



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
División de Estudios Profesionales

**MÉTODOS DE EUTANASIA EN
ANIMALES DOMÉSTICOS, ANIMALES
DE LABORATORIO Y FAUNA
SILVESTRE EN CAUTIVERIO: Estudio
recapitulativo**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :

ESTRADA SALAS ERIKA AUREA

Asesores

**MVZ. MCV. Beatriz Vanda Cantón
MVZ. PhD. Francisco Trigo Tavera**



México D.F., 2004.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: ESTRADA SALAS

ERIKA AUREA

FECHA: 07 de mayo de 2004.

FIRMA: Estrada

**“MÉTODOS DE EUTANASIA EN ANIMALES DOMÉSTICOS,
ANIMALES DE LABORATORIO Y FAUNA SILVESTRE EN
CAUTIVERIO: Estudio recapitulativo”**

**Tesis presentada ante la
División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Medicina Veterinaria Y Zootecnia**

de la

**Universidad Nacional Autónoma de México
Para la obtención del título de
Médico Veterinario Zootecnista**

PRESENTA:

Erika Aurea Estrada Salas

**Asesorada por: MVZ. MCV. Beatriz Vanda Cantón
MVZ. PhD. Francisco Trigo Tavera.**

México, D.F., mayo de 2004.

DEDICATORIA

Para ti mamá, gracias por estar siempre ahí, por enseñarme día a día a mostrar fortaleza en los tiempos difíciles, esa es la mejor herencia, te quiero mucho.

A Mónica e Irma, las quiero mucho hermanas, soy muy afortunada en tenerlas, gracias por ser ejemplo y cómplices.

A ti Héctor, agradezco a la vida por darme la oportunidad de conocerte, te amo.

A la Sra. Rosana Rossete, gracias amiga por toda tu ayuda y por estar conmigo, te quiero mucho.

A Silvia Ábdala, Myriam Valle, Andrés Castro, Fausto Flores y Rodrigo Olivares, gracias por creer en mi, por las sonrisas y la complicidad, los llevo siempre en mi corazón.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, como retribución a lo recibido de ella, espero sea de gran ayuda para el mejoramiento de la ética en nuestra escuela.

A todos los animales que sufren y que no les hemos dado el beneficio de la duda.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a los asesores por su paciencia y tiempo, MVZ Beatriz Vanda y Dr. Trigo Tavera.

Agradezco a los sinodales por su atención y tiempo, Maestra Aline Aluja, MVZ Ma. de los Ángeles Roa Riol, MVZ Carlos Villagran y MVZ Pedro Cano.

Mi más sincero agradecimiento al Sr. Aureliano García por todas las atenciones prestadas para la realización de este trabajo.

Deseo agradecer al MVZ Andrés Castro Flores y a la Srita. Emma Serrano por la ayuda en el material de computo. Al Sr. Jaime Córdova por el material fotográfico.

A la Dra. Nuria de Buen por permitirme pertenecer al Departamento de Patología donde me he formado y encontré mi vocación.

Al Departamento de Patología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM.

Gracias especialmente a la Dra. Claudia Olvera por su ayuda y apoyo.

Pensándolo bien....

Ser veterinario no es solamente cuidar a los animales,
es sobretodo amarlos, no fijándose sólo en los patrones éticos de una ciencia médica.

Ser veterinario es acreditar la inmortalidad de la naturaleza
y querer preservarla siempre más bella.

Ser veterinario es oír los maullidos, mugidos, balidos, relinchos, cacareos, y ladridos, y
principalmente, interpretarlos y entenderlos.

Es gustar de la tierra mojada, del campo, del monte,
de los espacios abiertos, de lunas y lluvias.

Ser veterinario es no importar si los animales piensan, pero si, si sufren.

Es dedicar parte de su ser al arte de salvar sus vidas.

Ser veterinario es aproximarse a los instintos.

Es perder los miedos.

Es ganar amigos de pelos y plumas, que jamás te van ha decepcionar.

Ser veterinario es detestar encierros y jaulas.

Es perder un tiempo enorme apreciando rebaños y vuelos de pájaros.

Es descubrirse permanentemente, a si mismo, a través de los animales.

Ser veterinario es ser capaz de entender meneos de colas, arañazos cariñosos y mordiscos de
afecto.

Ser veterinario es ser capaz de entender ojos tristes, orejas caídas, narices calientes, inquietudes o
reposos anormales.

Ser veterinario es entender el lenguaje corporal de los animales, pedidos mudos de ayuda,
interpretar gestos y actitudes de dolor, y conocer la forma de aliviarlos.

Es sentir olor de pelo mojado, de almohada con esencia de gato,
de ovejas, de corral, de estiércol.

Ser veterinario es tener el coraje de penetrar en un mundo diferente y ser igual.

Es tener capacidad de comprender gratitudes mudas,
mas sin duda alguna, las únicas verdaderas.

Es oler el aliento de un cachorro lactante y recordar su propia niñez.

Ser veterinario es convivir lado a lado con enseñanzas profundas sobre amor y vida.

Ser veterinario es participar diariamente del milagro de la vida.

Es convivir con la muerte, saber que es definitiva, pero no siempre desagradable.

Todos nosotros podemos estudiar veterinaria, pero no todos seremos veterinarios.

Traducido y adaptado de una publicación del Colegio Federal de Veterinarios de Brasil 1996, por
Manuel Godoy.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN.....	2
OBJETIVOS.....	3
PROCEDIMIENTO	4
ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	6
CAPÍTULO I: GENERALIDADES	
1. Definiciones y diferencias entre eutanasia, sacrificio humanitario y muerte sin dolor	6
2. Signos de dolor y angustia en los animales	8
3. Signos para reconocer la muerte	9
4. Criterios por los cuales se realiza la eutanasia en diferentes especies animales	10
CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS DE LA MUERTE SIN DOLOR (EUTANASIA)	12
CAPITULO III: MÉTODOS DE EUTANASIA	
1. Clasificación de los métodos de eutanasia	15
2. Mecanismos de acción de cada uno, sus ventajas y desventajas.....	17
I. Métodos de insensibilización que no causan la muerte <i>per se</i> o en forma directa .	17
MÉTODOS FÍSICOS	
1. ATURDIMIENTO	18
a) Pistoletes	18
Pistola de émbolo oculto	19
Pistola de concusión	21
b) Electrocutación, aturdimiento eléctrico (electroinsensibilización)	23

MÉTODOS QUÍMICOS.

2. SEDANTES E HIPNÓTICOS

a) Acepromazina	27
b) Droperidol y fentanilo	28
II. Métodos que producen la muerte en forma directa	29
1. Métodos físicos que requieren o no insensibilización previa	30
a) Decapitación	30
b) Desangrado	32
c) Descerebración	33
d) Dislocación cervical	34
e) Irradiación con microondas	35
2. Métodos que causan depresión al sistema nervioso central y muerte (inductores de hipoxia)	37
A) Agentes inyectables	37
Derivados del ácido barbitúrico	38
T-61, Clorhidrato de tetracaína	40
B) Agentes inhalados	41
Halotano	43
Enflurano	43
Isoflurano	43
Sevoflorano	44
Desflurano	44
Metoxiflurano	44
Dióxido de carbono	44
Monóxido de carbono	47
C) Agentes tópicos	48
Sulfonato de metano tricaina, MS-222	48

III. Métodos cuestionables	49
a) Cloruro de potasio con anestesia previa	49
CAPÍTULO IV: MÉTODOS RECOMENDADOS EN LAS DIFERENTES ESPECIES	
ANIMALES	50
1. En animales de laboratorio	50
a) Roedores	50
- Embriones	51
- Neonatos	51
- Adultos	51
1.0 Anestésicos inhalados	51
1.1 Halotano y enflurano	52
1.2 Dióxido de carbono	52
1.3 Monóxido de carbono	52
2.0 Agentes inyectables	52
2.1 Pentobarbital sódico	52
2.2 T-61 (clorhidrato de tetracaína)	53
3.0 Métodos físicos	53
3.1 Dislocación cervical	53
3.2 Irradiación con microondas	53
3.3 Decapitación	53
3.4 Congelación rápida	53
Métodos aceptables en roedores inconscientes (cuadro I)	53
Características de los métodos de eutanasia en roedores (cuadro II)	54
b) Conejos	
- Embriones	55
- Neonatos	55
- Adultos	55
1.0 Anestésicos inhalados	55

1.1 Dióxido de carbono.....	56
1.2 Monóxido de carbono.....	56
2.0 Agentes inyectables.....	56
2.1 Pentobarbital sódico.....	56
2.2 T-61 (clorhidrato de tetracaína).....	56
3.0 Métodos físicos.....	56
3.1 Pistola de émbolo oculto.....	56
3.2 Dislocación cervical.....	56
3.3 Concusión.....	57
3.4 Aturdimiento eléctrico.....	57
3.5 Decapitación.....	57
3.6 Irradiación con microondas.....	57
3.7 Congelación rápida.....	57
3.8 Nitrógeno.....	57
3.9 Desangrado.....	57
Métodos aceptables en conejos inconscientes (cuadro III).....	58
2. En animales de compañía y trabajo.....	59
- Embriones.....	59
- Neonatos.....	59
a) Perros.....	59
1.0 Agentes inyectables.....	59
1.1 Pentobarbital sódico.....	59
1.2 T-61.....	59
1.3 Cloruro de potasio.....	60
2.0 Agentes inhalados.....	60
2.1 Halotano.....	60
3.0 Agentes físicos.....	60
3.1 Pistola de émbolo oculto.....	60

3.2 Electrocuci3n	60
3.3 Desangrado	61
3.4 Dislocaci3n cervical	61
b) Gatos	61
1.0 Agentes inyectables	61
1.1 Pentobarbital s3dico	61
2.0 Agentes f3sicos	62
2.1 Pistola de 3mbolo oculto	62
c) Caballos	62
1.0 Agentes f3sicos	62
1.1 Pistola de 3mbolo oculto	62
2.0 Agentes inyectables	63
2.1 Pentobarbital s3dico	63
2.2 T-61	63
3. En animales vertebrados para consumo	63
I. Mam3feros	64
- Embriones	64
- Fetos y neonatos	64
a) Bovinos	64
b) Ovejas y carneros	66
c) Caprinos	68
d) Cerdos	69
II. Aves dom3sticas	72
III. Anfibios	77
IV. Peces	80
4. En animales invertebrados para consumo (crust3ceos)	83
a) Cangrejos	83
b) Langostas	83

5. En animales silvestres en cautiverio	84
A) Reptiles	84
B) Avestruces	90
C) Delfines y ballenas	90
D) Primates no humanos	90
E) Focas	91
F) Tejones, nutrias, visones y armiños	92
G) Murciélagos	92
H) Venados	92
H) Topos	93
H) Ardillas	93
CAPITULO V: BREVE REVISIÓN DE LOS MÉTODOS NO ACEPTABLES	94
IV. Métodos inaceptables	94
1. Maceración.....	94
2. La puntilla o sección medular	94
3. Estricnina, sulfato de magnesio, nicotina, bloqueadores musculares y otros.....	95
4. Desangrado como método único (sin insensibilización previa)	95
5. Éter y cloroformo.....	96
6. Descompresión y vacío.....	96
7. Hipotermia.....	97
8. Hipertermia.....	97
9. Ahogamiento en agua en animales pulmonados o extracción de vertebrados con branquias fuera del agua	97
10. Rotura del cuello.....	98
11. Estrangulamiento.....	98
12. Protóxido de nitrógeno.....	98
13. Ciclopropano.....	98
14. Gas cianhídrico.....	98

15. 2-Fenoxietanol	99
16. Compresión torácica (cardiopulmonar).....	99
17. Ketamina (Sedantes).....	99
18. Chorro de agua	100
19. Descerebración como método único	100
20. Embolismo gaseoso	100
21. Cianuro	100
22. CO ₂ que no es puro o que es producido por motores de combustión.....	100
23. Electrocuación con electrodos en boca/oreja y ano, o pico a cloaca	100
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	102
CUADROS	105
LITERATURA CITADA	114

RESUMEN

ESTRADA SALAS ERIKA AUREA. Métodos de Eutanasia en animales domésticos, animales de laboratorio y fauna silvestre (bajo la dirección de: MVZ Beatriz Vanda Cantón, Dr. Francisco Trigo Tavera).

La eutanasia es una práctica común que por diversas circunstancias se realiza a diario en laboratorios, rastros, clínicas veterinarias, centros de investigación, entre otros. La muerte sin dolor está considerada por la profesión veterinaria como una sus responsabilidades con los animales; por lo tanto, es condición indispensable que se realice por medio de métodos rápidos, provocando un mínimo de angustia y dolor. Se realizó una revisión de los diferentes métodos de eutanasia, para proponer los que deben utilizarse en las diferentes especies, explicando los mecanismos de acción de los diferentes métodos y valorando cuáles de éstos son los más apropiados. La comunidad científica tiene el deber de responsabilizarse de que los métodos de muerte que se apliquen en los animales, sean lo menos dolorosos posibles. La percepción del dolor en los animales, tanto mamíferos y aves se cree que es similar al del hombre, por lo tanto quien aplique la eutanasia deberá demostrar ética y sensibilidad hacia el valor de la vida y el dolor del animal. El método a elegir se basará en la especie, talla, tamaño, edad y fisiología del animal, además de que no cause daño al humano que lo aplica. El pentobarbital sódico por vía intravenosa, es considerado como la mejor opción para la eutanasia en la mayoría de los animales. El monóxido de carbono también es una excelente opción, pero requiere de equipos especiales, y tiene ciertas restricciones en gatos y cerdos. Está prohibido por la Norma Oficial Mexicana, NOM-062-ZOO-1999 el uso de relajantes musculares o fármacos paralizantes, tampoco se permite el uso de éter, cloroformo, electrocución con electrodos colocados en boca y ano, conectados a la corriente alterna casera, además de corte de arteria carótida y vena yugular en animales conscientes.

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES.

Las raíces del término eutanasia provienen del griego y significan ευ=bueno y θάνατος=muerte, se sabe que la mayoría de las palabras que inician con "eu" se refieren a una sensación de que es bueno, placentero o bonito, por lo tanto "eutanasia" se traduce como la acción de inducir la muerte tranquila y fácil, es decir, sin estrés, ni dolor para el animal.^{2,8} La ley Federal de Sanidad Animal define a la eutanasia como la muerte sin dolor de un individuo.⁴ Otro significado lo refiere como un tratamiento más en contra del sufrimiento y el dolor, aunque este medio sea irreversible.⁵⁵ Desde el punto de vista médico, la eutanasia es considerada como la muerte fácil e indolora realizada por un método que produce rápida inconsciencia y una muerte subsecuente sin evidencia de dolor.³

Comúnmente se han utilizado eufemismos para definir a la eutanasia, tales como "sacrificar humanitariamente", siendo que el Diccionario de la Real Academia Española define a la palabra sacrificio como el acto de matar o degollar reses de matadero y el término humanitario lo define como el bien del género humano o como algo benigno, compasivo o benéfico,¹⁷ también ha sido utilizada la palabra "destruir", "acabar" o "poner a dormir".⁴¹ Sin embargo, se considera que ninguno de éstos términos conjunta lo que se pretende al aplicar un método de muerte indolora (eutanasia). Por lo tanto en este trabajo el término eutanasia será utilizado para referirse a la muerte sin dolor ni estrés en cualquier especie animal.

El médico veterinario en la práctica diaria se enfrenta constantemente a decidir sobre la vida y muerte de los animales, bajo diferentes situaciones, tanto en animales de compañía, en animales de producción utilizados para el consumo humano, en aquellos utilizados en la experimentación biomédica e investigación y también en animales silvestres que por diferentes circunstancias deben ser eliminados.⁵⁵

Por lo tanto es responsabilidad del médico veterinario y/o investigador proponer el momento y la selección del método de eutanasia, cuando ésta sea necesaria.^{6,41} Desafortunadamente no existe

un método único de eutanasia que se aplique a todas las especies animales y bajo todas las circunstancias. Entre los métodos usados se encuentran los químicos y físicos.³

La importancia de este trabajo radica en que en nuestra profesión, la eutanasia es una práctica común que por diversas circunstancias se realiza a diario en laboratorios, rastros, clínicas veterinarias, centros de investigación, entre otros; y son los médicos veterinarios los directamente involucrados o quienes muchas veces tienen que tomar la decisión de hacerlo, seleccionando el método más adecuado para terminar con la vida de un animal, pero desgraciadamente, en muchos casos se toma la decisión y se realiza sin el conocimiento necesario acerca del mecanismo de acción de los diferentes métodos y más aún, que algunos de estos ni siquiera con eutanásicos, como lo es el caso del uso de cloruro de potasio intravenoso sin previa anestesia, o la electrocución colocando los electrodos en boca y ano.³

Se considera que todos los animales utilizados para el beneficio humano tienen el derecho de una muerte tranquila y el hombre tiene la obligación y la responsabilidad de realizarla de esta manera, mediante el conocimiento de los métodos verdaderamente eutanásicos y la especie en que puede ser utilizado. Se pretende así crear conciencia de la responsabilidad que se asume cuando se decide sobre la vida de los animales, evitando siempre cualquier abuso hacia éstos, otorgándoles una muerte sin dolor, como lo mínimo que podemos ofrecer a quienes sometemos por "nuestro bien".

OBJETIVOS

1. Realizar una revisión de los diferentes métodos para dar muerte rápida sin dolor ni estrés a los animales, así también proponer a los médicos veterinarios y a quienes son responsables de la vida de éstos los métodos más apropiados que deben utilizarse en las diferentes especies (como son los domésticos, de laboratorio y fauna silvestre).
2. Explicar a nivel neurofisiológico los mecanismos de acción de los diferentes métodos de eutanasia que se emplean en los animales, para valorar cuáles de éstos son los más apropiados de acuerdo a la especie con la que se éste trabajando, la cantidad de animales y considerando las circunstancias en que ésta debe llevarse a cabo.

PROCEDIMIENTO

Se recopiló información de revistas veterinarias y ciencias biomédicas, manuales de procedimientos de sacrificio humanitario, guías y manuales de laboratorio para el uso adecuado de animales de experimentación y las Normas Oficiales Mexicanas NOM-033-ZOO-1995 titulada Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres y NOM-062-ZOO-1999 titulada Especificaciones, técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales, además de textos de filosofía y bioética. La información se analizó y se organizó en 6 capítulos, cada capítulo incluye subtemas en los cuales se consideran y desglosan los aspectos más importantes para cubrir los objetivos de este trabajo. En el capítulo I se analizan las definiciones de eutanasia, sacrificio humanitario, muerte sin dolor y dolor. Se definen las variantes con las que se le ha llamado en los diferentes contextos desde el médico hasta el filosófico. Se mencionan los signos de dolor y se explican los parámetros para establecer la muerte de un animal. El capítulo II comprende los requisitos de un método para ser considerado eutanásico. En el capítulo III, se clasifican los métodos de eutanasia de acuerdo a su mecanismo de acción, se analizan sus ventajas, desventajas, e indicaciones. En el capítulo IV se recomiendan los métodos adecuados en las siguientes especies animales: Animales de laboratorio, de compañía y trabajo (perros, gatos y caballos), vertebrados para consumo (mamíferos, aves, anfibios y peces), invertebrados para consumo (crustáceos) y animales silvestres en cautiverio. En el capítulo V se realiza una revisión de los métodos no humanitarios con el objeto de que sean prohibidos y el capítulo VI abarca las conclusiones.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

La comunidad científica tiene el deber de responsabilizarse de que los métodos de muerte

que se apliquen en los animales, se realicen siguiendo criterios neurofisiológicos, ya que somos nosotros los humanos quienes tomamos la decisión de su muerte, sea con el fin que sea. La percepción del dolor en los animales, tanto mamíferos y aves se cree que es similar a la del hombre, dada la similitud del sistema nervioso de dichas especies animales, por lo tanto quien aplique la eutanasia deberá demostrar ética y sensibilidad hacia el valor de la vida y el dolor del animal. Es preciso el entrenamiento del personal que la lleve a cabo, para evitar el dolor a los animales como lo indican las normas respectivas. El método a elegir se basará en que sea adecuado para la especie, talla, tamaño, edad y fisiología del animal, además de que no cause daño físico o psicológico al humano que lo aplica. En general el pentobarbital sódico por vía intravenosa, es considerado como la mejor opción para la eutanasia en la mayoría de los animales por sus efectos a nivel del sistema nervioso central. El monóxido de carbono también es una excelente opción, pero requiere de equipos especiales, y tiene ciertas restricciones en gatos y cerdos. De acuerdo a lo analizado y en concordancia con la NOM-062-ZOO-1999 queda prohibido el uso de relajantes musculares o fármacos paralizantes del tipo de la succinilcolina, guayacolato de glicerol o curariformes. No se permite el uso del cloroformo debido a su potencial toxicidad para los humanos, ni el del éter por ser explosivo y por la irritación que produce en las vías aéreas. La electrocución en la que los electrodos son colocados en boca y ano, debe ser prohibido, y nunca se deben conectar dichos electrodos a la corriente alterna casera. Otro método común usado a nivel de campo, es el desangrado por corte de arteria carótida y vena yugular junto con la tráquea, el cual también debe ser prohibido.

MÉTODOS DE EUTANASIA EN ANIMALES DOMÉSTICOS, ANIMALES DE LABORATORIO Y FAUNA SILVESTRE EN CAUTIVERIO: Estudio Recapitulativo

CAPITULO I: GENERALIDADES

1. Definiciones y diferencias entre eutanasia, sacrificio humanitario y muerte sin dolor.

En el decenio de 1950 raras veces se escuchaba el término eutanasia; se usaban eufemismos tales como "sacrificar", "destruir", "matar" o "poner a dormir".⁴⁶ El término "eutanasia" deriva de las raíces griegas *eu* (=buena) y *thanatos* (=muerte), es decir, "buena muerte".^{1,3,5,62} La mayoría de las palabras que inician con "eu" se refieren que algo es bueno, placentero o bonito, sin embargo, la muerte no puede ser tomada como una experiencia bonita ni placentera, por lo tanto, la eutanasia se traduce como la acción de inducir la muerte de una forma tranquila y fácil, es decir, sin estrés ni dolor para quien la experimenta, para los animales que lo rodean y para la persona que lo realiza.^{2,6,8,20,33,34,41,42,49} El término hebreo la define como "*mitát jasadím*" que significa muerte con misericordia y que se apega al acto o práctica de causar la muerte sin dolor, de un ser que sufre en su cuerpo o por enfermedad incurable.^{15, 33, 34}

La Ley de Sanidad Animal define a la eutanasia como la muerte sin dolor de un individuo.⁴

Desde el punto de vista médico es definida como el acto de inducción de la muerte con la intervención humana en forma fácil e indolora realizada por un método que debe resultar en una rápida inconsciencia, seguido de paro cardíaco y respiratorio, terminando con la pérdida de la función cerebral.^{2, 3, 4, 9, 20, 32, 40}

El término *humane slaughter*, se ha traducido comúnmente como sacrificio humanitario. En cuanto a la palabra *slaughter*, significa, matar reses u otros animales, especialmente para el consumo

(nótese que sólo se refiere a la muerte, sin considerar las condiciones en que se llevará a cabo), en otro contexto se manifiesta cuando se renuncia a algo para conseguir otra cosa o cuando alguien se sujeta con resignación a algo.^{32, 39} Según la NOM-033-ZOO-1995 el sacrificio humanitario, es el acto que provoca la **muerte sin sufrimiento** de los animales por métodos físicos y químicos.³⁵ El término "sacrificio" se define también como la ofrenda a los dioses o a Dios, es un acto de abnegación o renuncia voluntaria, inspirado por un ideal o afecto.³² Por lo tanto los animales no tienen la opción de "sacrificarse", sino que el hombre decide que los animales tienen que morir por diferentes motivos, entre ellos, la alimentación de la especie humana. De acuerdo a las acepciones anteriores, ninguna de ellas contiene las características esenciales y la finalidad de la eutanasia en los animales, el adjetivo "eutánásico", significa: "relativo a la eutanasia"³² y está aceptado por la Real Academia de la Lengua Española.

Por estas razones se propone que el término correcto sea eutanasia, en lugar de sacrificio, independientemente de la especie que se trate, ya que los mismos estándares utilizados para la eutanasia de los animales de compañía, deben ser utilizados para matar a los animales para consumo.³

El significado de *humane*, se refiere a algo caracterizado por ternura o compasión,^{33, 39} entonces la traducción correcta de *humane slaughter* debería ser "sacrificio compasivo" más que "humanitario", ya que ésta última palabra corresponde a un adjetivo y se refiere a algo que se hace por el bien del género humano; a una actitud benigna, caritativa o benéfica, que tiene como finalidad aliviar los efectos que causan ciertas calamidades en las personas que los padecen.^{32,33}

Probablemente la única diferencia entre "muerte sin dolor" y "eutanasia", sea que ésta última implica todo un proceso, en que se trata de disminuir la angustia y dolor de ese ser, antes y durante la muerte. La muerte sin dolor, se refiere al acto mismo en que ésta sucede, es decir, que la muerte sin dolor, queda implícita en el término eutanasia.

2. Signos de dolor y angustia en los animales.

En primer término se define el significado de "dolor", con el objetivo de establecer un criterio acerca de los temas que son tratados más adelante; en animales domésticos es definido como una sensación no placentera física desagradable en la que un animal se da cuenta de la amenaza o daño a la integridad de sus tejidos.⁵¹ Para que un animal sienta dolor, la corteza cerebral y las estructuras subcorticales deben ser funcionales; si éstas estructuras son neutralizadas por cualquier método, tal como hipoxia, depresión farmacológica, choque eléctrico o contusión cerebral, el dolor no puede ser integrado.^{3,8,20}

Se cree que el sistema nervioso de la mayoría de los mamíferos y de algunas aves es muy similar al del hombre, ya que funcionan a través de corrientes eléctricas cerebrales transformadas y enviadas a todo el cuerpo a través de los nervios.⁵⁰ El término nociceptivo es derivado de la palabra "noci" que significa daño o lesión y "ceptivo" que significa recibir y es usado para describir la entrada de un estímulo dañino. Este estímulo dañino se inicia con impulsos nerviosos originados en los nociceptores o en terminaciones nerviosas sensoriales, que responden a estímulos dañinos y estímulos no dañinos de origen mecánico, térmico o químico. Sustancias químicas endógenas tales como los iones de hidrógeno y potasio, ATP, serotonina, histamina, bradicinina y prostaglandinas, así como la corriente eléctrica, son capaces de generar impulsos nerviosos en fibras nerviosas nociceptoras. La actividad generada por el impulso nervioso por los nociceptores es conducida vía fibra aferente primaria al cordón espinal y tallo cerebral, donde éste es transmitido a través de dos redes a las neuronas. La primera red está relacionada a los reflejos nociceptivos (por ejemplo, reflejo de retirada y de flexión) que son mediados a nivel espinal y la segunda red consiste de una vía ascendente hacia la formación reticular, hipotálamo, tálamo y corteza cerebral (sistema límbico y corteza somatosensorial) para el proceso sensorial. La transmisión de la actividad neuronal nociceptiva es altamente variable. Bajo ciertas condiciones los reflejos nociceptivos y las vías ascendentes pueden ser suprimidas, como por ejemplo en anestesia epidural.³ El dolor también se puede asociar a maltrato o a un ambiente inadecuado en el que se encuentra el animal², así como al sufrimiento, el cual es una sensación emocional poco placentera, usualmente asociada a dolor y estrés.^{51, 53}

Dependiendo de la especie, las manifestaciones de dolor pueden incluir: aprehensión, inquietud, expresiones faciales, vocalizaciones, salivación, midriasis, taquipnea, taquicardia, intentos de escape, agresión por defensa, micción, defecación, evacuación de sacos anales, sudoración y contracciones músculo esqueléticas reflejas, provocando temores y espasmos musculares,^{1,2,3,8,20,51} así como parálisis en conejos y aves; ésta respuesta de inmovilidad no debe ser considerada como inconsciencia.^{1,2}

Los fetos en su último tercio de desarrollo y los animales muy jóvenes tienen bien desarrollados los componentes del sistema del dolor, tanto a nivel periférico como en los niveles cortical y subcortical.⁵²

Para asegurar la eutanasia, es importante cerciorarse que no hay signos de dolor, temor y angustia en los animales. El personal que aplica el método de muerte, debe entrenarse en el reconocimiento de estos signos, la valoración de éstos debe basarse fundamentalmente en las observaciones de conducta anormal (movimientos) y en las respuestas fisiológicas que demuestren ansiedad y temor.^{1,20}

3. Signos para reconocer la muerte

Es esencial que todo el personal esté entrenado para ser capaz de reconocer y confirmar la muerte en todas las especies con las que estén trabajando antes de disponer del cadáver o desecharlo. La muerte debe ser confirmada por examen físico que indique el cese de los signos vitales, además del uso de métodos adicionales para confirmar la muerte.^{1,3} Los aspectos más importantes para el reconocimiento de la muerte incluyen: el cese del latido cardíaco, provocando así el paro de la circulación al cerebro, además de paro respiratorio. Ningún animal debe considerarse muerto hasta que sus reflejos motores, cardíacos y respiratorios, hayan desaparecido.^{1,54} En animales pequeños de laboratorio, la disminución de la temperatura corporal por debajo de 25° C es indicativo de muerte, y en humanos temperaturas menores de 35 ° también indican la muerte.^{1,54,65}

En medicina forense se utilizan los siguientes parámetros, los cuales pueden ser utilizados en los animales y consisten en realizar pruebas clínicas para confirmar el **daño al tallo cerebral y**

muerte:

1. Ausencia de reflejos del tallo cerebral o tronco encefálico, pupilas en posición intermedia, midriáticas y arreactivas a la luz.
2. Reflejos oculoencefálicos y reflejos oculovestibulares sin respuesta.
3. Ausencia de la respuesta motora en nervios craneales a estímulos dolorosos.
4. Ausencia de reflejo faríngeo al introducir una sonda en laringe y tráquea.
5. Ningún movimiento respiratorio cuando el paciente está desconectado del ventilador.
6. Temperatura menor a 35 ° C.^{54,65}

El electroencefalograma (EEG) es poco utilizado en animales e indica la muerte cerebral cuando se observa un trazo totalmente plano por 20 minutos, lo que indica inactividad cerebral (muerte).

También puede ser utilizada la arteriografía cerebral negativa.^{1,3,65}

4. Criterios por los cuales se realiza la eutanasia en diferentes especies animales.

El médico veterinario en la práctica diaria se enfrenta constantemente a decidir sobre la vida y muerte de los animales bajo diferentes situaciones, por ejemplo, en animales de compañía que padecen enfermedades crónicas, terminales o incurables, cuya calidad de vida no es satisfactoria o cuando los gastos que generen no son posibles de solventar por el propietario, se opta por la eutanasia. También se tiene que matar a los animales para el consumo humano; en aquellos utilizados en la experimentación biomédica e investigación y que se les tiene que matar para la obtención de muestras y/o tejidos, elaboración de productos biológicos, al finalizar un experimento y con fines de enseñanza y también en animales silvestres que por diferentes circunstancias deben ser eliminados.^{47,55,62} En otras ocasiones se decide la muerte de los animales que se consideran indeseables, desde el punto de vista zootécnico o en caso de sobrepoblación. Existen otras circunstancias en que es necesario que un animal muera, como por ejemplo con la finalidad de realizar una necropsia y establecer un diagnóstico, para tomar medidas necesarias de salud pública o tratamiento de hato o parvada en el que se inició un brote de una enfermedad.^{1,3,8}

El decidir la muerte de un animal pudiera parecer como la antítesis de la medicina, cuyo principal

objetivo ha sido siempre cuidar del bienestar y la vida de los pacientes, por lo que administrarla podría significar una derrota en esa lucha,^{7,55} pero cuando se reconoce que un animal sufre intensamente por una enfermedad irreversible o presenta deterioro en su calidad de vida, es el momento de proponer la eutanasia como alternativa, permitiéndole a ese ser, liberarse del dolor físico innecesario.^{1,3,33,45,49,55} A este respecto Kraus, refiriéndose a los seres humanos menciona: *"la eutanasia implica la muerte sin sufrimiento y se practica en pacientes incurables quienes usualmente padecen dolores intolerables y persistentes, en enfermedades terminales"*.⁵⁶

Por lo tanto es responsabilidad del médico veterinario y/o investigador proponer el momento y la selección del método de eutanasia, cuando ésta sea necesaria y al mismo tiempo explicar al propietario que lo mejor que puede ofrecer a su animal es terminar con su sufrimiento físico, proporcionándoles así una forma digna de morir.^{1,3,6,20,24}

En los animales usados para abasto, el problema al aplicar un método de muerte, es el gran número de éstos, y en animales de experimentación la limitante es que el método de muerte se debe adecuar a los requerimientos de la investigación, sin interferir con los resultados. En el caso de los animales silvestres en cautiverio, el aplicar la eutanasia se complica debido a factores como el gran tamaño de éstos, lo que requerirá administrar grandes dosis de agentes químicos, su difícil manejo, o cuando se trata de especies que por su anatomía y/o fisiología las vías de aplicación comunes no resultarían adecuadas.^{3,8,9}

CAPÍTULO 11. ANESTESIA Y LA MUERTE EN

DOLOR (EUTANASIA)

La consciencia, es la capacidad que tiene un animal de “darse cuenta” de los estímulos que percibe de su ambiente, para poder responder a éstos de una manera normal. El término inconsciencia, se utiliza para indicar la insensibilidad o el “no poder darse cuenta de” los estímulos externos, como se esperaría en un estado de coma o durante la anestesia general. Las dos principales formas de medir la insensibilidad son: evaluar las respuestas físicas y las del sistema nervioso central (SNC) a nivel cortical.^{1,2}

Cuando se valora el método más adecuado de eutanasia para cualquier especie animal, la sedación previa es considerada como un método para reducir la ansiedad y angustia. Sin embargo, un factor que debe considerarse es que esto implicaría mayor manipulación, provocando también ansiedad y anulando la finalidad del sedante.^{4,8,47}

El criterio más importante para aceptar un método como eutanásico, es que éste debe tener acción depresora del sistema nervioso central, asegurando así la insensibilidad al dolor.^{1,3,4,9,20} Para evaluar los métodos de eutanasia utilizados en diferentes especies animales se analizan tres principios:

1. Bienestar del animal: la sujeción previa deberá evitarle dentro de lo posible, la excitación y el pánico.^{1,3,8,20,47} El proceso usado para la eutanasia debe tener la capacidad para producir la rápida pérdida de la consciencia y causarle la muerte sin provocarle dolor ni angustia.^{2, 3} La eutanasia debe realizarse siempre en un área separada del lugar donde se alojan el resto de los animales, ya que no es deseable que los animales que esperan turno para morir, observen o escuchen el proceso, porque las vocalizaciones de angustia, el comportamiento temeroso y la liberación de ciertos olores y feromonas por un animal asustado pueden causar ansiedad y aprehensión en otros animales cercanos a él.^{1,3,6,8} El temor se acentúa cuando son separados del resto del grupo, ya que

desaparece el sentimiento de protección del que disfrutan en presencia de sus compañeros que están en el mismo lugar.^{2,3}

2. Características del método: debe ser apropiado para la edad, especie y cantidad de animales, ser un método fácil de aplicar, confiable, repetible, irreversible, rápido y económico. También deberá ser compatible con los requerimientos y el propósito de la investigación (en algunos casos, se requiere de la evaluación, examen o uso de tejidos), o de lo que se desee hacer con el cadáver.^{1, 3, 8, 9,20}

3. Seguridad del operador: concierne a la seguridad física de quien va matar al animal, así como de los observadores; y de la mínima afección al estado emocional de quienes intervienen directamente y observan la muerte del animal. También se considerará la disponibilidad del fármaco, en el caso del uso de métodos químicos, y el abuso potencial por parte del ser humano. Además de la capacidad para mantener el equipo de trabajo en buen estado y que se use adecuadamente.^{1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 20,23, 47}

Sujeción o contención

Al igual que otros procedimientos, la eutanasia requiere de cierto control físico sobre el animal, de su captura, sujeción y contención. El grado de control y el tipo de sujeción será determinado por la especie animal, raza, tamaño, grado de domesticación, presencia de una herida dolorosa o enfermedad, grado de excitación y el método de eutanasia subsecuente. Es vital un control adecuado para minimizar el dolor y la angustia en los animales, para asegurar que no haya peligro para la persona que lleva a cabo la eutanasia, y en ocasiones para proteger a otros animales y personas.^{4, 5, 20,24} La sujeción debe realizarse en un ambiente conocido y seguro, con un manejo cuidadoso y muchas veces, es necesario hablarle al animal, para tratar de tranquilizarlo mientras éste es manejado. Sin embargo, en algunas ocasiones no es posible llevar a cabo esto, sobre todo en animales silvestres o que han sido heridos.^{3, 8} Si el manejo del animal durante la contención es inadecuado, se le pueden causar ansiedad y lesiones, además de poner en riesgo al operador.^{1, 3, 4, 5, 6, 24, 47,63}

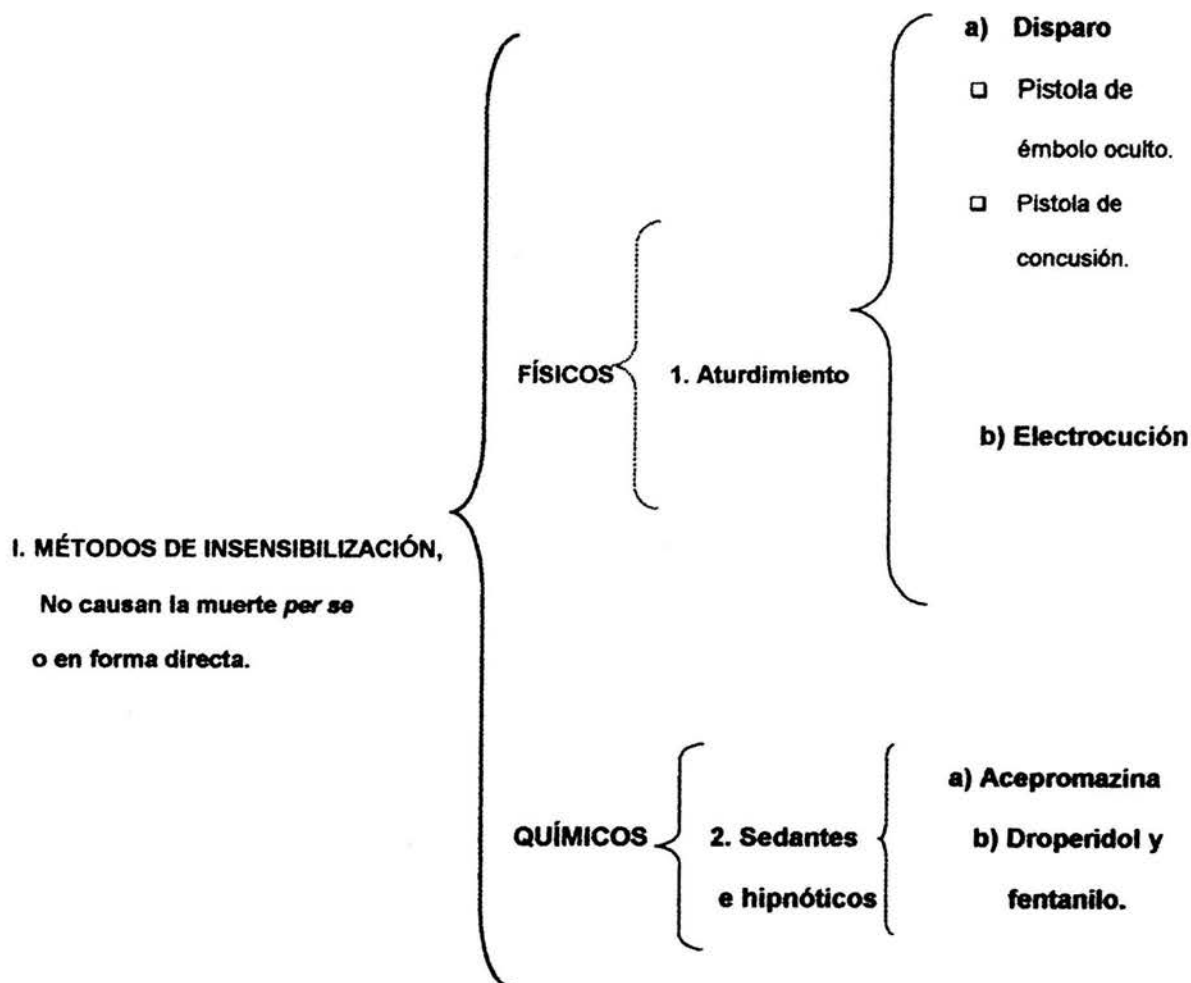
Las condiciones humanitarias o de consideración para los animales no sólo deben prevalecer

durante el acto de la muerte, sino también durante el período previo a ésta y en el momento de la contención o inmovilización.^{5, 23, 48} La necesidad de minimizar el estrés, incluyendo el miedo, ansiedad y aprehensión, son puntos básicos para considerar al método de muerte como eutanásico.^{1, 3,20, 24,47}

CAPITULO III: MÉTODOS DE EUTANASIA

1. CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE EUTANASIA

Los métodos clasificados como aceptables, son aquellos que se consideran eutanásicos y que pueden ser utilizados en animales conscientes o ligeramente sedados. Otros métodos sólo pueden ser aceptados si se utilizan en animales profundamente sedados o inconscientes. En principio, todos los métodos pueden emplearse con animales inconscientes, a menos que sean peligrosos para el personal o que exista el riesgo que el animal recupere la consciencia antes de que muera.^{4,6} Se propone la siguiente clasificación, de acuerdo como funcionan cada uno de ellos:



II. MÉTODOS QUE
PRODUCEN LA MUERTE
EN FORMA DIRECTA

◆ **Métodos Físicos en los que se recomienda la insensibilización Previa.**

- a. Decapitación
- b. Desangrado
- c. Descerebración
- d. Dislocación cervical.
- e. Irradiación con microondas

◆ **Métodos Químicos (que causan depresión al sistema nervioso central y muerte).**

- 1. Inyectables
- 2. Inhalados
- 3. Tópicos

III. MÉTODOS CUESTIONABLES.

- Cloruro de potasio sin previa anestesia del animal.

2. MECANISMOS DE ACCIÓN, VENTAJAS Y DESVENTAJAS

I. Métodos de insensibilización que no causan la muerte *per se* o en forma directa.

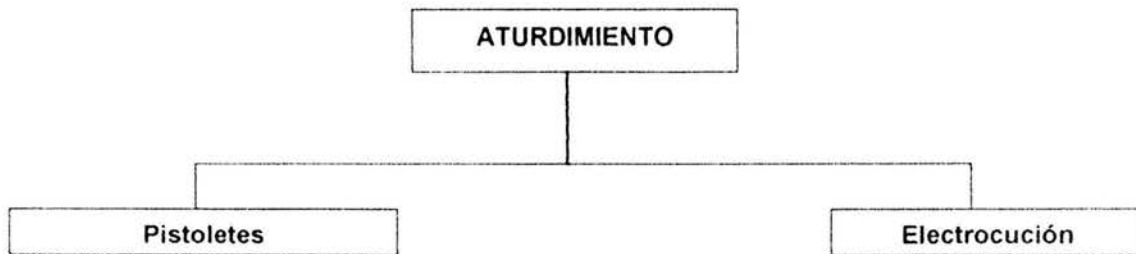
Entre los métodos de insensibilización que no causan la muerte *per se*, se encuentran aquellos métodos que evitan la percepción del dolor, ya sea mediante el uso de sustancias químicas o de métodos físicos, los cuales lesionan el sistema nervioso central, dañando o deprimiendo áreas específicas del encéfalo o mediante la concusión cerebral. Dependiendo del tipo de método utilizado, éste causará la inmediata pérdida de consciencia e insensibilización por trauma cráneo-encefálico en algunos casos y en otros a través de la administración de sustancias químicas como los tranquilizantes, los cuales, cabe aclarar que no producen pérdida de la consciencia ni analgesia en el animal, sino que ayudan a disminuir la aprehensión y de esta forma se puede aplicar otro método de muerte. En manos expertas los métodos físicos de insensibilización son rápidos, seguros y posiblemente los que producen menos angustia en el animal,⁴ pero pueden ser visualmente desagradables para los observadores y para quienes matan a los animales, por ello se recomienda informar a los observadores acerca de que lo que van a presenciar.^{3,4,50} Los métodos físicos incluyen el aturdimiento a través del disparo, concusión o golpe a la cabeza y electrocución. Estos métodos **por sí solos no son aceptables** como eutanásicos, sino únicamente son métodos que **insensibilizan** al animal previo a su muerte. Siempre después del uso de métodos tales como disparo y electrocución, los animales se deben desangrar inmediatamente.^{1,2,3,5,50}

El personal que lleva a cabo estas prácticas deberá estar debidamente entrenado, ya que requieren de sujeción, lo cual puede causar estrés adicional a algunos animales. Si el personal es inexperto, éste debe ser entrenado con animales muertos o anestesiados, para que adquiera la práctica necesaria. La mayoría de los métodos físicos involucran traumatismos, por lo tanto, el riesgo para los animales y los humanos es inherente, por lo que, siempre se deberá tener cuidado extremo y precaución.^{3,4,50,63}

MÉTODOS FÍSICOS:

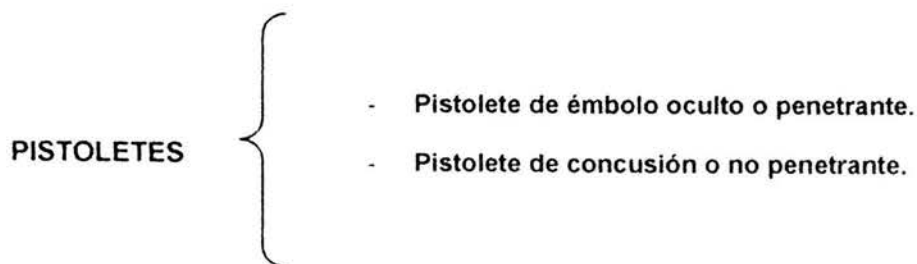
1. ATURDIMIENTO

El aturdimiento es el proceso llevado a cabo con un instrumento operado mecánicamente, mediante el cual ocurre la perturbación de los sentidos por efecto de un fuerte traumatismo craneoencefálico,^{23,33} sin efectos desfavorables sobre los músculos, ni el cadáver, y cuando es aplicado al animal le produce insensibilidad o inconsciencia que debe durar hasta que es desangrado, lo que le evita sufrimiento y dolor.²³ El aturdimiento se puede conseguir a través de dos mecanismos^{3,23} :



A) PISTOLETES

Los pistoletes provocan insensibilización a través de la concusión, el término concusión consiste en un severo trauma en la cabeza.^{2,3,4} Existen diferentes tipos de armas o pistoletes para este propósito, las cuales se describen más adelante. Son usados para la insensibilización de rumiantes, équidos, cerdos, conejos, reptiles y perros.^{3,6,3}



- **Mecanismo de acción de los pistoletes**

Su mecanismo de acción es la concusión en el caso del pistoleta de concusión y traumatismo a los hemisferios cerebrales y tallo cerebral en el caso de la pistola de émbolo oculto.¹¹ El disparo en la cabeza asegura la destrucción inmediata del tejido cerebral (en el caso de pistoleta de émbolo oculto), de tal forma que induce pérdida de la consciencia súbita y muerte subsecuente,¹⁰ siendo un método de muerte efectivo y humanitario para grandes mamíferos y reptiles.^{3,4}

El disparo puede llevarse a cabo mediante el uso de dos tipos de arma: Pistoleta de émbolo oculto y pistoleta de concusión. El tipo de arma utilizada se debe seleccionar de acuerdo con la especie que se ha de matar y el lugar donde se realiza.⁴

- ♦ **Pistola de émbolo oculto**

La pistola de émbolo oculto, usada para la insensibilización de rumiantes, caballos, cerdos, conejos, reptiles y perros,^{1,3,6, 23} produce insensibilidad de modo inmediato por destrucción de la corteza cerebral y partes más profundas del cerebro, además de cambios en la presión intracraneal e impacto súbito que determina lo que se conoce como golpe con aceleración.²³

Este tipo de arma funciona con cartuchos de pólvora o de aire comprimido.^{1,23} Un cilindro metálico, punzón o proyectil fijo es disparado, volviendo a su posición original en el cañón automáticamente. El punzón, cuyo extremo termina en punta, penetra o atraviesa el hueso frontal del animal. Es importante asegurarse que los cartuchos sean de la carga correcta, según la especie y edad del animal.^{6,239}

La fuerza impactante que determina la inconsciencia con la pistola de émbolo oculto es la velocidad real con que el émbolo o punzón penetra en el encéfalo, más que la propia penetración de su extremo, teóricamente sucede a unos 73 m/s. Ésta pistola no puede utilizarse cuando el ritmo de matanza es mayor de 240-250 animales por hora, debido a dificultades en la recarga. En estos casos, es conveniente una pistola de recarga automática. Los aturdidores neumáticos, en los que el punzón o émbolo es activado por presiones elevadas, requieren acciones complicadas para dispararlos, y pueden darse casos en los que la presión del aire no sea correcta. La aparición o no de hemorragias musculares en este tipo de aturdimiento depende en gran medida de su

modo de utilización, especialmente en el caso de corderos. Si los animales son manejados adecuadamente y no se deja pasar demasiado tiempo entre el aturdimiento y el desangrado, la aparición de hemorragias musculares será mínima. La pistola debe mantenerse con firmeza contra la cabeza del animal en el sitio y con la dirección correcta, como se explica más adelante en el capítulo 4, en cada una de las especies.²³ La pistola recomendada es aquella que tenga el émbolo más retirado en el cañón ya que es probable que genere una mayor velocidad del émbolo en el momento del impacto. El operador deberá asegurarse que el émbolo se retrae completamente tras cada disparo, de no ser así, no se debe volver a utilizar la pistola hasta haberla reparado. El émbolo debe limpiarse siempre de forma adecuada después de usarse.^{4,5,23} El pistolete de modelo largo o grande se utiliza en todas las especies domésticas exceptuando las aves. El modelo chico o corto sirve para animales pequeños, como los becerros, perros y en los cerdos no mayores de 6 meses y con buena técnica inclusive se puede usar en gatos.³⁷



Fig. 1. Pistola penetrante de émbolo oculto.

- **Usos e indicaciones de los pistoletes**

El uso del arma de émbolo oculto es un método práctico y aceptable para la eutanasia de caballos, rumiantes, cerdos y grandes reptiles. Es condicionalmente aceptable en otras especies.

Cuando un animal no puede ser apropiadamente inmovilizado, la pistola de émbolo oculto es preferida.³ El lugar de penetración difiere con cada especie y por ello este método deberá llevarlo a cabo solamente personal adecuadamente entrenado. Se debe inmovilizar al animal en forma correcta.^{4,5}

- **Ventajas de la pistola de émbolo oculto**

1. La pérdida de la consciencia es instantánea.

2. Minimiza el estrés inducido por manejo previo y contacto humano.
3. Es un método efectivo de aturdimiento, sobre todo cuando no se puede hacer uso de agentes químicos, como lo es el caso de las grandes especies. ^{1,3}

◆ **Pistola de concusión.**

Este método ha sido utilizado para aturdir animales de consumo, pero no se usa en cerdos grandes, ni en toros adultos, debido al grosor y densidad de su cráneo. ^{2,3,37}

La pistola de concusión es la variante aceptada para el aturdimiento de los animales, y no debe ser usada como un medio único para provocar la muerte del animal, ya que produce un fuerte impacto en el cráneo sin atravesarlo. ^{3,23} Tras el disparo debe sufrir colapso inmediato, quedando su cuerpo y músculos rígidos. La respiración cesa, hay pérdida del reflejo palpebral y los ojos apuntan hacia la comisura lateral y no rotan hacia la zona posterior de cráneo. ⁴

Las pistolas de concusión poseen un cilindro o émbolo terminado en una cabeza en forma de hongo. Si son manejadas adecuadamente son capaces de producir una insensibilidad inmediata que en terneros dura más de 60 segundos. Parece que son menos eficaces en el ganado vacuno adulto, pero dan buenos resultados en ovinos y terneros jóvenes con los huesos craneales delgados. ²³ En animales de más edad, especialmente en el vacuno, el método posiblemente no produce un adecuado grado de inconsciencia. ^{1,23}

El propósito de este aturdimiento por concusión, es conseguir que el animal quede inmediatamente insensible al dolor. ⁴ El animal debe permanecer insensible hasta que se lleve a cabo el desangrado. El desangrado se realiza en todas las especies. El lugar del impacto a nivel del cráneo difiere en cada especie y por ello este método deberá llevarlo a cabo solamente personal adecuadamente entrenado. ^{4,5} El aturdimiento por concusión normalmente no produce hemorragias musculares, pero puede ser causa de hemorragia intracraneal, en aquellos animales con huesos frontales delgados. ^{23,37}

- **Mecanismo de acción de la pistola de concusión**

La concusión resulta de un impacto en el cráneo con posible fractura de los huesos, por lo que produce inconsciencia al instante, sin producir necesariamente la muerte. La concusión produce un súbito y violento desplazamiento de las estructuras internas en la cavidad craneana, así como del líquido cefalorraquídeo, la inconsciencia se produce por choque hipovolémico. Las hemorragias más extensas dentro del cerebro y espacios meníngeos son el resultado de un trauma severo clasificándolo como **contusión**. Usualmente hay dos tipos de hemorragias: una en el lado del impacto (lesión por golpe) y otra que algunas veces es más severa (lesión de contragolpe). Ésta última es producida por un súbito rebote del encéfalo dentro de la cavidad al momento del impacto, provocando desgarre de vasos sanguíneos y hemorragia de tejidos adyacentes.^{2,3,11,24} La hemorragia masiva produce compresión de tejido adyacente, inconsciencia y muerte. El golpe debe ser en el medio del cráneo, con suficiente fuerza para producir una hemorragia cerebral masiva y una inmediata depresión del sistema nervioso central, produciendo una inconsciencia rápida, después se produce cese de la respiración y pérdida del reflejo palpebral.^{2,3,11,24}

- **Usos e indicaciones de la pistola de concusión**

Un golpe a la cabeza puede ser un método eutanásico para animales neonatos con cráneo delgado, tales como lechones, conejos, gatos y perros recién nacido. Un simple golpe descargado con intensidad en los huesos del cráneo con suficiente fuerza puede producir destrucción del tejido cerebral.^{3,4} Por las características anatómicas del cráneo de los becerros no es aceptable. No está indicada la utilización del martillo o del hacha de matadero como método para aturdir por golpe.⁴ La pistola de concusión no debe ser usada como único método para provocar la muerte, sólo es recomendada cuando no se pueden utilizar otros métodos o para insensibilizar al animal antes de matarlo.³

- **Ventajas de la pistola de concusión**

1. Cuando se aplica correctamente, el animal pierde inmediatamente la consciencia y la sensibilidad al dolor.

2. Se usa en temerosos .
3. Se pueden realizar estudios en el encéfalo y la venta de éste para consumo.²³
4. Es barato.^{3,4,23}

- **Desventajas de la pistola de concusión y émbolo oculto.**

1. No debe realizarse en presencia de observadores ocasionales o no informados, porque es una experiencia desagradable.
2. El animal debe ser desangrado inmediatamente, mediante el corte de vasos sanguíneos importantes.
3. Si no se realiza correctamente puede dar lugar a varios grados de consciencia con dolor concomitante.
4. Se debe confirmar la muerte de cada animal antes de aturdir al siguiente.^{1,2,4}

B) ELECTROCUCIÓN O ATURDIMIENTO ELÉCTRICO (ELECTROINSENSIBILIZACIÓN)

La electrocución se utiliza sólo como un método de aturdimiento. Ha sido ampliamente usado en aves y cerdos principalmente, perros y otros carnívoros, así como en cabras, conejos y bóvidos.^{3,4, 6,23} Es un método permitido por el *Slaughterhouse Act*, de 1974, y por el *Slaughter of Poultry Act* de 1967.²³ Sin embargo, dicho método es considerado sólo bajo ciertas condiciones.

- **Mecanismo de acción de la electrocución**

Debe reconocerse que si no se cumplen con los requisitos que más adelante se enlistan, éste método, lo mismo que otros, puede ser doloroso, ya que la corriente eléctrica puede determinar un estado de nominado "shock no eficaz", en el cual el animal, aunque paralizado, está plenamente consciente. Este método consiste en hacer pasar una corriente alterna a través del cerebro del animal mediante el uso de un instrumento, que semeja a unas tenazas colocadas en la cabeza; la electrocución induce la muerte por fibrilación cardíaca, la cual causa hipoxia cerebral. Sin embargo, los animales no pierden la consciencia hasta después de 10 a 30 segundos o más. El choque eléctrico debe pasar por el cerebro aturdiendo el animal. Pueden ocurrir extensiones

violentas de las extremidades, lo que es desagradable para los observadores.^{2,5 23, 24} Si se cumplen ciertas condiciones, el método eléctrico de aturdimiento puede considerarse como eficaz ya que produce un estado de confusión. Cabe mencionar que se debe acompañar siempre de un método adjunto para asegurar la muerte del animal.²³

- **Usos e indicaciones de la electrocución**

Los requisitos para producir un buen aturdimiento por electrocución son los siguientes:

1. La magnitud del choque eléctrico debe ser de suficiente intensidad. La corriente no debe ser inferior a 250 mA y el voltaje de 75 V.
2. Cuando la corriente excede los requisitos mínimos, y se aplica durante un tiempo suficiente, (unos 10 segundos), se produce el choque electropléctico. Como el voltaje de la red puede fluctuar considerablemente, y a veces bajar mucho, es conveniente que los aparatos de aturdimiento estén provistos de indicadores que avisen cuándo baja la corriente o cuándo el tiempo de aplicación no llega a los 10 segundos. El aparato debe tener un mecanismo en el que se pueda controlar y medir la corriente requerida, tiempo de aplicación, indicadores de voltaje e intensidad de la corriente.^{4,23}

La eficacia del aturdimiento eléctrico no depende de los factores individuales de voltaje, amperaje o tiempo, sino de la cantidad total de energía eléctrica suministrada, expresada en waltios-segundo (waltios-segundo= voltaje x amperaje x tiempo).

Es necesario que una cantidad adecuada de electricidad pase por el cerebro en un tiempo suficientemente corto. Ello depende del voltaje aplicado y de la resistencia que se presente al paso de la corriente. Si se aplica una corriente demasiado alta, el animal puede morir por insuficiencia cardiaca (fibrilación ventricular) o sofocación, y si el voltaje es demasiado bajo el animal puede quedar paralizado aun percibiendo las sensaciones dolorosas. La seguridad del operario también se tiene en cuenta a la hora de elegir el voltaje: más de 125 V están prohibidos en Inglaterra por las regulaciones de las industrias; y niveles por debajo de 70 voltios no son eficaces, debido a que la masa encefálica es relativamente pequeña en los animales, por lo que es importante que los electrodos se coloquen con seguridad y firmeza en las partes laterales de la zona superior de la

cabeza. La anatomía irregular de la cabeza dificulta esta operación, especialmente si el animal se mueve. Los electrodos deben mantenerse en buen estado. La salmuera o el agua, utilizadas para facilitar el paso de la corriente, no deben salpicar sobre la cara del animal, ya que si así sucede puede producirse corto circuito.

El aturdimiento por electrocución requiere de medidas especiales, así como equipo especial que asegure el paso de la corriente eléctrica a través del cerebro para inducir la pérdida de la consciencia y fibrilación cardíaca.³

El aturdimiento eléctrico se utiliza más en cerdos, pero es un buen método en borregos y terneros. En ganado vacuno adulto, no es muy adecuado, posiblemente debido al efecto aislante del pelo fino de la cabeza de estos animales, aunque algunos autores europeos lo han encontrado satisfactorio.²³ Los animales con cuernos no se deben aturdir utilizando este método, ya que éstos dificultan la aplicación de los electrodos con precisión. No se debe utilizar en gatos debido a la alta conductividad de su pelaje. No es aceptable su uso en peces, ya que la corriente alterna estimula la contracción de la musculatura esquelética, cardíaca y lisa, induciendo tetania y no anestesia.^{3,4} Este método se usa raras veces en animales de laboratorio.^{2,5}

Es esencial que el amperaje esté regulado para evitar fracturas de huesos y hemorragias en los animales. El paso de la corriente eléctrica a través del cerebro determina un rápido aumento de la presión sanguínea por la vasoconstricción que se produce y por el aumento de la frecuencia cardíaca, de aquí la necesidad del desangrado inmediato, para evitar hemorragias musculares.³³

Existen diferentes tipos de sistemas de aturdimiento eléctrico, la mayoría de ellos manuales. Existe un sistema automático que funciona combinado con la estimulación eléctrica y que se utiliza en borregos.

Debido a que existen dudas de la eficacia de los métodos de aturdimiento con bajos voltajes, cada vez más se difunden los que utilizan voltajes altos. Las investigaciones llevadas a cabo en el campo del aturdimiento por choque eléctrico han puesto de manifiesto que los sistemas que utilizan voltajes altos de 300 V son los más eficaces, siempre que se apliquen con dispositivos automáticos de contención y el traslado de los animales (los llamados *restrainers*) y se tenga en cuenta la seguridad de los operarios. El tiempo de aplicación ha de ser de al menos 2 segundos,

siendo 2-3 segundos lo más común.

3. Es preciso colocar los electrodos en la posición correcta de manera que se mantengan cuando el animal caiga al suelo, de tal forma que la corriente atraviere el tálamo y la corteza, así como en la región rostral del cerebro donde se localizan los principales centros sensoriales. No es aceptable el aturdimiento por medio de la aplicación de la corriente eléctrica con la colocación de electrodos en la cabeza y el ano, ni de cabeza a la pezuña, ya que esto no causa inconsciencia. Los electrodos no se deben colocar detrás de las orejas ni en ambos lados del cuello, porque únicamente paralizaría al animal sin llegar a la inconsciencia, teniendo como resultado dolor intenso y sufrimiento. Deberá asegurarse que el animal no reciba descargas eléctricas antes de que los electrodos estén colocados correctamente, situación que puede ocurrir por contacto con otros animales que estén siendo aturridos o por tener la piel húmeda.^{4,6,23} La resistencia eléctrica del pelo y de la piel puede rebajarse manteniendo húmedos los electrodos por inmersión en salmuera y procurando que la piel esté limpia y seca.²³

4. El animal debe desangrarse inmediatamente después de haberse producido la inconsciencia, ya que de otro modo, puede recobrar la sensibilidad aun cuando permanezca paralizado.²³

Los signos de un aturdimiento eléctrico eficaz son: caída inmediata del animal, extensión rígida de las extremidades pélvicas, movimientos opistótonos, arqueamiento del cuerpo, balanceo de los globos oculares hacia abajo y espasmos tónicos que duran 15 segundos (continuos) que cambian a clónicos lentos, de las extremidades pélvicas y eventualmente movimientos vigorosos de las mismas, con periodos de flacidez muscular. Tras quince o veinte segundos pueden reaparecer los reflejos y el animal puede volver a respirar, por ello, debe llevarse a cabo inmediatamente otro método para asegurar la muerte, como lo es el desangrado. El término acceso electroepiléptico se ha utilizado para describir estos signos de un aturdimiento eficaz. Los espasmos tónicos duran unos 25 segundos en la oveja.^{4,23}

- **Ventajas de la electrocución**

1. Los tejidos no se contaminan químicamente.
2. Es barato.

- **Desventajas de la electrocución**

1. No se considera como método para dar muerte, sino únicamente para insensibilizar.
2. Requiere de la inmovilización y sujeción adecuada de los animales.
3. Produce hemorragias petequiales en órganos como pulmón y músculos de los cerdos, cuando la intensidad de la corriente es excesiva.
4. No debe ser usado en animales agresivos o poco manejables.
5. El observador puede objetar que es antiestético visualmente, debido a la violenta extensión y rigidez de los miembros, la cabeza y el cuello.
6. Requiere de equipo especial.
7. No es útil para estudios de coagulación u obtención de muestras sanguíneas.³

MÉTODOS QUÍMICOS:

2. SEDANTES E HIPNÓTICOS

a) Acepromazina

La acepromazina es un derivado fenotiacínico muy usado como producto tranquilizante.

- **Mecanismo de acción de la acepromazina**

Deprimen el tronco encefálico e interrumpen las conexiones entre la corteza y el sistema nervioso central. Como su estructura tridimensional es parecido a la dopamina, compiten con ella. Tiene efecto en los centros vasomotores del organismo produciendo hipotensión, además de bradicardia.^{7,20,64}

- **Usos e indicaciones de la acepromazina**

La acepromazina es usada comúnmente en gatos, perros y caballos, aunque también se ha usado en cerdos, ganado vacuno, conejos, borregos y cabras teniendo buenos resultados.

La vía preferente de administración es la intravenosa, sin embargo la vía intramuscular tiene muy buenos efectos, por lo que puede ser usado en cerbatanas en el caso de fauna silvestre.⁶⁴

A continuación se mencionan las dosis en las diferentes especies animales:

Perro	Gato	Hurón	Conejos	Ganado
3 mg/Kg.	1mg/Kg.	0.75mg/Kg.	1mg/Kg.	0.1mg/Kg.
Ratones, ratas, hámsteres, cobayos y chinchillas.			Equinos	Cerdos
0.5mg/Kg.			0.05mg/kg	0.5mg/kg.
Cabras y ovinos				
0.1mg/Kg.				

- **Ventajas de la acepromazina**

1. Reduce la aprehensión en los animales.
2. Puede ser usada en todas las especies animales, siempre y cuando la carne no sea para consumo humano o de otros animales.
 1. Se puede aplicar vía endovenosa o intramuscular.

- **Desventajas de la acepromazina**

1. Se requiere de mayor manejo en el animal, lo que aumenta la ansiedad en él.

b) Droperidol y fentanilo

Esta combinación provoca neuroleptoanalgesia, dando como resultado un estado de depresión del SNC y de analgesia producido por la combinación del tranquilizante y analgésico.

- **Mecanismo de acción de droperidol y fentanilo**

El fentanilo corresponde a un opiáceo y el droperidol es un neuroleptico. El fentanilo, es un depresor respiratorio y cardiovascular, su acción es similar al de la morfina. El droperidol es un tranquilizante del grupo de las butiferas, su acción consiste potencializar el efecto de los barbitúricos. Como resultado de la combinación se obtiene depresión de la respiración (apnea),

hipotensión, depresión respiratoria.^{7,20,64}

- **Usos e indicaciones de droperidol y fentanilo.**

Es usado en gatos, perros y cerdos. Se usan dosis de 20 mg/kg de droperidol y 0.4 mg/kg de fentanilo.^{7,20}

- **Ventajas de droperidol y fentanilo.**

1. Reduce la aprehensión en los animales.
2. Se puede aplicar vía endovenosa o intramuscular.²⁰

- **Desventajas de droperidol y fentanilo.**

1. El difícil manejo para su aplicación, se requiere de mayor manejo en el animal, lo que aumenta la ansiedad en él.²⁰

II. MÉTODOS QUE PRODUCEN LA MUERTE EN FORMA DIRECTA.

Los **métodos que producen la muerte en forma directa**, se pueden clasificar en dos grandes grupos; el primero de ellos incluye a los **métodos físicos que pueden o no requerir insensibilización previa es decir**, se debe **evidenciar primero la pérdida de la consciencia del animal antes del uso de éstos métodos**, entre los cuales se encuentran la decapitación, el desangrado ya sea por el corte de la vena yugular y descerebración. En el caso de la dislocación cerebral y el uso de microondas no se requiere previa insensibilización. En el **segundo grupo** se encuentran los **métodos químicos que causan depresión del sistema nervioso central (SNC) y la muerte**. Entre ellos se encuentran los anestésicos los cuales son un grupo de fármacos ampliamente conocidos y más accesible para la comunidad médica. Muchos anestésicos se utilizan en sobredosis como agentes eutanásicos depresores del SNC. Un anestésico es un agente que produce de modo controlado, la ausencia de percepción de cualquier sensación, inconsciencia, analgesia y relajación muscular suficiente para realizar los procedimientos sin dolor. Las manifestaciones por sobredosis de anestésico incluyen: aparición de arritmias

cardíacas; el tiempo de llenado capilar aumenta progresivamente hasta 3 o más segundos; respiración lenta, superficial e irregular, hasta que se vuelve diafragmática y luego cesa. El color de la piel y de las membranas mucosas pueden ser pálidas o cianóticas; los reflejos cardiovasculares, del sistema nervioso central, músculo-esqueléticos, gastrointestinales y oculares disminuyen y/o son abolidos; la presión sanguínea cae rápidamente hasta producir una profunda hipotensión.⁴

MÉTODOS FÍSICOS QUE REQUIEREN O NO INSENSIBILIZACIÓN PREVIA.

a) DECAPITACIÓN

La decapitación puede ser usada para la eutanasia de roedores, pequeños conejos, peces, anfibios y aves.^{2,3} Este método ha sido utilizado en caso que se requiera tomar muestras de tejidos y líquidos del cuerpo sin contaminación de sustancias químicas, o cuando se requiere obtener tejido encefálico intacto para su estudio.^{3,24}

- **Mecanismo de acción de la decapitación**

La decapitación implica la separación de la cabeza del cuerpo del animal muy cerca de la cabeza utilizando un instrumento afilado. No se recomienda el uso de tijeras, a menos que sean adecuadas para la especie animal (esto es, que tengan unas cuchillas lo suficientemente largas) y que la presión sea lo suficientemente fuerte para separar el cuello con facilidad al primer intento. La decapitación debería ser realizada utilizando guillotinas especialmente diseñadas con ese fin, para asegurar una separación rápida en la posición correcta.^{2,4,6}

Se ha debatido ampliamente acerca del tiempo que tarda la cabeza decapitada en perder la consciencia tanto en vertebrados homeotermos, como en poiquilotermos, y se ha sugerido anestesiarse o sedar antes al animal.⁴ Aunque ha sido demostrado que la actividad eléctrica en el cerebro permanece por 13 a 14 segundos seguidos a la decapitación,¹⁸ estudios recientes indican que ésta actividad no promueve la capacidad para percibir el dolor, y en cambio concluyen que la pérdida de la consciencia se desarrolla rápidamente.³

Los vertebrados poiquilotermos como los reptiles deben ser aturdidos o insensibilizados antes de

la decapitación, ya que son muy tolerantes a la hipoxia. La investigación en aves ha evidenciado que se pueden evocar respuestas a estímulos visuales hasta 30 segundos después de la decapitación, lo que hace que sea un método inaceptable para ellos.^{4,13} En otros animales homeotermos, se considera que la falta inmediata de riego sanguíneo al cerebro y la hipoxia subsiguiente deja la cabeza rápidamente insensible, haciendo innecesario el aturdimiento o la sedación previa.^{4,19}

Se prefiere el uso de otros métodos cuando sea posible, hasta que investigaciones más avanzadas puedan hacer evidente una pérdida rápida de consciencia.⁴

- **Usos e indicaciones de la decapitación**

Esta técnica es condicionalmente aceptable si es realizada correctamente, y debe ser usada sólo si es indispensable, sobre todo en procesos de investigación. El equipo usado para realizar la decapitación debe ser mantenido con buen filo. El uso de conos plásticos para la sujeción de los animales parece reducir el estrés del manejo, minimiza la posibilidad de que el personal se dañe y ayuda a posicionar al animal en el caso del uso de la guillotina. Existen en el mercado guillotinas para realizar la decapitación en roedores adultos y conejos pequeños.³



Fig.2 Se observa el uso de tijeras las cuales no son aptas al tamaño de la cabeza del animal, ni es un método indicado en esta especie a menos que el animal este inconsciente.

- **Ventajas de la decapitación**

1. Induce rápidamente la pérdida de la consciencia.
2. Es barato y rápido.

- **Desventajas de la decapitación**

1. El manejo y la inmovilización que requieren puede aumentar el estrés en el animal.
2. La interpretación de la actividad eléctrica en el cerebro seguida a la decapitación ha creado importante controversia, acerca de su uso como eutanásico.
3. El personal que realiza esta técnica debe conocer el peligro inherente de la guillotina, y tomar las precauciones adecuadas para prevenir lesiones a quien lo realiza.
4. La decapitación suele ser una experiencia visual cruenta y desagradable para quien la realiza y la observa.
5. Se requiere una guillotina especialmente diseñada para llevar a cabo la decapitación.

b) DESANGRADO

El desangrado debe ser usado para asegurar la muerte subsecuente al aturdimiento u otro método en animales inconscientes o previamente insensibilizados. **Nunca se usará como método único.**^{1,3}

- **Usos e indicaciones del desangrado**

Se utiliza en el caso de obtención de muestras de sangre y animales de consumo.

Una vez que el animal está inconsciente se debe comenzar a desangrarlo para asegurar su muerte rápida, utilizando un cuchillo muy afilado de hoja dura y al menos de 6 pulgadas de largo. El cuchillo se debe introducir completamente a través de la piel inmediatamente detrás de la mandíbula y debajo de las vértebras cervicales. De esta manera, el cuchillo debe cortar en forma completa la vena yugular, la arteria carótida y la tráquea. Cuando se realiza en forma adecuada, la sangre debe ser expulsada libremente y la muerte ocurrirá en varios minutos.

También se puede cortar la vasculatura braquial levantando el miembro torácico e insertando el cuchillo profundamente en el área axilar a nivel del codo y cortando la piel, los vasos sanguíneos y el tejido aledaño hasta que el miembro puede ser desplazado hacia arriba y atrás y separado desde el tronco del animal.^{37,63}

- **Ventajas del desangrado**

1. Realizado de una manera rápida y previo aturdimiento es un método eficiente.
2. Es barato.

- **Desventajas del desangrado**

Es cruenta la observación del uso de éste método.^{1,3,63}

La persistencia de los reflejos comeal y palpebral y las convulsiones que se producen algún tiempo después de practicado el corte.³⁷

c) DESCEREBRACIÓN

La descerebración es usado como un método adjunto para asegurar la muerte de ranas y tortugas, ya que se facilita el acceso al sistema nervioso central por su anatomía, se recomienda su uso, siempre y cuando al animal esté inconsciente.^{2,3}

- **Mecanismo de acción de la descerebración**

Consiste en introducir un estilete o aguja a través la piel y músculos, entre el cráneo y el atlas, en dirección craneal a través del *foramen magnum* para penetrar la cavidad craneal, usando un movimiento de rotación, provocando la destrucción de áreas vitales del encéfalo.²

- **Usos e indicaciones de la descerebración**

Esta técnica debe intentarse solamente después de haber adquirido el conocimiento de la anatomía y después de un período de entrenamiento, incluyendo verificar si las regiones indicadas del cerebro están completamente destruidas.^{2,3}

- **Desventajas de la descerebración**

1. Para realizar la destrucción del cerebro se requiere que los animales hayan sido anestesiados previamente.^{2,3}

D) DISLOCACIÓN CERVICAL

La dislocación cervical es una técnica que ha sido usada por muchos años, cuando se realiza por personal capacitado, parece ser un método eficaz; sin embargo, existen pocos estudios científicos que confirman lo anterior. Esta técnica es utilizada para la eutanasia de aves pequeñas, ratones, ratas jóvenes, cobayos jóvenes, conejos, gatos y perros recién nacidos. Se puede utilizar en ratas de más edad y en conejos.^{2,4}

En ratones y ratas, los dedos pulgar e índice del operador se colocan a ambos lados del cuello, rodeando la base del cráneo, o usando una barra o un lápiz que haga presión en la base del cráneo. Con la otra mano, se jalan rápidamente la base de la cola o los miembros pélvicos, para causar la separación de las vértebras cervicales del cráneo.²⁴

En conejos pequeños, la cabeza se debe jalar en una dirección y los miembros hacia el lado contrario. El animal es estirado y el cuello es hiperextendido y doblado dorsalmente para separar la primera vértebra cervical del cráneo. Para pollos, la dislocación cervical por estiramiento es un método común para matarlos, pero la pérdida de la consciencia puede no ser inmediata.^{12,24}

Algunos datos sugieren que la actividad eléctrica en el cerebro persiste por 13 segundos después de la dislocación cervical.^{3,13,14}

- **Mecanismo de acción de la dislocación cervical**

La técnica consiste en separar el encéfalo de la médula espinal, aplicando una presión en la base dorsal del cráneo.¹⁵ Cuando se separa de la médula, el encéfalo deja de estimular la respiración y el corazón, conduciendo a la muerte. A pesar de que aún existe abastecimiento de sangre; ésta lleva cada vez menos oxígeno y habrá un aumento en el dióxido de carbono después del paro respiratorio, conduciendo a la disfunción cerebral e inconsciencia,² pero esto no es inmediato, se debe tener cuidado de que la separación sea completa. Si se lleva a cabo correctamente, daña gravemente al tallo cerebral y causa inconsciencia rápidamente. Se debe asegurar la muerte desangrando al animal o destruyendo el cerebro, por medio de la descerebración.⁴

- **Usos e indicaciones de la dislocación cervical**

Es una técnica humanitaria para matar pollos, pequeñas aves, ratones y ratas que pesan menos de 200 g y conejos que pesen menos de 1 Kg., cuando se realiza por individuos con un alto grado de eficiencia en la técnica. Cuando sea posible, los animales deberán estar sedados o anestesiados antes de la dislocación.⁴

Se ha demostrado que el electroencefalograma se mantiene plano y que el reflejo de parpadeo desaparece inmediatamente después de la separación de la médula espinal, indicando que ya no hay sensibilidad al dolor.¹⁶ Debido a que la médula espinal ha sido separada, ésta ya no transmite estímulos dolorosos a partir de las áreas caudales a la separación, sin embargo, pueden observarse contracciones musculares importantes.^{2,3,5,17}

- **Ventajas de la dislocación cervical**

1. Es una técnica que puede inducir rápida pérdida de la consciencia.
2. Por sí sola, no contamina químicamente a los tejidos.
3. Es rápido, barato y no requiere de equipo especial.^{3,24}
4. No es necesaria la insensibilización previa.

- **Desventajas de la dislocación cervical**

2. Puede ser poco estético para quien realiza la eutanasia y para quien la observa.
3. Requiere de personal entrenado que maneje con eficiencia la técnica para asegurar la pérdida de la consciencia.

E) IRRADIACIÓN CON MICROONDAS

El calentamiento por microondas es usado por neurobiólogos para fijar metabolitos *in vivo* mientras mantienen la integridad anatómica del cerebro.²⁴ Los instrumentos de microondas han sido específicamente diseñados para usarse en la eutanasia de ratones y ratas. Los instrumentos difieren en diseño de las unidades de cocina de 1.3 a 10 Kw. Todas las unidades directas de energía de las microondas son dirigidas a la cabeza del animal. Hay que considerar la cantidad de

Kw y MHz, ya que de éstos dependerá la rápida pérdida de la consciencia y por lo tanto que el método sea considerado como eutanásico. Es decir, a 10 kw y 2450 MHz el instrumento operado a un poder de 9 Kw incrementa la temperatura del cerebro de 18-28° en ratón a 79° C en 330 ms, y en ratas de 250-290 g a 94° C en 800 ms.^{2,3}

- **Usos e indicaciones de la irradiación con microondas**

La irradiación con microondas es un método humanitario para dar muerte a pequeños roedores (ratas y ratones) de laboratorio, en los cuales se induce rápida pérdida de la consciencia.³

Se requiere de aparatos especialmente diseñados con este propósito ya que es necesario enfocar con precisión el rayo de microondas a una parte específica del cerebro. Sólo se debe realizar en animales pequeños como anfibios, aves, ratones, ratas y conejos pequeños (menores de 300 gramos).⁷ Este método requiere la pericia de un especialista, pero cuando se lleva a cabo correctamente no es doloroso, ya que la inconsciencia sucede en cuestión de 100ms. Hay que tener mucho cuidado para asegurar la posición correcta del rayo de microondas, pero el tiempo que lleve la inmovilización del animal debe ser el mínimo posible para reducir el estrés previo a la eutanasia. Se ha utilizado con éxito la irradiación de todo el cuerpo en ratones a 47 a 49° C, muriendo los animales en menos de un segundo, por lo que es aceptable.^{2, 3, 4,23}

Este no es un procedimiento rutinario para eutanasia. Se deben tomar precauciones, ya que puede ser peligroso para el operador.⁴ Los hornos de microondas diseñados para cocinas o institucionales no son aceptables para este fin.^{3, 24}

- **Ventajas de la irradiación por microondas**

1. La pérdida de la consciencia se obtiene en menos de 100 ms, y la muerte en menos de un segundo.
2. Es el método más efectivo para fijar tejido *in vivo* para subsiguientes estudios de labilidad enzimática.

- **Desventajas de la irradiación con microondas**

1. Son instrumentos explosivos.
2. Sólo sirve para animales del tamaño de ratón y ratas.³

MÉTODOS QUE CAUSAN DEPRESIÓN AL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL Y MUERTE (INDUCTORES DE HIPOXIA).

1. Agentes inyectables

El uso de agentes inyectables para la eutanasia, es el métodos más rápido y fiable para realizar la eutanasia, cuando se realiza con la dosis y vía de aplicación apropiadas.³ A los animales aprehensivos, nerviosos o que no estén acostumbrados al manejo, se les aplicará previamente una combinación neurolepto-analgésica o un tranquilizante, vía intravenosa de acuerdo a las dosis indicadas en la página 28 y 29. Debido a los residuos que quedan en la carne, se cuidará que ésta no sea consumida por otros animales ni por el humano.^{4, 5, 48}

Para aplicar un agente de tipo inyectable es esencial la sujeción del animal, sin estrés, se puede mantener en una jaula. Esto facilita el efecto de la sobre dosis del anestésico.^{1,2,3,24,48} La vía más rápida y confiable para los agentes inyectables es la intravenosa.^{1,2,3,4,5,6} Debido a las molestias que causan la inyección intrapulmonar, intraperitoneal, intratorácica, intrahepática, intrarrenal e intraesplénica, éstas deben evitarse.^{3,4, 24} No son aconsejables la vía oral ni rectal debido al prolongado inicio de la acción y la irritación potencial a los tejidos. Las vías intramuscular y subcutánea no se deben utilizar, ya que tardan mucho tiempo en actuar y provocan irritación de los tejidos.^{3,4,5} La mejor vía es la intravenosa, pero si el animal es pequeño para recibir inyecciones intravenosas, o si las venas anatómicamente apropiadas no son visibles, por ejemplo en roedores, cobayos o cachorros, se puede utilizar la vía intraperitoneal, pero lleva más tiempo para que actúe el fármaco pudiendo causar imitación y durante ese tiempo dolor y angustia.^{1,2,4,5.}

²⁴ Un criterio para considerar a la administración intraperitoneal aceptable, es que el agente inyectable no sea imitante y no contenga algún agente bloqueador neuromuscular.^{3,5}

La vía intracardiaca es muy dolorosa y no siempre se tiene éxito al primer intento de penetrar el

corazón; por ello esta técnica no se recomienda excepto en animales insensibilizados, bajo sedación o anestesia.^{3, 4, 5, 24} En general, cuando se utilizan agentes anestésicos, el doble de la dosis anestésica produce paro respiratorio, mientras que cuatro veces esa dosis produce paro cardíaco. Tres veces la dosis, normalmente produce la muerte rápida en animales sin asistencia respiratoria (respirador).⁴

Derivados del ácido barbitúrico

Todos los derivados del ácido barbitúrico son recomendados para la eutanasia, ya que inducen inconsciencia con sólo el dolor mínimo o transitorio de la venopunción.²⁴ Los más recomendables son los más potentes, de más larga acción, estables en solución y baratos, tales como el pentobarbital sódico y secobarbital.^{2, 4, 5, 23, 60}

- **Mecanismo de acción del ácido barbitúrico**

La acción farmacológica de los barbitúricos consiste en producir depresión del sistema nervioso central en orden descendente, iniciando en la corteza cerebral con pérdida progresiva de la consciencia, deprimiendo severamente los centros respiratorio y vasomotor; con una sobredosis se obtiene una anestesia profunda que progresa a la apnea y lleva a depresión del centro respiratorio, seguido por paro cardíaco.^{1, 2, 3, 60}

Algunas combinaciones de los derivados de los barbitúricos tienen efecto tóxico en el corazón, pero no tiene ninguna consecuencia o importancia porque el animal muere antes de que se manifiesten estos efectos sobre las células.^{1, 2, 5}

Todos los derivados del ácido barbitúrico usados para anestesia son aceptables para la eutanasia cuando son administrados por vía intravenosa. Los barbitúricos son potentes, de larga duración, estables en solución y relativamente caros.^{3, 4}

El pentobarbital sódico es el mejor de los barbitúricos, cumple con los requisitos y es el más comúnmente utilizado, aunque el secobarbital también es aceptable.^{3, 4, 5}

- **Usos e indicaciones del ácido barbitúrico**

Comúnmente usado para la eutanasia de perros, gatos, cobayos, hámsteres, ratas, conejos y caballos.^{1,2,3,5} La vía intravenosa es preferible, la vía intraperitoneal puede ser usada cuando la inyección intravenosa sea muy difícil de aplicar, o cuando los animales son muy pequeños o están deshidratados. La inyección intracardiaca sólo debe utilizarse si el animal está debidamente anestesiado o inconsciente.^{3,24}

La inyección intravenosa produce una muerte más rápida, pero la vía intraperitoneal aunque es más fácil de administrar, su efecto es más lento y puede producir irritación del peritoneo, se utilizan dosis de 120mg/kg. de peso vivo.^{2,4,5}

- **Ventajas del ácido barbitúrico**

1. Su velocidad de acción, su efecto depende de la dosis, concentración y la vía de administración.
2. Es útil para realizar la eutanasia con la mínima incomodidad y angustia para el animal.
3. Son menos caros que otros agentes químicos utilizados para eutanasia.^{3,5,6,24}

- **Desventajas del ácido barbitúrico**

1. Es necesario personal capacitado para realizar la venopunción.
2. Requiere que el animal sea inmovilizado previamente.
3. El fármaco persiste en el organismo y puede causar sedación o muerte de los animales o el hombre que consuman ese cadáver³.
4. Precio relativamente alto.

Combinaciones de Pentobarbital

Varios productos para la eutanasia han sido formulados incluyendo un ácido barbitúrico (usualmente pentobarbital sódico), con un agente anestésico local. Se recomienda la combinación de pentobarbital con lidocaína o fenitoina. La combinación de pentobarbital con un agente bloqueador neuromuscular no es aceptable como método de eutanasia³.

- **T-61 Clorhidrato de tetracaína**

El T-61 es un agente inyectable, no barbitúrico, no narcótico. Este agente combina un anestésico local (clorhidrato de tetracaína), un hipnótico potente que deprime el SNC, que ocasiona la inconsciencia; así como un fármaco curariforme que tiene efecto paralizante sobre el centro de la respiración y un efecto relajante sobre los músculos esqueléticos [(N-(2-m-metoxifenil)-2-etilbutil-1-gama-hidroxitiramida (20%, 4.4-metilen-bis-ciclohexiltrimetil ioduro amónico (0.5%) y clorhidrato de tetracaína (0.5%) en solución acuosa con formamida].^{1,2,3,4} Debe ser usado solamente por vía intravenosa.³

- **Mecanismo de acción de T-61.**

La parálisis muscular y la inconsciencia ocurren simultáneamente.^{1,2} Hellebrekers²¹ mostró que la pérdida de consciencia y la pérdida de actividad muscular en conejos y perros, aparecían simultáneamente, haciendo por esto que este agente sea aceptable para la eutanasia. El relajante muscular previene el bloqueo en placa terminal neuromuscular descrito en los barbitúricos, haciéndolo más aceptable para el observador. En algunos perros hay vocalización y actividad muscular, no es una respuesta consciente, pero puede ser estéticamente desagradable.^{1,2,4}

- **Usos e indicaciones de T-61**

El T-61 debe administrarse vía intravenosa, muy lento, ya que de otro modo es doloroso y es posible que produzca una fase de excitación y de vocalizaciones.^{1,2,3,4} En aves pequeñas se puede inyectar en el músculo pectoral, pero no es adecuado para aves de corral. Se debe sedar al animal antes de la administración de T-61.^{2,4}

El producto ha sido retirado del mercado en Estados Unidos, aunque aún es comercial en Canadá y otros países.³

2) Agentes Inhalados

Cualquier gas que es inhalado debe alcanzar cierta concentración en el alvéolo para que pueda ser efectivo, sin embargo, la eutanasia con cualquiera de estos agentes toma algo de tiempo.⁴

Ciertas consideraciones son comunes para todos los agentes inhalados:

1. En la mayoría de los casos, la pérdida de la consciencia es rápida.
2. El equipo utilizado para liberar y mantener esta concentración debe estar en buenas condiciones y sin fugas, un equipo dañado puede permitir la salida de gas lentamente y ocasionar la muerte con sufrimiento a los animales así como riesgos en el personal que está laborando.
3. La mayoría de los agentes inhalados son peligrosos para el personal por el riesgo a explosiones, narcosis y hepatotoxicidad (halotano), hipoxemia (nitrógeno, monóxido de carbono), adicción (óxido nitroso) o efectos adversos para la salud resultantes de exposición crónica (óxido nitroso y monóxido de carbono).
4. La concentración alveolar aumenta lentamente en un animal con ventilación deficiente, provocando agitación durante la inducción, por lo tanto deben considerarse otros métodos para llevar a cabo la eutanasia.
5. Los animales neonatos parecen ser resistentes a la hipoxia, por lo que les toma más tiempo para morir que a los adultos. Por lo tanto estos agentes no deben ser utilizados en neonatos a menos que el animal sea expuesto por largo tiempo para asegurar su muerte.
6. En las cámaras de gas, se deben colocar animales de la misma especie y tamaño.
7. Las cámaras deben estar limpias, para minimizar olores que puedan producir estrés a los animales a los que se les aplicará la eutanasia.³
8. Es importante seleccionar agentes que no tengan olor desagradable o sean irritantes, porque esto causará incomodidad o malestar. Los agentes que produzcan convulsiones antes de la inconsciencia son inaceptables para la eutanasia.³
9. Siempre se debe confirmar la muerte del animal.⁴

Anestésicos inhalados

Los anestésicos inhalados como halotano, metoxiflurano, isoflurano, enflurano y dióxido de carbono han sido usados para eutanasia en muchas especies.

Su utilización es recomendable en animales pequeños (menores de 7 Kg.), como roedores, gatos y perros pequeños o en aquellos en los que se dificulta la venopunción. En conejos es preferible usar otros métodos ya que reaccionan adversamente a los gases y muestran signos de excitación. Los reptiles y los anfibios pueden contener la respiración, lo que conduce a un alargamiento del tiempo de inducción. Los animales recién nacidos son más resistentes a la hipoxia y tardan más tiempo en morir.^{4,24}

- **Usos e indicaciones de los anestésicos inhalados**

Cuando se utilice cualquier anestésico líquido, se debe tener mucho cuidado que el animal no entre en contacto con él, ya que suelen actuar como irritantes locales, es por esto que es esencial que los animales estén expuestos a los vapores únicamente.^{2,4}

Se debe asegurar suficiente aporte de aire u oxígeno, durante el período de inducción para prevenir la hipoxia. La exposición a gases anestésicos aunque sea en concentraciones traza, está reconocida como un riesgo para la salud de los humanos.^{2,4} Cualquier gas que es inhalado debe alcanzar cierta concentración en el alveolo pulmonar por lo tanto la eutanasia con cualquiera de estos agentes toma tiempo. Las cámaras que se utilicen para la distribución de estos agentes, deben estar diseñadas adecuadamente, de modo que aseguren la distribución uniforme del gas y la rápida exposición de los animales a una concentración alta del agente.^{3,4} Los agentes inhalados se deben administrar a través de un circuito cerrado a una cámara de gas.^{1,3,4} Existen cámaras disponibles comercialmente para anestesiarse a los animales con gases. También se pueden adaptar mascarillas para anestesia para roedores pequeños, además de aparatos especiales de anestesia inhalada, en la que los animales son intubados intratraquealmente.²

- **Ventajas de los agentes inhalados en general**

1. El halotano, enflurano, isoflurano, sevoflurano, desflurano y metoxiflurano no son inflamables y no son explosivos bajo condiciones ambientales ordinarias.³

- **Desventajas de los agentes inhalados**

1. La exposición ocupacional a los anestésicos inhalados constituye un riesgo.
2. El aborto espontáneo y las anomalías congénitas en mujeres embarazadas han sido asociadas a la exposición a altas cantidades de éstos agentes anestésicos.
3. Los animales pueden forcejear y estar ansiosos durante la inducción.

Halotano

El halotano es un agente anestésico usado comúnmente en pequeños animales de laboratorio y perros. El halotano es un agente anestésico no inflamable, se aplica a través de la intubación endotraqueal o en una cámara de anestesia.⁶⁰

En perros se induce a los animales con 3%, en animales pequeños 2-4% y en caballos del 2.5 al 3% de halotano.⁶⁰

- **Mecanismo de acción**

Posee un efecto depresor sobre los sistemas cardiovascular y respiratorio, además deprime centros reguladores de la temperatura corporal, por lo tanto es el anestésico inhalado más efectivo para la eutanasia. Induce anestesia rápidamente sin estrés cuando se utiliza en sobredosis.^{2,3,4,20,60}

Enflurano

El enflurano es un agente anestésico usado comúnmente para pequeños animales de laboratorio. Es de acción rápida y no produce angustia cuando se utiliza en sobredosis para la eutanasia.⁴ Es menos soluble en la sangre que el halotano, su porcentaje de inducción es similar.³ Posee un efecto depresor sobre los sistemas cardiovascular y respiratorio. Se le preferirá respecto del halotano cuando se realicen trabajos de metabolismo de fármacos o toxicología, ya que en el hígado se metaboliza una cantidad muy pequeña de esta sustancia.⁴

Isoflurano

Es menos soluble que el halotano e induce anestesia más rápidamente. Sin embargo, este tiene

un ligero olor irritante y si los animales aguantan la respiración, pueden retrasar la pérdida de la consciencia. Se requiere de una dosis mayor para producir la muerte a los animales comparada con el halotano. Aunque el isoflurano es aceptable para la eutanasia es preferible el halotano ^{1,3}.

Es particularmente útil cuando se requiera obtener tejidos como el hepático, para estudios toxicológicos o microsomales, ya que no experimenta metabolismo hepático. Este agente puede ser usado también en peces y anfibios ya que se absorbe a través de la piel y las branquias.⁴

Sevoflurano

Es menos soluble que el halotano y su olor no es perceptible. Es menos potente que el isoflurano y el halotano, tiene una menor presión de vapor. Las concentraciones anestésicas se obtienen rápidamente.³

Desflurano

Es generalmente el menos soluble y menos potente de los anestésicos inhalados, el vapor es poco penetrante, lo cual puede retardar la inducción. Es un gas muy volátil que desplaza al oxígeno e induce hipoxemia.³

Metoxiflurano

Es altamente soluble, pero induce anestesia lentamente, provoca agitación en los animales. Es condicionalmente aceptable para la eutanasia en roedores.³

Dióxido de Carbono (CO₂)

Es el método más recomendable para la eutanasia en varias especies de pequeños mamíferos tales como: ratones, ratas, cobayos, perros, hámsteres, conejos y gatos, debido a su rápido efecto depresor y anestésico que conduce a la muerte por hipoxia entre 8.5 y 10 minutos.^{3,5,24} Este gas no es flamable y por ser más denso que el aire se sitúa en las partes inferiores de los recipientes que lo contienen. En concentraciones menores al 10 % también estimula el centro respiratorio en el cerebro, ocasionando hiperventilación, afectando la aparición de la narcosis. Con una concentración de aproximadamente del 40%, el CO₂ induce anestesia, ésta se manifiesta

lentamente y es acompañada por excitación involuntaria. Después se produce apnea, caída en la presión sanguínea y la muerte.² Se acepta que a una concentración en el aire del 65-70 % de CO₂, es la más adecuada para la anestesia antes de la muerte en los cerdos.³⁷

Se han señalado algunas ventajas del uso del dióxido de carbono, como son: ausencia de residuos peligrosos en carne y restos del animal, el cuerpo se relaja, lo que facilita desollar y eviscerar el cadáver; como produce inconsciencia se eliminan las vocalizaciones y reduce el número de operarios necesarios. Se ha observado que la cantidad de sangre obtenida por medio de este procedimiento es 0.75% superior, debido a que el CO₂ estimula la respiración, favoreciendo así la circulación sanguínea y consiguientemente el desangrado. No se producen hemorragias musculares.²³

Usos e indicaciones del dióxido de carbono

El dióxido de carbono es más pesado que el aire, por ello un llenado incompleto de la cámara para eutanasia puede evitar la exposición al gas si los animales son altos o trepan. Por ello la cámara debe ser llenada previamente con CO₂ hasta el 70% antes de introducir los animales en ella, y se deberá reemplazar por lo menos el 20% del volumen total de aire por minuto.^{2, 24} El tiempo de pérdida de la consciencia es más largo si la concentración se incrementa lentamente.^{1,2,3} El dióxido de carbono es utilizado para matar sin provocarles dolor a grupos de animales pequeños de laboratorio, incluyendo ratones, ratas, cobayos, pollos y conejos; y para provocar la inconsciencia en cerdos antes de la eutanasia.²

Es importante saber que los animales recién nacidos, que hayan vivido en un ambiente con bajos niveles de oxígeno antes del parto, requieren niveles más altos de dióxido de carbono, a fin de provocarles una muerte eutanásica. Por lo tanto, se debe mantener a los animales recién nacidos en las cámaras de gas por lo menos media hora después de que haya cesado todo movimiento.^{2,3,4} Los perros, gatos y los otros animales más grandes con comportamiento inquieto estiran frecuentemente la cabeza de la zona de mayor concentración de CO₂, exponiéndose así a concentraciones que excitan más que deprimir al SNC, esto los puede conducir hiperventilar, luchar, tambalear y caerse. El gas carbónico no es efectivo para matar a los mamíferos nadadores, que se han adaptado a un ambiente relativamente con bajas concentraciones de oxígeno.²

El CO₂ generado por otros métodos como el de hielo seco, motores de combustión interna, extintor de fuego o químicos (como antiácidos, tales como el (Alka-Seltzer) son inaceptables.

Si un animal no está muerto, la narcosis debe ser realizada con otro método de eutanasia. Animales más grandes como conejos, gatos y cerdos muestran mucho estrés por la exposición al CO₂, por lo tanto, es preferible usar otros métodos. Nunca se deben exponer los animales al CO₂ solo, sino que éste deberá estar combinado con oxígeno y poco a poco ir aumentando la concentración de CO₂.²

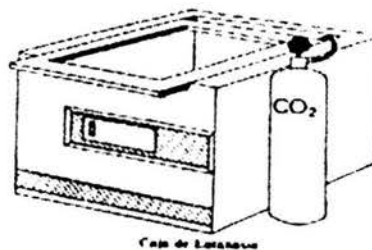


Fig. 3. Caja de eutanasia, usada principalmente para la eutanasia de animales pequeños, con el uso de dióxido de carbono. ♦(1)

• Ventajas del dióxido de carbono

1. Produce depresión rápida, analgesia y su efecto anestésico está bien establecido.
2. No se acumula en los tejidos entonces no existen residuos en animales de consumo.
3. No ocasionan daño a la arquitectura celular, y no distorsiona marcadores colinérgicos o concentraciones de cortisona.^{2, 24}
4. Se mantiene generalmente en cilindros o tanques en forma líquida por presión. También se dispone en forma sólida, cuyo uso precisa un convertidor. El CO₂ sólido se utiliza a veces en refrigeración, es barato, no flamable y no explosivo.^{2,3,23}
4. Posee mínimo riesgo para el personal cuando es usado apropiadamente con el equipo diseñado.^{2, 3, 24}

♦¹ Tomada de The Universites Federation For Animal Welfare.⁵

• **Desventajas del dióxido de carbono**

1. Como es más pesado que el aire, si la cámara de eutanasia no está bien llena, los animales trepadores o altos no quedan expuestos y sobreviven. Esto puede ser estresante para el animal.
2. La inducción de la pérdida de la consciencia a bajas concentraciones puede producir lesiones en las vías respiratorias.
3. El dióxido de carbono estimula el centro respiratorio, lo que puede causar al animal ansiedad e hiperventilación.^{2,23}

Monóxido de Carbono (CO)

Es un gas sin color y sin olor, por lo que es difícil de detectar.²

• **Mecanismo de acción**

Produce una muerte rápida, ya que se combina con la hemoglobina para formar carboximetahemoglobina, produciendo de este modo hipoxia.^{2,3,4}

Usos e Indicaciones de monóxido carbono

El monóxido de carbono proveniente del escape de la combustión del gas de los motores, no es aceptable, ya que contiene impurezas y otros hidrocarburos quemados y, en consecuencia, puede producir irritación y malestar, ya que tiene mal olor, es irritante y está muy caliente.^{2,4}

El monóxido de carbono puro, está aceptado para animales pequeños, pero en perros y gatos después de la inconsciencia pueden aparecer vocalizaciones y convulsiones, haciéndolo estéticamente desagradable.^{2,4}

Los animales se introducirán en la cámara solamente después de haberla llenado con un 6% en volumen de CO, ya que es extremadamente nocivo y peligroso para el operador, al no ser detectable, sólo debe utilizarse en un aparato de recolección de gases apropiado, tomando precauciones extremas. En la habitación deben instalarse monitores de detección de monóxido de carbono.^{2,3,4} La muerte debe confirmarse con el uso de métodos físicos.⁴

- **Ventajas del monóxido de carbono**

1. No es flamable y no es explosivo, a menos que su concentración exceda del 10%.

- **Desventajas del monóxido de carbono**

1. En reptiles no es aceptable debido a su bajo metabolismo y a su tolerancia a la hipoxia.^{2,3,4}

3. Agentes tópicos

- **Sulfonato de metano tricaina (MS-222, TMS amortiguado)**

El uso de MS-222 es un método de eutanasia seguro para peces y anfibios.^{3,4} Se ha utilizado en serpientes y caimanes inyectándolo intramuscularmente, pero por su periodo de inducción largo crea angustia en el animal.⁴

La tetracaina es un derivado del ácido benzoico, es soluble tanto en agua salada como dulce, pero necesita ser neutralizado con bicarbonato, imidazol, fosfato ácido de sodio, o hidróxido sódico para obtener un pH entre 7.0 y 7.5; y así reducir la irritación y el daño tisular. La solución se debe mantener en frasco de vidrio oscuro porque no es estable a la luz solar, y en refrigeración o congelación si es posible. La solución debe ser reemplazada mensualmente o cuando cambie de color.^{3,4} La efectividad del MS-222 varia con la especie, tamaño, temperatura y dureza del agua. Se puede utilizar junto con quinaldina o sulfato de quinaldina lo que hace más eficaz, necesitándose menores cantidades que si se utiliza cualquiera de los agentes por separado.⁴ Para realizar la eutanasia en peces se recomienda una concentración mayor de 250 mg/L, se deben mantener los animales en ella por lo menos 10 minutos hasta que cese el movimiento del opérculo.⁴

- **Desventajas del MS-222**

1. No es recomendable para animales que van a ser consumidos.⁴

III. METODOS CUESTIONABLES

Entre los que se encuentran el cloruro de potasio, dado su mecanismo de acción.

CLORURO DE POTASIO (KCL)

Cloruro de potasio en unión con anestesia general previa

Aunque este método es inaceptable y cuestionado, **sólo es aceptable si se utiliza** una solución sobre saturada de cloruro de potasio vía intravenosa o intracardiaca **en un animal totalmente anestesiado.**³

- **Mecanismo de acción del KCL**

El potasio es un ion cardiotóxico, vía intravenosa (i.v) o intracardiaca a dosis de 1 a 2 mmol/Kg de peso corporal, producirá paro cardíaco y muerte. Las soluciones sobre saturadas de cloruro de potasio son efectivas causando paro cardíaco.³

- **Usos e indicaciones del KCL**

Quien realice la eutanasia con este método deberá tener el conocimiento y el entrenamiento

En reconocer que el animal se encuentra en un plano anestésico profundo; además de que deberá saber inyectar el KCL por vía i.v. o intracardiaca.³

- **Ventajas del KCL**

1. El cloruro de potasio es una sustancia relativamente fácil de conseguir.
2. Fácil de adquirir, de transportar y mezclar en el campo.³
3. Es barato.

- **Desventajas del KCL**

1. Sólo se puede usar en animales anestesiados.
2. Se almacena en el tejido muscular y produce espasmos musculares que ocurren poco después de la aplicación de la inyección.³
3. Produce jadeo, vocalizaciones, espasmos musculares y episodio convulsivos.^{4,5}

CAPITULO IV

MÉTODOS DE EUTANASIA RECOMENDADOS EN LAS DIFERENTES ESPECIES ANIMALES

1. En animales de laboratorio

Los criterios para seleccionar un método de eutanasia en animales de laboratorio, incluyen los ya mencionados en las páginas 12, 13 y 14. Cabe mencionar que dichos métodos a utilizar deben ser compatibles con los propósitos del protocolo experimental y debe considerarse el uso que se le dará finalmente al cadáver, ya que por ejemplo en el caso del uso de los métodos químicos, específico de anestésicos inyectados, los cadáveres no deben ser usados para consumo humano ni animal, ya que la carne puede ser tóxica si se consume.²⁴

La responsabilidad en la elección del método de eutanasia recae en el investigador y o el Médico Veterinario responsable. En el caso de los métodos no mencionados en la Norma Oficial Mexicana es indispensable la aprobación del Comité de Bioética y/o de Investigación, la cual estará basada en una justificación escrita de índole científica presentada por el investigador.²⁴

Cualquier especie puede ser sujeto de estudio, en este caso se hace referencia a los animales pequeños de experimentación, que incluyen roedores y conejos.^{1,24} Cabe mencionar que en cualquier especie, se debe confirmar la muerte del animal, antes de disponer de los cadáveres.

a) Roedores

Los roedores son los animales más utilizados con fines experimentales e incluyen ratones, ratas, hámsteres, cobayos, gerbos, musarañas y lirones.¹

Siempre que sea posible se debe administrar previamente un sedante o un tranquilizante, como el que ya se ha indicado en la página 28, 29 y 30 , en el caso de utilizar un método físico para la eutanasia.^{1,2,3,4,9}

Embriones

El momento en que se ha desarrollado el tubo neural, constituyendo un cerebro funcional (hacia el 60% de la gestación), debe considerarse que el feto puede percibir dolor. Hay una gran variación en el grado de desarrollo en el momento del nacimiento de los diversos roedores. Los ratones y las ratas son totalmente dependientes al nacer y tienen muy pocas capas de desarrollo neuronal en la corteza cerebral, mientras que los cobayos están totalmente desarrollados y ya son independientes en el momento del nacimiento.¹

Si se extrae un feto de una madre anestesiada, estando también insensible, se puede matar por decapitación. Sin embargo, cuando se vaya a extraer un feto, se debe administrar a la madre una cantidad de anestésico mayor y se debe mantener durante más tiempo para asegurar que el anestésico ha cruzado la placenta. En muchos casos los anestésicos inhalados no anestesian a los fetos. Los fetos por debajo de 4 gramos que no estén anestesiados antes de extraerlos de la madre, se pueden sacrificar por enfriamiento rápido en nitrógeno líquido.¹

Neonatos

Se consideran como roedores recién nacidos hasta los 10 días de edad. Pueden reaccionar a los estímulos dolorosos más como fetos que como adultos. Se pueden eutanasiar por decapitación o concusión; o se puede considerar la hipotermia por congelación rápida solamente en fetos y neonatos pequeños (menores a 4 g) sin pelo.^{1, 25} Los animales neonatos son resistentes a la hipoxia, por lo que se incrementa el tiempo para que queden inconscientes mediante el uso de dióxido de carbono, por lo tanto no es recomendable.¹

Adultos

A continuación se mencionan los métodos más recomendados de acuerdo al cumplimiento de los criterios de eutanasia.

1.0 Anestésicos inhalados

Los anestésicos inhalados recomendados para la eutanasia de animales que pesan menos de 7 Kg., o en aquellos en los que la venopunción es difícil; en orden de preferencia son: halotano, enflurano e isoflurano.^{5,24}

Se debe tomar en cuenta que los animales neonatos son menos resistentes a la hipoxemia que los adultos en general de la misma especie.^{1,24}

En el caso del uso de cámaras de gas deben mantenerse limpias y libres de olores. En la cámara de eutanasia sólo se colocarán animales de la misma especie, del mismo tamaño y en número adecuado, hasta que cese la respiración y ocurra la muerte.^{24,23} Se colocan a los roedores en una cámara anestésica o receptáculo.^{1,3,9,24}

1.1 Halotano y enflorano

- Se requiere del uso de cámara de gases o aparatos de anestesia inhalada.^{1, 3}

1.2 Dióxido de carbono

- Se recomienda utilizar mínimo 70% de CO₂ en oxígeno o aire para producir la pérdida rápida de consciencia.^{1, 3}

1.3 Monóxido de carbono

- Se utiliza en cámara de gas.^{1, 2, 3, 5, 6, 9}
- Se colocan los roedores en la cámara que contenga previamente el 6% en volumen de CO.^{1, 3, 9}
- Se utilizan productos comerciales embotellados de CO, ya que el gas producto de la combustión de gasolina de los automóviles es irritante para los animales y esto causará angustia en ellos.
- El gas se deberá manejar con extrema precaución para evitar que el personal lo inhale.^{1,3,5,23}

2.0 Agentes inyectables

Recomendado en roedores grandes.¹ Se recomienda la vía intravenosa, si se dificulta la venopunción, es preferible la vía intraperitoneal con previa tranquilización del animal.^{1,2,3,9,24} Bajo ninguna circunstancia se debe inyectar por vía intrapulmonar o intracardiaca, a menos que el animal esté totalmente anestesiado.³

2.1 Pentobarbital sódico

- Utilizado en todo tipo de roedores inyectado por vía intravenosa, si se utiliza la vía intraperitoneal dicha sustancia deberá ser diluida en solución salina fisiológica.^{1, 2, 3, 9, 24}

2.2 T-61 (Clorhidrato de tetracaína)

- Debe ser usado sólo por vía intravenosa muy lentamente ^{1,3}.

3.0 Métodos Físicos

3.1 Dislocación cervical

- Utilizado en la mayoría de los roedores pequeños con peso menor a 200 g. ^{1,24}
- Se dificulta en hámsters y cobayos debido a sus cuellos cortos, sus músculos más fuertes y a los pliegues de la piel que cubre cuello y escápulas. ¹
- Los roedores más grandes deben ser sedados antes de la dislocación. ^{1, 2,3,4, 9, 13,24}

3.2 Irradiación con microondas

- El realizar la eutanasia con este método, no es rutinario.
- Bajo ninguna circunstancia deben utilizarse aparatos microondas de uso doméstico ya que requiere del uso de aparatos especiales.
- La realizará personal entrenado para asegurar la correcta posición del haz del rayo. ^{1, 2, 3, 9,24}

3.3 Decapitación

- Siempre se deben utilizar aparatos especiales, como la guillotina. ^{1, 2, 3, 6, 9, 24}
- Se debe tener cuidado para asegurar que el aparato esté limpio y las cuchillas estén afiladas. ^{1,3}

3.4 Congelación rápida

- Se sumerge al animal en nitrógeno líquido.

Cuadro I. Métodos aceptables en roedores inconscientes

Método	Recomendaciones
Congelación rápida	Animales menores de 4 g e inconscientes
Desangrado	En animales inconscientes
Cloruro de potasio intravenoso.	Produce jadeo, vocalizaciones, espasmos musculares y convulsiones por lo tanto se usa en animales inconscientes.

Cuadro II. Características de los métodos de eutanasia en roedores

Agente	Rapidez	Eficacia	Facilidad de uso	Seguridad del técnico	Valoración estética	Valoración general (1-5)	Observaciones
Halotano, Enflurano e Isoflurano	2	2	2	1	2	5	Aceptable
Dióxido de carbono	1	2	2	2	2	4	Método aceptable en concentraciones mayores al 70%
Monóxido de carbono	1	1	1	0	2	2	Peligroso para el operador
Pentobarbital Sódico	2	2	1	1	2	5	Aceptable
T 61	2	2	2	2	2	4	Sólo debe ser inyectado intravenosamente
Dislocación cervical	2	2	1	2	0	4	Aceptable para roedores menores de 150 g
Microondas	2	2	0	2	1	3	Requiere de personal entrenado.
Contusión	2	2	1	2	0	4	Aceptable para roedores menores de 1 kg de peso.
Decapitación	1	1	1	2	0	2	Se prefieran otros métodos
Congelación rápida	0	1	2	2	1	1	Sólo en roedores neonatos menores a 4 g

Claves: a) Rapidez 2 muy rápido, 1 rápido y 0 lento.

b) Eficacia: 2 muy efectivo, 1 efectivo, y 0 no efectivo.

c) Fácil de usar: 2 fácil uso, 1 requiere experiencia, 0 requiere de entrenamiento especial.

d) Seguridad para el operador: 2 sin peligro, 1 ligeramente peligroso, 0 peligroso

e) Valor estético: 2 estético, 1 aceptable para la mayoría de la gente, 0 inaceptable para la mayoría de las personas.

f) Valoración general: 1-5 los que tienen 5 puntos son altamente recomendados.

Como podemos observar en el cuadro II, el análisis del método se basa en su mayoría en aspectos dirigidos hacia el bienestar de la persona que lo aplica y la estética ante los observadores, lo cual es de suma importancia, pero como ya hemos mencionado y nos ha ocupado el capítulo II, el criterio más importante para valorar cualquier método es que produzca una rápida pérdida de la consciencia y sea indoloro para el animal, lo cual los autores³ de este cuadro no consideraron.

b) Conejos

Embriones

- Se pueden eutanasiar por decapitación.
- Cuando hay que extraer fetos, se debe administrar a la madre una mayor cantidad de la dosis anestésica recomendada de anestésico y mantenerlo por más tiempo para asegurar que éste atraviese la placenta.
- En muchas ocasiones los anestésicos inhalados no anestesian a los fetos.¹

Neonatos

- Se considera neonatos a los conejos recién nacidos hasta los diez días de edad.
- Se utiliza como método de eutanasia sobredosis de pentobarbital sódico, vía intraperitoneal.¹

Adultos

1.0 Anestésicos inhalados

- Los conejos reaccionan adversamente a todos los gases³⁰ y cuando sea posible son preferibles otros métodos. Si se utiliza éste método los gases a utilizar son: Halotano, isoflurano y enflurano. A concentraciones altas se produce anestesia rápida seguida de la muerte.^{1,3}

1.1 Dióxido de carbono

- Los conejos grandes pueden angustiarse inicialmente mientras están todavía conscientes y por ello, si es posible, se consideran preferibles otros métodos.^{1, 3, 9}
- Ha sido recomendado a concentraciones del 100% pero puede producir angustia.^{1,31}

1.2 Monóxido de carbono

- Método relativamente rápido y humanitario.
- Se usará gas comercial embotellado ya que el humo de los motores de combustión interna es irritante y puede llegar a quemar a los animales.^{1, 3, 9}

2.0 Agentes inyectables

- Se recomienda la vía intravenosa a través de la vena marginal de la oreja. Si ésta se encuentra lesionada se considerara la vía intraperitoneal pero con el animal tranquilizado.¹

2.1 Pentobarbital sódico

- Debe aplicarse vía intravenosa.
- Es el agente más aceptable para eutanasia.
- Se puede aplicar por vía intraperitoneal aunque causa irritación.^{1, 2, 3, 5, 6, 9, 24}

2.2 T-61 (Clorhidrato de tetracaína)

- Actúa de forma rápida
- Debe ser inyectado vía intravenosa y lentamente. Nunca por otra vía.^{1, 3}

3.0 Métodos Físicos

3.1 Émbolo oculto

- Método usado en conejos grandes (mayores a 4 kg. de peso).^{1, 29}
- Sólo se pueden utilizar pistoletas de émbolo oculto especialmente diseñadas para su uso en conejos. Requiere de personal entrenado.¹
- La bala debe penetrar unos 3 centímetros en el cerebro.^{1, 29}

3.2 Dislocación cervical

- Usado para la eutanasia de conejos de menos de 1 Kg.^{1, 3, 2}

- Puede ser necesaria la sedación antes de la dislocación, sólo si los animales no serán consumidos, y cuando sea difícil el manejo de éstos.^{1, 2, 3, 9, 24}

3.3 Concusión

Método rápido y eutánásico para **aturdir** conejos, se lleva a cabo con un fuerte golpe en la nuca con un desnucador.^{1, 2, 3}

3.4 Aturdimiento eléctrico

- Sólo se deben utilizar tenazas eléctricas diseñadas para este fin.
- La corriente eléctrica deberá pasar de un lado a otro del cerebro.^{1, 2, 3, 8, 24}

3.5 Decapitación

- Considerado como eutanasia en conejos pequeños o jóvenes (por debajo de 1 Kg.). Ya que animales más grandes cuentan con una masa muscular más densa que impide el procedimiento.

3.6 Irradiación con microondas

- Implica el uso de aparatos especiales y personal especialmente entrenado en esta técnica.^{1, 2, 3, 9, 24}

Método rápido para la eutanasia de conejos menores de 300 gramos. El método se explica en el capítulo III.

3.7 Congelación rápida

- Usado en fetos menores de 4 g colocándolos en nitrógeno líquido, ya que los animales mayores o con pelo no mueren inmediatamente.¹

3.8 Nitrógeno

- Únicamente usado en animales inconscientes.
- El animal muere por hipoxia (usado en animales inconscientes).²¹

3.9 Desangrado

- Usado en animales inconscientes, mediante el corte de la vena yugular externa.

Cuadro III. Características de los métodos de eutanasia en conejos

Agente	Rapidez	Eficacia	Facilidad de uso	Seguridad del técnico	Valoración estética	Valoración general (1-5)	Observaciones
<i>Dióxido de carbono</i>	1	1	2	2	1	1	<i>Los conejos grandes muestran estrés.</i>
<i>Monóxido de carbono</i>	1	1	2	0	2	1	<i>Los animales pueden presentar estrés.</i>
<i>Pentobarbital sódico</i>	2	2	1	1	2	5	<i>Aceptable</i>
<i>Émbolo oculto</i>	2	2	0	1	1	4	<i>Requiere de personal entrenado.</i>
<i>Dislocación cervical</i>	2	2	0	2	0	4	<i>Aceptable para conejos menores de 1 Kg. Se prefiere la tranquilización previa.</i>
<i>Contusión</i>	2	1	0	2	0	3	<i>Requiere de experiencia.</i>
<i>Aturdimiento eléctrico</i>	2	1	2	0	1	3	<i>La muerte debe ser confirmada por otro método.</i>
<i>Decapitación</i>	1	1	1	2	0	2	<i>Se prefieren otros métodos</i>
<i>Microondas</i>	2	2	0	2	1	3	<i>Requiere de personal entrenado. Solamente usado en conejos pequeños.</i>
<i>Congelación rápida</i>	1	1	2	2	1	1	<i>Sólo en conejos neonatos menores a 4 g</i>
<i>Halotano, enflorano e Isoflurano</i>	2	2	2	1	0	2	<i>Los conejos muestran signos de estrés</i>

Claves: a) Rapidez 2 muy rápido, 1 rápido y 0 lento.

b) Eficacia: 2 muy efectivo, 1 efectivo, y 0 no efectivo.

c) Fácil de usar: 2 fácil uso, 1 requiere experiencia, 0 requiere de entrenamiento especial.

d) Seguridad para el operador: 2 sin peligro, 1 ligeramente peligroso, 0 peligroso

e) Valor estético: 2 estético, 1 aceptable para la mayoría de la gente, 0 inaceptable para la mayoría de las personas.

f) Valoración general: 1-5 los que tienen 5 puntos son altamente recomendados.

2. En animales de compañía y trabajo

En general no se recomienda el uso de los métodos físicos para la eutanasia de perros, gatos y hurones. La inmovilización de gatos para métodos físicos puede ser difícil y se recomienda que **todos** los animales estén sedados antes de la eutanasia.

Embriones

El momento en que el tubo neural se ha desarrollado constituyendo un cerebro funcional se debe tomar como el punto a partir del cual el feto puede percibir dolor (30% de la gestación) y por ello deben ser eutanasiados humanitariamente. Si se extrae un feto insensible de una madre anestesiada puede ser eutanasiado por sobredosis de anestesia.^{1,3}

Neonatos

Los neonatos de carnívoros, en general deben tratarse como adultos. El método preferible es el pentobarbital sódico, pero se pueden considerar el CO₂ y la dislocación cervical. Se debe entrenar bien a los técnicos en las técnicas físicas para asegurar que las lleven a cabo correcta y humanitariamente; inmediatamente después se debe desangrar a los animales.

a) PERROS

1.0 Agentes Inyectables

1.1 Pentobarbital sódico

Para la eutanasia de perros son preferidos los métodos químicos, como los barbitúricos.^{1,3,6} La dosis de pentobarbital sódico utilizada en perros es de 120 mg/kg de peso para los primeros 4.5 Kg. y 60 mg/kg. para los siguientes 4.5 Kg. de peso, se administra vía intravenosa.^{1,3,60}

1.2 T-61

- Agente eficaz, sólo se debe administrar por vía intravenosa muy lentamente.
- Preferentemente se recomienda la sedación previa de los animales, con la finalidad de disminuir la aprehensión del animal al ser manejado.

1.3 Cloruro potásico

- Se puede utilizar en animales inconscientes, aplicándolo vía intravenosa, a través de la vena yugular, vena cefálica o safena.^{1,3}

2.0 Agentes inhalados

2.1 Halotano

- Se requiere de equipo especial de anestesia.

3.0 Agentes Físicos

3.1 Pistola de émbolo oculto

En el perro debe mantenerse la cabeza inmóvil sujetándola por la nuca con una mano. Si el animal es agresivo será necesario colocarle un bozal. El perro deberá permanecer parado, o sentado, pero no echado. Se trazarán dos líneas imaginarias, que van del ángulo externo de los ojos a la base de las orejas. Con una mano se apoya la pistola a 1 cm al lado del punto donde se cruzan las dos líneas imaginarias y de la línea media, para evitar la cresta ósea que corre a lo largo de la frente (fig. 4).^{5,6}

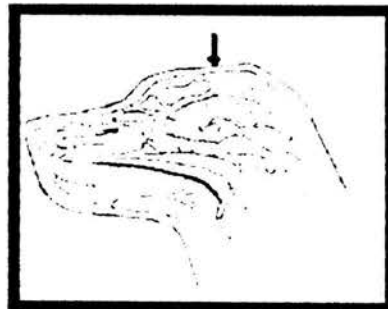


Fig. 4. Posición correcta del disparo en perros. ♦(2)

3.2 Electrocutación

- Usada en animales inconscientes.

*⁽²⁾ Tomada de The Universities Federation For Animal Welfare.⁵

- Sólo es permisible, si los electrodos son colocados de un lado a otro de la cabeza, de manera que la corriente eléctrica atraviere el encéfalo.^{1,3}

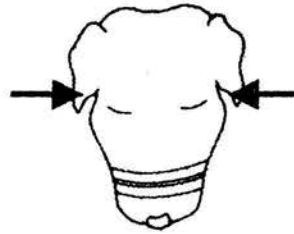


Fig. 5 Posición correcta de los electrodos en perros.

3.3 Desangrado

- Sólo se utiliza para asegurar la muerte, por lo tanto, sólo debe usarse en animales inconscientes.

3.4 Dislocación del cuello

- Se puede utilizar con animales pequeños bajo anestesia.
- Siempre se debe asegurar la muerte primero observando el cese de los signos vitales del animal y preferentemente mediante el desangrado por corte de vena yugular.

NOTA: LOS MISMOS MÉTODOS USADOS EN PERROS PUEDEN SE USADOS EN HURONES.

b) GATOS

1.0 Agentes Inyectables

1.1 Pentobarbital sódico

- Una sobredosis de 120 mg/kg de peso para los primeros 4.5 Kg. de peso, y 60 mg/kg. para los siguientes 4.5 Kg. de peso, se administra vía intravenosa, previa tranquilización química del animal.^{3,60}

2.0 Agentes Físicos

2.1 Disparo con pistola de émbolo oculto

Con la mano izquierda (si es necesario se debe proteger con un guante, con la finalidad de que la persona que maneja al animal no sea lastimado por el gato), se sujeta al animal por la nuca con la cabeza apoyada sobre algo. Para que quede más sujeto puede introducirse el cuerpo en una bolsa, dejando sólo la cabeza al exterior. Se coloca la boca del pistolete sobre la parte alta del cráneo equidistante entre las orejas, y se dispara hacia abajo. El animal quedará instantáneamente insensible (aturdido), pero durante unos 30 segundos presentará convulsiones y sangrará abundantemente por la herida de penetración. En casos de urgencia, si se dispara con rifle, escopeta o pistola, se coloca el gato sobre el suelo blando, se pone a su lado leche u otro alimento y se dispara a la cabeza. A gatos poco dóciles o ferales, sólo les disparará un buen tirador.⁵

Se utilizan los mismos métodos que en perros, como son: el pentobarbital sódico, halotano, T- 61 y émbolo oculto, a **excepción de la ELECTROCUCIÓN, ÉSTA NO DEBE SER UTILIZADA EN GATOS, debido a la alta conductividad del pelaje de éstos animales.**³

c) CABALLOS

1.0 Agentes físicos

1.1 Pistola de émbolo oculto

En los équidos la pistola se apoya en el centro de la frente, un poco más arriba de donde se cruzan las líneas imaginarias. Dichas líneas se realizan de la siguiente manera, la primera se hace trazándola del ángulo externo del ojo a la base de la oreja opuesta, igual se realiza del lado contrario. Recordando que el encéfalo se encuentra en la parte superior de la cabeza (igual en burros, potrillos y mulas). Se coloca y dispara el pistolete con dirección a la garganta.^{6,37}

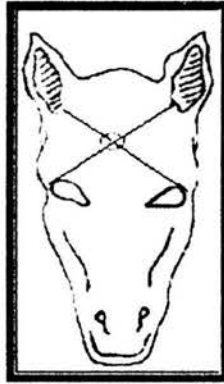


Fig. 6. Posición correcta del disparo en equinos. (3)♦

2.0 Agentes Inyectables

2.1 Pentobarbital sódico

El Pentobarbital o combinaciones de pentobarbital es la mejor elección para la eutanasia en equinos. Por el gran volumen de la solución que debe ser inyectada, el uso de un catéter colocado intravenosamente en la vena yugular facilita el procedimiento. Para facilitar la ceterización de un animal aprensivo, se recomienda el uso de un tranquilizante como la acepromazina.³ Se usa la dosis de 120mg/kg de peso. Sólo se usa este método si se asegura que la carne no será consumida por otros animales, ni el humano.⁶⁰

2.2 T-61

El T-61 también es un agente eficaz para la eutanasia de grandes mamíferos, solamente por inyección intravenosa lenta. Puede ser necesario inicialmente sedar a los animales excitables o nerviosos.^{1,3}

3. En animales vertebrados para consumo

En los casos de animales para consumo los agentes químicos suelen acumularse en los tejidos y su uso no está permitido en ellos. El dióxido de carbono es el único agente que no se acumula en ellos.³

♦(3). Tomada de The Universities Federation For Animal Welfare.⁵

Si se llegan aplicar métodos químicos se deberá tener cuidado de que el cadáver no sea consumido por otros animales ni por el humano, ya que puede ser potencialmente tóxico.^{3,60}

I. Mamíferos

El cese de la respiración, del latido cardiaco y la pérdida de reflejos son buenos indicadores de la muerte. Se debe asegurar la muerte del animal por desangrado. El personal debe estar entrenado para reconocer y asegurar la muerte cuando sacrifique estos animales.¹

Embriones

El punto a partir del cual se debe considerar la eutanasia debe ser desde el momento en el que el tubo neural se desarrolla constituyendo un cerebro funcional y de ese modo son capaces de sentir dolor (> 30% de la gestación).¹

Fetos y Neonatos

También los fetos pueden ser grandes y en general cualquier método utilizado en adultos se considera aceptable. Los fetos de los grandes mamíferos están bien desarrollados en el momento del nacimiento y por ello se debe tener un cuidado considerable para asegurar que son eutanasiados humanitariamente si se extraen del útero deben utilizarse los mismos métodos que en los adultos.^{1,3}

Adultos

Los animales deben ser adecuadamente inmovilizados en aparatos adecuados para asegurar que permanezcan inmóviles y tranquilos de modo que el método de eutanasia sea preciso y rápido, tratando de evitar en lo posible el estrés y la ansiedad en los animales.^{1,3}

a) Bovinos

1.0 Agentes físicos

1.1 Disparo

El método más utilizado para el aturdimiento en bovinos es el uso del **disparo**, especialmente con el pistolete de émbolo oculto. Se recomienda después de realizar el disparo introducir un alambre o en el orificio hecho por el émbolo y mover vigorosamente de adentro hacia fuera para terminar de destruir centros nerviosos antes del desangrado.^{1,3,26}

El lugar correcto para la colocación de la pistola de émbolo oculto en bovinos adultos: se trazan dos líneas imaginarias que comienzan en el nacimiento de los cuernos cruzándose, para terminar en el ángulo externo de los ojos, 1 cm arriba donde se cruzan, se dará el disparo para todas las razas de no gran alzada, el cañón del pistolete será dirigido hacia la garganta. ^{6,37}

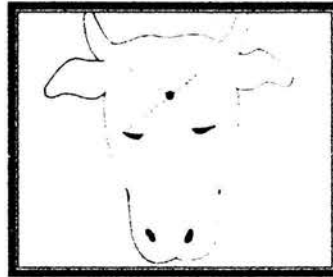


Fig. 7. Posición correcta del disparo en bovinos. (4)♦

En los bovinos de raza cebú, que tienen el cráneo convexo el disparo debe realizarse arriba de ese punto o colocando la pistola detrás de la protuberancia occipital, dirigiendo el émbolo hacia adelante en dirección a la boca (Figura 9). Si se aplica la pistola en forma perpendicular, ocurre el efecto de la "puntilla" de origen hispano, inmovilizando al animal sin insensibilizarlo, permaneciendo consciente sintiendo dolor. ^{6,37}



Fig. 8. Posición correcta del disparo en bovinos cebú. (5)♦

♦(4, 5) Tomada de Técnicas de Necropsias en Animales Domésticos. ⁶

En terneros, se puede efectuar el trazo de las dos líneas en las mismas condiciones que en el adulto, haciendo el disparo en el punto lateral a la línea de cruce.^{6,37}

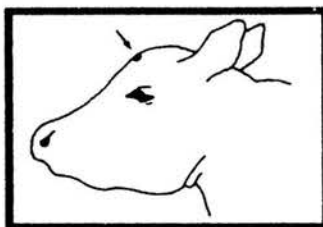


Fig. 9. Posición correcta del disparo en becerros, vista lateral. (6)♦

b) Ovejas y carneros

Sin cuernos

Uno de los métodos más utilizados es el **disparo con pistoleta de émbolo oculto**, en el caso de las ovejas y los carneros se debe levantar el morro del animal sin brusquedad con una mano y se coloca el aparato firmemente sobre la parte alta del cráneo como muestras la figura 12 y se inclina para que el trayecto del émbolo acabe en el esófago.^{6, 26}



Fig. 10. Posición correcta del disparo en ovinos y caprinos, vista lateral. (7)♦

En los animales con cuernos se coloca la pistola detrás y en la mitad de la elevación que corre entre los cuernos, dirigiéndola hacia la boca.

♦(6) Tomada de Técnicas de Necropsias en Animales Domésticos. ⁶

♦(7) Tomada de The Universities Federation For Animal Welfare. ⁵

Cuando se dispare a carneros pesados y ovejas muy desarrolladas, se deberá usar el cartucho de mayor calibre.^{6,37}

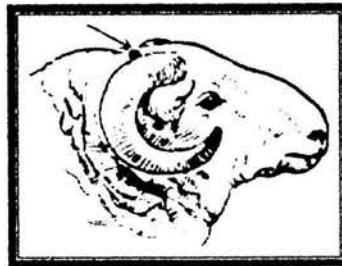


Fig. 11. Posición correcta del disparo en ovejas, vista lateral. (8)♦

El manejo de la matanza con la pistola de émbolo oculto se realiza dependiendo el volumen de ésta. Para menos de 100 animales se ocupan dos pistoletes. Para más de 100 animales se aumentará un pistoleta por cada 150 animales que aumenten el volumen, ya que suele calentarse.³⁷

NOTA: SIEMPRE QUE SE USE EL PISTOLETE COMO MÉTODO DE ATURDIMIENTO, SE DEBE REALIZAR EL CORTE INMEDIATO DE LA VENA YUGULAR EN SEGUNDOS.

2.0 Agentes Inhalados

2.1 Dióxido de carbono

Para ovejas se utiliza concentraciones de 65-70% de CO₂ y tiempo de exposición de 90 segundos y es un método efectivo, pero debido a que el vellón retiene gas es preciso introducir más gas, lo que encarece el proceso.

♦(8) Tomada de The Universities Federation For Animal Welfare.⁵

c) Caprinos

1.0 Agentes físicos

1.1 Pistoleta de émbolo oculto

El **disparo con pistoleta de émbolo** se realiza de la siguiente manera, se coloca la boca del pistoleta detrás de los cuernos y se dispara en dirección de la boca.²⁶



Fig. 12. Posición correcta del disparo en caprinos, vista lateral.

Para cabritos menores de 2 meses de edad, se puede usar el sistema eléctrico o bien, es mejor el pistoleta de émbolo oculto, disparando de frente, como ya se explicó en el caso de las temeras.³⁷

1.2 Aturdimiento eléctrico

Para ovejas y caprinos se utiliza el **método eléctrico**, siempre y cuando se cuente con un aplicador especial que penetre en la lana o pelo largo de los animales. El voltaje y el amperaje van de acuerdo al peso del animal:

Peso por animal

menos de 90 Kg.	→	240 voltios, 2 amperes.
90-130 Kg.	→	400 voltios, 4 amperes.
más de 130 Kg.	→	600 voltios, 6 amperes.

El animal que se insensibilizará será detenido por un trabajador o manejador, directamente con las manos o amarrándolo sin lastimarlo con un cuerda, en algún lugar firme. No existe peligro de choque eléctrico para el empleado, pues los aparatos utilizados con este fin son de circuito cerrado en el animal, pero será mejor que el empleado que lo detiene tenga las manos secas y botas de hule. Las fibras de aceros de los extremos de la tenazas se empaparán en una cubeta con agua de preferencia con sal, después se colocan inmediatamente bajo las orejas del animal sobre las sienes lejos del ojo, dejando pasar la corriente durante 4 segundos en los animales pequeños o medianos y de 6-10 en los más grandes y de mayor peso.³⁷

d) Cerdos

1.0 Agentes inhalados

1.1 Dióxido de carbono

Se requieren instalaciones especiales, se acepta que a una concentración en el aire del 65-70% de CO₂, es la más adecuada para la eutanasia en cerdos. Si la concentración es muy baja los cerdos no son aturdidos adecuadamente y, si es demasiado alta, hay tendencia a que los cerdos presenten cierta rigidez, actividad refleja muscular y se desangren mal. Si el período o tiempo de exposición al gas es muy largo, se produce congestión cutánea y cuando los cerdos en escaldados toman una apariencia azul.²³ Es importante, por lo tanto, que además de la correcta concentración de gas, el período de exposición sea de 45 segundos, debiendo tener lugar el desangrado en los 30 segundos siguientes a la salida del animal de la cámara de gas, se usan sistemas de bandas sin fin o rampas con poca inclinación (máximo 15°). Es posible que algunos de los efectos adversos observados a veces sean debido a las concentraciones incorrectas de gas y aire y/o a los tiempos de exposición inadecuados o demasiado largos. Entre estos efectos desfavorables se encuentran las agitaciones convulsivas, excitación de diverso grado y paro cardiaco, en particular, si el período de exposición excede de los 90 segundos, la inconsciencia se produce con los niveles óptimos de gas en unos 20-25 segundos.^{3,23} Los cerdos anestesiados por

este procedimiento y sacados de la cámara de gas recobran la consciencia si no son desangrados de modo inmediato.²³

Existen tres tipos de aparatos utilizados para este fin:

1. *El túnel oval*: Se utiliza para ritmos de matanza altos, por ejemplo, 120-140 cerdos por hora. Como el nombre lo sugiere, el túnel que contienen el gas tiene forma oval y por él circula un transportador compartimentado que traslada los cerdos, siendo la pendiente de bajada a la cámara de gas de 30°. A la salida, los cerdos son encadenados y colgados del carril de sangría e inmediatamente desangrados. El transportador está dividido en diez compartimentos, en cada uno de los cuales se acomoda un cerdo. En esta instalación pueden manejarse cerdos de hasta 113 Kg., y no animales de otras especies.

2. *El de descenso*: Es adecuado para ritmos de matanza pequeños y puede tomar cerdos de cualquier tamaño y temeros. Consiste en una caja de 213 x 68 x 53 m, que una vez introducido el animal, desciende verticalmente a la cámara anestésica en la que permanece el tiempo necesario y luego automáticamente sube al nivel del suelo proyectando al animal inconsciente para que se colgado y desangrado.

3. *Rueda de "Femis"*: Es un aparato dividido en tres compartimentos que al girar sobre un eje determina que cuando uno de los compartimentos está sobre el nivel del suelo, los otros dos estén en el interior de la cámara de gas.

2.0 Agentes físicos

2.1 Pistola de émbolo oculto

En el caso de usar **pistola de émbolo oculto**, se utilizan en verracos y cerdas los cartuchos de máxima potencia. El método para insensibilizarlos es apoyando la pistola en la mitad de la frente, 2 cm encima de una línea imaginaria que une los ojos.⁶ Se requiere de cartuchos de máxima potencia.^{6, 23,37}

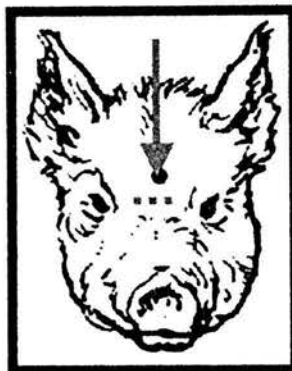


Fig. 13. Posición correcta del disparo en cerdos, vista de frente. (9)♦

En la mayor parte de los casos, en casi todas las especies, después del disparo y aunque este haya sido hecho según instrucciones, se presentarán movimientos reflejos considerables en las 4 extremidades.²³ La forma de verificar la inconsciencia en los animales insensibilizados, es la absoluta dilatación de la pupila y la inmovilidad de los párpados abiertos. Sin embargo, lo más acertado es la total flacidez de la cola y de las orejas.³⁷

2.2 Electrocutación

- La **electrocutación** es el método de elección en cerdos, sólo en caso de encontrarse en una situación de emergencia y carentes del aparato eléctrico se debe usar el pistolete. Los mataderos pequeños donde matan pocos animales podrán contar con un solo aparato. Los rastros grandes donde se maten más de 100 diarios, se deberán instalar cuando menos dos y tener uno de reserva. Antes de comenzar la insensibilización deberá cerciorarse de que el aparato está trabajando correctamente, reciba corriente y esté con el voltaje indicado para el peso con el voltaje indicado para el peso de los animales que se sacrificarán; si se cuenta con un solo aparato se sacrificarán primero los animales con menos peso con el voltaje adecuado; después de mayor peso. Las pinzas se colocan inmediatamente bajo las orejas del animal sobre las sienas lejos del ojo, dejando pasar la corriente durante 4 segundos en los animales pequeños o medianos y de 6-10 en los más grandes y de mayor peso.³⁷

♦(9) Tomada de The Universities Federation For Animal Welfare.⁵

Se presentarán dos fases en los movimientos reflejos posteriores a la insensibilización, para comprobar su inconsciencia: Ojos cerrados , 1ª fase: tónica, inmediata y total estiramiento y rigidez de las extremidades delanteras; 2ª fase: fase clónica, movimiento alternado de las cuatro extremidades. Después de la primera fase y por la rapidez de la matanza, es cuando se debe desangrar al animal, dentro de los 30 segundos siguientes a la aplicación de las pinzas. Antes de introducir los cerdos en agua hirviendo, deberá asegurarse de que los animales estén perfectamente desangrados y muertos; observando total flacidez de miembros, orejas y cola. ²³

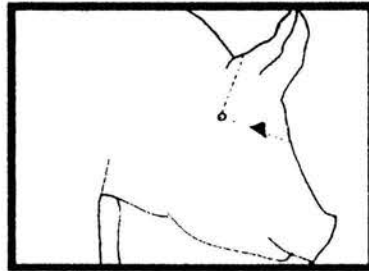


Fig. 14. Posición correcta de las pinzas para la electrocución en cerdos. (10)♦

Un método eléctrico que está dando buenos resultados en cerdos el del “paro cardíaco”. Consiste en colocar electrodos en la cabeza y en la columna dorsal, encima del corazón. La corriente produce inconsciencia y paro cardíaco al mismo tiempo, el sangrado es efectivo si se efectúa de inmediato. ⁶

II. Aves domésticas

Las aves poseen un sistema respiratorio complejo que consta de pulmones y numerosos sacos aéreos con circulación de aire en un solo sentido. Esto puede influir en la tasa de absorción de agentes inhalados y de ese modo incrementar su eficiencia. ¹

♦(10) Tomada de Técnicas de Necropsias en Animales Domésticos. ⁶

Embriones

Los embriones de ave se deben matar humanitariamente ya que pueden percibir dolor desde esa etapa. El método más empleado habitualmente para la destrucción de huevos es enfriarlos o congelarlos. La temperatura que se recomienda es menor a 4 ° C durante cuatro horas. Se debe romper el huevo y realizar la decapitación, ya que los animales estarán totalmente inconscientes.¹

Adultos

A continuación se mencionaran los métodos recomendados de acuerdo al análisis realizado en el capítulo III:

1.0 Agentes inhalados

1.1 Monóxido de Carbono

- El monóxido de carbono produce la muerte rápidamente ya que se combina con la hemoglobina, produciendo de este modo hipoxia.
- Puede ser peligroso para el personal.
- Para la eutanasia, sólo se debe utilizar el gas comprimido, que se vende comercialmente.
- La muerte se debe confirmar por métodos físicos.¹

1.2 Dióxido de carbono

- Usado con pollitos de hasta 72 horas de edad, sin embargo son poco sensibles al CO₂ por lo que se requieren dosis mayores que en las aves adultas. También se usa en pavos y pollos. En el caso de los pavos, la concentración más adecuada es del 73-77% de CO₂, y en el caso de los pollos es de 70%. Los pollos pierden la sensibilidad en unos 15 segundos y pueden recobrarla en 1.5 minutos. Con una exposición de un minuto, la inconsciencia puede extenderse a 4 minutos.²³
- Se colocan a los pollitos por lo menos durante diez minutos en contenedores con el 100% de CO₂, con un sistema de alimentación para gases.
- En el caso de aves adultas, se debe tener la precaución que la cámara esté completamente llena del gas antes de colocar las aves dentro, asegurando un nivel

uniforme de CO₂ en toda la cámara. Las aves de más edad pueden aletear tras la pérdida de consciencia, lo que puede no ser aceptable para algunos técnicos.¹

1.3 Halotano, Enflurano, Isoflurano

- Se debe suministrar aire u oxígeno durante el periodo de inducción en la cámara de anestesia.
- Estos agentes se consideran aceptables para la eutanasia de la mayoría de las aves.
- Son seguros para el personal si se utilizan con un aparato de recogida de gases y son eficaces para producir anestesia y eutanasia.¹

2.0 Agentes inyectables

2.1 Pentobarbital sódico

- Es un método aceptable de eutanasia para aves de todas las edades.
- Se debe inyectar por vía intravenosa, utilizando para este fin la vena radial.⁷⁴

2.2 T-61

- Eficaz inyectado intramuscularmente en los músculos pectorales de aves pequeñas.
- No se debe utilizar en aves grandes o de corral porque tarda algún tiempo en actuar y produce convulsiones.¹

2.3 Cloruro potásico

- Usado en **animales totalmente inconscientes**.
- Es cardiotóxico, produce espasmos musculares y ataques convulsivos, haciéndolo de este modo desagradable para los observadores.¹

3.0 Agentes Físicos

3.1 Aturdimiento eléctrico

En las aves, la velocidad de las operaciones en los rastros puede llegar a ser más de 6000 aves por hora, lo que dificulta el procedimiento de aturdimiento, así como las otras operaciones de

matanza y obtención de la canal. Por esto se utilizan varios aparatos de aturdimiento eléctrico, dependiendo de la velocidad o ritmo de trabajo del matadero. En todos los casos, el desangrado se lleva a cabo inmediatamente después del aturdimiento. En los aparatos operados a mano, un instrumento manual está provisto de un transformador que proporciona corrientes de 50, 70 y 90 V, y 100, 200 y 250 mA, respectivamente, cuando se conecta a la red de corriente alterna de 200-240 V. Este aparato parece tener buenos resultados y ser humanitario cuando se utiliza en aves domésticas de un peso medio de 2 kg. un voltaje de 70 V y durante un tiempo de 1-3 segundos. Para pavos de 6.8-9 Kg., se utilizan 90 V durante 10 segundos. Por lo demás, estos aparatos de manejo manual sólo son prácticos para pequeños ritmos de matanza, es decir de hasta 1000 aves por hora. Los aparatos de aturdimiento automático pueden ser de alto o bajo voltaje, y se utilizan cuando el ritmo de sacrificio es elevado. En los tipos de alto voltaje, se hacen pasar 400-1000 V por una parrilla o red sobre la que se transportan las aves suspendidas de las extremidades posteriores.

La corriente atraviesa el cuerpo de las aves hacia los ganchos conectados y debe vencer la resistencia de la cresta y patas escamosas. Por lo general, sólo la cresta toca la parrilla o espejo de agua, pero pueden establecer contacto otras partes del cuerpo. Entre los inconvenientes de estos sistemas de aturdimiento se cuentan un porcentaje elevado de paros cardiacos, contracciones muy fuertes de los músculos, fracturas, desangrado incompleto en las aves muertas y posibles riesgos para los operarios. Los aturdidores eléctricos de bajo voltaje (50-60 V, corriente alterna, 50-60 Hz) reducen marcadamente los inconvenientes enumerados y producen por lo general, una narcosis satisfactoria sin dolor ni estrés, aunque los resultados dependen mucho del diseño y funcionamiento del equipo. Igual que con otras formas de aturdimiento eléctrico, pueden darse "choques no eficaces" o producirse parálisis eléctrica. El aturdimiento de bajo voltaje utiliza una cabina situada en la línea de transporte de las aves a través de la cual pasan aquellas suspendidas de ganchos, estableciéndose el contacto eléctrico durante un período de 5 segundos. Las aves retiradas de la línea y no desangradas se recobrarán en 2-3 minutos. Un aturdidor para aves automático fabricado en Holanda y que ha sido introducido en Inglaterra utiliza 50 V y 200 mA, y 70 V para pollos, siendo las cabezas de las aves las que circulan por un brazo de agua

electrificado. ³⁷Los signos de choque eficaz en aves son: la cabeza, con las plumas levantadas, arqueada hacia atrás, los ojos muy abiertos, las patas en extensión rígida, el cuerpo con temblores musculares constantes y repetidos, las alas con las plumas levantadas y sueltas, dispuestas junto al cuerpo y presentando movimientos cortos y rápidos de aleteo, las plumas de la cola hacia el dorso. La ausencia de reflejo corneal no es muy significativa. ^{1,2,3}

3.2 Dislocación cervical

- Se consideran preferibles otros métodos. Para realizarlo el animal se toma de los tarsos con una mano, la cabeza quedara colgando, se mantiene contra la cadera del operador. La cabeza se sujeta con los dos primeros dedos de la otra mano detrás del cráneo y con el pulgar debajo de la parte inferior del pico. El cuello se extiende mediante un tirón fuerte y rápido hacia abajo, de modo que quede dislocado entre las regiones cervical y occipital. ⁶
- Este método no es estéticamente agradable ya que los reflejos se mantienen presentes durante algún tiempo.
- No debe utilizarse con aves de más de 3 Kg. o por encima de cierta edad, casos en los que el tirar del cuello rápidamente resulta difícil.
- Se deben inmovilizar las alas de las aves para evitar el aleteo involuntario. ^{1,3}

3.3 Decapitación

- **Sólo se usa en animales inconscientes.**
- Un trabajo llevado a cabo por Gregory y Wotton¹³ en pollos muestra que hay potenciales visuales evocados hasta 30 segundos después de la decapitación.

3.4 Inserción de aguja o descerebración

- No es un método aceptable a menos que el **ave** esté totalmente **anestesiada**. La forma de realizarla se explica en el capítulo III. ¹

III. Anfibios

Su piel es fina y está protegida por una cutícula que contiene numerosas glándulas mucosas, por consecuencia son generalmente más sensibles a las agresiones físicas y químicas que otros vertebrados; son poiquiloterms y su sistema nervioso central es menos sensible a la hipoxia y a la anoxia. Existen un conjunto de respuestas somáticas a los estímulos que se mantienen intactas tales como movimientos corporales mantenidos mucho tiempo, retirada de las extremidades como respuesta a estímulos de presión aplicados en los dedos, etc., así como un latido cardiaco que sigue en muchos casos durante horas después de la destrucción del cerebro. Esta continuación de la actividad somática se atribuye a la tolerancia prolongada a la hipoxia y a las condiciones de hipotensión de la médula espinal, nervios periféricos y musculatura tanto lisa, cardiaca y estriada y un grado de integración mucho mayor de las respuestas somáticas a nivel de la médula espinal en lugar de en el cerebro. El reconocimiento de la muerte y su confirmación se lleva a cabo por el cese del latido cardiaco y de la respiración y, cuando esto no sea obvio, se puede confirmar por destrucción del cerebro. ¹

Larvas

Los renacuajos y los tritones se pueden, matar eficazmente colocándolos en un plato de agua con MS-222 (Metano sulfonato de Tricaina). Estos producen anestesia rápida y a continuación la muerte.

Sujeción y manejo de anfibios

Es importante que los animales se manipulen firmemente, sin lastimarlos, usando guantes de textura rugosa pero no abrasivos o sujetándolos en un paño áspero. Bajar la temperatura hasta 3-4 °C lo que reducirá los procesos metabólicos y locomotores, facilitando de ese modo la manipulación previa a la eutanasia. Sin embargo, hay que tener presente que el enfriar no reduce la capacidad de sentir dolor. ¹

Adultos

Las **sustancias químicas** se administran mejor disolviéndolas en el agua donde estén los anfibios. Esto reduce el estrés que producen la manipulación y la inyección.

Metano sulfonato de Tricaína (MS-222)

- Usado en la mayoría de los anfibios.
- El MS-222 se disuelve en el agua en la que está el animal, 10g/L. Cuando deje de respirar, se mantendrá en esa misma solución por 10 minutos más para asegurar la muerte.
- Se recomienda neutralizar la solución con bicarbonato para reducir el efecto irritante sobre la piel sensible de los anfibios.^{1,3,60,61}

Pentobarbital sódico

- Vía intracelómico a dosis letales de 60-110mg/Kg.
- En ranas y sapos se pueden utilizar los espacios subcutáneos linfoides, para aplicar el pentobarbital.³
- Sólo debe llevarlo a cabo personal experimentado que asegure la inyección en el lugar correcto y una mínima manipulación.^{1,3}

T-61

- Inyectado por vía intravenosa o en el saco linfático dorsal en el caso de las ranas, esta sustancia es eficaz y humanitaria para la eutanasia de anfibios.

Inserción de aguja o descerebración

- Asegura la rápida destrucción del cerebro, lo que produce una inconsciencia inmediata.
- **Este método debe usarse solamente con animales inconscientes.**
- Es un método eficaz para asegurar la muerte sobre todo en ranas y tortugas.¹
- En algunas especies es difícil curvar la cabeza hacia delante para exponer el espacio atlanto-occipital por lo que en estos casos son preferibles otros métodos. Para descerebrar anfibios se debe introducir un estilete con punta a través la piel y músculos, entre el cráneo y el atlas, en dirección craneal a través del *foramen magnum* penetrando la

cavidad craneal, haciendo movimientos rotatorios provocando la destrucción de áreas vitales del encéfalo.²

Concusión

- Este método es eficaz y humanitario de aturdir a todos los anfibios. Hay que sujetar las patas traseras y golpear la superficie dorsal de la cabeza contra un objeto duro, macizo o se puede golpear la superficie dorsal de la cabeza con un instrumento adecuado. Es esencial la precisión para asegurar una inconsciencia y muerte inmediatas.
- Después de la concusión hay que asegurar la muerte destruyendo el cerebro.

Decapitación

- Es aceptable solamente en anfibios insensibilizados ya que no se conoce el tiempo que tardan en quedar inconscientes debido a que su sistema nervioso es muy tolerante a la anoxia.¹

Aturdimiento eléctrico

- Las ranas insensibilizadas por medios eléctricos pueden recuperarse después de 10 minutos, pero si a continuación se destruye inmediatamente el cerebro, se puede considerar como un método aceptable de eutanasia.

Microondas

- No es un método rutinario de eutanasia.

*** NOTA: COMO SE PUEDE OBSERVAR EN EL ANÁLISIS ANTERIOR, EL MÉTODO QUE PODRÍA SER UTILIZADO PARA ANFIBIOS PARA CONSUMO ES LA CONCUSIÓN ÚNICAMENTE, YA QUE EL RESTO DE LOS MÉTODOS, SE REFIEREN AL USO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS Y ALGUNOS OTROS DEBEN SER USADOS SÓLO SÍ EL ANIMAL ESTÁ INSENSIBILIZADO.**

IV. Peces

Se recomienda realizar la eutanasia en el mismo tipo de agua que sea habitual para la especie. Si hay que utilizar sustancias, se reducirá el nivel de agua para asegurar una sedación rápida, pero no demasiado para no producir angustia antes de añadir el agente. La dosificación en agua es siempre preferible a la inyección ya que esta última implica manipulación del pez y esto le produciría estrés. Puede ser necesario que los peces ayunen entre 24-48 h antes de la eutanasia química, ya que esto permitirá una absorción más rápida por el intestino y minimizará el riesgo de regurgitación que podría reducir el efecto de las sustancias químicas sobre las láminas de las agallas.⁷⁸ Los tanques que se utilicen deben permitir al técnico observar los peces y reaccionar rápidamente si hay signos de sufrimiento. En general el enfriamiento del agua reduce los procesos metabólicos y locomotores, facilitando así su manipulación, pero resulta esencial tener en cuenta la temperatura habitual del pez y su grado de tolerancia a la hipotermia. Es importante señalar también que en los peces de agua salada se forman cristales de hielo dentro de las células antes de que se congele el agua marina, lo que produciría un dolor muy intenso en el pez. En los peces de agua dulce, se producirá antes la congelación del agua que la formación de cristales internos. Sin embargo, hay que tener presente que el enfriamiento no reduce la capacidad de sentir dolor.^{1,3} El reconocimiento y confirmación de la muerte se realiza mediante el cese de la respiración (movimiento opercular) y el cese del latido cardíaco (palpación). Cuando sea posible, se debe confirmar la muerte por destrucción del cerebro.

Larvas

Los peces se pueden clasificar en ovíparos, ovovivíparos o vivíparos, dependiendo de si producen huevos que eclosionan fuera del cuerpo, si los huevos eclosionan dentro del cuerpo o si expulsan individuos jóvenes e independientes (larvas).

Los métodos de eutanasia recomendados para adultos se consideran aceptables para las larvas.

Adultos

Anestésicos

La sobreexposición a un anestésico se manifiesta primeramente por el cese de los movimientos respiratorios, seguido de la sobreextensión espasmódica o ensanchamiento de los opérculos. Al principio, estos procesos se producen cada 15-30 segundos y después a intervalos más largos. Cuando los intervalos entre espasmos son aproximadamente de 1 minuto, en pocos minutos se producirá la paro cardíaco y la muerte.¹

Metano sulfonato de Tricaína (MS-222)

- Actúa deprimiendo el sistema nervioso central. Es un fármaco del tipo benzocaína y es el método más eficaz para matar a la mayoría de los peces.
- Para la eutanasia de peces es común usar una sobredosis de anestésico de MS-222 a una concentración de 150-500mg/L, en la mayoría de peces. Es soluble tanto en agua dulce como salada.
- Hay que añadir bicarbonato, imidazol, fosfato ácido de sodio o hidróxido sódico para neutralizar el agua (a pH 7.5) para reducir la irritación y el daño tisular. Para incrementar su efectividad puede utilizarse junto con quinaldina o sulfato de quinaldina.

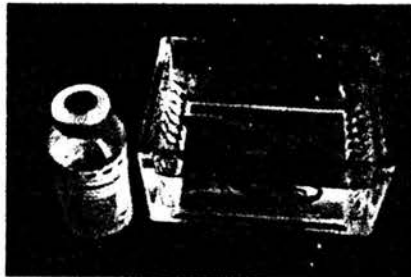


Figura 18. Administración de sobre dosis de anestésico en agua

- En peces grandes se les puede colocar un cubre agallas y sobre este añadir el MS-222, además de administrarlo también en el agua.
- Puede comprarse a proveedores de medicamentos como MS-222, metanosulfonato de tricaína, o 3 etil aminobenzoato, sal del ácido metanosulfónico. Se debe sumergir al pez

en un recipiente con 350 ppm de MS-222 (350 mg de MS-222 por litro de agua) durante 10 minutos.^{58,61, 66}

Benzocaína (etil aminobenzoato)

- Su eficacia es pH-independiente, debido a que baja el pH del agua, debe bufferarse a 7.5. Antes de añadirla al agua hay que disolverla en acetona ya que no es hidrosoluble.
- Se usa en forma de baño o dentro de un sistema de recirculación para realizar la eutanasia en peces.

Halotano

- Puede ser burbujeado en el tanque y produce anestesia. Se debe confirmar la muerte por destrucción del cerebro.

Agentes inyectables

- Se pueden usar los **barbitúricos**, pero como la extracción del agua y manipulación implican estrés, son preferibles otros métodos. Se recomienda la vía intraperitoneal, sólo si el animal está inconsciente.^{1,3}

Inserción de aguja o descerebración

- Es un método usado **SOLO EN ANIMALES INCONSCIENTES**.
- Usado en peces pequeño, cuando los métodos químicos no son adecuados para el estudio.
- Se introduce un estilete metálico en la parte superior de la cabeza entre los ojos, moviéndola hacia delante y hacia atrás para destruir el cerebro y el extremo proximal de la médula espinal.^{1,60}

Decapitación

- Se aplica en peces pequeños.
- Sólo debe llevarse a cabo en peces **previamente ANESTESIADOS O ATURDIDOS**.

*** NOTA: DE ACUERDO ANÁLISIS ANTERIOR, NO SE ENCONTRÓ UN MÉTODO INDOLORO Y ADECUADO PARA LAS CONDICIONES DE PESCA COMERCIAL A GRAN ESCALA. LA MAYOR PARTE DE LOS MÉTODOS DESCRITOS SON USADOS EN PECES DE ORNATO Y CONTAMINAN QUÍMICAMENTE LOS TEJIDOS DE LOS ANIMALES, POR LO TANTO NO DEBEN SER CONSUMIDOS POR OTROS ANIMALES NI POR EL HUMANO.**

4. En animales invertebrados para consumo (crustáceos)

Muchos invertebrados mueren si son expuestos a temperaturas abajo del punto de congelamiento. Este método ha sido recomendado en cangrejos de tierra, cangrejos de río y langostas. El método tradicional para matar crustáceos ha sido el agua hirviendo. Sin embargo, las langostas y cangrejos de río tienen sistemas nerviosos altamente desarrollados y por lo tanto no es aceptable echar a un crustáceo en un cazo con agua hirviendo.⁷⁶

El agua hervida es algunas veces recomendada para matar a una variedad de invertebrados. El agua que ha sido hervida por lo menos media hora no tiene oxígeno disuelto en ella, por lo tanto el animal muere por asfixia.⁷⁶

a) Cangrejos

- La única forma benigna de matar cangrejos para el consumo (alimentación humana) es ensartándolos correctamente, es decir, perforando el centro nervioso anterior y posterior con un estilete antes de cocerlos.⁵

b) Langostas

- A temperaturas bajas, el sistema nervioso de las langosta se vuelve inactivo y paulatinamente pierde la conciencia y puede llegar a la muerte.⁷⁶

- Se deben colocar a las langostas antes de cocerlas en una bolsa de plástico en un congelador a una temperatura de -10°C a -15°C durante dos horas. Luego se sacan y ya pueden ser sumergidas en agua hirviendo.
- Se deben colocar cuatro litros y medio de agua hirviendo por langosta, la llama debe ser constante y que hierva rápidamente, la langosta queda completamente sumergida, manteniéndola así como ayuda de unas pinzas durante dos minutos, de esta forma el animal morirá en 15 segundos.^{5,76}

5. En animales silvestres en cautiverio

El manejo de fauna silvestre frecuentemente requiere de anestesia general la cual proporciona pérdida de consciencia lo cual mitiga la aflicción, ansiedad, aprehensión y percepción del dolor.^{1,3}

Aún cuando el animal este bajo anestesia general con sus sentidos auditivos, visuales y estimulación táctil minimizados, le ayudaremos asegurando una eutanasia lo mas libre de estrés. Con el uso de anestesia general hay mas métodos de eutanasia disponibles.³

Un proceso de dos fases de eutanasia involucra la anestesia general, tranquilización, o uso de analgésicos, seguida de fármacos intravenosos inyectables, comúnmente sobre dosis de anestésico para dar muerte al animal.³ En este trabajo se difiere con el panel de eutanasia de 1993, en el que se recomienda el uso de bloqueadores neuromusculares antes de usar un método de eutanasia.³

La forma de minimizar el estrés del animal, además de mantener la seguridad del personal, ya sea por un animal temperamental, de gran talla o que esté aprehensivo, es a través del uso de tranquilizantes, aplicados por medio de cerbatanas. La mayor parte de los agentes usados para la contención química, tardan en surtir efecto en 10 a 20 minutos, su aplicación es intramuscular y no son irritantes para los tejidos. Su aplicación requiere de equipo especial para el uso de ellos en fauna silvestre; dicho equipo se compone de impulsores de largo, mediano, y corto alcance, como rifles y pistolas que disparan la jeringa por medio de cargas de CO_2 o cartuchos de salva calibre 22. El teleciclista; jeringa con mango de un metro o más de longitud; cerbatanas y ballestas que

impulsa el equipo de inyección a distancia mayor que la cerbatana; aunque su impulso es silencioso, el equipo es voluminoso, difícil de manipular en espacios reducidos y requiere de fuerza física para tensar la cuerda.^{3,7}

A) REPTILES

Debido a que los reptiles son poiquilotermos, están acostumbrados a las fluctuaciones de su temperatura corporal y su sistema nervioso central es menos sensible a la hipoxemia, incluso cuando se interrumpe el riego sanguíneo a los nervios craneales y al cerebro después de la decapitación, éstos animales son capaces de responder a estímulos durante algún tiempo, dada su capacidad de resistir bajas cantidades de oxígeno. Aunque la decapitación, por sí sola, no produce inconsciencia rápida en las cabezas separadas de los reptiles,⁷⁹ la rápida destrucción del cerebro elimina realmente las respuestas que habitualmente se cree que indican consciencia. Sin embargo, hay un conjunto de respuestas somáticas a los estímulos que se mantienen intactas, como son: movimientos corporales mantenidos mucho tiempo, retirar las extremidades como respuesta a estímulos de presión aplicados en los dedos, etc., así como latido cardíaco que sigue en muchos casos durante horas después de la destrucción del cerebro. Esta continuación de la actividad somática se atribuye a la prolongada tolerancia a la hipoxia y a las condiciones de hipotensión de la médula espinal, nervios periféricos y musculatura (lisa, cardíaca y esquelética) y al grado de integración mucho mayor de las respuestas somáticas a nivel de la médula espinal en lugar de en el cerebro.⁷⁵

Sujeción y manejo de reptiles

Antes de llevar a cabo la eutanasia es importante utilizar buenas técnicas de inmovilización para asegurar el mínimo estrés. Deben tomarse precauciones especiales cuando se manipulen especies venenosas, como muchos tipos de serpientes, especialmente cuando no están habituadas a ser manipuladas.^{3,62,31}

Los lagartos pueden producir mordidas graves aunque sean de pequeño tamaño. Atacan a su presa atrapándola rápidamente y sacudiendo la cabeza para rasgar el tejido. Los músculos que cierran la boca son fuertes pero los que la abren son débiles por lo que resulta fácil sostenerlos cerrándoles la boca. Un cocodrilo azotará su cola durante la contención y ésta puede resultar un arma poderosa en especies de gran tamaño. Los cocodrilos pequeños (de menos de medio metro) pueden contenerse tomándolos por detrás del cuello y estabilizando la cola. Las especies grandes (hasta los 2 metros) pueden contenerse con un domador y varias personas encima del animal. El hocico se asegura en posición cerrada y luego se fija con cinta adhesiva. Muchos animales giran, el operario debe de responder a estos movimientos para evitar que el animal se estrangule.³¹

En el caso de las serpientes los ganchos son herramientas útiles para dirigir movimientos o para levantar al animal, pueden utilizarse para oprimir la cabeza del animal permitiendo que el operario la agarre teniendo mucho cuidado y no aplicar demasiada presión y lastimar al animal. Nunca debe permitirse que una serpiente grande se enrosque alrededor del cuello o del cuerpo del operario. Es aceptable el permitirle a la serpiente enroscarse en un brazo y muchas serpientes se sienten más cómodas en esta posición. No es recomendable manejar serpientes venenosas a menos que se tenga antídoto preparado. Antes de empezar a manejar serpientes venenosas, debería tenerse experiencia en el manejo de serpientes no venenosas. Otro método de sujeción excelentes en serpientes son los tubos de plástico, éstos pueden cerrarse en un extremo o dejarlos abiertos. Los modelos con ranuras o hendiduras en las paredes laterales permiten llevar a cabo con seguridad varios procedimientos . El diámetro del tubo debe ser aproximadamente el mismo que el diámetro de la serpiente en su parte más gruesa. Si es mucho más ancho, la serpiente puede llegar a girarse dentro del tubo. La serpiente será guiada al interior del tubo con un gancho. Se le permite entrar en el tubo y avanzar por su interior hasta un tercio de la longitud total del animal. El cuerpo de la serpiente se prende en la base del tubo y así queda contenida.³¹

◆ **Lagartos y serpientes**

Para asegurar una inmovilización firme pero no traumática en la manipulación de lagartos y serpientes resulta muy útil utilizar instrumentos acolchonados. El enfriamiento hasta 3-4 ° C reducirá los procesos metabólicos y locomotores en la mayoría de los reptiles (esta temperatura puede matar algunas especies tropicales), facilitando de este modo la manipulación previa a la eutanasia. Sin embargo, se debe tener presente que el enfriamiento no reduce la capacidad de sentir dolor.^{1,3,31}

Dado que es difícil determinar en los reptiles cuando están inconscientes o muertos, se recomienda asegurar la muerte por destrucción del cerebro. Frecuentemente, pero no siempre, la falta de reflejo palpebral o de respuesta en la membrana nictitante, excepto en las serpientes que no poseen párpados móviles, implica la falta de consciencia. El *nigor mortis* y la ausencia prolongada de latido cardíaco y/o circulación son indicadores fiables de la muerte.^{1,3}

◆ **Tortugas**

En tortugas terrestres, de mar y de agua dulce, la retracción de la cabeza y la protección del caparazón pueden dificultar la eutanasia. Para ayudar a exponer la cabeza se pueden colocar las tortugas de tierra en agua tibia poco profunda; las especies marinas grandes se pueden colocar sobre un armazón inclinado 45° con la cabeza arriba, induciendo la extensión del cuello; las especies de caparazón blando se pueden poner sobre su espalda para inducir la extensión del cuello.

Para facilitar la manipulación de las especies acuáticas se pueden utilizar guantes de textura rugosa pero no abrasiva.^{1,69}

◆ **Cocodrilos**

En la inmovilización de cocodrilos el factor clave para la seguridad del técnico, es la inmovilización de las mandíbulas y la cola, que sólo debe ser realizada por expertos.^{1,5}

Embriones

En el caso de los reptiles hay que considerar dos estadios diferentes: los huevos y los individuos de eclosión reciente, a los reptiles recientemente eclosionados se les puede tratar igual que a los adultos, ya que los reptiles nacen como individuos totalmente desarrollados (con la excepción de no ser capaces de reproducirse).

En el caso de los embriones en estadio de huevo se recomienda, la rotura del huevo y el sacrificio de los embriones por inyección de pentobarbital sódico, sobredosis anestésica o utilizando un método físico apropiado para destruir el cerebro, el huevo o la forma de vida temprana.

En general los huevos pueden sucumbir a altas y bajas temperaturas, pero algunos pueden resistir la congelación. No se consideran aceptables la hipotermia ni la hipertermia por que no se puede garantizar una muerte humanitaria. El ahogamiento no se considera humanitario ya que produce la muerte por anoxia de un modo lento. Los huevos sin embrión se pueden congelar.

Adultos

De la clase Reptilia, se distinguen tres grupos básicos:

1. Squamata: En los que se encuentran las serpientes y lagartos
2. Testudines: En las que se encuentran tortugas de tierra, marinas y de agua dulce, y
3. Crocodylia: En la que se encuentran los cocodrilos y caimanes.

Cabe mencionar que los reptiles de mayor tamaño pueden necesitar ser sedados antes de ser eutanasiados.^{69,75}

Pentobarbital sódico

- El pentobarbital sódico es un método efectivo y humanitario para la eutanasia de **serpientes y tortugas**.⁶⁹

- La vía intravenosa (vena coxígea en serpientes y por la vena yugular en tortugas) puede ser utilizada por personal bien entrenado, cuando la vía intravenosa sea difícil se puede utilizar la vía intraperitoneal.
- No se inyectará por vía intracardiaca o intrapulmonar ya que están consideradas dolorosas e irritantes.^{1,3,36,62}

Pistola de émbolo oculto

- Usado en **grandes reptiles**, tales como **cocodrilos** y **tortugas grandes**. El émbolo deberá atravesar el cerebro con la finalidad de matar al animal, de otro modo sólo lo aturdiría. Es necesario asegurar que el animal no mueva su cabeza antes de disparar.^{3,76}

Concusión

- En **serpientes y lagartos** pequeños con estructuras óseas finas.
- Se debe golpear la parte trasera de la cabeza del animal con un instrumento u objeto duro, ya sea para sacrificar al animal directamente o para dejarlo inconsciente.
- La concusión debe estar siempre seguida de la destrucción del cerebro.⁷⁵

Inserción de aguja o descerebración

- Sólo se puede llevar a cabo con **reptiles inconscientes** y por personal experimentado, la técnica se explica en la página 34.

Decapitación

- Sólo se puede utilizar si el reptil ha quedado inconsciente por otros métodos, ya que se registran largos períodos de consciencia post-decapitación.^{1,36,79}

B) AVESTRUCES

Pentobarbital sódico

- Es la manera más humanitaria de matar avestruces que no sean para consumo humano.⁷⁵

Pistola de émbolo oculto

- Es una de las formas más humanitarias en el caso de avestruces para consumo humano.
- Después del disparo en la cabeza el animal debe ser desangrado, realizando un corte a nivel de las carótidas en el ángulo entre la parte inferior del pico y el cuello. Además con esto puede obtenerse la sangre.⁷⁵

C) DELFINES Y BALLENAS

Sobredosis de etorfina

- Se usan agujas largas para inyectar dentro del músculo. Se aplican 0.5 ml por metro de longitud del cuerpo en pequeños cetáceos y 4ml por 1.5 metros de longitud del cuerpo en grandes cetáceos.⁸⁰

Disparo con arma de fuego

- Usado en cetáceos de 3-4 metros de largo. El disparo no es un método de elección en ballenas por el grosor del cráneo y la grasa. El arma debe ser colocada en un ángulo de 45° abajo y atrás de una línea imaginaria que corre entre las branquias pectorales.^{68,80}

D) PRIMATES NO HUMANOS

El personal que manipule primates debe estar especialmente entrenado para estos fines. Si hay que sacrificar primates, es preferible que lo haga personal que les resulte conocido a los animales, con el fin de reducir el estrés y la ansiedad. Para todos los grandes primates, se debe administrar

sedación previa a la eutanasia. El cese del latido cardiaco, de la respiración y la ausencia de reflejos se pueden considerar como buenos indicadores de la muerte.^{1,3}

Embriones

Todos los fetos en los que el tubo neural se haya desarrollado constituyendo un cerebro funcional deben ser sacrificados humanitariamente. Algunas veces se necesitan fetos con fines experimentales pero raramente se sacrifica a la madre para proceder a la extracción de los fetos del útero. Estos fetos pueden ser eutanasiados por sobredosis de anestésico o por métodos físicos después de anestesiarlos.

Adultos

Pentobarbital sódico

- El único método recomendado para el sacrificio de primates es por sobredosis de anestésico.
- El pentobarbital sódico inyectado por vía intravenosa, por vena radial, es el agente más aceptable.

E) FOCAS

Disparo con rifle

- Se debe usar rifle o revólver.
- En animales adultos, se debe disparar con rifle de calibre no menor al 22, usando municiones huecas o blandas.
- Disparar desde la menor distancia posible, apuntando a la cabeza, delante o por detrás, a la parte posterior de la cabeza. Cuando una foca sea agresiva, disparar por detrás, en el caso que sólo se toque el cerebro en su parte posterior, disparar de nuevo más adelante, apuntando a un punto aproximado a 2.5 cm encima de la intersección imaginaria de las

líneas que la base de la oreja vayan al ojo opuesto. Un auxiliar puede ayudar para llamar la atención del animal.⁵

- En focas jóvenes se les dispara con rifle calibre con munición hueca o blanda y apuntando de modo que el proyectil penetre el cerebro desde la mayor proximidad posible.

Pentobarbital sódico

- Vía intraperitoneal (se usa una aguja larga) o vía intravenosa aplicar de 10 hasta 20 ml.⁸⁰

F) TEJONES, NUTRIAS, ZORROS, VISONES Y ARMIÑOS

- El método para matarlos es el disparo con rifle o fúsil calibre 22 estando a la menor distancia posible.
- Se utiliza para todos armas de calibre 22.
- Pentobarbital sódico vía intravenosa e inhalación de halotano.^{3,80}

G) MURCIÉLAGOS

- Pentobarbital vía intraperitoneal.
- Sobredosis de inhalación de halotano, bióxido de carbono en un saco de plástico.⁸⁰

H) VENADOS

- Pistolete de émbolo oculto o disparar con rifle en la cabeza realizando un punto de intersección entre dos líneas imaginarias que van de la base de la oreja al ojo del lado contrario. Después de esto el animal debe ser desangrado por corte de vena yugular.

- Sobredosis de pentobarbital sódico vía intravenosa por vena yugular.⁸⁰

I) TOPOS

- Sobredosis de pentobarbital vía intraperitoneal.
- Sobredosis de inhalación de halotano.⁸⁰

J) ARDILLAS

- Sobredosis de anestésicos inhalados como dióxido de carbono.⁸⁰

CAPITULO V:

MÉTODOS DE MATAR DE ANIMALES NO ACEPTABLES

Se define como métodos inaceptables a aquellos que por la forma, tiempo y sufrimiento que causan a los animales, no deberán ser utilizados.

1. MACERACIÓN

La maceración es una técnica que requiere serias restricciones en cuanto al tamaño y la edad del animal que pueden someterse a este proceso.³ Este método ha sido usado para matar pollitos de hasta 72 horas de vida y peces muy pequeños. Se deberían utilizar maceradores específicamente diseñados con este fin, pero suelen utilizarse unidades de eliminación de residuos. El aparato utilizado para este fin consiste en cuchillas que rotan rápidamente a más de 5.000 r.p.m., la capacidad y el diseño del aparato deben ser suficientes para asegurar que los animales sean sacrificados inmediatamente, sin posibilidad de que puedan ser lanzados hacia fuera por las cuchillas giratorias. En los aparatos más pequeños cabe la posibilidad de que por mal manejo los animales sean lanzados al exterior por las cuchillas. Para algunos técnicos este método puede ser estéticamente desagradable. No se deben utilizar tampoco aparatos domésticos para este fin.^{2,3,4,45}

2. LA PUNTILLA O SECCION MEDULAR

Método llevado a cabo en España, parte de Italia, México y algunos países de América del Sur. Al utilizar el método de la puntilla se secciona la médula espinal a nivel del espacio occípito-atlantoideo, y secciona la médula oblonga, debido a que los animales sacrificados por este procedimiento presentan un reflejo motor considerado por algunos expertos como indicativo de un estado de sensibilidad es prohibido en algunos países de Europa. El encéfalo continua recibiendo sangre a través las se produce el sangrado cortando la carótida el encéfalo sigue recibiendo sangre a través de las arterias intervertebrales.²³ En las zonas árticas, los renos son sacrificados con ayuda de un cuchillo curvado de un solo filo, que después de introducido en el espacio occípito-atlantoideo. es dirigido hacia adelante con el fin de destruir el cerebro. Se considera que

es un método poco efectivo y doloroso, ya que no deprime el sistema nervioso central por lo que produce dolor, inmoviliza a los animales y los deja completamente conscientes.^{23,37}

3. ESTRICNINA, SULFATO DE MAGNESIO, NICOTINA, BLOQUEADORES NEUROMUSCULARES Y OTROS.

Dichos fármacos eran utilizados para matar a los animales, ahora su uso es totalmente injustificado ya que los fármacos bloqueadores neuromusculares, tales como la succinilcolina y bromuro de vecuronio, pancuronio y cumarina no producen pérdida de la consciencia, y no tienen efecto analgésico. Además la estricnina excita el sistema nervioso central y el animal permanece consciente y con un dolor muy intenso hasta que muere por asfixia,⁷¹ produce contracciones musculares violentas asociadas a dolor intenso, por lo que también es peligroso para el personal, ya que puede ser golpeado por el animal; el sulfato de magnesio provoca la muerte por asfixia y la nicotina produce convulsiones antes de la muerte.^{1,20,24,60,67}

Otros agentes inyectables prohibidos para dar muerte a los animales son la cafeína, sulfato de magnesio, cloruro de potasio, agentes limpiadores, solventes, desinfectantes y otras sales tóxicas.^{1,3,24}

El sulfato de magnesio se ha utilizado sólo o junto con pentobarbital sódico a 80 mg/kg. Es un agente bloqueador neuromuscular y un depresor del miocardio, **no un depresor del sistema nervioso central.**⁷¹ Se requieren grandes volúmenes y los animales pueden mostrar espasmos musculares, episodios convulsivos, vocalizaciones, respiración jadeante y defecación antes de morir. Carece de efectos analgésicos y anestésicos, por ello no es aceptable como agente único.^{1,3,24}

4. DESANGRADO (COMO MÉTODO ÚNICO, SIN INSENSIBILIZACIÓN PREVIA)

El desangrado como método único en la religión judía y mahometana, se proclama que no supone ningún acto de crueldad, ya que el cuchillo utilizado está muy afilado, el corte es practicado diestramente por una persona experimentada, y la sección de las arterias carótidas va seguida por una caída muy rápida de la presión sanguínea en las arterias cefálicas. Se sostiene, por lo tanto,

que la anoxia cerebral producida por disminución del aporte sanguíneo determina casi de modo inmediato la pérdida de sensibilidad. Pueden persistir los reflejos corneal y palpebral, así como la irrigación de arterias invertebrales. Se producen convulsiones después de algún tiempo de practicado el corte.^{23,24}

5. ÉTER Y CLOROFORMO

El éter fue usado como anestésico volátil, tiene alta solubilidad en la sangre e induce anestesia lentamente, es irritante para los ojos y la nariz, y posee serios riesgos asociados a su flamabilidad.^{3,9,24} Aunque el éter es aceptable para la eutanasia, se prefieren otros agentes. Su uso ha sido utilizado en modelos de estrés.³

El éter es un agente inflamable explosivo y nunca se debe utilizar en presencia de llamas o cuando el equipo eléctrico no está protegido.²

El éter y el cloroformo en el pasado se utilizaban como anestésicos, cuando la exposición a sus vapores eran con la concentración y la duración suficientes, para producir la eutanasia. Sin embargo, el cloroformo no se recomienda ya, por causa de su potencial carcinogénico, hepatotóxico y nefrotóxico.^{2,3, 9,24} El cloroformo actúa deprimiendo el sistema nervioso central y produce fallo cardíaco y respiratorio. No es aceptable como agente eutanásico ya que es hepatotóxico, nefrotóxico y carcinogénico para el técnico y para otros animales. Antes de la pérdida de consciencia produce excitación.¹ El éter es flamable y explosivo, las explosiones han ocurrido cuando los animales, fueron eutanasiados con éste y luego colocados en un refrigerador ordinario (a prueba de explosiones) o congelador y aún cuando son embolsados los animales y mandados al incinerador sin ventilar primero.³ Sólo se puede usar en una campana ventilada²⁴. Es irritante en para nariz y ojos. Sólo debe ser utilizado o manejado en una campana ventilada o en un área ventilada y en ausencia de las flamas.^{23,24}

6. DESCOMPRESION Y VACIO

Este método actúa por inducción de hipoxia cerebral. Puede haber efectos físicos adversos debidos a los gases atrapados en las cavidades corporales (por ejemplo senos, trompas de

eustaquio) al expandirse, lo que puede causar dolor intenso y molestias antes de quedar inconsciente el animal.³¹ Existe además la posibilidad de fallo del equipo, resultando una rápida recompresión con dolor intenso y angustia en los animales. El animal inconsciente puede hincharse, sangrar, vomitar, convulsionarse, orinar y defecar y es estéticamente desagradable para el observador.⁶⁸ También puede tardar algún tiempo hasta quedar inconsciente.⁶⁹ **Por estas razones no es aceptable como método de eutanasia.**^{1,3,24}

7. HIPOTERMIA

La hipotermia consiste en matar a los animales exponiéndolos a muy bajas temperaturas, como por ejemplo en los ultracongeladores. Se sabe que la hipotermia actúa como un agente anestésico hasta cierto punto. Sin embargo, **no es un método de eutanasia aceptable para ningún animal.** Sólo se pueden utilizar los ultracongeladores para asegurar la muerte una vez que el animal este totalmente inconsciente y éste no se recupere.¹ El congelamiento sólo se acepta si los animales están totalmente anestesiados.²⁴

8. HIPERTERMIA

Se ha sugerido para algunos vertebrados poiquiloterms la elevación de la temperatura con el fin de sacrificarlos, ya que morirán por encima de su temperatura crítica, la cuál puede ser de solamente unos grados por encima de su rango de actividad normal, pero esto **no es aceptable.** **Los animales nunca serán introducidos en agua hirviendo ya que causa un dolor intenso y una muerte lenta.**¹

9. AHOGAMIENTO EN AGUA EN ANIMALES PULMONADOS O EXTRACCIÓN DE VÉRTEBRADOS CON BRANQUIAS FUERA DEL AGUA.

El ahogamiento no es un método humanitario de eutanasia para ningún vertebrado ya que es lento, produce estrés intenso y ansiedad por la hipoxia. No es aceptable el sacar del agua a los vertebrados con branquias (incluyendo los renacuajos).^{1,24,70}

10. ROTURA DEL CUELLO

Se ha utilizado algunas veces este método para sacrificar aves. Se presiona el cuello del ave de pequeño tamaño contra una barra, produciendo parálisis por la destrucción de la médula espinal sin daño al cerebro, permaneciendo el animal consciente con dolor, temor y angustia. **Este método no es aceptable para la eutanasia de aves ni de ningún animal.**^{1,77}

11. ESTRANGULAMIENTO

Este no es un método aceptable para matar ningún animal, debido al tiempo que tarda en quedar inconsciente, el dolor, la excesiva ansiedad y el estrés que produciría.¹

12. PROTOXIDO DE NITRÓGENO

Son necesarias concentraciones hipóxicas de casi el 100% para conseguir la eutanasia y es de actuación lenta causando por ello estrés. El animal se convulsionará después de perder la consciencia, lo que reduce la aceptabilidad para el observador. **No es un agente eutanásico aceptable.** Sin embargo, se puede utilizar con otros agentes para acelerar el comienzo de la anestesia.¹

13. CICLOPROPANO

El ciclopropano es un método humanitario de eutanasia para la mayoría de los animales de laboratorio, ya que produce una anestesia rápida y profunda. Sin embargo, es inflamable con aire y explosivo con oxígeno, lo que lo hace peligroso para el técnico. Esto reduce su aceptabilidad como agente para eutanasia.¹

14. GAS CIANHÍDRICO

El gas cianhídrico bloquea la captación de oxígeno, causando dificultades respiratorias y convulsiones violentas antes de comenzar la inconsciencia y la muerte.⁷¹ Es además muy peligroso para el técnico. No es aceptable para la eutanasia de ningún animal.¹

15. 2-FENOXIETANOL

Este agente está diseñado como antibiótico para peces, pero administrado en cantidades suficientemente grandes puede matar. Las dosis deben ser altas y la muerte puede ser lenta, incrementando de ese modo el angustia en el pez. En algunos peces produce hiperactividad antes de la anestesia. Su descomposición química en el agua es muy lenta, lo que hace muy difícil su eliminación ya que sería peligroso para el medioambiente si se vertiese por el alcantarillado, porque puede matar a las bacterias de los sistemas de depuración de aguas residuales. No es aceptable para la eutanasia de peces.¹

16. COMPRESIÓN TORÁCICA (Cardiopulmonar)

Es usada para la eutanasia de animales de corral pequeños a medianos (pichones, palomas, conejos pequeños) o de campo.³ Se realiza mediante la colocación del dedo pulgar y el índice de una mano, debajo de las alas del ave, es decir, colocándolos contra las costillas. El dedo índice de la otra mano es colocado contra el borde del esternón. Al oprimir con los dedos, existe paro cardíaco, hemotórax y se pierda la capacidad inspiratoria. La compresión cardiopulmonar no es apropiada ya que es dolorosa y produce estrés en los animales.³ Además de que es considerado estéticamente inaceptable. La hemorragia y destrucción de los órganos no permiten que el cadáver sea utilizado en diagnóstico anatomopatológico, ni para otros estudios, en los que se requiere de la integridad anatómica.³

17. KETAMINA (sedantes)

La ketamina **no se considera aceptable como agente único para eutanasia**, ya que serían necesarios grandes volúmenes. En conejos se producen potentes convulsiones y vocalizaciones que lo hacen estéticamente inaceptable. Puede ser aceptable usado junto con xilacina.¹

Los sedantes **no son aceptables como agentes eutanásicos** debido a los enormes volúmenes que serían necesarios para producir la muerte.¹

18. CHORRO DE AGUA

El chorro de agua de alta presión ha sido recientemente propuesto para aturdir a los cerdos en mataderos, el cual es estresante para el animal, además de que se requieren equipos sofisticados para este fin.¹

19. DESCEREBRACION COMO MÉTODO ÚNICO

Utilizado como método único es cruento y sobre todo dolorosa para el animal, requiere de manejo lo que aumenta el estrés en él.^{1,3}

20. EMBOLISMO GASEOSO

Sólo se permite en animales anestesiados ya que puede estar acompañado de convulsiones, opistótonos y vocalizaciones.²⁴

21. CIANURO

No se acepta por el peligro que representa, además la forma en que muere el animal causa un efecto desagradable para los observadores.²⁴

22. CO₂ QUE NO ES PURO O QUE ES PRODUCIDO POR MOTORES DE COMBUSTIÓN.

El CO₂ generado por otros métodos como el de hielo seco, extinguidor de fuego o por antiácidos, tales como el Alka-Seltzer, ya que irritan la piel de los peces y vías aéreas.^{1,3}

23. ELECTROCUCIÓN CON ELECTRODOS EN BOCA/OREJA Y ANO, O PICO A CLOACA.

Como se revisará y analizará más adelante, la electrocución deberá llevarse a cabo mediante la colocación de electrodos de un lado a otro de la cabeza^{1,3}, de manera que la corriente atraviese el encéfalo y no como aún se indica en algunos manuales en los que se indica que los electrodos se colocan en boca/oreja y cauda/ano.^{38,77}

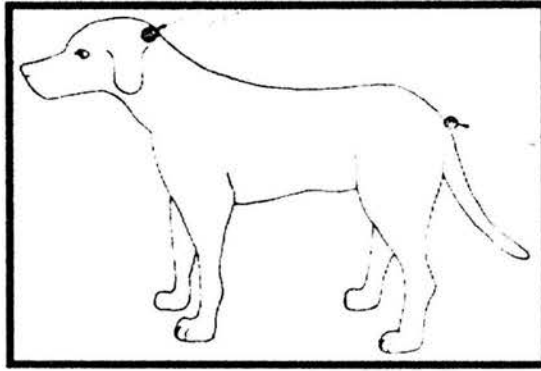


Fig. 15. Se muestran los puntos donde son mal colocados los electrodos y sólo causará parálisis consciente al animal. ♦(11)

(11) ♦ Tomada de Asociación Nacional para la aplicación de leyes de protección a los animales A.C. ³⁸

CAPITULO VI: CONCLUSIONES

De acuerdo al código de ética del Médico Veterinario, éste tiene la responsabilidad de tratar con dignidad y respeto a todos los animales, así como educar a las personas que se encuentran laborando y son responsables de ellos. Es por esto, que una de las tareas, como ya se ha mencionado, es enfrentar la decisión de la eutanasia y es responsabilidad directa del MVZ verificar que sea llevada a cabo de manera correcta, con los métodos adecuados existentes para cada especie, asegurando la integridad física tanto de los animales, como de las personas que estén presentes en ese momento, si es que se habla de eutanasia, si no, sólo se estará hablando de matanzas y muerte como tal de los animales, lo cual está en contra de nuestra ética profesional. Ya que el término eutanasia o de "muerte con misericordia", implica que es una muerte inducida de forma tranquila, sin estrés, ni dolor para quien la experimenta. Se cree que la percepción del dolor tanto en mamíferos y aves es similar a la del hombre, dado la similitud del sistema nervioso de dichas especies animales, por lo tanto quien realice la eutanasia deberá **demostrar ética y sensibilidad hacia el valor de la vida animal**. Es preciso que el personal sea entrenado en varios aspectos que son imperativos para llevar a cabo la eutanasia, entre ellos el reconocimiento del dolor, temor, ansiedad, insensibilidad y muerte de las especies con las que se este trabajando. Para aplicar los métodos se deberá entrenar al personal haciendo hincapié en el mecanismo de acción explicando con términos sencillos, para así crear conciencia en los trabajadores, del dolor o ansiedad que se les provocará a los animales si la muerte no es efectuada de forma adecuada. Además de dicho entrenamiento se debe realizar la revisión y mantenimiento constante de instrumentos y del equipo para aturdir a los animales; las instalaciones deben ser periódicamente inspeccionadas y limpiadas para asegurar que estén en buen estado y que funcionarán correctamente en todas las ocasiones. Se deben limpiar la sangre, orina y heces ya que podrían causar ansiedad en el resto de los animales.

La elección del método de eutanasia debe basarse en que cumpla con los requisitos de mínimo dolor y angustia para los animales y seguridad del operador; los observadores deben evitarse

siempre. Como ya se ha mencionado uno de los requisitos principales es que el método sea adecuado a la especie, talla, tamaño y edad del animal, por lo tanto en caso de no encontrar un método para alguna especie en especial, considerando su fisiología, se tomará de una especie lo más parecida biológicamente a ella.

La sujeción del animal ya sea física como química es muy importante, la segunda, que se logra a través del uso de tranquilizantes, ayudará a disminuir la aprehensión del animal y facilitar la aplicación del método de aturdimiento o de eutanasia. En general, el pentobarbital sódico inyectado vía intravenosa, es considerado como el mejor método para la mayoría de los animales, por sus efectos a nivel del sistema nervioso central. El monóxido de carbono también es una excelente opción, pero requiere de equipos especiales, y tiene ciertas restricciones en algunas especies como en los gatos y cerdos.

Cuando se elijan métodos físicos de muerte, sólo se consideran como eutanásicos aquellos que vayan precedidos de insensibilización o sedación.

De acuerdo a lo analizado y en concordancia la NOM-062-ZOO-1999, queda prohibido el uso de relajantes musculares o drogas paralizantes del tipo de succinilcolina, guayacolato, de glicerol o curariformes. Tampoco se permite el uso del éter, ni del cloroformo por su alto grado explosivo, y la irritación que produce a las vías áreas y a que produce bronco espasmos.

La electrocución en la que se colocan los electrodos en boca y ano, para cualquier especie, debe ser rechazada totalmente, ya que de ésta forma únicamente causa parálisis, y el animal está plenamente consciente, además de que nunca se deben conectar dichos electrodos a la corriente alterna casera, ya que no contiene la cantidad de electricidad necesaria para aturdir a los animales. Estas práctica deben ser prohibidas en las escuelas de veterinaria y en los centros de enseñanza, así como en los ranchos. Otro método sumamente común a nivel de campo, es el desangrado por corte de arteria carótida y vena yugular, junto con la tráquea, el cual también debe ser prohibido. Los cadáveres no deben ser incinerados hasta tres horas después de la confirmación de la muerte y hasta que presenten el *rigor mortis*.

En cuanto a la eutanasia de los animales existe una ignorancia enorme, hace falta más información de experimentos serios, y bien diseñados, para especies tales como invertebrados, moluscos y fauna silvestre.

Es imperativa una educación que informe y ayude a crear conciencia de nuestra responsabilidad para ejercer éticamente nuestra profesión, dado que con frecuencia se encuentran casos en los que por desconocimiento, falta de "información" y profesionalismo utilizamos a la "eutanasia" como un pretexto a nuestra ignorancia, por una parte deshaciéndose del animal sin una justificación y por otra, matándolo usando métodos inaceptables, creyendo que se hace de la forma adecuada. Es por esto que como comunidad científica se tiene la obligación de estar al tanto de los avances en las áreas que nos compete siempre pensando en el beneficio de los animales, ya que ellos son la razón de nuestra profesión.

CUADROS

I. MÉTODOS NO ACEPTABLES EN ANIMALES DE LABORATORIO

CUADRO IV. MÉTODOS NO ACEPTABLES PARA LA EUTANASIA DE ROEDORES

<i>Hipotermia</i>	Produce estrés.
<i>Nitrógeno y argón.</i>	Las ratas exhiben signos de pánico y angustia antes de la inconsciencia.
<i>Protóxido de nitrógeno</i>	Éste mata por anoxia, es lento y los roedores muestran signos de ansiedad.
<i>Ciclopropano</i>	Es extremadamente peligroso para el técnico.
<i>Éter y cloroformo</i>	Ambos son extremadamente peligrosos para el técnico y producen irritación de las vías aéreas al ser inhalado.
<i>Descompresión, émbolos gaseosos, asfixia, ahogamiento, tricloroetileno, metoxiflurano, gas cianhídrico, estricnina, nicotina, hidrato de cloral, sulfato magnésico, fármacos curariformes y agentes bloqueantes neuromusculares.</i>	No deben ser usados para sacrificio de roedores.

CUADRO V. MÉTODOS NO ACEPTABLES PARA LA EUTANASIA DE CONEJOS

Hipotermia	Nunca colocarlos en congelación.
Protóxido de nitrógeno y argón.	Produce ansiedad antes que inconsciencia.
Metoxiflurano	Tarda demasiado tiempo en actuar.
Éter y cloroformo	Es peligroso para el técnico y producen irritación de las vías respiratorias al ser inhalado.
Ciclopropano	Es muy peligroso para el técnico.
Clorhidrato de ketamina	La inyección iv produce contracciones tónicas, acompañadas de vocalizaciones, siendo por ello inaceptable para la eutanasia de conejos.
Descompresión, asfixia, ahogamiento, tricloroetileno, metoxiflurano, gas cianhídrico, estricnina, nicotina, hidrato de cloral, sulfato magnésico, fármacos curariformes y agentes bloqueantes neuromusculares	No deben ser usados para sacrificio de conejos.

II. MÉTODOS NO ACEPTABLES EN ANIMALES DE COMPAÑÍA Y TRABAJO.

CUADRO VI. MÉTODOS NO ACEPTABLES EN PERROS

<i>Electrocución con electrodos en oreja y ano.</i>	Sólo causa parálisis de tipo consciente, por lo tanto es dolorosa.
<i>Decapitación</i>	Dolorosa y estresante para el animal.
<i>Dislocación cervical</i>	Dolorosa, requiere de mayor manejo del animal.
<i>Ahogamiento, asfixia,</i>	Causa estrés y dolor al animal.
<i>concusión (adultos).</i>	Causa estrés y dolor al animal.
<i>estrangulación,</i>	Causa estrés y dolor al animal.
<i>Protóxido de nitrógeno, gas cianhídrico, ciclopropano, metoxiflurano, tricloroetileno, embolla gaseosa, ácido cianhídrico, hidrato de cloral, estrícnina, nicotina, sulfato magnésico y agentes bloqueantes neuromusculares.</i>	Algunos causan parálisis consciente del animal, además de estrés ya angustia.
<i>Éter y cloroformo</i>	Son sustancias peligrosas para el personal que los maneja, ya que son carcinogénicas y hepatotóxicas.
<i>Descompresión</i>	Produce ansiedad, estrés y dolor a los animales.

NOTA: SE PROHÍBEN LOS MISMOS MÉTODOS EN PERROS QUE EN HURONES.

CUADRO VII. MÉTODOS NO ACEPTABLES EN GATOS

<i>Electrocución .</i>	No se recomienda ya que el pelaje del gato, tiene alta conductividad de la electricidad y pueden ocurrir accidentes.
<i>Decapitación</i>	Dolorosa y estresante para el animal.
<i>Dislocación cervical</i>	Dolorosa, requiere de mayor manejo del animal.
<i>Ahogamiento, asfixia,</i>	Causa estrés y dolor al animal.
<i>concusión (adultos).</i>	Causa estrés y dolor al animal.
<i>estrangulación,</i>	Causa estrés y dolor al animal.
<i>protóxido de nitrógeno, gas cianhídrico, ciclopropano, metoxiflurano, tricloroetileno, embolia gaseosa, ácido cianhídrico, hidrato de cloral, estricnina, nicotina, sulfato magnésico y agentes bloqueadores neuromusculares.</i>	Algunos causan parálisis consciente del animal, además de estrés ya angustia.
<i>Éter y cloroformo</i>	Son sustancias peligrosas para el personal que los maneja, ya que son carcinogénicas y hepatotóxicas.
<i>Golpe en el tórax en gatos</i>	Doloroso y estresante para los animales.
<i>Descompresión</i>	Produce ansiedad, estrés y dolor a los animales.
<i>Bióxido de carbono</i>	Les produce estrés

CUADRO VIII. MÉTODOS NO ACEPTABLES EN CABALLOS

<i>Decapitación, desangrado por corte ya sea de vena yugular o arteria aorta via rectal.</i>	Producen dolor al animal, además se prolongan la muerte.
<i>El metoxiflurano, tricloroetileno, estricnina, sulfato magnésico, clorhidrato de nicotina ketamina, productos curariformes y otros agentes bloqueantes neuromusculares.</i>	No son aceptables para la eutanasia.

III. MÉTODOS NO ACEPTABLES EN ANIMALES VERTEBRADOS PARA CONSUMO

CUADRO IX. MÉTODOS NO ACEPTABLES PARA LA EUTANASIA DE BOVINOS, OVINOS, CAPRINOS Y CERDOS.

Monóxido de carbono	Algunos animales, incluidos los cerdos, muestran signos de excitación severa y vocalizaciones, algunas veces antes de alcanzar la inconsciencia, con niveles altos de monóxido de carbono. No es un agente aceptable para eutanasia.
El metoxiflurano, tricloroetileno, estricnina, sulfato magnésico, clorhidrato de nicotina ketamina, productos curariformes y otros agentes bloqueantes neuromusculares.	No son aceptables para la eutanasia de grandes mamíferos.
Decapitación, desangrado por corte de vena yugular .	Producen dolor al animal.

CUADRO X. MÉTODOS NO ACEPTABLES PARA LA EUTANASIA DE AVES

Rotura de cuello	No produce pérdida de la conciencia.
Desangrado	En aves la sangre se coagula fácilmente, produciendo un desangrado incompleto.
Descompresión (creando vacío)	La descompresión produce rápida expansión de los gases en los sacos aéreos y en los huesos neumáticos, lo que puede producir dolor.
Protóxido de nitrógeno	El animal presenta convulsiones después de perder la conciencia.
Éter, Cloroformo y Ciclopropano	Son de peligro extremo para el técnico y a la irritación de las vías aéreas del ave.

CUADRO XI. MÉTODOS NO ACEPTABLES PARA LA EUTANASIA DE ANFIBIOS

Hipotermia como método unico.	Aletarga al animal, no reduce la sensación de dolor. La congelación no es aceptable, debido a que la formación de cristales dentro de los tejidos corporales es probable que produzca dolor.
Hipertermia	No se debe arrojar a los anfibios en agua caliente o hirviendo ya que es extremadamente doloroso.
Desangrado	La inconsciencia no sucede inmediatamente, por esto no de debe usar.
Estrangulamiento	Se considera doloroso y estresante.
Dióxido de carbono	La inducción requiere demasiado tiempo.
Éter	Es irritante para las membranas mucosas y es peligroso para el técnico.
Cloroformo	Es una sustancia peligrosa para el personal que la maneja, ya que es carcinogénico y hepatotóxico.
Anestésicos inhalados volátiles, hidrato de cloral, clorhidrato de ketamina, clorbutanol, metilpentinol, 2-fenoxietanol, alcohol amílico terciario, tribromoetanol y uretano.	No se consideran aceptables ya que actúan lentamente y pueden irritar la piel.

CUADRO XII. MÉTODOS NO ACEPTABLES EN PECES.

Extracción del agua	Produce angustia y sufrimiento
Aplastamiento de todo el cuerpo o cabeza con una piedra.	Es doloroso.
Aturdimiento eléctrico	La corriente alterna estimula la contracción de la musculatura esquelética, cardíaca y lisa, e induce tetania, no anestesia. ^{1,72}
Hipotermia	Al introducirlos en un congelador o en hielo picado, se prolonga el periodo de consciencia, no reduce la capacidad de sentir el dolor.
Hipertermia	Cuando se colocan peces en agua caliente cerrarán fuertemente los opérculos, disponiendo de ese modo de una reserva de oxígeno que prolonga su periodo de consciencia. El agua hirviendo producirá un dolor extremo.
2-Fenoxietanol	Se necesitan dosis enormes para conseguir la muerte y, además, tiene un largo periodo de inducción.
Desnucamiento (en la unión de la cabeza y el cuello se ejerce presión doblándola, hasta romper la cabeza)⁵	Produce alto grado de estrés y dolor en los peces.
Éter dietílico	Provoca la irritación de las membranas mucosas.
Hidrato de cloral	Posee largo periodo de inducción y sólo actúa como sedante.
Alcohol amílico terciario	Produce irritación durante la inducción.
Tribromoetanol	Es irritante y posee un periodo largo de inducción.
Clorbutanol	Requiere dosis grandes.
Metil pentínol	Produce estrés por paro respiratorio.
Piridinas	Son peligrosas para el técnico
CO₂	Generado por métodos como el hielo seco, extinguidor de fuego o antiácidos, tal como el Alka-Seltzer.
Bebidas alcohólicas con alta graduación.	Produce irritación.
NUNCA tirar un pez por el desagüe.	El pez acabará en una fosa séptica, bañado en productos químicos y aguas residuales para morir horas o días después. ²⁵
Sección transversal con cuchillo de la espina dorsal. (corte de cuello)	Doloroso, sólo se acepta en peces insensibles.
Exanguinación	No está considerada como un método aceptable de eutanasia, ya que es muy lenta y resulta muy difícil localizar las venas, a menos que el animal esté insensible. ¹

IV. MÉTODOS NO ACEPTABLES EN ANIMALES INVERTEBRADOS PARA CONSUMO

CUADRO XIII. MÉTODOS NO ACEPTABLES EN INVERTEBRADOS

<i>Hipertermia</i>	<i>Nunca sumergir a los animales en agua hirviendo, sin previa inconsciencia.</i>
<i>Sumergirlos en formol, alcohol y cloroformo.</i>	<i>No causan inconsciencia.</i>

V. MÉTODOS NO ACEPTABLES EN ANIMALES SILVESTRES EN CAUTIVERIO

CUADRO XIV. MÉTODOS NO ACEPTABLES EN REPTILES.

<i>Sección de la médula espinal</i>	Se ha visto que los cocodrilos pueden permanecer conscientes hasta 1 h 50 minutos después de la sección de la médula espinal y otros reptiles pueden permanecer conscientes durante periodos de tiempo parecidos.
<i>Hipotermia</i>	Produce que el animal se entuma y se formen cristales de hielo dentro de los tejidos corporales lo que produce dolor.
<i>Hipertermia</i>	No debe utilizarse nunca agua hirviendo para sacrificar reptiles.
<i>Desangrado</i>	No se considera humanitaria debido a la tolerancia de los animales a la hipoxia.
<i>Cloroformo y éter</i>	Se ha utilizado para matar tortugas inyectándolo en la cavidad peritoneal, el cual es sumamente irritante.
<i>Tricaina metano sulfonato (MS-222)</i>	Existe poca información sobre lo humanitario de este método y por ello no se considera aceptable.
<i>Halotano, enflurano, isoflurano, metoxiflurano y CO₂</i>	Se obtiene una lenta inducción.
<i>Clorhidrato de ketamina</i>	Se obtiene una lenta inducción.
<i>Bloqueadores musculares</i>	Prohibidos totalmente.

CUADRO XV. MÉTODOS NO ACEPTABLES EN OTROS ANIMALES.

Castor	<i>Ahogamiento en agua y aplastamiento del cuerpo con trampas.</i>
Gatos salvajes	<i>Golpe con garrote, ahogamiento en agua y estrangulación.</i>
Chinchilla	<i>Electrocución con electrodos en genitales, orejas y patas, o por rotura de cuello.</i>
Coyote	<i>Golpe con garrote, ahogamiento, envenenamiento o estrangulamiento con lazos.</i>
Zorro en cautiverio	<i>Electrocución con electrodos en genitales, envenenamiento, o por combustión de bióxido de carbono.</i>
Zorro en vida libre	<i>Golpe con garrote, ahogamiento, envenenamiento o estrangulamiento con lazos.</i>

LITERATURA CITADA

1. Close B. Recomendaciones para la eutanasia de los animales. *Lab Anim* 1997; 31:1-32.
2. Canadian Council on Animal Care. Guide to the care and use of experimental animals. 1998; Manual Vol 1: capítulo XII. 141-143.
3. Andrews J, Bennett T, Clark D, Houpt K, Pascoe J, Robinson G, *et al.* Report of the American Veterinary Medical Association. Panel on Euthanasia, *J Am Vet Med Assoc* 2000; 218:669-696.
4. Bennett BT, Elementos esenciales para la investigación animal, una guía para la investigación personal. 2ª edición, Centro De Información del Bienestar Animal, Estados Unidos de América., 1994.
5. The Universities Federation For Animal Welfare. Sacrificio eutanásico de los animales domésticos. Inglaterra (Herefordshire): UFAW, 1979.
6. Aluja SA, Constantino, CF. Técnicas de Necropsias en Animales Domésticos. 2ª. ed. México; Manual Moderno, 2001.
7. Sumano LH. Farmacología veterinaria. 2ª ed. México; Mc Graw-Hill-Interamericana, 1997.
8. Blackmore DK. Euthanasia; not always eu. *Aust Vet Assoc Conference*. 1993; 410-411.
9. Institute of Laboratory Animal Resources. Commission on Life Sciences, National Research Council. Guía para el cuidado de los animales de laboratorio y uso de los animales de laboratorio. National Research Council. Edición Mexicana auspiciada por la Academia Nacional de Medicina, México, D.F., 1999.
10. Blackmore DK. Energy requirements for the penetration of heads of domestic stock and the development of a multiple projectile. *Vet. Rec.* 1985; 116:36-40
11. Jones TC, Hunt RD, King NW. *Veterinary Pathology*. 6 th ed. Pennsylvania: Williams and Wilkins, 1997.

12. Lambooy E, Voorst VN. Electrocution of pigs with notifiable diseases. *Vet Quarterly* 1986; 8(1):80-82.
13. Gregory NG, Wotton SB. Comparison of neck dislocation and percussion of the head on visual evoked responses in the chicken's brain. *Vet Rec* 1990; 126:570-572.
14. Holson RR. Euthanasia by decapitation: evidence that this technique produces prompt painless unconsciousness in laboratory rodents. *Neurotoxicology* 1992;14:253-257
15. Clifford DH. Preanesthesia, anesthesia, analgesia, and euthanasia. Academic Press, 1984.
16. Allred JB, Bemston GG . Is euthanasia of rats by decapitation inhumane?. *J Nutr.* 1987; 116:9: 1859-1861.
17. Vanderwolf CH, Cain DP, Cooley RK, Robertson B. Neocortical and hippocampal electrical activity following decapitation in the rat. *Brain Res* 451: 340-344.
18. Mikeska JA, Klemin WR. EEG evaluation of humaneness of asphyxia and decapitation euthanasia of the laboratory rat. *Lab Anim Sci* 1975; 25:175-179.
19. Commission of the European Communities. Council Directive on the protection of animals at the time of slaughter or killing. Consolidated TEXT produced by the CONSLEG system of the office for official Publications of the European Communities, 1993.
20. Muir WW, Hubbell JA. *Manual de Anestesia Veterinaria*. Zaragoza,: Editorial. Acribia, 1989.
21. Hellebrekers LJ, Baumans V, Hartman W. On the use of T-61 for euthanasia of domestic and laboratory animals. *Lab Anim* 1990;24:200-224.
22. Glass HG, Snyder FF, Webster E. The rate of decline in resistance to anoxia of rabbits, dogs, and guinea pigs from the onset of viability to adult life. *Am J Physiology* 1994; 140:609-615.
23. Gracey J.E. *Higiene de la carne*. 8ª ed. en español de la obra en inglés. España; Interamericana Mc Graw-Hill, 1989. capítulo 7. Sacrificio humanitario. 127-151
24. Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999, Especificaciones, técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio.
25. Phifer CB; Terry LM, Use of hypothermia for general anaesthesia in preweanling rodents. *Physiol Behav* 1986; 38:885-887.
26. Marshall S, Milligan A, Yates R. *Experimental Techniques and anaesthesia in the rat and*

- mouse. ANZCCART Facts Sheet. AZCCART News 1994; 7:1.
27. Derr. RF Pain perception in decapitated rat brain. *Life Sci* 1991; 49:1399-1402.
28. Lord R, Use of ethanol for euthanasia of mice. *Aust Vet J* 1989; 66:268.
29. Haltzmann M, Killing of experimental rabbits with captive bolt according to animal welfare regulations. *J Exp Anim Sci* 1991; 34:203-206,.
30. Green CJ. Euthanasia, In: *Animal anaesthesia. Laboratory Animals Handbook*. London. Lab Anim Ltd, 1987.
31. Fowler ME. *Zoo and Wild Animal Medicine*. 2ª edición, W B Saunder, 1986.
32. Real Academia Española. *Diccionario de la Lengua Española*. España: Editorial Espasa- Calpe, 2001.
33. Gouika JE. *The New Encyclopaedia Britannica*. Vol 4, 15 th edition, Micropaedia Ready Reference, Chicago, 1998.
34. Del Pozo GS, Sumano LH, Villagrán VC. Reflexiones sobre eutanasia en pequeñas especies. *Vet Mex* 1992; 3:185-187.
35. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Norma Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995. Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres.
36. Hoff G.L, Frye F.L, Jacobson E.R. *Diseases of amphibians and Reptiles*. Edited by Plenum Press, London, 1984.
37. Asociación Nacional para la aplicación de leyes de protección a los animales A.C. Instructivo de rastros para la correcta aplicación de los aparatos modernos de previa insensibilización al sacrificio de los animales de consumo. Asociación Nacional para la aplicación de leyes de protección a los animales A.C., México, D.F.
38. Asociación Nacional para la Aplicación de Leyes de Protección a los animales A.C. Eutanasia en perros adultos. Asociación Nacional para la aplicación de leyes de protección a los animales A.C., México, D.F.
39. *Webster's Desk Dictionary of the English Language* Gramercy Books New York 2a, ed. 1990.
40. Kuthy PJ, Villalobos PJ, Yamamoto CM. *Introducción a la bioética*. Capítulo 15, Eutanasia y muerte digna. Méndez editores, México, 1999.

41. Hare D. The right to die. *Can Vet J* 1994; 35:69-70.
42. Onions CT. *The Shorter English Dictionary*. Oxford, England: Clarenton Press, 1987.
43. Sanders CR. Killing with Kindness: Veterinary euthanasia and the social construction of personalhood. *Sociological Forum* 1995; 10: 195-214.
44. Sociedad Protectora de Animales. Asociación Humanitaria Mexicana A.C. La eutanasia. <http://www.zihuatanejo.net/spaz/eutanasia.html> Zihuatanejo, Guerrero, México, 2001-2002.
45. Wittington PE. Euthanasia of day-old chicks with dioxide and argon. *Vet Rec* 1995; 136: 292-294.
46. Zweighaft HM. Euphemisms to "euthanasia". *Can Vet J* 1990; 31:61.
47. Schneider BJ. Euthanasia and the veterinarian. *Can Vet J* 1996; 37:217-218.
48. Wetzel RW, Ramsay EC. Comparison of four regimens for intraoral administration of medication to induce sedation in cats prior to euthanasia. *J Am Vet Med Assoc* 1998; 213: 243-244.
49. Esparza ME. La Tanatología en la Medicina Veterinaria. Curso de Oncología en Pequeñas Especies, México. <http://www.ammvepe.com/oncologia/tanatologia.html>, 2002.
50. Morris LM. *Mundo Animal: Tragedia estremecedora*. México, Editorial Ex libris, 1997.
51. Anil SS, Anil L, Deen J. Challenges of pain assessment in domestic animals. *J Am Vet Med Assoc* 2002; 220:314.
52. Anand KJ, Hickey PR. Pain and its effects in the humane neonate and fetus. *N Engl J Med* 1987; 317: 1321-1329.
53. Bath GF, Management of pain in production animals. *Appl Animal Behav Sci* 1998; 59:147-156.
54. Knight B. *Medicina Forense de Simpson*. 2a edición, Manual Moderno, México 1999.
55. Romairone DA. Eutanasia. 2000, enero. <http://diagnosticoveterinario.com/comentarios/comentario.html>
56. Kraus A. Eutanasia; reflexión obligada. *Rev Inves Clin* 1995; 47:217-229.
57. Carter CJ, Nieves MA. *Aquarium Fish Medicine*. Iowa University Veterinarian State 1995; 55:10-16.
58. Lewbart, GA. *Tropical Fish Diseases, Therapeutics, and Diagnostic Principles*. AquaMed Manual, AquaMed '91. Texas A&M University at Galveston. June 3-14, 1991.

59. Stoskopf, MK ed. Tropical Fish Medicine. Veterinary Clinics of North America, W.B. Saunders, Philadelphia, P.A., 1988.
60. Plumb, DC. Veterinary Drug Handbook. 2th edition, Iowa State University Press, United States of America, 1995.
61. El acuario de Aticus, Argentina.
<http://www.acuarioaticus.com.ar/lobasico/inconvenientes.shtml#eutanasia>.
62. Bamard S.M. Reptile Keeper's Handbook. Department of Herpetology Zoo, Atlanta. Krieger Company, Florida, 1996.
63. <http://www.vetmed.ufled/lacs/HumaneEuthanasia/imps.htm>
64. http://www.canal_h.net/webs/sgonzalez002/Terapeutica/TRANQUILIZACION.htm
65. Malvino E. y McLoughlin D. Lecciones de medicina critica, Diagnóstico de muerte cerebral en adultos. Argentina, 2000. <http://www.librosmedicos.com/medicina-critica/muertecerebral.pdf>
66. Ford, D.M. Ornamental Fishkeeping and the Veterinary Profession. Proceedings of the 4th Kal Kan Symposium. Oct 11-12, 1980.
67. Goodmann A., Goodmann. L. Y Gilman, L. Las Bases Farmacológicas de la Terapéutica. Mc Millan Company, Estados Unidos, 1993.
68. Dierauf LA. Handbook of Marine Mammal Health, Disease and Rehabilitation. Congressional Science Fellow Capitol Hill, Washington, D. C, 1990.
69. Meredith A., Redrobe S. BSAVA Manual of Exotic Pets. British Small Animal Veterinary Association, 4th ed., 2002.
70. Kestin SC, Wotton SB, Gregory NG. Effect of slaughter by removal from water on visual evoked activity in the brain an reflex movement of rainbow trout (*Oncorhynchus maykiss*). Vet Rec 1991; 128: 443-446.
71. Hatch RC. Euthanatizing agents. In: Veterinary Pharmacology and Therapeutics, 5th ed., Iowa State University Press, pp. 1059-1064, 1982.
72. Summerfelt RC, Smith LS. Anesthesia, surgery, and related techniques. Methods for Fish Biology. Bethesda: American Fisheries Society, 1990.
73. Schatzmann U, Leunberger T, Fuchs P. Jet injection: The possibility of using a high pressure

water jet for the stunning of slaughter pigs. *Fleischwirtschaft* 1991; 71: 899-901.

74. Hanson MA. Euthanasia of embryos and fetuses: implications of legislation. Department of Physiology and Biochemistry, University of Reading, p.15-17. Universities Federation For Animal Welfare (UFAW), England, 1986.

75. Huchzermeyer FW. Patología de las aves y otros ratites. 1ª. edición, Ediciones Mundi Prensa. España, 1999.

76. Remfry JC. Euthanasia of animals in schools-Trends and methods. Universities Federation For Animal Welfare (UFAW), England, 1986.

77. Calnek BW. Enfermedades de las Aves. 2ª edición, Manual Moderno, México, 1997.

78. Brown LA. Anesthesia in fish. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1988; 18:317-320.

79. Warwick C. Crocodilian slaughter methods, with special reference to spinal cord severance. *Tex J Sci*, 1990 42:191-198.

80. Wild Casualty Euthanasia (with special reference to UK Wildlife).
<http://WildlifeCasualtyEuthanasia.htm>