaptació de fauna salvatge a nous emplaçaments, i s'ha administrat a gran varietat d'ungulats salvatges com antílops, elefants africans, rinoceronts i zebres (Hofmeyr, 1981; Ebedes i Raath, 1999). Les dosis intramusculars utilitzades són variables segons l'espècie però oscil·len entre 0.1 i 0.8 mg/Kg (Hofmeyr, 1981; Gandini et al., 1989). Els seus principals efectes indesitjables són els símptomes extrapiramidals i la seva incompatibilitat amb els opiacis (Hofmeyr, 1981; Ebedes i Raath, 1999).



3.5. ANESTÈSIA

La utilització d'un sol fàrmac com a anestèsic és poc comú en fauna salvatge, i s'ha de recórrer a l'associació de dos o més fàrmacs per aconseguir l'efecte desitjat.

Les combinacions anestèsiques més utilitzades en ungulats salvatges són ketamina amb xilazina, etorfina amb acepromazina, tiletamina amb zolazepam i medetomidina amb ketamina (Golightly et al., 1989; Jalanka et al., 1990; Peinado et al., 1993 i 1999; Berthier et al., 1996).

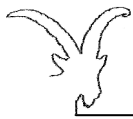
3.5.1. Ciclohexamines o agents anestèsics dissociatius

El representant més utilitzat d'aquest grup en humans és la fenciclidina, però a causa de la seva tendència a produir al·lucinacions, no s'utilitza en medicina veterinària. Els seus derivats, com el clorhidrat de ketamina i el clorhidrat de tiletamina, són els que s'utilitzen per anestesiar moltes espècies d'animals (Branson i Booth, 1995; McKelvey i Hollingshead, 2003).

El mecanisme d'acció de les ciclohexamines és una interrupció de les vies nervioses encefàliques i una estimulació del sistema reticular activador. La majoria d'anestèsics generals causen una depressió del SNC, de la mateixa manera que les ciclohexamines causen una estimulació selectiva d'aquest. Com a conseqüència de la supressió de les neurones inhibidores es produeix una anestèsia característica anomenada anestèsia dissociativa o catalèpsia, en la qual l'animal no és conscient del que l'envolta tot i que sembla romandre despert (McKelvey i Hollingshead, 2003).

Ketamina

La ketamina és el clorhidrat de 2-(o-clorofenil)-2-metilamino ciclohexanona. La injecció parenteral té efecte als 3-5 minuts, la immobilització és completa als 5-10 minuts i la duració dels efectes s'allarga fins a 1-2 hores. És de ràpida distribució als teixits i s'elimina per l'orina (Branson i Booth, 1995).



S'utilitza en la immobilització i captura d'animals salvatges però, a causa de la seva baixa potència, el seu ús és més aviat per a petits animals (Harthoorn, 1973; Haig, 1982). Als zoològics, on la predació no és un problema, la ketamina s'utilitza en combinació amb xilazina, i el seu ús en remugants és molt satisfactori. Quan aquests estan en llibertat, s'han trobat episodis d'atàxia i recuperació perllongada (Gray et al., 1974; Weisner, 1975).

3.5.2. Alfa-2 agonistes

Els derivats de la tiazina són agonistes dels receptors alfa-2 adrenèrgics de les vies nervioses simpàtiques del cervell. La seva estimulació produeix una disminució dels nivells del neurotransmissor noradrenalina, alliberat al cervell, i causa sedació i analgèsia. També es produeix relaxació muscular per inhibició al SNC (McKelvey i Hollingshead, 2003). La xilazina i la medetomidina són derivats de la tiazina utilitzats com a anestèsics.

Xilazina

La xilazina és el clorhidrat de 2(2,6-dimetilfenilamino)-4-H-dihidro-1,3-tiacina. La immobilització després de l'administració pot donar-se entre els 3-5 minuts per via intravenosa i entre els 10-15 minuts per via intramuscular, i els efectes hipnòtics duren fins a 1-2 hores. Es metabolitza ràpidament al fetge i s'excreta a través de l'orina (Gross i Booth, 1995).

S'utilitza per a sedació, immobilització, de mitjana a moderada analgèsia i relaxació muscular. Sola o combinada amb ciclohexilamines o opiàcis s'ha d'administrar a carnívors, remugants, èquids i altres mamífers (Jalanka, 1991).

Salivació, atonia rumino-reticular i inflor es dona comunament en els remugants (Plumb, 2002). Aquests animals no han de romandre en posició lateral esquerra durant la immobilització per tal d'evitar deglucions desviades del líquid ruminal que pugui arribar a regurgitar, o bé han de tractar-se prèviament a l'administració de la xilazina amb atropina. També pot induir a part prematur en bòvids (Plumb, 2002).



Medetomidina

La medetomidina és el clorhidrat de 4-[1-(2,3-dimetilfenil)etil]-1H-imidazol. Té afinitat pels receptors alfa-1 adrenèrgics (produeixen els efectes adversos) i un efecte 10 vegades superior al de la xilazina als receptors alfa-2 adrenèrgics (produeixen l'efecte sedatiu) (Gross i Booth, 1995; Plumb, 2002; McKelvey y Hollingshead, 2003). Es metabolitza al fetge i s'elimina a l'orina.

Els efectes característics en animals de laboratori inclouen sedació, analgèsia, alleujament de l'ansietat, bradicàrdia, hipotensió i hipotèrmia, i en dosis elevades s'aconsegueixen efectes hipnòtics o anestèsics. També s'ha utilitzat en nombrosos animals no domèstics (Jalanka i Roeken, 1990; Van Heerden et al., 1991). En combinació amb ketamina s'ha utilitzat per a immobilització.

3.5.3. Combinacions anestèsiques

Els objectius d'utilitzar més d'un fàrmac anestèsic són la reducció de les dosis necessàries, la millora dels temps d'inducció i una millor relaxació.

Taula 3.8. Dosis d'anestèsics d'ungulats salvatges publicades.

Xilazina + Ketamina:
<ul style="list-style-type: none"> ☞ Arruí (<i>Ammotragus lervia</i>), mufló (<i>Ovis musimon</i>) ⇒ 1:1, 1-3 mg / Kg (Peinado <i>et al.</i>, 1999) ☞ Cérvol axis (<i>Cervus axis</i>), daina (<i>Cervus dama</i>), cérvol comú (<i>Cervus elaphus</i>), cérvol del Pare David (<i>Elaphurus davidianus</i>) ⇒ 1:1, 2-4 mg/Kg (Peinado <i>et al.</i>, 1999). ☞ Cérvol americà (<i>Cervus elaphus</i>) ⇒ 3.06 mg/Kg + 6.12 mg/Kg (Golightly i Hofstra, 1989).
Medetomidina + Ketamina:
<ul style="list-style-type: none"> ☞ Caprins ⇒ 50-80 µg/Kg + 1.5-2.5 mg/Kg (Berthier <i>et al.</i>, 1996). ☞ Cabra dels Alps (<i>Capra ibex ibex</i>) ⇒ 80-140 µg/Kg + 1.5 mg/Kg (Jalanka i Roeken, 1990).

En fauna salvatge, de la mateixa manera que en els animals domèstics, s'han fet múltiples investigacions per tal de poder determinar les dosis que produeixen una bona immobilització i les combinacions d'anestèsics que millors efectes obtenen. L'elecció de la sinèrgia de fàrmacs anirà en funció de l'espècie, evidentment, però al



final, raons com la disponibilitat del producte comercial a la venda i el seu valor econòmic seran les que faran decidir per una o altra combinació.

Les dosis utilitzades per a les espècies d'ungulats salvatges s'enumeren en la taula 3.8.

3.5.4. Antagonistes

Els antagonistes tenen com a finalitat revertir els efectes anestèsics dels fàrmacs utilitzats per immobilització química però, a més, també poden fer desaparèixer els efectes o reaccions adverses que poden esdevenir durant l'anestèsia. L'efecte s'obté per la competència directa pels receptors que està utilitzant en aquest moment l'anestèsic, o per utilitzar receptors diferents però que causen efectes farmacològics oposats.

Tant per a la xilazina com per a la medetomidina s'utilitza un alfa-2-antagonista com l'atipamezol o la yohimbina.

Atipamezol

És el clorhidrat de 4-(2-etil-2,3-dihidro-1H-inden-2-il)-1H-imidazol. Es va desenvolupar com a antagonista específic de la medetomidina (Karjalainen et al., 1986), però també s'ha utilitzat per revertir la xilazina (Jalanka i Roeken, 1990). Els seus efectes farmacològics són reducció de la sedació, disminució de la pressió sanguínia, augment de les freqüències cardíaca i respiratòria i reducció de l'efecte analgèsic dels alfa-2 agonistes (Plumb, 2002).

Els efectes màxims es produeixen als 10 minuts, es metabolitza al fetge i s'elimina a l'orina. Els efectes adversos inclouen vòmits ocasionals, diarrea, hipersalivació, tremolors i breu excitació (Plumb, 2002). La dosi recomanada en remugants és de 4-5 vegades la dosi de medetomidina i de 8-12 vegades la de xilazina (Jalanka i Roeken, 1990; Plumb, 2002; McKelvey i Hollingshead, 2003).

4. OBJECTIUS



Els estudis presentats en aquest treball formen part del projecte d'investigació "Valoración del estrés de captura y manejo postcaptura en la cabra montés (*Capra pyrenaica*)" finançat amb fons CICYT REN2001-1989/GLO. L'objectiu genèric del projecte és avaluar la resposta d'estrès de captura i maneig de la cabra salvatge. Els objectius específics per poder aconseguir aquest propòsit són els següents:

1. Avaluar l'eficàcia de la captura de la cabra salvatge mitjançant xarxes verticals.
2. Avaluar i comparar la resposta d'estrès agut produïda per la captura amb xarxes verticals i caixa trampa.
3. Determinar l'efecte d'un tranquil·litzant fenotiazínic (acepromazina) sobre la resposta d'estrès agut en xarxa vertical.
4. Determinar i comparar l'efecte d'un tranquil·litzant fenotiazínic (acepromazina) i una butirofenona (haloperidol) sobre la resposta d'estrès agut en caixa-trampa.
5. Comparar l'efecte de dues combinacions anestèsiques en cabra salvatge en un tancat.
6. Determinar i comparar l'efecte de la teleanestèsia entre cabres salvatges capturades en caixa-trampa i en tancat.

5. MATERIAL I MÈTODES GENERAL



Tot i que als següents capítols s'inclouen els articles, cadascun dels quals té un apartat de material i mètodes, a continuació es farà una breu i general descripció dels animals que s'han utilitzat per a l'elaboració del present treball científic, així com de les tècniques utilitzades per disposar dels animals i els mètodes d'obtenció de mostres i la seva posterior anàlisi al laboratori. A més, s'ampliaran dades que als articles no s'han pogut incloure perquè són treballs concisos.

5.1. Animals

L'espècie que s'ha destinat a aquest estudi és la cabra salvatge (*Capra pyrenaica*). Es van capturar un total de 127 individus entre els diferents mètodes de captura utilitzats. A la taula 5.1 es descriuen els grups elaborats per a les diferents parts del projecte.

Taula 5.1. Distribució dels animals per mètode de captura utilitzat i sexe.

MÈTODE	CONTROL		TRACTATS			
	Femelles	Mascles	Femelles	Mascles	Femelles	Mascles
Xarxa vertical (25)	9	5	7 (A)	4 (A)		
Caixa trampa (36)	7	8	6 (A)	7 (A)	8 (H)	8 (XK)
Rifle anestèsic (35)			6 (XK)	7 (MK)	10 (XK)	12 (MK)

A: Acepromazina. H: Haloperidol. XK: Xilazina + Ketamina. MK: Medetomidina+Ketamina.

El pes dels animals segons el mètode de captura es mostra a la taula 5.2.

Taula 5.2. Relació de pesos de femelles i mascles capturats segons els diferents mètodes.

	Femelles	Mascles
Xarxa vertical	31.31 ± 4.38 Kg	40.35 ± 18.95 Kg
Caixa trampa	28.08 ± 6.01 Kg	49.37 ± 12.12 Kg
Rifle anestèsic	28.93 ± 4.53 Kg	52.02 ± 11.35 Kg

En tots els mètodes utilitzats es van capturar joves i cries, que van haver de ser descartades perquè els grups no tenien un nombre suficient. Les categories d'edat considerades van ser: cria (< 1 any), jove (1-<2 anys), adult (≥ 2 anys). Altres raons per les quals s'han descartat animals són captura repetida de l'animal o animals amb paràmetres considerats com a valors atípics que desviaven els grups i n'alteraven els càlculs estadístics.



5.2. Zones de captura

Les captures mitjançant xarxa vertical i caixa trampa es van dur a terme a la Reserva Nacional de Caça dels Ports de Tortosa i Beseit (40° 50' N, 0° 30' E), a la província de Tortosa (Catalunya).

Les xarxes verticals es van preparar en quatre zones diferents pertanyents als paratges de la Vall d'en Pastor i Matamoros (Fig. 5.1).

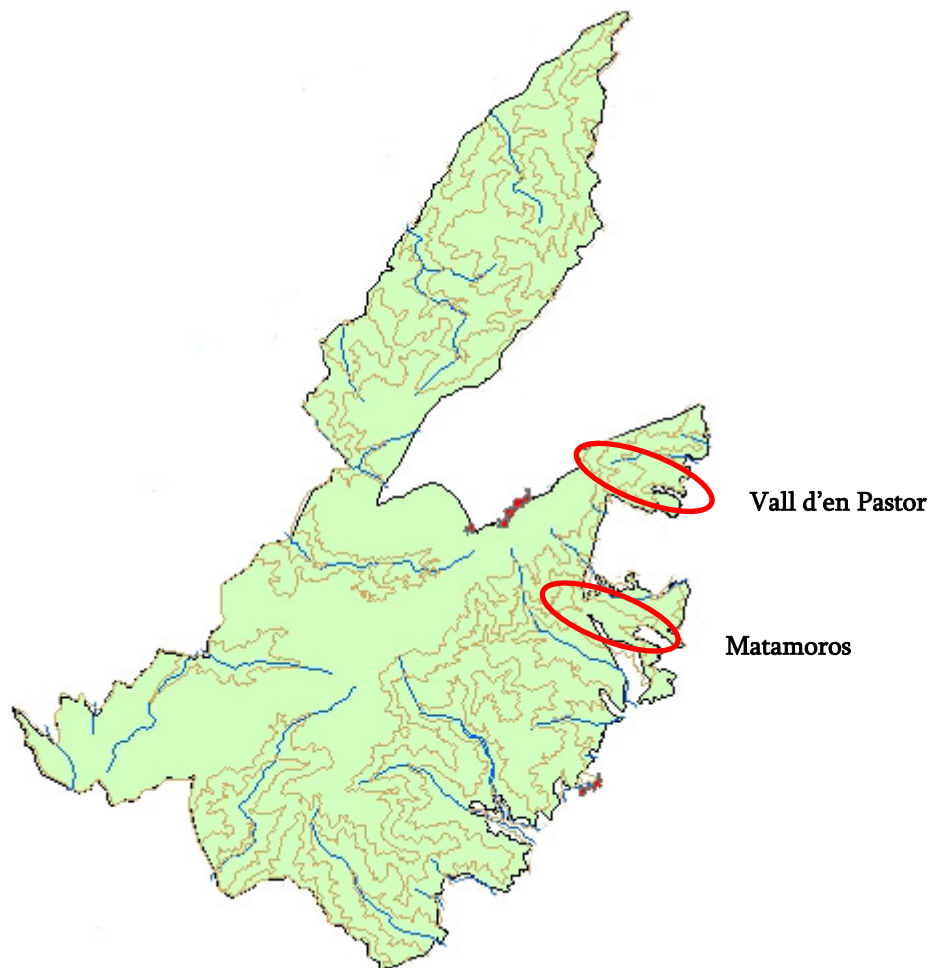


Fig. 5.1. Mapa de la Reserva Nacional de Caça dels Ports de Tortosa i Beseit.

Les caixes trampa són 10 dispositius de localització fixa i estan repartides per tota la Reserva. Els diferents punts són: La Caramella, Horta de Sant Joan (Les Heres i Cova del Faralló), Lloret, Refalgarí (dues caixes trampa), La Galera (Roca Domedes), Valldebous (dues caixes trampa) i Carreretes.



Les captures amb rifle anestèsic es va realitzar en un tancat que pertany al Parc Nacional de Sierra Nevada (Granada), a la finca El Toril (37° 03' N, 3° 34' O) (Fig. 5.2). Consta d'unes 30 Ha de superfície i un *capturadero* de 100 x 50 m al qual poden entrar entre 80 i 90 animals.

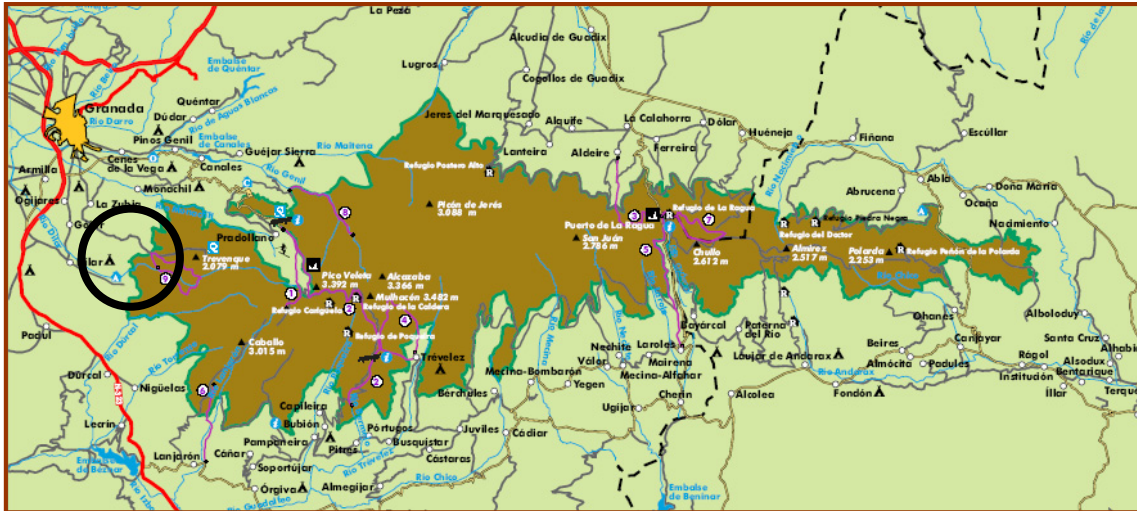


Fig. 5.2. Mapa del Parc Nacional de Sierra Nevada i localització del tancat de la finca El Toril.

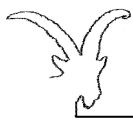
5.3. Captura

El projecte d'investigació comprenia tres tipus diferents de captura dels animals:

1. Xarxa vertical.
2. Caixa trampa.
3. Rifle anestèsic (sarbatana).

5.3.1. Xarxa vertical

Un cop validat el mètode de captura física amb xarxes verticals en d'altres espècies d'ungulats salvatges, s'han seguit les mateixes pautes de captura. La xarxa (Ziboni Ornitecnica, Bèrgamo, Itàlia) estava formada d'un nombre variable de trams de 50 m de longitud i 2 m d'alçada units entre ells, amb una malla de 10 x 10 cm. La longitud total utilitzada anava en funció de la zona de captura escollida (tipus de relleu, presència o absència d'arbres i/o arbustos per a la seva suspensió, etc.), i es trobaven entre 300 i 500 m (Fig. 5.3). Les captures de les cabres salvatges es van realitzar en



bosc mediterrani on abundaven alzines i carrasques, barrejat amb camps de conreu d'olivera i zones de matolls. Les batudes es van dur a terme pels Guardes de fauna de la Reserva Nacional de Caça de Tortosa i Beseit, amb la col·laboració també dels Guardes de fauna de la Reserva de caça de l'Encanyissada, tècnics i de personal voluntari de diferents orígens. La duració de les batudes va ser variable amb una mitjana (\pm desviació típica) de 93.18 ± 36.35 minuts/batuda (interval entre 45 i 145 minuts/batuda).

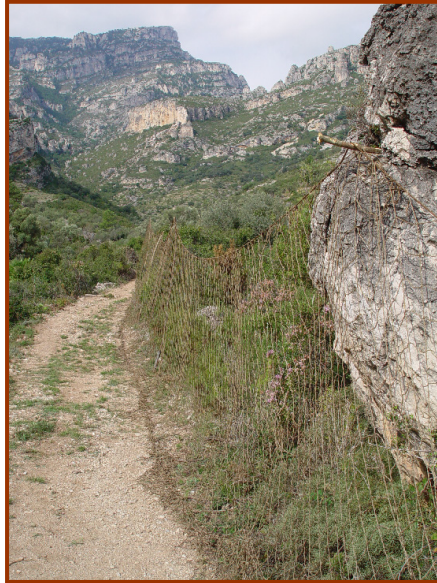


Fig. 5.3. Xarxa vertical preparada per a la captura.

Un cop els animals arribaven a la proximitat de la xarxa, el personal amagat a prop d'aquesta els espantava per tal que es dirigissin a la xarxa i s'emboliquessin completament. Per treure l'animal de la xarxa eren necessàries, com a mínim, un parell de persones que col·locaven una mascareta al cap de l'animal i l'immobilitzaven lligant-li tres de les quatre extremitats (es deixava una de les extremitats toràciques lliures). Quan ja estava ben immobilitzat, era introduït en una bossa de xarxa de transport amb una malla de 4 x 4 cm (Ziboni Ornitecnica, Bèrgamo, Itàlia).

5.3.2. Caixes trampa

La caixa trampa és un mecanisme de captura construït aprofitant l'orografia del terreny de manera que una de les parets de la trampa és natural. Consisteix en un



espai al qual s'accedeix per dues portes lliscants connectades a un sistema de cables (Fig. 5. 4). Per atraure als animals al seu interior, a les caixes trampa se subministrava aliment de manera periòdica, d'origen vegetal (en el cas particular d'aquesta Reserva, s'utilitzaven preferentment garrofes) i una pedra de sal. Quan l'animal accionava el mecanisme amb el cos o les banyes, les portes lliscaven i deixaven l'animal a les fosques fins a l'arribada de l'equip científic.

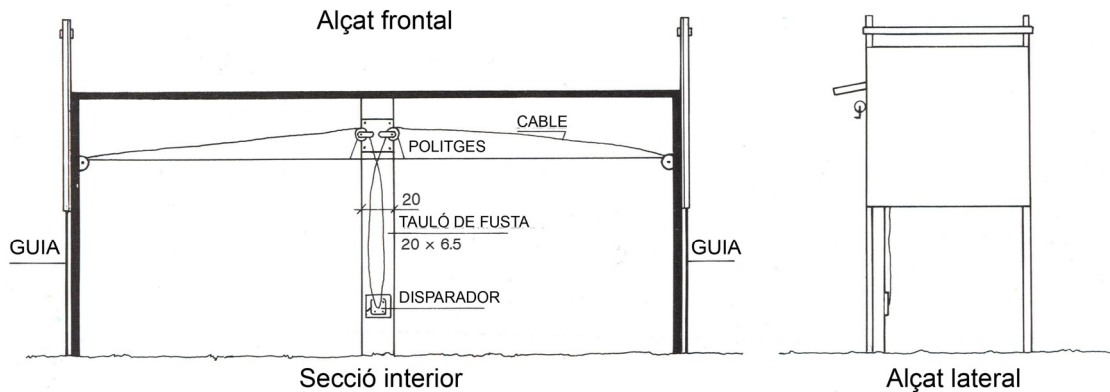


Fig. 5.4. Mecanisme intern de funcionament de la caixa trampa (Huecas, 1989).

Per poder capturar l'animal, es col·locava una xarxa manual en una de les portes, que s'aixecava lentament fins deixar sortir l'animal que es trobava atrapat a l'interior de la caixa trampa. A partir d'aquest punt, se seguia el mateix protocol que a la xarxa vertical.

5.3.3. Rifle anestèsic (sarbatana)

Les cabres capturades amb aquest mètode de captura químic es tancaven el dia anterior a la intervenció en un tancat on els hi era administrat menjar. Un cop a dins i preparat el material anestèsic, es disparava des d'una zona amb menjadores coberta. El rifle utilitzat és de la marca DAN-Inject, modelo JM Special (Børkop, Dinamarca, Fig. 5.5) Abans de la manipulació, el temps d'espera màxim era d'uns 15 minuts per tal d'assegurar que l'animal estava ben adormit. El maneig posterior és similar al de la xarxa vertical i la caixa trampa.



Fig. 5.5. Rifle anestèsic utilitzat per capturar cabra salvatge en tancat.

Dins d'aquest mateix estudi, es van incorporar un grup de cabres salvatges capturades mitjançant caixa trampa i anestesiades amb sarbatana (Telinject USA Inc., Califòrnia, USA). L'anestèsia es va administrar des d'una finestra lateral de la caixa trampa i es va procedir de la mateixa manera que amb els animals anestesiats amb rifle.

5.4. Registre de constants clíniques, obtenció de mostres i processament

La freqüència cardíaca es va registrar mitjançant monitors cardíacs dissenyats per a esportistes humans (Polar Vantage NV™ y Polar S710i™, Polar Electro Oy, Kempele, Finlàndia). Aquests mecanismes consten d'un transmissor, un receptor i una banda elàstica. El transmissor està format per dos elèctrodes, que es col·loquen sobre l'àrea toràcica esquerra, prèviament depilada, i s'agafa a la caixa toràcica de l'animal mitjançant la banda elàstica. Per millorar la transmissió i el contacte entre els elèctrodes i la pell, es va aplicar gel ecogràfic (Geleco®, Novartis, Barcelona, Espanya). El receptor estava a menys d'un metre del transmissor per poder rebre'n el senyal, per la qual cosa es va col·locar al voltant del coll de l'animal unit a un collar de plàstic. Els monitors cardíacs es col·locaven un cop acabada la batuda i després de traslladar l'animal amb la bossa de transport fins al lloc on es trobava el material.

Els monitors cardíacs calculen la freqüència cardíaca mitjançant un algoritme que fa la mitjana del temps transcorregut entre batec i batec (Seaward *et al.*, 1990) i l'enregistren cada minut. Les dades emmagatzemades al receptor es van transferir a



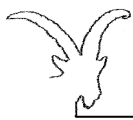
l'ordinador mitjançant un programa de descàrrega informàtic (Polar Precision Performance, Versions 2.1 i 4.0, Polar Electro Oy, Kempele, Finlàndia).

El registre de la temperatura rectal es va realitzar amb sondes Mätman datalogger® (Chipsobits Eltex AB, Älmhult, Suècia), col·locades sempre després de la instal·lació dels monitors cardíacs. Les dades obtingudes cada minut es van transferir a l'ordinador mitjançant el programa Mätman XL® (Chipsobits Eltex AB, Suècia) per a Microsoft Windows®.

La determinació de la saturació d'oxigen es va realitzar mitjançant un monitor de pulsioximetria Vet/Ox® 4404 (Heska Corporation, Fort Collins, Colorado, USA) que determina la pressió d'oxigen i la freqüència cardíaca a través del pas de dues longituds d'ona de llum, una vermella i una altra d'infraroja des dels teixits d'un cos a un fotodetector. El monitoratge de la respiració es va realitzar mitjançant observació directa dels moviments de la paret costal. Tant la saturació d'oxigen com la respiració es van registrar en intervals de 10 minuts.

Les mostres de sang es van recollir de la vena jugular amb xeringues de 10 ml i agulles de 21Gx1". Dos mil·lilitres es van col·locar en tubs amb àcid etilendiaminotetracètic (EDTA) com a anticoagulant i la resta en tubs amb grànuls de poliestirè per facilitar la coagulació i la separació del sèrum. Les postres es van conservar en una nevera portàtil fins al seu processament, sempre en un període inferior a 12 hores.

L'analitzador semiautomàtic utilitzat en aquest estudi (Sysmex F-800®, Toa Medical Electronics Co. Ltd., Japó) està adaptat per treballar amb sang d'animals i funciona mitjançant el sistema d'impedància elèctrica. A partir de 0.02 ml de sang, l'hemodiluidor semiautomàtic Sysmex AD-260® (Toa Medical Electronics Co. Ltd., Japó) realitza una dilució 1:500 per al recompte de leucòcits (WBC) i la determinació de la concentració d'hemoglobina. A partir d'aquesta primera dilució se'n fa una segona a raó de 1:100 per aconseguir una dilució final 1:50.000 per al recompte d'eritròcits (RBC) i de plaquetes. A continuació, s'afegeix un hemolitzant (Quicklyser II®, Sysmex Corporation, Japó) al recipient per al WBC i s'homogeneïtza, per a després col·locar-lo juntament amb el recipient per al RBC als transductors de l'analitzador i procedir als respectius recomptes.



El valor hematòcrit (PCV) es va determinar mitjançant el mètode manual, i es va utilitzar una centrífuga de microhematòcrit (Haematospin 1400®, Hawksley, Sussex, Regne Unit) a 14000 G durant 6 minuts. El volum corpuscular mitjà (VCM) i la concentració corpuscular mitjana d'hemoglobina (CCMH) es van calcular a partir del PCV, la concentració d'hemoglobina i el RBC. El recompte diferencial de leucòcits es va realitzar amb un microscopi òptic a 1000 augments, a partir d'extensions sanguínies tenyides amb una tinció panòptica ràpida (Química Clínica Aplicada, Tarragona, Espanya), sobre un total de 200 cèl·lules.

El sèrum es va obtenir a partir de la sang coagulada i després de 15 min de centrifugació a 1811 G. La determinació dels paràmetres bioquímics (enzims, metabòlits, proteïnes totals i clorurs) es va realitzar mitjançant dos analitzadors automàtics (Cobas Mira®, Roche, Rotkreuz, Suïssa; Olympus AU400®, Olympus, Mainz, Alemanya) al Servei de Bioquímica Clínica de la Facultat de Veterinària de la Universitat Autònoma de Barcelona. El Cobas Mira® és un espectrofotòmetre de flux discontinu que tracta les mostres de forma individual i que utilitza un sistema de centrifugació per barrejar la mostra amb el reactiu. Les determinacions es van realitzar amb jocs de reactius comercials. L'activitat sèrica dels enzims es va determinar a 37°C seguint els mètodes recomanats per la IFCC (International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine). L'analitzador de química clínica automatitzat Olympus AU400® realitza la determinació fotomètrica i potenciomètrica de mostres d'analits? en combinació amb reactius, calibradors, materials de control de qualitat i altres accessoris. Sodi i potassi es van mesurar per fotometria de flama (Corning 410C®, Corning Medical Medfield, EE.UU.) i el cortisol mitjançant un equip comercial d'ELISA (EIA-1887, DRG Instruments GMBH, Marburg, Alemanya). Les fraccions electroforètiques de les proteïnes van ser determinades com Cuenca *et al.* (1996) i Lastras *et al.* (2000) han descrit.

5.5. Anàlisi estadística

Les dades utilitzades per comparar les diferències entre xarxa vertical-caixa trampa y rifle anestèsic-sarbatana es van analitzar utilitzant el procediment PROC GLM del programa estadístic SAS® System for Windows V8 (SAS Institute Inc., Cary, North



Carolina, USA). Per a les dades no paramètriques es va utilitzar el procediment PROC NPAR1WAY ANOVA amb el mateix programa estadístic.

En les investigacions sobre l'efectivitat dels tranquil·litzants i els anestèsics, es va utilitzar el procediment PROC MIXED amb el mateix programa estadístic.

10. DISCUSSIÓ GENERAL



10.1. MÈTODES DE CAPTURA

La validesa d'un mètode de captura depèn, entre altres factors, de (Berducou, 1993):

- ∩ L'especificitat: percentatge dels animals de l'espècie desitjada respecte al total d'animals capturats.
- ∩ La selectivitat: per sexes i classes d'edat.
- ∩ El rendiment mitjà.
- ∩ La seguretat, tant dels operaris com dels animals.

Els mètodes de captura que componen aquest estudi són tres: xarxa vertical, caixa trampa i rifle anestèsic-sarbatana, i cadascun d'ells es comentarà per separat en els diferents apartats.

10.1.1. Especificitat

Xarxa vertical

Les zones escollides pel personal de la Reserva Nacional de Caça dels Ports de Tortosa i Beseit no van donar lloc a captures d'altres espècies que no fos cabra salvatge. Tot i que a la Reserva existeixen altres ungulats (cabirol i porc senglar), incloent-hi domèstics (boví en extensiu), no van ser capturats mitjançant aquest mètode, tot i que en una de les batudes sí que es van albirar porcs senglars. S'ha aconseguit, per tant, una especificitat del 100%.

Com que és la primera vegada que s'utilitza aquest mètode de captura amb aquesta espècie no existeixen dades d'especificitat anteriors a aquest estudi, però es pot comparar amb l'obtinguda al cabirol, entre el 81.5% (Montané, 2002) i el 92% (Meneguz et al., 1994), i a l'isard, entre el 67% (Meneguz et al., 1994) i el 100% (López-Olvera, 2004), i és més propera a l'obtinguda amb xarxa vertical en isard als Pirineus catalans.



Caixa trampa

Només una vegada va ser capturat un animal que no corresponia a l'espècie d'estudi. Les caixes trampa estan situades en tota la Reserva, i existeixen zones que coincideixen amb finques on existeixen ramats en extensiu, fins i tot braus. Una vegada una vaca va caure en una caixa trampa atreta per l'esquer (garrofes i sal) que se'ls posa a les cabres salvatges. Va ser alliberada i no va haver-hi cap incident. L'especificitat amb aquest mètode i en aquesta zona d'estudi descendeix al 98%.

Estudis realitzats amb cabra dels Alps (*Capra ibex ibex*) mostren una especificitat del 100% quan es van col·locar en zones on s'havien reintroduït o zones que aquesta espècie havia colonitzat naturalment (Gauthier i Michallet, 1993).

Rifle anestèsic-sarbatana

La captura mitjançant mètodes químics té una especificitat total, atès que es trien els animals que s'han d'anestesiari. No existeix marge d'error relacionat amb aquest aspecte.

10.1.2. Selectivitat

Xarxa vertical

De les 35 cabres salvatges capturades, 16 (46%) van ser mascles i 19 (54%), femelles (0.8 mascles/femella). Les categories d'edat al grup dels mascles van estar representades per 2 cries (< 1 any), 3 joves (1-2 anys) i 11 adults (2 anys o més). En el cas de les femelles van ser 2 joves i 17 adults (Fig. 10.1).

L'elecció de les zones per part dels guardes de la Reserva, prèvia observació dels animals que hi havien els dies anteriors, facilitava el fet de poder escollir animals adults. Les dues cries es van capturar una en primavera, que pertanyia al part anterior, i l'altra a la tardor, cria de l'any. Es van albirar més femelles amb cries però, com que aquelles eren més desconfiades, acabaven escapant pels extrems de la xarxa o pel mig del personal que realitzava la batuda.

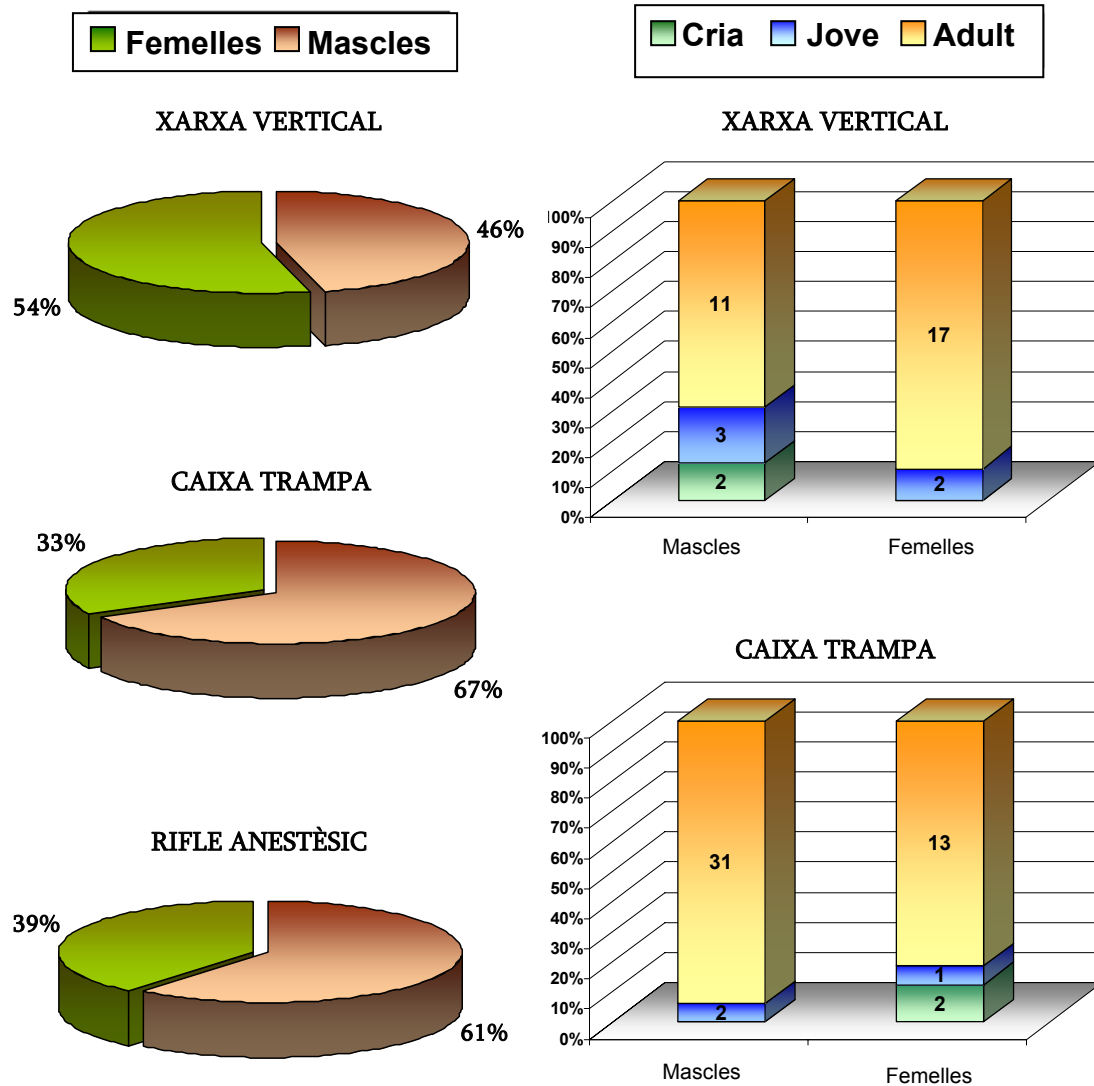
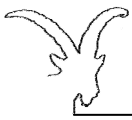


Fig. 10.1. Gràfiques de distribució de sexe i edats en els diferents mètodes de captura.

Caixa trampa

Es van capturar 51 animals, dels quals 33 (67%) eren mascles i 16 (33%) femelles (2.06 mascles/femella). Les classes d'edat compreses van ser 2 cries femelles, 2 mascles joves, 1 femella jove, 31 mascles adults i 13 femelles adultes (Fig. 10.1).

La caixa trampa és un mètode individual de captura i va ser més fàcil capturar els mascles. Es van capturar també femelles però va ser més difícil obtenir-ne un grup representatiu. Gauthier i Michallet (1993), en canvi, van capturar més femelles de cabra dels Alps (*Capra ibex ibex*) que mascles (0.32 mascles/femella) perquè les caixes estaven col·locades en zones on abundaven més les primeres. I Dubray (1993)



també té més selectivitat en la captura de femelles i joves (< 3 anys) de mufló de Còrsega (*Ovis ammon musimon*), 1 mascle/1.76 femelles i 49% de joves.

Una de les cries que va quedar atrapada a la caixa trampa amb una femella, i l'altra, tot i que s'ha trobat sola a la caixa, suposadament també aniria acompanyada. Un dels dos mascles joves també va quedar atrapat al mateix temps amb una femella. És probable que les femelles capturades conjuntament amb altres individus, cries o joves, fossin les respectives mares; en el cas de les cries per ésser massa joves per estar soles i en el cas de l'individu jove perquè acostumen a acompanyar-les fins al següent part (Huecas, 1989; Blanco, 1998).

Rifle anestèsic-sarbatana

En el nostre estudi, la selectivitat es va determinar en funció de l'etapa fisiològica dels animals i, en segon lloc, de la necessitat de tenir un grup representatiu d'ambdós sexes.

Els animals d'un tancat van ser atrets a un *capturadero* i la majoria dels individus que formaven la població eren adults. Els primers animals es van anestesiar en època de gestació avançada i es va decidir capturar només mascles. En les últimes captures es va escollir un grup mixt. Així, els 13 primers animals van ser mascles i la resta van ser 9 mascles i 14 femelles (Fig. 10.1).

Els animals anestesiats amb sarbatana procedien de caixes trampa i, com ja s'ha dit anteriorment, aquest mètode mostra més facilitat per capturar mascles. Així, aquest tipus d'anestèsia va ser 100% selectiva per a aquest sexe perquè només es van anestesiar mascles.

Quan s'anestesia a l'aire lliure, s'evidencia una notable disminució de l'apropament a femelles i cries, i la *sex-ratio* va en funció de la població en què es duen a terme les captures i la seva distribució de sexes. En la captura de cabra dels Alps al Parc Nacional de la Vanoise és de 2 mascles/femella i al de Mercantour de 3.1 mascles/femella (Gauthier, 1993).



10.1.3. Rendiment

Xarxa vertical

Només una de les 12 operacions de captura no va obtenir cap animal, per la qual cosa l'èxit va ser del 92%. El rendiment mitjà va ser de 2.9 animals per captura (de 0 a 5 cabres per captura), un rendiment intermediari entre l'isard (3.96 animals per captura; López-Olvera, 2004) i el cabirol (0.88 animals per captura; Montané, 2002).

No es va poder comprovar la repetibilitat en la captura ja que no es van marcar tots els animals capturats, només alguns amb collar radiotransmissor, a més d'un collar de color i un cròtal al pavelló auricular. Sí que es va capturar una femella amb collar radiotransmissor però no pertanyia a les marcades amb anterioritat, i dues cabres, un mascle i una femella, que ja s'havien capturat dies abans amb caixa trampa.

En termes de treball i personal necessitat, es van utilitzar de mitjana 0.8 dies/animal (0.4-2 dies/animal) i 36 persones/captura (de mitjana 6 persones col·locant la xarxa i 29.42 persones el dia de la captura). És una mitjana superior a la descrita en captura amb xarxa vertical d'isard, que oscil·la entre 0.33 i 0.67 dies/animal (Berducou, 1993; Struch i Baumann, 2000; López-Olvera, 2004).

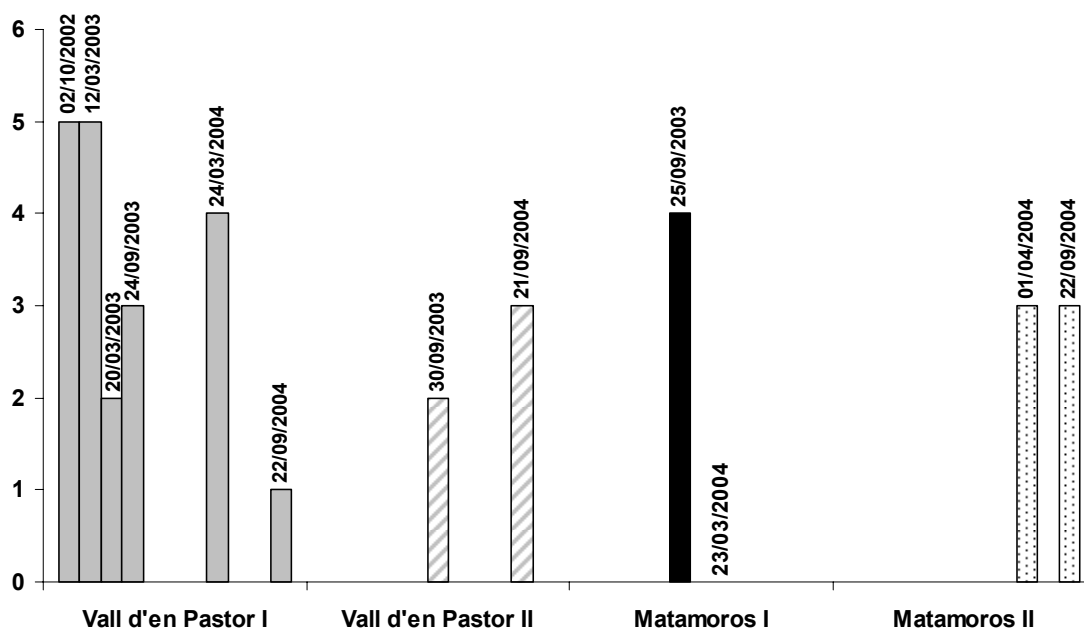


Fig. 10.2. Animals capturats en cada una de les zones en les diferents batudes.



Una de les zones de batuda, la Vall d'en Pastor I, va baixar el seu rendiment en funció de les vegades que es repetia (Fig. 10.2). Sembla que la pressió a què estaven sotmeses les cabres quan eren perseguides feia que aquestes no freqüentessin la zona.

Caixa trampa

De les 10 caixes trampa que es troben emplaçades en la RNC dels Ports de Tortosa i Beseit, només s'activaven entre 6 i 8 en una mateixa temporada, i no totes les que s'activaven arribaven a tenir èxit en la captura.

El rendiment en el cas de la caixa trampa no es calcula en els animals capturats a les caixes, ja que és un mètode de captura individual, sinó en els dies necessaris per capturar una cabra salvatge.

A la fig. 10.3 es reflecteixen els dies que es van activar i els dies en què es van capturar les cabres. Segons la taula, el rendiment seria 1.3 dies/animal (1.09-1.6 dies/animal), i si es comptessin els dies d'encebament pujaria a 2.1 dies/animal (1.73-2.2 dies/animal). El personal implicat en el control de les caixes era una mitjana de 7.5 persones/dia mentre s'encebaven o durant el temps que estaven activades i, en el cas de caure alguna cabra salvatge, 4 persones/caixa eren les necessàries. El rendiment obtingut en comparació amb la captura de cabra dels Alps i mufló de Còrsega és molt millor, ja que per capturar aquestes espècies van ser necessaris 18 dies/animal (Dubray, 1993; Gauthier i Michallet, 1993).

Com ja s'ha dit anteriorment, tot i que la caixa trampa és un mètode individual, es van obtenir captures múltiples durant el temps d'activació de les trampes. Una vegada es van capturar 3 mascles adults i la resta de vegades eren femelles amb cries o individus joves. No és una situació extraordinària, ja que s'ha descrit també en cabra dels Alps, amb una captura de 4 animals en una mateixa caixa (Gauthier i Michallet, 1993).

S'ha comprovat que les cabres dels Alps van desplaçar la seva ruta de pas 1 m durant el temps que les caixes trampa van estar col·locades (Gauthier i Michallet, 1993). En el cas de la RNC dels Ports de Tortosa i Beseit, els canvis en el rendiment no es poden relacionar amb canvis comportamentals en els animals (Fig. 10.4). És probable que la



Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres	Dissabte	Diumenge
MARÇ 2003						
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17 2 caixes 3 cabres	18 1 caixa 1 cabra	19 1 caixa 1 cabra	20 1 caixa 1 cabra	21	22	23
SETEMBRE-OCTUBRE 2003						
15	16	17	18	19	20	21
22	23 3 caixes 3 cabres	24 2 caixes 2 cabres	25 2 caixes 2 cabres	26	27	28
29 1 caixa 1 cabra	30 1 caixa 1 cabra	1 1 caixa 1 cabra	2	3 1 caixa 1 cabra	4	5
MARÇ 2004						
15	16	17	18	19	20	21
22 1 caixa 1 cabra	23	24	25 1 caixa 2 cabres	26	27 1 caixa 1 cabra	28 2 caixes 3 cabres
29	30 1 caixa 1 cabra	31 1 caixa 1 cabra				
SETEMBRE-OCTUBRE 2004						
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22 1 caixa 1 cabra	23	24	25	26 1 caixa 3 cabres
27	28	29	30 2 caixes 2 cabres	1	2 3 caixes 3 cabres	3 1 caixa 2 cabres
4	5	6	7 1 caixa 1 cabra	8	9	10
JUNY 2005						
30	31	1	2	3	4	5
6 5 caixes 6 cabres	7 1 caixa 1 cabra	8 1 caixa 1 cabra	9 1 caixa 2 cabres	10	11	12
13	14	15	16 2 caixes 2 cabres	17	18	19

Fig. 10.3. Calendari de captures en caixa trampa entre els anys 2003-2005. En color verd es marquen els dies que s'administrava l'esquer sense estar activades les caixes i en color roig els dies que van romandre activades.



constant presència de les caixes des de que es van col·locar en la Reserva hagi fet que els animals s'acostumin a elles.

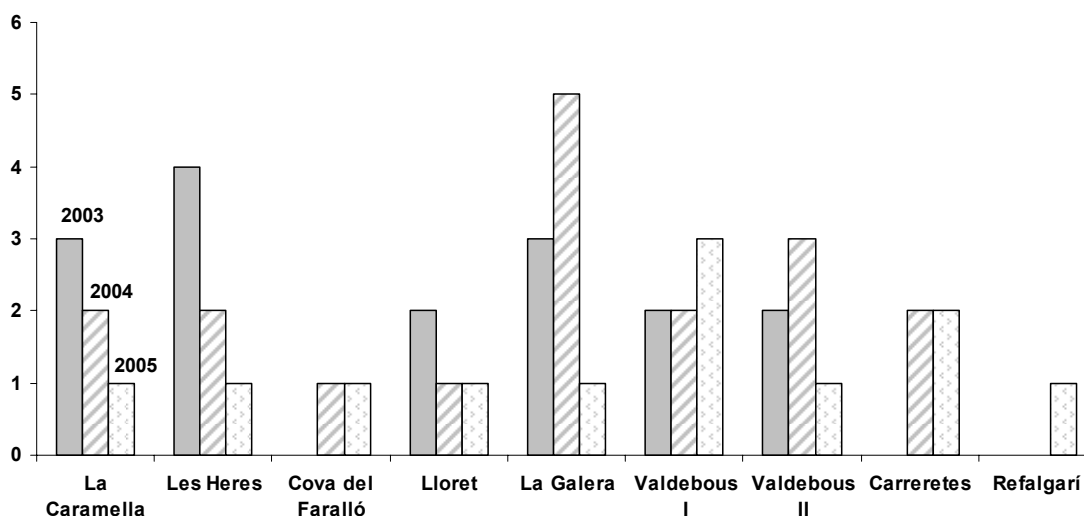


Fig. 10.4. Animals capturats a les diferents caixes trampa i als diferents anys d'activació.

Rifle anestèsic-sarbatana

El fet de tenir les cabres capturades dins d'una instal·lació va afavorir la captura mitjançant rifle anestèsic. Els factors limitants van ser les hores de llum disponibles en un dia i la quantitat d'animals que es poguessin manejar en una mateixa vegada. D'aquesta manera, doncs, només van ser necessàries 5 jornades de treball amb una mitjana de 7.2 animals/jornada, i es va assolir una mitjana de 0.14 dies/animal, rendiment que es troba pròxim al màxim obtingut en captura a l'aire lliure de la cabra dels Alps: 0.1 a 7.6 animals/jornada (Gauthier, 1993).

El personal que va participar se situa en una mitjana d'11 persones/jornada (7-14 persones/jornada) i l'èxit de tir va ser del 92% (3 dards fallats de 29 trets), és a dir, van ser necessaris 1.08 trets/animal. En captures realitzades sobre animals en llibertat, la taxa d'èxit de tir pot elevar-se fins a 4 trets/anima als llocs més difícils i disminuir l'èxit de tir fins a un 78.5% (Gauthier, 1993; Peracino i Bassano, 1993). Les causes de fallada en l'objectiu van ser per un dard rebotat i dos dards que no van tocar l'animal, però també existeix una dependència de la mida del grup que formen els individus que s'han d'anestesiari. La taxa de vigilància disminueix en els grans grups i augmenta en els animals perifèrics i joves, i són els mascles d'edat avançada els que millor es capturen perquè són més gregaris (Alados, 1985). Igualment, l'estació de l'any



és un factor que afecta la rendibilitat, i és la primavera el període més favorable pel fet que els animals són molt accessibles quan reposen a l'herba i perquè la distància de fugida és menys important en trobar-se agregats als prats (Gauthier, 1993).

En el cas dels animals anestesiats amb sarbatana, els rendiments es corresponen als obtinguts amb caixa trampa, atès que es van anestesiar animals capturats amb aquest mètode físic. Llavors, es mostra com a mètode menys efectiu pel que fa als dies necessaris per capturar un animal però més efectiu quant a les persones necessàries per una jornada de treball respecte a la utilització del rifle anestèsic.

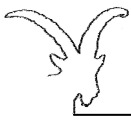
10.1.4. Seguretat

Xarxa vertical

No va haver-hi cap baixa entre les cabres capturades amb xarxa vertical en el moment de la captura. La mortalitat que es pogués produir dies més tard no és possible assegurar que fos del 0% atès que els animals no van ser marcats, però la vigilància per part dels guardes de la reserva no ens va alertar de l'aparició de cadàvers en la zona on es van dur a terme les captures. En el nostre estudi es van observar únicament petites abrasions a les extremitats i als llavis per l'acció de la xarxa en el moment de l'impacte i pels intents de fugida un cop quedaven atrapades les cabres salvatges.

En altres estudis realitzats amb el cabirol i l'isard, la mortalitat representa des d'un 2% fins a un 5%, per causes de xoc, asfíxia, fractures i estrès (Van Laere i Boutin, 1990; Gibert, 1993; Meneguz et al., 1994; Montané, 2002; López-Olvera, 2004).

L'única ferida que va patir un dels operaris va ser lleu (erosió per un cop d'un banya) i va ser en el moment de la manipulació d'una cabra després d'estar ja immobilitzada.. Es pot dir que la xarxa vertical va resultar segura a nivell personal.



Caixa trampa

De 51 animals capturats, només es va morir un individu (2%) després d'unes hores d'haver-lo alliberat. La mort es va atribuir a la seva edat avançada i el mal estat general (aflaquiment, desgast de les peces dentàries). Dubray (1993) va enregistrar un 3.4% de mortalitat en el mufló de Còrsega ocasionada per fractures, gossos assilvestrats, estrès i altres causes.

Les lesions a tres dels operaris que van manipular els animals es van produir en el moment de la sortida de l'animal de la caixa trampa i del seu alliberament. Totes elles van succeir en la mateixa caixa trampa, situada en un lloc amb poc espai per manipular l'animal, i van ser abrasions per caiguda o per la fricció de la corda que subjectava la xarxa manual, i contusions de caràcter lleu.

Rifle anestèsic-sarbatana

Cap dels animals anestesiats va morir durant l'anestèsia i només una femella es va trobar morta al cap de dos dies d'haver-la anestesiada (2.8%). El que més van presentar els animals van ser coixeses i hemorràgies, com a conseqüència de l'impacte del dard a la massa muscular i, fins i tot, a l'os i articulació. L'experiència del tirador i el bon càlcul de la pressió necessària segons la distància a què se situa l'animal minimitzarien els riscos. Això no succeeix quan s'administra l'anestèsia mitjançant sarbatana, ja que la pressió del tret és inferior que amb el rifle.

La taxa de mortalitat pot arribar a augmentar fins al 10% quan els animals són capturats en llibertat. Causes de mortalitat poden ser per caiguda per penya-segats i deglució desviada (xoc sèptic i pneumònia aguda produïda per la respiració accidental d'un bol regurgitat), i altres morts no determinades perquè s'han produït 24 hores després de despertar l'animal. Incidents de menys importància serien traumatismes per contenció (fractures d'extremitats) i meteorització escumosa (Gauthier, 1993).

Dos operaris van rebre ferides per abrasió ocasionades per cops de peülles, però es podria evitar deixant actuar més temps l'anestèsic i amb una intervenció no tan precipitada i avançada.



En resum, els tres mètodes de captura són bons pel que fa a l'especificitat, però tenint en compte les particularitats anteriorment exposades.

La caixa trampa és un mètode selectiu per a mascles i necessita poc personal per a les captures; en canvi, es necessita invertir més temps per capturar els animals i representa un risc moderat per als operaris quan les caixes trampa estan situades en llocs d'espai reduït.

El rifle anestèsic és un mètode 100% eficaç i selectiu i amb el qual s'obté un elevat rendiment en poc temps. Però la seguretat dels animals es veu vulnerada pel fet d'utilitzar un mètode traumàtic. Si els animals es troben més propers, es pot optar per l'administració del dard mitjançant sarbatana.

La xarxa vertical seria el mètode intermedi en tots els aspectes, excepte per l'elevada necessitat de personal per realitzar les captures.



10.2. RESPOSTA D'ESTRÈS AGUT

La captura i el maneig dels ungulats salvatges provoquen estrès que pot ser avaluat mesurant els canvis als paràmetres clínics, hematològics i bioquímics dels animals (Williams i Thorne, 1996).

10.2.1. Paràmetres clínics

La freqüència cardíaca i la temperatura corporal estan considerades com uns bons indicadors d'estrès agut (Franzmann i Thorne, 1970; Kock et al., 1987c; Broom i Johnson, 1993).

Els monitors cardíacs Polar® han demostrat ser eficaços per mesurar la freqüència cardíaca en diverses espècies animals (Evans i Rose, 1986; Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbann et al., 1988; Hopster i Blockhuis, 1994; Montané et al., 2002 i 2003; López-Olvera et al., 2006 i 2007). El registre amb aquest tipus de monitors pot no ser constant per culpa del desplaçament dels elèctrodes i/o a la pèrdua de contacte amb la superfície depilada, o fins i tot a artefactes produïts per la contracció muscular o a una elevada variabilitat en la freqüència cardíaca de l'animal que l'aparell no pot enregistrar (Hopster i Blockhuis, 1994).

El registre de temperatura el van proporcionar sondes Mätman® que permeten valorar la seva evolució i evitar els artefactes produïts per la introducció repetida del termòmetre al recte i per la proximitat del manipulador a l'animal (Moe i Bakken, 1997). De la mateixa manera que amb la freqüència cardíaca, el registre de la temperatura pot presentar interrupcions. Moviments bruscos dels animals i la defecació poden fer sortir la sonda del recte, i es fa necessària la seva reintroducció. Si no es controla periòdicament la posició de la sonda és possible que el registre sigui interromput i incomplet.

La freqüència cardíaca en la cabra salvatge capturada amb xarxa vertical i caixa trampa va anar disminuint a partir del moment en què es va col·locar el monitor per enregistrar-la. L'activitat física o la resposta emocional davant determinades situacions pot produir l'augment o, fins i tot, la disminució com a mecanisme



d'adaptació davant un depredador, de la freqüència cardíaca (Broom i Johnson, 1993). El cessament de l'activitat física produïda per la persecució en el cas de la captura mitjançant xarxa vertical i l'estrès produït per la captura i la manipulació tant en xarxa vertical com en caixa trampa, poden justificar aquesta disminució en els animals.

La temperatura corporal està generada per la contracció muscular, l'assimilació del menjar i el metabolisme (Lusk, 1989). Tot i això, existeix un altre component anomenat hipertèrmia induïda per estrès, que també col·labora en l'augment de la temperatura corporal, com a conseqüència d'una activació dels eixos simpàtic-adrenomedul·lar i hipotàlem-hipofisari-adrenocortical (Groenink et al., 1994; Moe i Bakken, 1997; Bakken et al., 1999). Aquesta hipertèrmia depèn del temps; així, en ratolins i guineus triga 10 minuts en assolir el seu nivell màxim i torna a la línia basal després de 60-90 minuts (Zethof *et al.*, 1994; Moe i Bakken, 1997). Tant en la xarxa vertical com en la caixa trampa, la temperatura rectal va disminuir amb el temps i es va estabilitzar seguint un patró similar al de la hipertèrmia induïda per estrès.

10.2.2. Paràmetres hematològics

L'alliberament de catecolamines i corticoesteroides produït per l'estrès de captura produeix canvis als valors hematològics dels eritròcits i dels leucòcits. Les catecolamines augmenten el recompte d'eritròcits (RBC), juntament amb el valor hematòcrit (PCV) i la concentració d'hemoglobina, com a conseqüència de la contracció esplènica. Aquestes hormones també augmenten la circulació limfàtica, mobilitzen els leucòcits de les reserves marginals i generen una leucocitosi amb neutrofilia i/o limfocitosi. Aquest efecte és temporal i s'ha descrit la disminució del PCV al llarg del temps a partir de la descàrrega de catecolamines (Wesson et al., 1979), tot i que en cabirols capturats amb el mateix mètode no es van trobar diferències al llarg del temps de captura (Montané et al., 2003). Per una altra banda, els corticoesteroides indueixen leucocitosi, neutrofilia, limfopènia i eosinopènia, i s'assoleix el nivell màxim a les 4-6 hores després de l'episodi estressant (Jain, 1993).

Ambdós mètodes de captura física van presentar un quadre hematològic d'estrès caracteritzat per la disminució dels paràmetres eritrocitaris per desaparició dels



efectes de les catecolamines, i augment de leucòcits i neutròfils, i disminució dels limfòcits i eosinòfils (només en xarxa vertical), atribuïble a l'efecte dels corticoesteroides.

10.2.3. Paràmetres bioquímics

L'activitat sèrica d'alguns enzims (creatina cinasa - CK, aspartat aminotransferasa - AST, alanina aminotransferasa - ALT, lactat deshidrogenasa - LDH) és un bon indicador d'estrès en nombroses espècies ja que augmenta durant la captura i el maneig dels ungulats salvatges com a conseqüència de l'increment de la permeabilitat i/o el dany de les cèl·lules musculars (Seal i Hoskinson, 1978; Bush et al., 1981; Kocan et al., 1981; Kock et al., 1987c; Chapple et al., 1991; Duncan et al., 1994). L'augment en els enzims indicadors de dany muscular de les cabres capturades amb xarxa vertical i caixa trampa coincideix amb el que s'ha dit anteriorment i amb els resultats d'altres treballs d'investigació amb mètodes semblants de captura en ungulats salvatges (Montané et al, 2002 i 2003; López-Olvera et al., 2006 i 2007). L'efecte a nivell muscular també es veu reflectit en les alteracions de la concentració de lactat i creatinina. La disminució del lactat, probablement deguda a un retorn en els nivells basals després d'un augment per exercici físic o per efecte catecolamínic a nivell muscular (Kaneko, 1997a; Ganong, 2004), i l'augment de la creatinina per una vasoconstricció a nivell renal i muscular induïda també per les catecolamines (Finco, 1997), són canvis que mostren resultats similars als trobats en altres ungulats salvatges sotmesos a captura i maneig (Franzmann i Thorne, 1970; Hatting et al., 1988; Peinado et al., 1993).

Les catecolamines i els glucocorticoides també tenen efectes en altres metabòlits. Així, tenen un efecte proteolític, amb la qual cosa disminueixen les proteïnes totals i augmenten els metabòlits nitrogenats de desfeta com la urea (Finco, 1997; Kaneko, 1997; Guyton i Hall, 2000), augmenten la glicogenòlisi i la gluconeogènesi i augmenta la concentració de glucosa sèrica (Guyton i Hall, 2000; Ganong, 2004), tenen un efecte lipolític al teixit adipós, i estimulen la mobilització dels greixos i l'augment dels àcids grassos lliures (Guyton i Hall, 2000), a més alteren l'excreció d'ions a nivell renal, com l'augment de l'eliminació del potassi. Aquests canvis en les proteïnes i en alguns metabòlits i ions es van trobar en les cabres salvatges capturades en aquest estudi.



10.2.4. Efecte del sexe

Els mascles capturats amb xarxa vertical i caixa trampa van mostrar algunes diferències respecte a les femelles corresponents a cada mètode de captura. Així, els elevats nivells de l'activitat de la LDH i la fosfatasa alcalina (FA), les concentracions superiors de glucosa i creatinina, i els valors inferiors de proteïnes totals, indiquen que els mascles presenten una resposta d'estrès superior en el moment de la captura.

10.2.5. Efecte del mètode

Els animals capturats amb xarxa vertical van mostrar abans una estabilització tant de la freqüència cardíaca com de la temperatura rectal respecte als capturats amb caixa trampa (Taula 10.1).

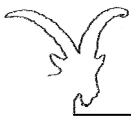
Taula 10.1. Temps d'estabilització de la cabra salvatge capturada amb mètodes físics.

	XARXA VERTICAL	CAIXA TRAMPA
Freqüència cardíaca	55 min	175 min
Temperatura rectal	70 min	140 min

En comparar els valors dels paràmetres hematològics i bioquímics dels animals capturats amb xarxa vertical i caixa trampa, es troba que alguns d'ells mostren que la xarxa vertical és un mètode menys estressant que la captura amb caixa trampa. Així, les cabres capturades amb caixa trampa van mostrar un elevat recompte de neutròfils més gran, l'activitat sèrica de l'AST i la concentració de bilirubina total, així com un disminuït recompte d'eosinòfils i de concentració de triglicèrids i potassi, que els obtinguts amb xarxa vertical. El fet que els animals capturats amb caixa trampa romanguessin unes hores tancats abans de la captura manual probablement influeix a l'hora de presentar una resposta d'estrès més elevada que quan són capturats mitjançant xarxa vertical.

10.2.6. Efecte del mètode i del sexe

Les diferències trobades entre els mascles i les femelles segons el mètode de captura, basant-nos en els resultats dels mateixos paràmetres, indiquen que els mascles són



més sensibles a l'estrès quan es capturen amb xarxa vertical i que les femelles ho són més quan es capturen amb caixa trampa. L'activitat més elevada d'alguns enzims en els mascles capturats amb xarxa vertical podria ser ocasionada per l'esforç físic i la resposta d'estrès davant la persecució abans de ser capturades; en canvi, la captura perllongada durant hores a la caixa trampa i l'estrès produït per la posterior contenció física podria afectar molt més els enzims indicadors de dany muscular de les femelles.

López-Olvera *et al.* (2007) van trobar diferències entre mascles i femelles d'isard dels Pirineus capturat amb xarxa vertical, però els resultats van ser contraris als obtinguts en cabra salvatge.



10.3. EFECTE DE L'APLICACIÓ DE TRANQUIL·LITZANTS

10.3.1. Efecte de l'acepromazina

Diferents treballs amb altres ungulats salvatges, com són el cabirol (*Capreolus capreolus*) i l'isard dels Pirineus (*Rupicapra pyrenaica*), han demostrat l'efecte beneficiós a nivell de constants clíniques i paràmetres hematològics i bioquímics de l'acepromazina (Montané et al., 2002 i 2003; López-Olvera et al., 2006 i 2007).

Tot i que la freqüència cardíaca es podria prendre com una mesura de l'efecte de les catecolamines alliberades davant un estímul estressant (Broom i Johnson, 1993), no s'han trobat diferències entre el grup tractat i el grup control, probablement per culpa de la variabilitat individual (Porges, 1985) i la taquicàrdia reflexa derivada de la hipotensió produïda per l'acepromazina (Plumb, 2002).

En el registre de la temperatura rectal, en canvi, l'efecte hipotèrmic de l'acepromazina (Plumb, 2002) és molt evident en l'estudi realitzat amb xarxa vertical i una mica menys en els animals capturats amb xarxa trampa, i s'evita així la hipertèrmia induïda per estrès (Groenink et al., 1994).

Els valors inferiors del RBC, del PCV, de la concentració d'hemoglobina, del recompte de leucòcits (WBC), del recompte de neutròfils i de limfòcits respecte al grup control demostren els efectes de l'acepromazina a nivell vascular, i s'afavoreix el segrest cel·lular a nivell esplènic i s'eviten les alteracions sanguínies produïdes per les catecolamines (Plumb, 2002).

El bloqueig per part de l'acepromazina dels receptors alfa adrenèrgics en la musculatura estriada i la conseqüent vasodilatació, afavoreix un flux sanguini més gran en el teixit muscular que es reflecteix en una disminució de l'activitat dels enzims indicadors de dany muscular com són la CK, AST, LDH i ALT, i de la concentració d'urea i creatinina (Gross i Booth, 1995; Finco, 1997; Guyton i Hall, 2000).



El mateix efecte vasodilatador succeeix a nivell dels túbuls renals de manera que la concentració de potassi tampoc augmenta en els animals tranquil·litzats amb acepromazina (Guyton i Hall, 2000).

Una resposta inferior d'estrès produiria menys hemòlisi i lipòlisi en els animals i no hi hauria augment en la bilirubina sèrica i en el colesterol, com succeeix en els animals no tranquil·litzats (Tennant, 1997; Guyton i Hall, 2000).

L'efecte de l'acepromazina va ser una mica més evident en les femelles que en els mascles ja que, valors com el RBC, el PCV, la concentració d'hemoglobina i de creatinina, es van mostrar inferiors en les d'aquest grup. Una diferència similar també ha estat descrita a l'isard dels Pirineus (López-Olvera et al., 2007).

10.3.2. Efecte de l'haloperidol

L'administració d'haloperidol en els animals produeix una estabilització abans tant de la freqüència cardíaca com de la temperatura, i aquesta és significativament inferior a la del grup control. Tot i no tenir com a efecte la hipotèrmia, l'haloperidol actua al sistema nerviós central, produeix una depressió d'aquest i, consegüentment, no existeix la hipertèrmia induïda per estrès (Groenink et al., 1994). A més, s'observa una disminució de la temperatura respecte al grup control, que dura més temps que amb l'acepromazina, amb la qual cosa l'acció a nivell central té efectes més marcats.

L'efecte hipotensor de l'haloperidol ocasionat per una vasodilatació pel bloqueig dels receptors adrenèrgics perifèrics causa la disminució dels paràmetres hematològics i de la concentració de creatinina per eliminació per via renal (Gross i Booth, 1995). Alguns dels efectes col·laterals de l'haloperidol en l'espècie humana poden ser tremolors, espasticitat i rampes musculars, que produeixen un possible augment de l'activitat muscular i del seu metabolisme proteic (Gross i Booth, 1995). Les activitats dels enzims indicadors de dany muscular (AST, ALT i FA) i la concentració d'urea augmentades revelarien que l'haloperidol no té l'efecte protector a nivell muscular que presenta l'acepromazina.



10.4. EFECTE DE LES COMBINACIONS ANESTÈSIQUES I DEL MÈTODE D'APLICACIÓ

L'estudi de diferents combinacions d'anestèsics i el mètode d'administració (rifle anestèsic, pistola anestèsica, sarbatana) és necessari per determinar la millor opció que s'adapti a les nostres necessitats i que causi un mínim d'efectes adversos en els animals.

Tant la xilazina com la medetomidina, són dos analgèsics i sedants amb afinitat pels receptors alfa adrenèrgics, i són més específics per als receptors del tipus alfa-2 que per als del tipus alfa-1 (Gross i Booth, 1995; Plumb, 2002). L'associació que més comunament s'utilitza amb la xilazina i la medetomidina és la ketamina, un anestèsic dissociatiu derivat de la fenciclidina (Branson i Booth, 1995; Plumb, 2002; McKelvey i Hollingshead, 2003). Com que és més específica la medetomidina que la xilazina pels receptors alfa-2 adrenèrgics, la dosi necessària de ketamina és inferior quan es combina amb la primera (Plumb, 2002; Caulkett i Haigh, 2004).

Poques diferències són les trobades entre les dues combinacions anestèsiques comparades. Ambdues combinacions es van mostrar segures durant el període que els animals van romandre anestesiats, van presentar els mateixos efectes derivats d'utilitzar alfa-agonistes i alteracions hematològiques i bioquímiques no atribuïbles a una resposta d'estrès més gran per part d'un grup o un altre.

Els temps d'anestèsia enregistrats quan s'utilitza xilazina combinada amb ketamina, tot i que sense trobar diferències estadísticament significatives, van ser inferiors als que s'obtenen quan es combina la medetomidina. Tot i això, la mitjana de 8.15 minuts en el temps d'inducció encara és elevada, en el cas que un animal en estat salvatge decidís fugir.

En el nostre estudi els animals es trobaven en tot moment controlats dins un tancat, per la qual cosa la recuperació dels animals adormits no va presentar cap dificultat. Però els animals d'espècies salvatges que es capturen mitjançant mètodes químics acostumen a estar en espais oberts, amb la possibilitat de sortir fugint si una situació de perill els amenaça i amb els conseqüents problemes de pèrdua dels animals o, fins



i tot, depenent del relleu de la zona, la mort per caiguda per penya-segats (Gauthier, 1993; Peracino i Bassano, 1993). En aquest aspecte influeix, per tant, el temps que l'animal triga a adormir-se.

En el cas d'haver d'escollir diferents mètodes per aplicar l'anestèsia, tampoc existeixen diferències entre els paràmetres clínics, hematològics i bioquímics que ens facin definir com a més o menys estressant algun dels mètodes. De nou s'ha de recórrer als temps d'inducció i a les característiques del mètode utilitzat per capturar els animals.

En primer lloc s'ha de tenir en compte la distància a què es troba l'objectiu, ja que la sarbatana no té tan llarg abast com el rifle anestèsic. I després, avaluar quin mètode mostra un temps anestèsics inferiors. Com a factor favorable pel que fa al rifle, els temps són menors, però com els animals anestesiats amb sarbatana estaven prèviament capturats en una caixa trampa, el temps d'inducció no és important atès que l'animal no pot fugir.

A més d'avaluar les alteracions internes produïdes pel mètode de contenció química, també s'ha de tenir en compte les alteracions externes i el resultat d'aquestes contencions al llarg del temps. En el grup dels animals anestesiats amb sarbatana no va haver-hi baixes ni ferides greus com a resultat de l'impacte del dard. El fet que el rifle anestèsic impulsi el dard mitjançant pressió i el fet d'haver de realitzar un càlcul aproximat de la posició de l'objectiu (i que aquest no roman immòbil), produeix una sèrie d'efectes a nivell físic en l'animal. Les ferides produïdes per l'impacte i les seves conseqüències mostren el rifle anestèsic com un mètode més perillós per als animals que la sarbatana.

11. CONCLUSIONS



Primera

La xarxa vertical és un mètode apropiat de captura física per a cabra salvatge per la seva elevada especificitat, rendiment i seguretat.

Segona

L'acepromazina és un tractament adequat per reduir les conseqüències de l'estrès en la cabra salvatge produïdes per la captura amb mètodes físics, ja que redueix els seus efectes en l'animal en evitar un increment de la temperatura i l'elevació dels paràmetres eritrocitaris i leucocitaris, dels enzims indicadors de dany muscular i dels metabòlits com ara la urea i la creatinina.

Tercera

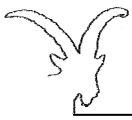
L'ús de l'haloperidol no mostra avantatges respecte al de l'acepromazina en el control de l'estrès als mascles de cabra salvatge capturats amb caixa trampa ja que als animals tractats amb el primer fàrmac es va produir un augment d'alguns enzims indicadors de dany muscular així com d'alguns metabòlits com ara la urea i la bilirubina total.

Quarta

L'efecte de l'estrès de captura es veu influït pel mètode (xarxa vertical, caixa trampa) de forma diferent segons el sexe. Així, la xarxa vertical té un efecte més marcat sobre els mascles de l'espècie i la caixa trampa sobre les femelles.

Cinquena

L'efecte del tractament amb acepromazina és més marcat en les femelles de cabra salvatge respecte als mascles, ja que a les primeres produeix un descens més gran dels índexs eritrocitaris i de la concentració de creatinina.



Sisena

Els resultats trobats en l'estudi dels paràmetres clínics, hematològics i bioquímics de les associacions anestèsiques (xilazina + ketamina, medetomidina + ketamina) i dels mètodes d'administració (rifle anestèsic, sarbatana) no mostren diferències atribuïbles a una resposta d'estrès més gran per part d'una/un combinació/mètode o una/un altra/e.

12. BIBLIOGRAFÍA



Alados, C. L. (1985). Group size and composition of the Spanish ibex (*Capra pyrenaica* Schinz) in the Sierras of Cazorla and Segura. En: The biology and management of mountain ungulates. Ed. S. Lovari. Croom-Helm, Beckenham, United Kingdom. pp. 134-147.

_____ (1985). Distribution and status of the Spanish Ibex (*Capra pyrenaica*). En: The biology and management of mountain ungulates. Ed. S. Lovari. Croom-Helm, Beckenham, United Kingdom. pp. 204-211.

_____ (1997). Status and Distributions of Caprinae by Region: Europe, Spain. En: Wild Sheep and Goats and their Relatives. Status Survey and Conservation Action Plan for Caprinae. Editado y recopilado por David M. Shackleton. IUCN/SSC Caprinae Specialist Group, Gland, Switzerland and Cambridge, United Kingdom. pp. 125-130.

Andrews, F. M. (1994). Acute rhabdomyolysis. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 10: 567-573.

Arnemo, J. M.; Negard, T. y Soli, N.E. (1993). Deer farming in Norway. A review of the currently available drugs that can be used for immobilization, pain relief and anaesthesia. *Norsk-Veterinærtidsskrift*, 105: 517-521.

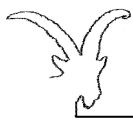
_____ ; _____ y _____ (1994). Chemical capture of free-ranging red deer (*Cervus elaphus*) with medetomidine-ketamine. *Rangifer*, 14: 123-127.

Atkinson, M. W. y Blumer, E. S. (1997). The use of long-acting neuroleptic in the mongolian wildh horse (*Equus przewalskii przewalskii*) to facilitate the establishment of a bachelor herd. En: Proceedings of the American Association of Zoo Veterinarians Annual Conference. Houston, Texas. pp. 199-200.

Azab, M. E. y Abdel-Maksoud, H. A. (1999). Changes in some hematological and biochemical parameters during prepartum and postpartum periods in female Baladi goats. *Small Ruminant Research*, 34: 77-85.

Baha, F. y Malbert, C. H. (1993). Physio-pharmacologie de l'immobilisation des ruminants. En: Actes du Symposium sur les Techniques de Capture et de Marquage des Ongulès Sauvages. Dubray, D. (Ed.). Mèze, Hérault, 20-22 mars 1990. FDC de l'Hérault: Montpellier. pp. 19-25.

Bakken, M.; Moe, R. O.; Smith, A. J. y Selle, G. E. (1999). Effects of environmental stressors on deep body temperature and activity levels in silver fox vixens (*Vulpes vulpes*). *Applied Animal Behaviours Science*, 64: 141-151.



- Ballard, S.; Shults, R.; Kownacki, A. A.; Blake, J. W. y Tobin, T. (1982).** The pharmacokinetics, pharmacological responses and behavioral effects of acepromazine in the horse. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 5: 21-31.
- Barret, M. W. y Chalmers, G. A. (1977).** Clinicochemical values for adult free-ranging pronghorns. *Canadian Journal of Zoology*, 55: 1252-1260.
- Beech, J. (1997).** Chronic exertional rhabdomyolysis. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 13: 145-167.
- Berducou, C. (1993).** Chamois et isards: bilan des captures par filets pièges et engins divers réalisées en France au cours des trente dernières années (1958-1989). En: Actes du Symposium sur les Techniques de Capture et de Marquage des Ongulés Sauvages. Dubray, D. (Ed.). Mèze, Hérault, 20-22 mars 1990. FDC de l'Hérault: Montpellier. pp. 113-120.
- Berthier, J. L.; Blanvillain, C.; Bomsel, M. C.; Gerbet, S. y Chaduc, Y. (1996).** Anaesthesia and immobilisation in zoo mammals and birds with medetomidine-ketamine combination, and reversal with atipamezole. European Association of Zoo and Wildlife Veterinarians (EAZWV). First scientific meeting, May 16-18, Rostock, Alemania.
- Bia, M. J. y DeFronzo, R. A. (1981).** Extrarenal potassium homeostasis. *American Journal of Physiology*, 240: 257-268.
- Blanco, J. C. (1998).** Cabra montés. En: Mamíferos de España. Editorial Planeta S. A., Barcelona, España. pp.153-159.
- _____ y **González, J. L. (1992).** Libro rojo de los vertebrados de España. ICONA, Madrid, Spain, 714 pp.
- Boutin, J. M.; Angibault, J. M.; Van Laere, G. y Delorme, D. (1993).** Bilan des expériences françaises en matière de capture du chevreuil (*Capreolus capreolus*). En: Actes du Symposium sur les Techniques de Capture et de Marquage des Ongulés Sauvages. Dubray, D. (Ed.). Mèze, Hérault, 20-22 mars 1990. FDC de l'Hérault: Montpellier. pp. 73-76.
- Branson, K. R. y Booth, N. H. (1995).** Injectable anesthetics. En: Veterinary Pharmacology and Therapeutics. 7th ed. Adams, H. R. (Ed.). Iowa State University Press, Ames, Iowa. pp. 250-262.
- Brelurut, A. (1991).** Effets de la capture et du transport sur quelques constantes sanguines du jeune cerf (*Cervus elaphus*). *Gibier Fauna Sauvage*, 8: 271-282.



Broom, D. M. y Johnson, K. G. (1993). Stress and animal welfare. Chapman & Hall, London. 211 pp.

Bruss, M. L. (1997). Lipids and ketones. En: *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, J. J. Kaneko, J. W. Harvey y M. L. Bruss (Eds.). 5th edition. San Diego, Academic Press Inc. pp. 83-115.

Bush, B. M. (Ed.) (1993). Interpretation of Laboratory Results for Small Animal Clinicians. Blackwell Scientific Publications, Oxford, United Kingdom.

____ ; **Smith, E. E. y Custer, R. S. (1981).** Hematology and serum chemistry values for captive Dorcas gazelles: variations with sex, age, and health status. *Journal of Wildlife Diseases*, 17: 135-143.

Cabrera, A. (1911). The subspecies of the Spanish ibex. En *Proceedings of the Zoological Society of London*. pp. 963-967.

____ (1914). *Fauna Ibérica Mamíferos*. Hipódromo, Madrid, España.

Cannon, W. B. (1935). Stresses and strains of homeostasis. *American Journal of the Medical Sciences*, 189: 1-14.

____ y **De la Paz, D. (1911).** Emotional stimulation of adrenal secretion. *American Journal of Physiology*, 28: 64-70.

Carlson, G. P. (1997). Fluid, electrolyte, and acid-base balance. En: *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, J. J. Kaneko, J. W. Harvey y M. L. Bruss (Eds.). 5th edition. San Diego, Academic Press Inc. pp. 485-516.

Carragher, J. F.; Ingram, J. R. y Matthews, L. R. (1997). Effects of yarding and handling procedures on stress responses of red deer stags. *Applied Animal Behaviour Science*, 51: 143-158.

Caulkett, N. y Haig, J. C. (2004). Anesthesia of North American Deer. En: *Zoological Restraint and Anesthesia*. Heard, D. (Ed.). International Veterinary Information Service (www.ivis.org), Ithaca, New York, USA.

Chappell, P. B.; Smith, M. A.; Kilts, C. D.; Bisette, G.; Ritchie, J.; Anderson, C. y Nemeroff, C. B. (1986). Alterations in corticotropin-releasing factor-like immunoreactivity in discrete rat brain regions after acute and chronic stress. *Journal of Neuroscience*, 6: 2908-2914.



Chapple, R. S.; English, A. W.; Mulley, R. C. y Lopherd, E. E. (1991). Haematology and serum biochemistry of captive unsedated chital deer (*Axis axis*) in Australia. *Journal of Wildlife Diseases*, 27: 396-406.

Clouet, M. (1979). Note sur la systématique du bouquetin d'Espagne. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle Toulouse*, 115: 269-277.

Coblentz, B. E. (1975). Serum cholesterol level changes in George Reserve deer. *Journal of Wildlife Management*, 39: 342-345.

Cook, R. A.; Roskop, M. L. y Bowerman, D. L. (1986). Hematologic and serum chemistry values for captive Alpine ibex (*Capra ibex ibex*). *Journal of Zoo and Animal Medicine*, 17: 65-58.

Corbet, G. B. (1978). The Mammals of the Palearctic Region. A Taxonomic Review. British Museum (Natural History) – Cornell University Press, London and Ithaca.

Couturier, M. (1962). Le bouquetin des Alpes (*Capra aegagrus ibex* L.). Grenoble, France.

Cowan, I. McT.; Wood, A. J. y Nordan, H. C. (1962). Studies in the tranquilization and immobilization of deer (*Odocoileus*). *Canadian Journal of Comparative Medicine*, 26: 57-61.

Crampe, J. P. (1990). Le bouquetin iberique. Elements pour une reintroduction au versant nord des Pyrénées occidentales. *Documents Scientifiques du Parc National des Pyrénées*, 26: 187.

Cross, J. P.; MacKintosh, C. G. y Griffin, J. F. T. (1988). Effect of physical restraint and xylazine sedation on haematological values in red deer (*Cervus elaphus*). *Research in Veterinary Science*, 45: 281-286.

Cuenca, R.; Marco, I.; Velarde, R.; Pastor, J.; Viñas, L. y Lavín, S. (1996). Patronos electroforéticos de siete especies de ungulados salvajes. *I Jornadas sobre Ecopatología de Mamíferos Salvajes*. Bellaterra, Spain.

Dantzer, R. y Mormède, P. (1983). Stress in farm animals: A need for reevaluation. *Journal of Animal Science*, 57: 6-18.

DelGiudice, G. D.; Krausman, P. R.; Bellantoni, E. S.; Wallace, M. C.; Etchberger, R. C. y Seal, U. S. (1990a). Blood urinary profiles of free-ranging desert mule deer in Arizona. *Journal of Wildlife Diseases*, 26: 83-89.



_____ ; Mech, L. D. y Seal, U. S. (1990b). Minimizing capture-related stress on white-tailed deer with a capture collar. *Journal of Wildlife Management*, 54: 299-303.

_____ ; _____ y _____ (1990c). Effects of undernutrition on body composition and physiological profiles of white-tailed deer. *Journal of Wildlife Management*, 54: 539-550.

_____ ; _____ ; Kunnel, K. E.; Gese, E. M. y Seal, U. S. (1992). Seasonal patterns of weight, hematology, and serum characteristics of free-ranging female white-tailed deer in Minnesota. *Canadian Journal of Zoology*, 70: 974-983.

De Meneghi, D.; Meneguz, P. G.; Abate, O.; Quaranta, G.; Rossi, L. y Lanfranchi, P. (1990). Blood serum analysis of chemically captured Alpine ibex (*Capra ibex*). En: Values at the onset of anaesthesia. *Annali della Facoltà di Medicina Veterinaria di Torino* 33. pp. 1-12.

DeNicola, A. J. y Swihart, R. K. (1997). Capture-induced stress in white-tailed deer. *Wildlife Society Bulletin*, 25: 500-503.

DiBartola, S. P. (2000). Disorders of sodium and water: hypernatremia and hyponatremia. En: *Fluid Therapy in Small Animal Practice*, 2nd ed. DiBartola, S. P. W. B. Saunders Company, Philadelphia, USA. pp. 45-72.

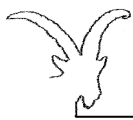
Diverio, S.; Goddard, P. J. y Gordon, I. J. (1996). Use of long-acting neuroleptics to reduce the stress response to management practices in red deer. *Applied Animal Behaviour Science*, 49: 83-88.

Dubray, D. (Ed.) (1993). Bilan des expériences françaises en matière de capture par engins du Mouflon de Corse (*Ovis ammon musimon*). En: *Actes du Symposium sur les Techniques de Capture et de Marquage des Ongulés Sauvages*. Mèze, Hérault, 20-22 mars 1990. FDC de l'Hérault: Montpellier. pp: 147-151.

Duncan, J. R. y Prasse, K. W. (1986). *Veterinary Laboratory Medicine*. 2nd edition. Iowa State University Press, Ames, USA. 384 pp.

_____ ; _____ y Mahaffey, E. A. (1994). *Veterinary Laboratory Medicine: Clinical Pathology*. Ames, Iowa State University Press. 308 pp.

Dunn, A. J. y Berridge, C. W. (1990). Physiological and behavioral responses to corticotropin-releasing factor administration: is CRF a mediator of anxiety or stress responses? *Brain Research Reviews*, 15: 71-100.



Ebedes, H. (1993). The use of long-acting tranquilizers in captive wild animals. En: *The Capture and Care Manual: Capture, Care, Accomodation and Transportation of Wild African Animals*. McKenzie, A. A. (Ed.). Wildlife Decision Support Services CC and the South African Veterinary Foundation: South Africa. pp. 71-99.

_____ y **Raath, J. P. (1999).** Use of tranquilizers in wild herbivores. En: *Zoo and Wild Animal Medicine. Current Therapy 4*. Fowler, M. E. (Ed.). W. B. Saunders Company, Philadelphia. pp. 575-585.

Escós, J. y Alados, C. L. (1997). Cabra montés. *Biológica*, 7: 30-41.

Espmark, Y. y Langvatn, R. (1985). Development and habituation of cardiac and behavioural responses in young red deer calves exposed to alarm stimuli. *Journal of Mammalogy*, 66: 702-711.

Fandos, P. (1989). Distribución de la cabra montés en España. *Quercus*, 36: 20-26.

_____ (1991). La cabra montés *Capra pyrenaica* en el Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas. ICONA-CSIC, Madrid, Spain. 176 pp.

_____ y **Medem, R. (1994).** Los ungulados de montaña. En : Argali. Cacerías de alta montaña. Medem, R. (Ed.). Aguilar Editores, Madrid, España. pp. 271-275.

Fernández-Arias, A. ; Aymerich, M. ; Guiral, J. y Rodríguez, C. (1993). La capture des ongulés sauvages vivants, en Espagne. En : Actes du Symposium sur les Techniques de capture et de marquage des ongulés sauvages. Dubray, D. (Ed.). Mèze, Hérault, 20-22 mars 1990. FDC de l'Hérault: Montpellier. pp. 135-138.

Finco, D. R. (1997). Kidney function. En: *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. Kaneko, J.J.; Harvey, J. W. y Bruss, M. L. (Eds.). 5th edition. San Diego, Academic Press Inc. pp. 485-516.

Fowler, M. E. (Ed.) (1986). Restraint. En: *Zoo and wild animal medicine*. 2nd edition. W. B. Saunders Company: Philadelphia. pp. 38-50.

_____ (1995). Restraint and Handling of domestic animals. 2nd ed. Iowa State University Press, Ames, USA.

Franzmann, A. W. y Thorne, E. T. (1970). Physiologic values in wild bighorn sheep (*Ovis canadensis canadensis*) at capture, after handling and after captivity. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 157 : 647-650.

_____ ; **Flynn, A. y Arneson, P. D. (1975).** Serum corticoid levels relative to handling stress in Alaskan moose. *Canadian Journal of Zoology*, 53: 1424-1426.



Gabrielsen, G. W. ; Kanwisher, J. W. y Steen, J. B. (1977). Emotional bradycardia: a telemetry study on incubating willow grouse (*Lagopus lagopus*). *Acta Physiologica Scandinavica*, 100 : 255-257.

Gandini, G. C. M. ; Ebedes, H. y Burroughs, R. E. J. (1989). The use of long-acting neuroleptics in impala (*Aepyceros melampus*). *Journal of South Africa Veterinary Association*, 60 : 206-207.

Ganong, W. F. (2004). *Fisiología Médica*. 19ª edición. México D. F., El Manual Moderno. 914 pp.

Gauthier, D. (1993). Pratiques françaises en matière d'immobilisation par voie chimique: synthèse des questionnaires et expérience du Parc National de la Vanoise. En: Actes du Symposium sur les Techniques de Capture et de Marquage des Ongulés Sauvages. Dubray, D. (Ed.). Mèze, Hérault, 20-22 mars 1990. FDC de l'Hérault: Montpellier. pp. 7-17.

_____ **y Michallet, J. (1993).** Bilan des expériences françaises en matière de capture par engin du bouquetin des Alpes (*Capra ibex ibex*). En: Actes du Symposium sur les Techniques de Capture et de Marquage des Ongulés Sauvages. Dubray, D. (Ed.). Mèze, Hérault, 20-22 mars 1990. FDC de l'Hérault: Montpellier. pp. 139-145.

Gibert, P. (1993). Conséquences de la capture et des manipulations sur la physiologie des ongulés sauvages. Incidence pathologique. Bilan et connaissances. En: Actes du Symposium sur les Techniques de Capture et de Marquage des Ongulés Sauvages. Dubray, D. (Ed.). Mèze, Hérault, 20-22 mars 1990. FDC de l'Hérault: Montpellier. pp. 169-177.

Goddard, P. J. y Grigor, P. N. (1997). Lactate dehydrogenase quantification and isoenzyme distribution in physiological response to stress in red deer (*Cervus elaphus*). *Research in Veterinary Science*, 63: 119-122.

Golightly, R. T. y Hofstra, T. D. (1989). Immobilization of elk with a ketamine-xylazine mix and rapid reversal with yohimbine hydrochloride. *Wildlife Society Bulletin*, 17: 53-58.

Gonzales, G. (1982). Eco-ethologie des ongulés de montagne, approche évolutive. *Acta Biologica Montana*, 1: 121-152.

Granados, J. E.; Pérez, J. M.; Soriquer, R. C., Fandos, P. y Ruíz, I. (1997). On the biometry of the Spanish ibex, *Capra pyrenaica*, from Sierra Nevada (southern Spain). *Folia Zoologica*, 46: 9-14.



____ ; Soriguer, R. C.; Pérez, J. M.; Fandos, P. y García-Santiago, J. (2002). *Capra pyrenaica* Schinz, 1838. En: Atlas de los mamíferos terrestres de España. Palomo, J. L. y Gisbert, J. (Eds.). Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SECEM-SECEMU, Madrid. pp. 326-329.

Gray, C. W.; Bush, M. y Beck, C. C. (1974). Clinical experience using C1744 in chemical restraint of exotic specimens. *Journal of Zoo Animal Medicine*, 5: 12-21.

Groenink, L.; Gugten, J. Van Der; Zethof, T.; Heyden, J. Van Der y Olivier, B. (1994). Stress-induced hyperthermia in mice: Hormonal correlates. *Physiology & Behavior*, 56: 747-749.

Gross, M. E. y Booth, N. H. (1995). Tranquilizers. En: Veterinary Pharmacology and Therapeutics. 7th ed. Adams, H. R. (Ed.). Iowa State University Press, Ames, Iowa. pp. 320-349.

Guyton, A. C. y Hall, J. E. (Eds.) (2000). Textbook of Medical Physiology. 10th edition. W. B. Saunders Company, Philadelphia, USA. pp 253-262.

Haig, J. C. (1982). Mammalian immobilizing drugs: their pharmacology and effects. En: Nielsen, L; Haigh, J. C. y Fowler, M. E. (Eds.). Chemical Immobilization of North American Wildlife. The Wisconsin Humane Society, Inc., Milwaukee, Wisconsin. pp. 46-62.

Hansen, E.; Richarc-Hansen, C. y Menaut, P. (1993). Mise au point d'une méthode de captures multiples d'isard (*Rupicapra pyrenaica*) par enclos-piège. En: Actes du Symposium sur les Techniques de Capture et de Marquage des Ongulés Sauvages. Dubray, D. (Ed.). Mèze, Hérault, 20-22 mars 1990. FDC de l'Hérault: Montpellier. pp. 121-126.

Hargreaves, A. L. y Hutson, G. D. (1990). Changes in heart rate, plasma cortisol and haematocrit of sheep during a shearing procedure. *Applied Animal Behaviour Science*, 26: 91-101.

Harthoorn, A. M. (1973). Review of wildlife capture drugs in common use. En: E. Young (Ed.). The Capture and Care of Wild Animals. Human & Rousseaux, Cape Town. Pp. 14-34.

____ (1976). Physiology of capture myopathy. Quinquennial report. *Transvaal Nature Conservation Division*: Pretoria, South Africa.

____ (1982). Physical aspects of both mechanical and chemical capture. En: Chemical Immobilization of North American Wildlife. Nielsen, L.; Haigh, J. C. y Fowler, M. E. (Eds.). Wisconsin Human Society: Milwaukee. pp: 63-71.



Hartmann, H. (1988). Critères biochimiques et hématologiques du stress et leurs relations avec les mécanismes de défense. *Recueil de Médecine Vétérinaire*, 164: 743-750.

Haskell, S. R. R. y Anttila, T. A. (2001). Small ruminant clinical diagnosis and therapy. Carr, M.; Dentinger, T. y Preston, R. (Eds.). University of Minnesota, St. Paul, Minnesota, USA. pp. 290.

Hastings, B. E.; Abbot, D. E. y George, L. M. (1992). Stress factors influencing plasma cortisol levels and adrenal weights in Chinese water deer (*Hydropotes inermis*). *Research in Veterinary Science*, 53: 375-380.

Hatting, J.; Pitts, N. I. y Ganhao, M. F. (1988). Immediate response to repeated capture and handling of wild impala. *Journal of Experimental Zoology*, 248: 109-112.

_____ ; _____ ; _____ y Carlston, A. (1990). Physiological response to manual restraint of wild impala. *Journal of Experimental Zoology*, 253: 47-50.

Hawley, A. W. y Peden, D. G. (1982). Effects of ration, season and animal handling on composition of bison and cattle blood. *Journal of Wildlife Diseases*, 18: 321-338.

Hofer, M. A. (1970). Cardiac and respiratory function during sudden prolonged immobility in wild rodents. *Psychosomatic Medicine*, 32: 633-647.

Hofmeyr, J. M. (1981). The use of haloperidol as long-acting neuroleptic in game capture operations. *Journal of South Africa Veterinary Association*, 52(4): 273-282.

Hopster, H. (1998). *Coping strategies in dairy cows*. PhD Thesis. Agricultural University, Wageningen, The Netherlands.

_____ y Blokhuis, H. J. (1994). Validation of a heart rate monitor for measuring a stress response in dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science*, 74: 465-474.

Huecas, J. L. (1989). *El macho montés. Exposición monográfica de una pieza de caza*. Consejería de Agricultura, Ganadería y Montes, Junta de Castilla y León, Valladolid, 197 pp.

Hyvärinen, H.; Helle, T.; Nieminen, M.; Väyrynen, P. y Väyrynen, R. (1976). Some effects of handling reindeer during gatherings on the composition of their blood. *Animal Production*, 22: 105-114.

Ingram, J. R.; Crockford, J. N. y Mathews, L. R. (1999). Ultradian, circadian and seasonal rhythms in cortisol secretion and adrenal responsiveness to ACTH and



yarding in unrestrained red deer (*Cervus elaphus*) stags. *Journal of Endocrinology*, 162: 289-300.

Jain, N. C. (1993). Essentials of Veterinary Hematology, Lea and Febiger. Philadelphia, Pennsylvania, 417 pp.

Jalanka, H. H. (1991). Medetomidine, medetomidine-ketamine combinations and antipamezole in nondomestic mammals: A clinical, physiological and comparative study. Academic dissertation, Department of Clinical Sciences, College of Veterinary Medicine, Helsinki, Finland.

_____ y **Roeken, B. O. (1990).** The use of medetomidine, medetomidine-ketamine combination, and atipamezole in nondomestic mammals: a review. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 21: 259-282.

Jessup, D. A. (1999). Capture and handling of mountain sheep and goats. En: Zoo and wild animal medicine. Current Therapy 4. Fowler, M. E. y Miller, R. E. (Eds.). W. B. Saunders Company, Philadelphia, USA. pp. 681-687.

_____ ; **Clark, R. K.; Weaver, R. A. y Kock, M. D. (1988).** The safety and cost-effectiveness of net-gun capture of desert bighorn-sheep (*Ovis canadensis nelsoni*). *Journal of Zoo and Animal Medicine*, 19: 208-213.

Jones, D. M. (1984). Physical and chemical methods of capturing deer. *Veterinary Record*, 114: 109-112.

Jullien, J. M.; Vassant, J.; Delorme, D. y Brandt, S. (1988). Techniques de captures de sangliers. *Bulletin Mensuel O.N.C.*, 122: 28-35.

Kagan, A. R. y Levi, L. (1974). Health and environment – psychosocial stimuli: a review. *Social Science & Medicine*, 8: 225-241.

Kaneko, J. J. (1997a). Carbohydrate metabolism and its diseases. En: Clinical Biochemistry of Domestic Animals. Kaneko, J. J.; Harvey, J. W. y Bruss, M. L. (Eds.). 5th edition. San Diego, Academic Press Inc. pp. 45-81.

_____ (1997b). Serum proteins and dysproteinemias. En: Clinical Biochemistry of Domestic Animals. Kaneko, J. J.; Harvey, J. W. and Bruss, M. L. (Eds.). 5th edition. San Diego, Academic Press Inc. pp. 117-138.

Karjalainen, A. J.; Virtanen, R. E. y Karjalainen, A. L. (1986). Syntheses and effects of modification of the 4(5)-(2,3-dihydro-1H-inden-2-yl)imidazole ring system on alpha-adrenoceptor blocking activity. En: Abstracts of the IXth International



Symposium on Medical Chemistry. Berlin (West): Fachgruppe "Medizinische Chemie" of Gesellschaft Deutcher Chemiker. 268 pp.

Kent, J. E.; Chapman, D. I. y Chapman, N. G. (1980). Serum constituents of red deer (*Cervus elaphus*). *Research in Veterinary Science*, 28: 55-57.

Klein, F. (1993). La capture des cerfs et daims en France. En: Actes du Symposium sur les Techniques de Capture et de Marquage des Ongulès Sauvages. Dubray, D. (Ed.). Mèze, Hérault, 20-22 mars 1990. FDC de l'Hérault: Montpellier. Pp. 103-106.

Kock, M. D.; Clark, R. K.; Franti, C. E.; Jessup, D. A. y Wehausen, J. D. (1987a). Effects of capture on biological parameters in free-ranging bighorn sheep (*Ovis canadensis*): Evaluation of normal, stressed and mortality outcomes and documentation of postcapture survival. *Journal of Wildlife Diseases*, 23: 652-662.

_____ ; Jessup, D. A.; Clark, R. K.; Franti, C. E. y Weaver, A. (1987b). Capture methods of free-ranging bighorn sheep: an evaluation of drop-net, drive-net, chemical immobilization and the net gun. *Journal of Wildlife Diseases*, 23: 634-640.

_____ ; _____ ; _____ y _____ (1987c). Effects of capture on biological parameters in free-ranging bighorn sheep (*Ovis canadensis*): Evaluation of drop-net, drive-net, chemical immobilization and the net-gun. *Journal of Wildlife Diseases*, 23: 641-651.

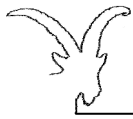
Kocan, A. A.; Glenn, B. L.; Thedford, T. R.; Doyle, R.; Waldrup, K.; Kubat, G. y Shaw, M. G. (1981). Effects of chemical immobilization on hematologic and serum chemical values in captive white-tailed deer. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 179: 1153-1156.

Kopple, J. D. y Coburn, J. W. (1974). Evaluation of chronic uremia. Importance of serum urea nitrogen, serum creatinine, and their ratio. *Journal of the American Medical Association*, 227: 41-44.

Korte, S. M.; Koolhaas, J. M.; Wingfield, J. C. y McEwen, B. S. (2005). The Darwinian concept of stress: benefits of allostasis and costs of allostatic load and the trade-offs in health and disease. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 29: 3-38.

Kramer, J. W. y Hoffmann, W. E. (1997). Clinical Enzymology. En: Clinical Biochemistry of Domestic Animals. Kaneko, J. J; Harvey, J. W. y Bruss, M. L. (Eds.). 5th edition. San Diego, Academic Press Inc. pp. 303-325.

Kreeger, J. M. (1997). The capture event. En: Handbook of Wildlife Chemical Immobilization. 2nd edition. International Wildlife Veterinary Services: Laramie. Pp. 41-56.



Ladewig, J. (1987). Endocrine aspects of stress: evaluation of stress reactions in farm animals. En: *Biology of Stress in Farm Animals: An Integrative Approach*. Wiepekma, P. R. y van Adrichem, P. W. M. (Eds.). Martines Nijhoff Publishers: Dordrecht. pp. 13-25.

Lastras, M. E.; Pastor, J.; Viñas, L.; Marco, I. y Lavín, S. (2000). Immunoglobulin G class identification from wild ungulates by cross-reactivity with antisera to domestic animals. *Journal of Veterinary Medicine Series B*, 47: 429-432.

Levine, S. (1985). A definition of stress? En: *Animal Stress*. Moberg, G. P. (Ed.). Waverly Press, Inc., Baltimore. pp. 51-69.

López-Olvera, J. R. (2004). Capture, restraint and transport stress in Southern chamois (*Rupicapra pyrenaica*). Modulation with acepromazine and evaluation using physiological parameters. Tesis doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona, España.

_____ ; **Marco, I.; Montané, J.; Casas-Díaz, E. y Lavín, S. (2007).** Effects of acepromazine on the stress response in Southern chamois (*Rupicapra pyrenaica*) captured by means of drive-nets. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 71: 41-51.

_____ ; _____ ; _____ y **Lavín, S. (2006).** Haematological and serum biochemical values of southern chamois (*Rupicapra pyrenaica*). *Veterinary Record*, 158: 479-484.

Lumsden, J. H. (1998). "Normal" or reference values. *Veterinary Clinical Pathology*, 27: 102-107.

Lusk, R. H. (1989). Thermoregulation. En: *Textbook of Veterinary Internal Medicine*. S. J. Ettinger (Ed.). W. B. Saunders, Philadelphia. pp. 23-27.

Manceau, V., Crampe, J.P., Boursot, P. y Taberlet, P. (1999). Identification of evolutionary significant units in the Spanish wild goat, *Capra pyrenaica* (Mammalia, Artiodactyla). *Animal Conservation*, 2: 33-39.

Marco, I. (1995). *Modificaciones de las constantes clínicas sanguíneas debidas al estrés de manejo en el muflón (Ovis ammon)*. Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona, Spain.

_____ y **Lavín, S. (1999).** Effect of method of capture on the haematology and blood chemistry of red deer (*Cervus elaphus*). *Research in Veterinary Science*, 66: 81-84.



____ ; Viñas, L.; Velarde, R.; Pastor, J. y Lavín, S. (1997). Effects of capture and transport on blood parameters in free-ranging mouflon (*Ovis ammon*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 28: 428-433.

____ ; ____ ; ____ ; ____ y ____ (1998). The stress response to repeated capture in mouflon (*Ovis ammon*): physiological, haematological and biochemical parameters. *Journal of Veterinary Medicine A*, 45: 243-253.

Martucci, R. W.; Jessup, D. A.; Gronert, G. A.; Reitan, J. A. y Clark, W. E. (1992). Blood gas and catecholamine levels in capture stressed desert bighorn sheep. *Journal of Wildlife Diseases*, 28: 250-254.

Mason, J. W. (1968). Plasma and urinary 17-hidroxicorticosteroid responses to 72-hour avoidance sessions in the monkey. *Psychosomatic Medicine*, 30: 608-630.

____ (1971). A re-evaluation of the concept of “non-specificity” in stress theory. *Journal of Psychiatric Research*, 8: 323-333.

Mautz, W. W.; Seal, U. S. y Boardman, C. B. (1980). Blood serum analysis of chemical and physically restrained white-tailed deer. *Journal of Wildlife Management*, 44: 343-351.

McCarty, R. (1983). Stress, behaviour, and experimental hypertension. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 7: 493-502.

McKelvey, D. y Hollingshead, K. W. (2003). Manual de anestesia y analgesia veterinaria. Multimédica Ediciones Veterinarias, Sant Cugat del Vallés, España. pp. 40-43, 136-142.

Meneguz, P. G.; Rossi, L. y De Meneghi, D. (1994). Esperienze di cattura di caprioli (*Capreolus capreolus*) e di camosci (*Rupicapra rupicapra*) con reti verticali. *BIPAS*, 11: 107-114.

Moberg, G. P. (Ed.) (1985). Biological response to stress: key to assessment of animal well-being. En: Animal Stress. American Physiological Society, Bethesda, USA. pp. 27-49.

____ (1987). Problems in defining stress and distress in animals. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 191: 1207-1211.

Moe, R. O. y Bakken, M. (1997). Effects of handling and physical restraint on rectal temperature, cortisol, glucose and leukocyte counts in the silver fox (*Vulpes vulpes*). *Acta Veterinaria Scandinavica*, 38: 23-39.



Montané, J. (1999). Valoració de l'estrés de captura i maneig en el cabirol (*Capreolus capreolus*). Efecte de l'acepromazina sobre la resposta d'estrès agut. Trabajo de investigación, Universitat Autònoma de Barcelona, España.

Montané, J. (2002). Valoración del estrés de captura, manejo y transporte del corzo (*Capreolus capreolus*). Efecto de la acepromacina y de la cautividad. Tesis doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona, España.

Montané, J.; Marco, I.; López-Olvera, J.; Manteca, X. y Lavín, S. (2002). Transport stress in roe deer (*Capreolus capreolus*): effect of a short-acting antipsychotic. *Animal Welfare*, 11: 405-417.

____ ; ____ ; ____ ; ____ y _____. (2003). Effects of acepromazine on capture stress in roe deer (*Capreolus capreolus*). *Journal of Wildlife Diseases*, 39: 375-386.

Morton, D. J.; Anderson, W.; Foggin, C. M.; Kock, M. D. y Tiran, E. P. (1995). Plasma cortisol as an indicator of stress due to capture and translocation in wildlife species. *Veterinary Record*, 136: 60-63.

Muir, W. W.; Werner, L. L. y Hamlin, R. L. (1975). Effects of xylazine and acetylpromazine upon induced ventricular fibrillation in dogs anesthetized with thiamylal and halothane. *American Journal of Veterinary Research*, 36: 1299-1303.

Nielsen, L. (Ed.). (1999). Postcapture management. En: *Chemical immobilization of wild and exotic animals*. Iowa State University Press, Ames. pp. 161-187.

Nilssen, K. J.; Bye, K.; Sunsford, J. A. y Blix, A. S. (1985). Seasonal changes in T3, FT and cortisol in free-ranging Svalbard reindeer (*Rangifer tarandus platyrhynchus*). *General and Comparative Endocrinology*, 26: 25-30.

Oliverio, A. (1987). Endocrine aspects of stress: central and peripheral mechanisms. En: *Biology of stress in farm animals: an integrative approach*. Wiepkema, P. R. y van Ardrichem, P. W. M. N. (Eds). Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht. pp. 3-12.

Pedrotti, L. y Lovari, S. (1999). *Capra pyrenaica*. En: *The Atlas of European Mammals*. De A. J. Mitchell-Jones, G. Amori, W. Bogdanowicz, B. Krystufek, P. J. H. Reijnders, F. Spitzenberger, M. Stubbe, J. B. M. Thissen, V. Vohralík y J. Zima. Academic Press, London. pp 414-415.

Peinado, V. I.; Fernández-Arias, A.; Viscor, G. y Palomeque, J. (1993). Haematology of Spanish ibex (*Capra pyrenaica hispanica*) restrained by physical or chemical means. *Veterinary Record*, 132: 580-583.



_____ ; Celdrán, J. F. y Palomeque, J. (1999). Basic hematological values in some wild ruminants in captivity. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 124: 199-203.

Peña (1978). La cabra montés en España. Internacional Game Congreso. Switzerland.

Peracino, V. y Bassano, B. (1993). Bilan de 30 années d'expériences de capture des ongulés sauvages –bouquetin des Alpes (*Capra ibex ibex*) et chamois (*Rupicapra rupicapra rupicapra*)– dans le Parc National du Grand Paradis (Italia). En: Actes du Symposium sur les Techniques de Capture et de Marquage des Ongulés Sauvages. Dubray, D. (Ed.). Mèze, Hérault, 20-22 mars 1990. FDC de l'Hérault: Montpellier. pp. 37-44.

Pérez, J. M.; González, F. J.; Granados, J. E.; Pérez, M. C.; Fandos, P.; Soriguer, R. C. y Serrano, E. (2003). Hematologic and biochemical reference intervals for Spanish ibex. *Journal of Wildlife Diseases*, 39: 209-215.

_____ ; _____ ; Serrano, E.; Granados, J. E.; Fandos, P.; Carro, F. y Soriguer, R. C. (2006). Is blood collected from shot Iberian ibex (*Capra pyrenaica*) useful for monitoring their physiological status? *European Journal of Wildlife Research*, 52: 125-131.

_____ ; Granados, J. E.; Ruíz-Martínea, I. y Chiroso, M. (1997). Capturing Spanish ibexes with corral traps. *Wildlife Society Bulletin*, 25: 89-92.

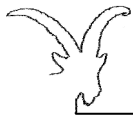
_____ ; _____ ; González, F. J.; Ruíz-Martínez, I. y Soriguer, R. C. (1999). Hematologic parameters of the Spanish ibex (*Capra pyrenaica*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 30: 550-554.

Pienaar, U de V. (1968). Recent advances in the field immobilisation and restraint of wild ungulates in South African National Parks. *Acta Zoologica et Pathologica Antwerpiensa*, 46: 17-38.

Plumb, D. C. (2002). *Veterinary drug handbook*, 4th edition. Iowa State University Press, Ames, Iowa, 972 pp.

Porges, S. W. (1985). Spontaneous oscillation in heart rate: potential index of stress. In *Animal stress*. G. P. Moberg (Ed.). American Physiological Society, Bethesda, pp. 97-112.

Rang, H. P. y Dale, M. M. (1991). Neuroleptic drugs. En: *Pharmacology*. 2nd ed. Rang, H. P. y Dale, M. M. (Eds.). Longman Group UK Limited: New York. pp: 643-659.



Read, M. R.; Caulkett, N. A.; Symington, A. y Shury, T. K. (2001). Treatment of hypoxemia during xylazine-tiletamine-zolazepam immobilization of wapiti. *Canadian Veterinary Journal*, 42: 661-864.

Rehbinder, C. y Edqvist, L. E. (1981). Influence of stress on some blood parameters in reindeer (*Rangifer tarandus* L.). *Acta Veterinaria Scandinavica*, 22: 480-492.

Rietkerk, F. E.; Delima, E. C. y Mubarak, S. M. (1994). The hematological profile of the mountain gazelle (*Gazella gazella*): variations with sex, age, capture method, season and anesthesia. *Journal of Wildlife Diseases*, 30: 69-76.

Rijnberk, A. D. y Mol, J. A. (1997). Adrenocortical function. En: Clinical Biochemistry of Domestic Animasl. 5th edition. Kaneko, J. J.; Harvey, J. W. y Bruss, M. L. (Eds.). Academic Press Inc., San Diego, USA. pp. 553-570.

Rushen, J. (1991). Problems associated with the interpretation of physiological data in the assessment of animal welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, 28: 381-386.

Saccon, N.; Sartorelli, P.; Magrini, M. y Agnes, F. (1992). Influenza dell'alpeggio su parametri ematologici ed ematochimici in capre Verzaschesi. *Archivio Veterinario Italiano*, 43: 140-148.

Sanhoury, A. A.; Jones, R. S. y Dobson, H. (1992). Effects of xylacine on the stress response to transport in male goats. *British Veterinary Journal*, 48: 119-128.

Sartorelli, P.; Meneguz, P.G.; Rossi, L.; Sacocon, N. y Lafranchi, P. (1991). Variations de quelques pararamètres hématochimiques chez les bouquetins (*Capra ibex ibex*) capturés avec la xylazine et transportés en hélicoptère. *Gibier Faune Sauvage*, 8: 141-148.

Schaller, G. (1977). Mountain Monarchs. University of Chicago Press, Chicago, IL.

Schimper, H. R. (1848). Descripción abreviada de *Capra hispanica*. *C. R. Acad. Sci. Paris XXVI*, 10: 318.

Schinz, R. (1838). Descripción de *Capra pyrenaica*. Nouveaux mémoires de la Societé Helvetique d'Histoire Naturel. Neuchatel.

Schlegel, H. (1872). De dierentuin van het Koninklijk Zoologisch Genootschap Natura Artis Magistra te Amsterdam zoologisch geschetst. Gebr. Van Es., Amsterdam.



Seal, U. S.; Verme, L. J.; Ozoga, J. J. y Ericsson, A. W. (1972). Nutritional effects of thyroid activity and blood of white-tailed deer. *Journal of Wildlife Management*, 36: 1041-1052.

Seal, U. S. y Hoskinson, R. L. (1978). Metabolic indicators of habitat condition and capture stress in pronghorns. *Journal of Wildlife Management*, 42: 753-755.

_____ y Bush, M. (1987). Capture and chemical immobilization of cervids. En: *Biology and Management of the Cervidae*. Wemmer, C. M. (Ed.). Smithsonian Institute Press: Washington D. C. pp. 480-504.

Sealander, J. A.; Gipson, P. S.; Cartwright, M. E. y Pledger, J. M. (1975). Behavioral and physiological studies of relationships between white-tailed deer and dogs in Arkansas. Final Report to Arkansas Game and Fish Commission. Department of Zoology, University of Arkansas: Fayetteville.

Seaward, B. L.; Sleamaker, R. H.; McAuliffe, T. y Clapp, J. F. 3rd (1990). The precision and accuracy of portable heart-rate monitor. *Biomedical Instrumentation & Technology*, 24: 37-41.

Selye, H. (1946). The general adaptation syndrome and the diseases of adaptation. *Journal of Clinical Endocrinology*, 6: 117-230.

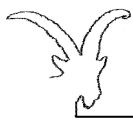
Shackleton, D. M. (Ed.) y la IUCN/SSC Caprine Specialist Group (1997). Wild Sheep and Goats and their Relatives. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

Sloet Van Oldruitengorgh-Oosterbaan, M. M.; Van Den Hoven, R. y Breukink, H. J. (1988). The accuracy of three different heart rate meters used for studies in the exercising horse. *Journal of Veterinary Medicine, A*, 35: 665-672.

Smith, G. S. (2000). Neutrophils. En: *Schalm's Veterinary Hematology*. 5th ed. Feldman, B. F.; Zinkl, J. G. y Jain, N. C. (Eds.). Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, USA. pp. 281-296.

Spodick, D. H. (1980). Physiologic and prognostic implications of invasive monitoring. *American Journal of Cardiology*, 46: 173-175.

Spraker, T. R. (1982). An overview of the pathophysiology of capture miopathy and related conditions that occur at the time of capture of wild animals. En: *Chemical Immobilization of North American Wildlife*. Nielsen, L.; Haigh, J. C. y Fowler, M. E. (Eds.). Wisconsin Humane Society, Milwaukee, USA. pp. 83-118.



_____ (1993). Stress and capture myopathy in artiodactyls. In *Zoo and wild animal medicine. Current Therapy 3*. Fowler, M. E. (Ed.). W. B. Saunders Company, Philadelphia, USA, pp. 481-488.

Stratakis, C. A. y Chrousos, G. P. (1997). Hypothalamic hormones. En: *Endocrinology. Basic and Clinical Principles*. Conn, P. M. y Melmed, S. (Eds.). Humana Press Inc., Totowa, USA. pp. 185-209.

Struch, M. y Baumann, M. (2000). Experiences of catching chamois (*Rupicapra rupicapra*) in a wooded mountaing area in Switzerland. *Oecologia Montana*, 9: 48-49.

Swan, G. E. (1993). Drugs used for the immobilization, capture and translocation of wild animals. En: *The Capture and Care Manual Capture. Accommodation and Transportation of Wild African Animals*. McKenzie, A. A. (Ed.). Wildlife Decision Support Services. Pretoria, South Africa. pp. 2-59.

Taylor, J. A. (2000). Leukocyte responses in ruminants. In *Schalm's Veterinary hematology*, B. F. Feldman, J. C. Zinkl and N. C. Jain (Eds.), 5th edition, Philadelphia, Lippincott Williams and Wilkins, pp. 391-404.

Tennant, B. C. (1997). Hepatic function. En: *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 5th edition. Kaneko, J. J.; Harvey, J. W.; Bruss, M. L. (Eds.). Academic Press Inc., San Diego, USA. pp. 327-352.

Thurley, D. C. y McNatty, K. P. (1973). Factors affecting peripheral cortisol levels in unrestricted ewes. *Acta Endocrinologica*, 74: 331-337.

Turner, J. C. (1984). Diurnal periodicity of plasma cortisol and corticosterone in desert bighorn sheep demonstrated by radioimmunoassay. *Canadian Journal of Zoology*, 62: 2659-2665.

Valet, G. y Cargnellutti, B. (1993). Méthodes de capture de sangliers (*Sus scrofa* L.) utilisées dans le midi de la France. En: *Actes du Symposium sur les Techniques de Capture et de Marquage des Ongulés Sauvages*. Dubray, D. (Ed.). Mèze, Hérault, 20-22 mars 1990. FDC de l'Hérault: Montpellier. pp. 89-94.

Van Heerden, J.; Swan, G. E.; Dauth, J.; Burroughs, R. E. J. y Dreyer, M. J. (1991). Sedation and immobilization of wild dogs *Lycaon pictus* using medetomidine or a medetomidine-ketamine hydrochloride combination. *South Africa Journal of Wildlife Research*, 21: 88-93.

Van Laere, J. y Boutin, J. M. (1990). Capture de chevreuils (*Capreolus capreolus*) aux filets. *Bulletin Mensuel de l'Office National de la Chasse*, 143 : 29-33.



Vassant, J.; Jullien, J. M. y Brandt, S. (1993). Bilan des expériences françaises en matière de captures de sangliers sauvages. En: Actes du Symposium sur les Techniques de Capture et de Marquage des Ongulés Sauvages. Dubray, D. (Ed.). Mèze, Hérault, 20-22 mars 1990. FDC de l'Hérault: Montpellier. pp. 83-88.

Vassart, M.; Greth, A.; Anagariyah, S. y Mollet F. (1992). Biochemical parameters following capture myopathy in one Arabian Oryx (*Oryx leucoryx*). *Journal of Veterinary Medical Science*, 54: 1233-1235.

Verde, M. T. y Gascón, M. (1987). Mecanismo de estrés en animales domésticos. *Medicina Veterinaria*, 4: 455-464.

Viñas, L.; Lavín, S., Callis, M. y Espada, Y. (1989). Estudio de los parámetros sanguíneos en cabras tras su transporte y posterior adaptación. I-V. Hematocrito, glucosa, colesterol, urea, creatinina, cortisol e iones. *Medicina veterinaria*, 6: 536-540.

Walton, R. M. (2001). Establishing reference intervals: health as a relative concept. *Seminars in avian and exotic pet medicine*, 10: 66-71.

Weisner, H. (1975). Zur Neuroleptanalgesic bei Zootesen und Gatterwild unter Anwendung des Tele-inject Systems. *Kleintier Praxis*, 20: 18-24.

Wesson, J. A.; Scalon, P. F.; Kirpatrick, R. L. y Mosby, H. S. (1979). Influence of chemical immobilization and physical restraint on packed cell volume, total protein, glucose, and blood urea nitrogen in blood of white-tailed deer. *Canadian Journal of Zoology*, 57: 756-767.

Wiepkema, P. R. (1987). Behavioural aspects of stress. En: *Biology of Stress in Farm Animals: an Integrative Approach*. Wiepkema, P. R. y van Adrichem, P. W. M. (Eds.). Martines Nijhoff Publishers: Dordrecht. pp. 113-133.

_____ y Koolhaas, J. M. (1993). Stress and animal welfare. *Animal Welfare*, 2: 195-218.

Williams, E. S. y Thorne, T. (1996). Exertional myopathy (capture myopathy). In *Noninfectious diseases of wildlife*. A. Fairbrother, L. N. Locke and G. L. Hoff (Eds.), 2nd edition, Ames, Iowa State University Press, pp. 181-193.

_____ ; Rebar, A. H.; Teclaw, R. F. y Yoos, P. E. (1992). Influence of age, sex, capture technique, and restraint on hematologic measurements and serum chemistries of wild California sea otters. *Veterinary Clinical Pathology*, 21: 106-110.



Wilson, W. D. y Pauli, J. V. (1982). Blood constituents of farmed red deer (*Cervus elaphus*). Haematological values. *New Zealand Veterinary Journal*, 30: 174-176.

Wolkers, H.; Wensing, T. y Schonewille, J. T. (1994). Effect of undernutrition on haematological and serum biochemical characteristics in red deer (*Cervus elaphus*). *Canadian Journal of Zoology*, 72: 1291-1296.

Young, K. M. (2000). Eosinophils. En: Schalm's Veterinary Hematology. 5th ed. Feldman, B. F.; Zinkl, J. G. y Jain, N. C. (Eds.). Lippincott Williams & Wilkins: Philadelphia, Pennsylvania. pp. 297-307.

Zethof, T.; Van Der Heyden, J.; Tolboom, J. and Olivier, B. (1994). Stress-induced hyperthermia in mice: a methodological study. *Physiology and behavior*, 55: 109-115.