

Cuidados perioperatorios del cerdo en la cirugía experimental

Beatriz Eugenia Pérez Guillé
Rosa Eugenia Soriano Rosales
Arturo Carmona Mancilla
Octavio Villanueva Sánchez
Miguel Ángel Jiménez Bravo Luna
Susana Monroy Santoyo
José Francisco González Zamora





Cuidados perioperatorios del cerdo en la cirugía experimental

Beatriz Eugenia Pérez Guillé
Rosa Eugenia Soriano Rosales
Arturo Carmona Mancilla
Octavio Villanueva Sánchez
Miguel Ángel Jiménez Bravo Luna
Susana Monroy Santoyo
José Francisco González Zamora



Cuidados perioperatorios del cerdo en la cirugía experimental

Beatriz Eugenia Pérez Guillé
Rosa Eugenia Soriano Rosales
Arturo Carmona Mancilla
Octavio Villanueva Sánchez
Miguel Ángel Jiménez Bravo Luna
Susana Monroy Santoyo
José Francisco González Zamora



Cuidados perioperatorios del cerdo en la cirugía experimental

Beatriz Eugenia Pérez Guillé; Rosa Eugenia Soriano Rosales; Arturo Carmona Mancilla;
Octavio Villanueva Sánchez; Miguel Ángel Jiménez Bravo Luna; Susana Monroy Santoyo;
José Francisco González Zamora

Primera edición: 28 de junio 2019

Derechos Reservados ©
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán
04510. Ciudad de México
ISBN:

Esta obra fue aprobada por el Comité Editorial de la Facultad de Medicina, UNAM. Su contenido es un auxiliar para la enseñanza y es responsabilidad de sus autores.

Hecho en México

Prohibida su reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales. Reconociendo los derechos morales al autor en todo momento, y restringiendo su comercialización y la generación de productos derivados (CC BY-NC-ND).

ePub realizado por Print to e-book S. A. de C. V.

contacto@printtoebook.com.mx

www.printtoebook.com.mx

Índice

[Portada](#)

[Portadilla](#)

[Página legal](#)

[Índice](#)

[Índice de tablas](#)

[Índice de imágenes](#)

[Prólogo](#)

[Introducción](#)

[1. Desarrollo del modelo experimental](#)

[1.1. Selección del modelo](#)

[1.2. Ingreso, cuarentena y acondicionamiento](#)

[1.3. Identificación y registro](#)

[2. Fase experimental](#)

[2.1. Prequirúrgica](#)

[2.1.1. Premedicación y/o inducción](#)

[2.1.2. Acceso venoso periférico](#)

2.1.3. Acceso venoso central

2.1.4. Traslado al quirófano

2.2. Transquirúrgica

2.2.1. Intubación

2.2.2. Anestesia

2.2.3. Elección de la técnica anestésica

2.2.4. Tipo de procedimiento

2.2.5. Anestesia fija

2.2.6. Anestesia inhalada

2.2.7. Relajantes musculares

2.3. Posquirúrgico

2.3.1. Analgesia

2.3.2. Antibioterapia

3. Seguimiento

3.1. Punción para toma de muestras sanguíneas

3.2. Control y uso de medicamentos

3.3. Nutrición

4. Punto final humanitario en la experimentación animal

5. Bienestar animal

[5.1. Normas de bienestar animal de la Organización Mundial de Sanidad Animal \(OIE\)](#)

[5.2. Animales de laboratorio](#)

[5.3. Componentes del bienestar animal](#)

[5.4. Cuatro principios y doce criterios para alcanzar el máximo bienestar posible en cerdos](#)

[5.5. Garantía de formación y competencias](#)

[5.6. Atención veterinaria](#)

[5.7. Asesorías](#)

[5.8. Riesgos de bioprotección](#)

[5.9. Enriquecimiento](#)

[5.10. Comportamiento normal del cerdo](#)

[Anexos](#)

[Anexo 1](#)

[Certificado de salud y calidad](#)

[Anexo 2](#)

[Instalaciones](#)

[Temperatura ambiental para cerdos y Minipigs](#)

[Humedad relativa y ventilación](#)

[Jaula y accesorios](#)

[Iluminación](#)

[Anexo 3](#)

[Alimentación y agua de bebida](#)

[Anexo 4](#)

[Escala para valorar el dolor en cerdos](#)

[Bibliografía](#)

Índice de tablas

[Tabla 1. Preanestésicos más utilizados en cerdos.](#)

[Tabla 2. Diámetro de la sonda endotraqueal de acuerdo con el peso.](#)

[Tabla 3. Anestésicos fijos.](#)

[Tabla 4. Combinaciones anestésicas a base de tiletamina, ketamina.](#)

[Tabla 5. Anestésicos inhalados.](#)

[Tabla 6. Dosis de los relajantes musculares usados en cerdos.](#)

[Tabla 7. Analgésicos comunes en cerdos.](#)

[Tabla 8. Antibióticos utilizados en cerdos.](#)

[Tabla 9. Constantes fisiológicas.](#)

[Tabla 10. Hemograma.](#)

[Tabla 11. Rangos de referencia bioquímica sérica.](#)

[Tabla 12. Principios y criterios de bienestar.](#)

[Tabla 13. Espacio por animal.](#)

Tabla 14. Guía de rangos de temperatura para animales en corrales individuales.

Tabla 15. Fórmula alimenticia para cerdos de raza grande.

Tabla 16. Requerimientos de agua.

Tabla 17. Flujo de agua en bebederos, en diferentes fases del ciclo.

Tabla 18. Signos clínicos indicativos de dolor en el cerdo.

Tabla 19. Monitorización posoperatoria diaria.

Tabla 20. Ejemplo de escala de evaluación del dolor tras cirugía traumatológica.

Índice de imágenes

Imagen 1. Selección de cerdos con calidad genética y microbiológica.

Imagen 2. Selección de cerdos con calidad genética y microbiológica.

Imagen 3. En esta fotografía se muestra el traslado al lugar de cuarentena.

Imagen 4. En esta fotografía se muestra el lugar de cuarentena que se requiere previo a la entrada de los animales a sus jaulas permanentes.

Imagen 5. En esta fotografía se muestra el interior de las jaulas permanentes.

Imagen 6. Identificación permanente con arete.

Imagen 7. Preparación de medicamentos.

Imagen 8. Aplicación de preanestésico por vía intramuscular.

Imagen 9. Acceso venoso periférico, vena auricular lateral.

Imagen 10. Instrumental para colocación de catéter central.

Imagen 11. Tunelización para fijación de catéter.

Imagen 12. Fijación de catéter temporal en el cuello.

Imagen 13. Una vez tranquilizado, el cerdo se traslada al quirófano.

Imagen 14. Procedimientos de asepsia y antisepsia en quirófano.

Imagen 15. Material requerido para la administración de anestesia inhalada.

Imagen 16. Máquina de anestesia.

Imagen 17. Punción yugular. La imagen muestra el trazo de la línea imaginaria en donde el punto indica el lugar donde se debe puncionar en la yugular para la obtención de muestra sanguínea.

Imagen 18. Punción para la toma de muestra.

Imagen 19. Punción para la toma de muestra.

Imagen 20. Punción para la toma de muestra.

Imagen 21. Alimentación de acuerdo al protocolo.

Imagen 22. Interacción hombre-animal donde se facilita el manejo del animal y se promueven emociones positivas en el mismo.

Imagen 23. Es importante contar con un espacio adecuado donde los animales realicen actividades físicas y cognitivas. La imagen muestra las áreas de descanso, de alimentación y área sucia.

Imagen 24. Enriquecimiento ambiental. Se puede observar que los juguetes que se colocan son de diferentes texturas y colores, estos

sirven para entretener a los animales.

Imagen 25. Enriquecimiento ambiental. Se puede observar que los juguetes que se colocan son de diferentes texturas y colores, estos sirven para entretener a los animales.

Imagen 26. Diseño de jaula que proporciona espacio vital adecuado a los animales.

Imagen 27. Muestra del tipo de piso colocado al interior de la jaula, que evita que el animal se lastime las extremidades y permite una limpieza adecuada.

Imagen 28. Muestra del tipo de piso colocado para evitar que el animal se lastime las extremidades y permitir una limpieza adecuada.

Imagen 29. Tipo de jaula que permite la socialización de los animales, también muestra un espacio ideal para limitar y separar el área sucia del área limpia (alimentación, defecación y micción).

Imagen 30. Este tipo de jaula permite una adecuada observación de los animales.

Imagen 31. La imagen muestra el tipo de paredes empleadas por su fácil limpieza, así como la altura idónea en techos y ventanas para una adecuada ventilación e iluminación.

Imagen 32. Muestra de los comederos tipo tolva, los bebederos de taza y el tipo de piso slat, el cual evita que los animales resbalen o queden entrapadas las patas.

Prólogo

En México, existe poca información sobre el uso y cuidado del cerdo como modelo experimental. Por lo tanto, el objetivo de esta publicación es proporcionar información relevante y actualizada que oriente a médicos veterinarios, investigadores y personal técnico, involucrados en el uso del cerdo como modelo experimental para procedimientos quirúrgicos.

El cerdo es una de las especies utilizadas en la investigación traslacional, alternativa al uso del perro y primates no humanos. A nivel internacional, en los últimos veinte años, los cerdos han reemplazado a los perros como modelos quirúrgicos tanto en la capacitación como en la investigación. En México se incrementó el uso del cerdo a raíz de que se emitió el decreto de [Ley de Protección a los Animales del Distrito Federal](#) en el año 2002, limitando la utilización de perros en investigación y enseñanza.

En este escrito se incluyen las características del proceso experimental y las normas que se deben cumplir desde el lugar de adquisición, traslado, arribo a las instalaciones del bioterio, cuarentena, proceso prequirúrgico, transquirúrgico y posquirúrgico; así como su retorno al bioterio para el seguimiento clínico y término del procedimiento experimental. Así mismo, son referidas las normas vigentes de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) con respecto al bienestar en cerdos y las escalas del dolor para estos

fines. Además, se incluyen cuadros con las principales dosis de fármacos utilizados en procedimientos quirúrgicos (pre-meditación y/o inducción, anestésicos, relajantes musculares, analgésicos, antibióticos). Por último, para complementar la información anterior, se anexan tablas de signos clínicos, constantes fisiológicas, controles de laboratorio, nutrición y punto final.

El material incluido proporcionará al lector no solo información relevante en este campo, sino que le permitirá interactuar a través de los videos y los hipervínculos al tiempo que obtiene formatos descargables (en Excel) que le faciliten el vaciado, acomodo y la utilización de datos para su mejor organización y seguimiento cronológico y estadístico, a fin de analizar y comprender el proceso de investigación con las herramientas y programas disponibles en este libro digital.

Introducción

Desde tiempos remotos, el hombre se ha ocupado de aliviar el dolor y el sufrimiento que producen las enfermedades en sus semejantes y en otros animales. Con este fin, se han implementado tratamientos en modelos animales que incluyen el desarrollo de medicamentos, técnicas quirúrgicas y mejora de técnicas de diagnóstico y prevención de enfermedades.

Para lograr el resultado de cualquier programa de investigación que involucre la utilización de modelos animales experimentales en cirugía, se requiere del conocimiento adecuado de fisiología, farmacología y anatomía de esta especie. En el campo de la cirugía experimental, la utilización de cerdos había sido casi exclusivamente para la adquisición de habilidades quirúrgicas. Con las normatividades actuales, el cerdo se ha convertido en un importante modelo quirúrgico en diferentes patologías como cirugía cardiovascular, clínica quirúrgica, dermatología (regeneración cutánea), trasplante (cardiaco-renal-hepático), oftalmología, toracoscopia, artroscopia, trasplante de tráquea, entre otras. De acuerdo con estas necesidades, es imprescindible que todo investigador que realice técnicas quirúrgicas en este modelo demuestre su capacidad en los procedimientos quirúrgicos involucrados. Para ello es esencial contar con programas de práctica

y capacitación básica antes de realizar cualquier intervención, lo que contribuiría a minimizar el tiempo de anestesia y cirugía, permitiendo la recuperación más rápida del animal.

Un médico veterinario con experiencia quirúrgica resulta un miembro clave del equipo de los programas de cirugía experimental, ya que el médico cirujano de humanos, generalmente, no tiene la experiencia en el campo de anestesia, anatomía y técnica quirúrgica en animales. Realizar técnicas quirúrgicas incorrectas o cuidados posoperatorios inadecuados puede provocar dolor y sufrimiento innecesarios y, en consecuencia, la alteración de los resultados de la investigación.

1 Desarrollo del modelo experimental

1.1. Selección del modelo

Un MODELO es un prototipo que sirve de referencia y ejemplo para todos los que diseñan y confeccionan productos de la misma naturaleza. MODELO ANIMAL es aquella especie que tiene una enfermedad que es la misma o similar a una en los seres humanos de manera espontánea o inducida. Los modelos animales se usan para estudiar el inicio y la progresión de las enfermedades y para probar nuevos tratamientos antes de administrarlos a los seres humanos.

Los cerdos, como otros animales de experimentación, se utilizan por las semejanzas que puedan tener con el ser humano, tanto en padecimientos específicos como por sus características anatómicas, fisiológicas, neurológicas y hábitos alimenticios. Gullace y Caturini (s.f.) señalan que estas particularidades los hacen útiles en los campos de investigación de enfermedades del metabolismo, odontología, dermatología, nutrición, toxicología, gastroenterología, nefrología, cardiología y cirugía como trasplantes, xenotrasplantes, entre otras.

Para la selección del modelo porcino se debe tomar en cuenta lo siguiente:

1. Objetivo quirúrgico: enseñanza o experimentación.
2. Razas: las más utilizadas han sido Large White, Landrace, Poland China, o cruce de ellas (F1, primera generación derivada de la cruce de éstas). Sin embargo, debido a su acelerada ganancia de peso (hasta 100 kg en 6 meses) y rápido crecimiento, se complica el manejo y alojamiento en el área experimental. Actualmente, se están utilizando razas de menor tamaño en edad adulta como el Pelón mexicano (80 kg), Minipigs: Juliana, Gottingen, Vietnamita, Kunekune, Yucatán, Guinea Americano (68 kg), (Swindel & Smith, 2016); y Micropigs (15 kg), (Gullace y Caturini, s.f.).

Existen otras razas que se sugiere no emplear debido a que se pone en riesgo la vida del animal durante los procedimientos quirúrgicos, esto se debe a que tienen genes que los hacen susceptibles a presentar una enfermedad fármaco-genética (monogénica recesiva) denominada hipertermia maligna o síndrome de estrés porcino; lo anterior principalmente sucede en la raza Pietrain, la cual se presenta como una respuesta hipermetabólica a los agentes anestésicos inhalados halogenados, al estrés y al relajante muscular succinilcolina (Cruz, González y Burzaco, s.f., p. 3).

3. Normatividad: los animales que se usen para la investigación deberán cumplir con los requisitos que piden las normas

vigentes, tanto local, nacional e internacional, para animales de laboratorio, necesarias para garantizar la validez de los datos que se obtengan a partir de ellos.

En los siguientes enlaces podrás encontrar las principales normas nacionales e internacionales.

Véase “[Reglamento de la Ley de Protección a los Animales del Distrito Federal](#)”.

Véase “[Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio](#)”.

Véase “[Guide for the Care and Use of Laboratory Animals](#)”.

Véase “[Código Sanitario para los Animales Terrestres. Capítulo 7.8. Utilización de animales en la investigación y educación](#)”.

Véase “[European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and Other](#)

[Scientific Purposes](#)".

Véase "[Ley Federal de Sanidad Animal](#)" 25 julio 2007 y.
[Reforma DOF 16 febrero 2018](#)".

4. Adquisición de animales: se adquirirán en instituciones y granjas reconocidas que suministren y garanticen cerdos de calidad genética y microbiológica, con el objetivo de reducir la variabilidad en los resultados experimentales, favoreciendo la reproducibilidad de los mismos.



Imagen 1. Selección de cerdos con calidad genética y microbiológica.

Crédito fotográfico: Tomada por los autores.





Imagen 2. Selección de cerdos con calidad genética y microbiológica.

Crédito fotográfico: Tomada por los autores.

Todos los animales que ingresen al bioterio deberán contar con la documentación pertinente en donde se indique su procedencia y certificación sanitaria (ver [Anexo 1](#)).

En México no existen cerdos criados bajo certificación microbiológica estricta, o bien, animales libres de patógenos específicos (Specific Pathogens Free, SPF), gnotobióticos o axénicos. En caso de ser necesario, se deberá evaluar el estado microbiológico del animal realizándole exámenes de laboratorio y clínicos (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2013, pp. 397-407) previos a su admisión.

1.2. Ingreso, cuarentena y acondicionamiento

Una vez adquiridos, los animales que ingresan al bioterio se reservan en un área de cuarentena y acondicionamiento. Estas zonas deben conservar las mismas características de las instalaciones permanentes, solo que ubicadas en un sitio diferente del área experimental. El objetivo de la cuarentena es detectar deficiencias en

la nutrición, enfermedades parasitarias, virales o bacterianas y estereotipias, antes de que los animales de reciente adquisición se mezclen con los animales que están sujetos a experimentación; además, en esta área debe darse un periodo de acondicionamiento para que los animales se adapten a las circunstancias del sitio donde van a ser ubicados (SAGARPA, 2001). Las características del certificado de salud y calidad, así como las de las instalaciones y nutrición se encuentran en los [Anexos 1 y 2](#), los cuales se citan textualmente ya que son normas oficiales.



Imagen 3. En esta fotografía se muestra el traslado al lugar de cuarentena.

Crédito fotográfico: Tomada por los autores.



Imagen 4. En esta fotografía se muestra el lugar de cuarentena que se requiere previo a la entrada de los animales a sus jaulas permanentes.

Crédito fotográfico: Tomada por los autores .



Imagen 5. En esta fotografía se muestra el interior de las jaulas permanentes.

Crédito fotográfico: Tomada por los autores .

1.3. Identificación y registro

El bioterio debe contar con registros individuales y generales para el control de la población animal. Estos sistemas de control incluyen

desde tarjetas y kárdex para jaulas individuales o colectivas, hasta hojas clínicas e impresos de computadora.

Los métodos de identificación utilizados pueden ser:

1. Temporales: colorantes, crayones o tinturas.
2. Permanentes: marcas naturales, aretes, muescas, tatuajes y transmisores subcutáneos (SAGARPA, 2001, capítulo 4.6. Identificación y registro).

El control digital deberá llevarse en sistemas propios, aplicaciones o bases de datos en computadora.

[Descargar formato de registro de ingreso.](#)



Imagen 6. Identificación permanente con arete.

Crédito fotográfico: Cynthia Pekow.

2 Fase experimental

Antes de introducirnos en el ámbito de la fase experimental, es necesario entender que la cirugía es la especialidad de medicina que se ocupa de las enfermedades susceptibles de ser tratadas por los instrumentos llevados por la mano.

En cirugía experimental, la investigación trata de provocar en el animal la enfermedad (creación de modelos experimentales) con el fin de probar tratamientos y materiales. Cabe decir que la cirugía experimental también puede utilizarse en investigación, en docencia, en cirugía y en nuevos abordajes quirúrgicos.

La fase experimental consta de tres etapas: la prequirúrgica, la transquirúrgica y la posquirúrgica, mismas que se describen a continuación.

2.1. Prequirúrgica

Durante el procedimiento prequirúrgico es importante realizar la evaluación física (edad, estado general, aspecto externo, postura y nivel de actividad) y clínica del animal (ausencia de estados

patológicos: respiratorios, cardiovasculares, gastrointestinales, hepáticos, renales o neurológicos), a fin de optimizar el proceso anestésico y experimental.

Una vez efectuada la evaluación del animal será indispensable revisar que el cerdo se encuentre en ayuno de sólidos al menos 6 horas para cirugías generales, y de 8 a 12 horas para cirugías gastrointestinales. Además, se debe evitar su deshidratación, por lo que nunca se debe dejar sin agua para beber a los animales (Cruz, González y Burzaco, s.f.).

Resulta de vital importancia el conocimiento de las características de la raza elegida, sus parámetros fisiológicos normales, vía de administración de fármacos y sus particularidades anestésicas, con el fin de elegir la técnica y el protocolo anestésico más adecuado (Tendillo, Gómez, De Miguel y Castillo, 1991). La denominada inmovilización farmacológica son aquellas técnicas que nos permiten el manejo del cerdo mediante fármacos donde se incluyen los denominados sedantes-tranquilizantes y anestésicos utilizados.

La importancia de estas técnicas en la especie porcina es mayor que en otras, tratando no solo de conseguir un mejor y más adecuado manejo del animal, sino también reducir el “estrés”.

Las vías de administración más comunes en el cerdo son la intramuscular (IM), en la región lateral del cuello posterior a la oreja o en la región femoral posterior. La intravenosa periférica, normalmente limitada a las venas de las orejas, y la vía intravenosa central en la vena yugular externa.

En el área de preparación de cirugía experimental se realizan los procedimientos que a continuación se describen.

2.1.1. Premedicación y/o inducción

Previa a la intervención quirúrgica, se realiza el procedimiento de premedicación e inducción del paciente. En esta fase se administra un agente anticolinérgico, como la atropina (0.04-0.08 mg/kg), que resulta útil si se quiere evitar la abundante salivación que se produce cuando se utilizan fenciclidinas (ketamina, tiletamina) o anestésicos halogenados (halotano). También pueden resultar adecuados en casos de bradicardia, especialmente si se utilizan agonistas α_2 como la xilacina o la detomidina. La azaperona es probablemente el tranquilizante/sedante preanestésico más usado en la especie porcina (Tendillo *et al.*, 1991; Soriano *et al.*, 2007). En la Tabla 1 se citan los preanestésicos más utilizados en cerdos.

Tabla 1. Preanestésicos más utilizados en cerdos.

Fármaco	Dosis
Azaperona	1-3 mg/kg (tranquilización moderada) IM 5-8 mg/kg (tranquilización-sedación profunda e inmovilización) IM
Dehidrobenzoperidol	0.1-0.4 mg/kg IM
Propionilpromacina	0.5-1 mg/kg (tranquilizante-sedante) IM
Acetilpromacina	0.03-0.20 mg/kg (tranquilizante-sedante) IM
Diacepam	1-2 mg/kg cuando se combina con ketamina 8 mg/kg sedación profunda IM
Xilacina	1-2 mg/kg debe combinarse con otros fármacos IM

Fuente: Tendillo *et al.*, 1991; Soriano *et al.*, 2007.



Imagen 7. Preparación de medicamentos.

Crédito fotográfico: Fabián Rodríguez Díaz.





Imagen 8. Aplicación de preanestésico por vía intramuscular.

Crédito fotográfico: Fabián Rodríguez Díaz.

2.1.2. Acceso venoso periférico

Los accesos venosos periféricos más utilizados son las venas de la cara externa de las orejas y de los miembros anteriores. La oreja presenta dos posibles sitios de accesos: la vena auricular lateral, denominada vena marginal, y la vena auricular medial, teniendo cuidado de no confundirla con la arteria auricular.



Imagen 9. Acceso venoso periférico, vena auricular lateral.

Crédito fotográfico: Fabián Rodríguez Díaz.

2.1.3. Acceso venoso central

El acceso venoso central es fundamental para asegurar una toma de muestra correcta en los modelos experimentales, además son una vía segura para la administración de fármacos o cuando el animal será intervenido en varias ocasiones. Básicamente existen dos tipos de catéteres venosos centrales: 1) transitorio, que está diseñado para utilizarse por pocos días, y 2) de estancia prologanda, diseñado para permanecer por semanas o meses; éstos pueden colocarse ya sea a través de punción o venodisección.

[Ver video "Acceso venoso central".](#)

Crédito: Frederick Rodríguez Montiel.

Las técnicas para su implantación pueden ser: a) cerrada, cuando logramos cateterizar una vena por punción y pasar una guía que nos permita introducir el catéter (técnica de Seldinger); o b) abierta, al realizar una venodisección, como lo describe Balen (2000):

Realizando una incisión oblicua en la cara anterolateral del cuello se secciona el platisma del cerdo y se encuentra por debajo el músculo esternocéfálico que tiene un único vientre muscular y delimita un espacio lateral y otro medial. En el espacio lateral y en la parte posterolateral del vientre muscular es muy sencillo identificar la vena yugular externa, que es de grueso calibre, y no se encuentra en profundidad, por lo que puede ser accesible incluso con anestesia local y sedación con propofol. Si se continúa la disección de esta vena hacia el tórax es fácil identificar su confluencia con la vena céfálica, que también puede canularse en el cuello muy cerca de la extremidad anterior para acceso venoso central. Para la canulación yugular ligamos distalmente la vena y empleamos un equipo de venoclisis de 3 mm de grosor que permite la administración rápida de volumen y, sobre todo, la extracción de muestras de sangre sin el riesgo de acodamientos ni trombosis de catéteres de menor calibre (p. 3).



Imagen 10. Instrumental para colocación de catéter central.

Crédito fotográfico: Tomada por los autores.

Un aspecto que consideramos relevante en un modelo experimental es la tunelización de un trayecto de catéter (como se muestra en el video “Acceso venoso central”), esto permite un mejor manejo del dispositivo, externo o subcutáneo, disminuye el riesgo de infecciones del catéter y asegura que los animales no lo retiren con facilidad.



Imagen 11. Tunelización para fijación de catéter.

Crédito fotográfico: Fabián Rodríguez Díaz.

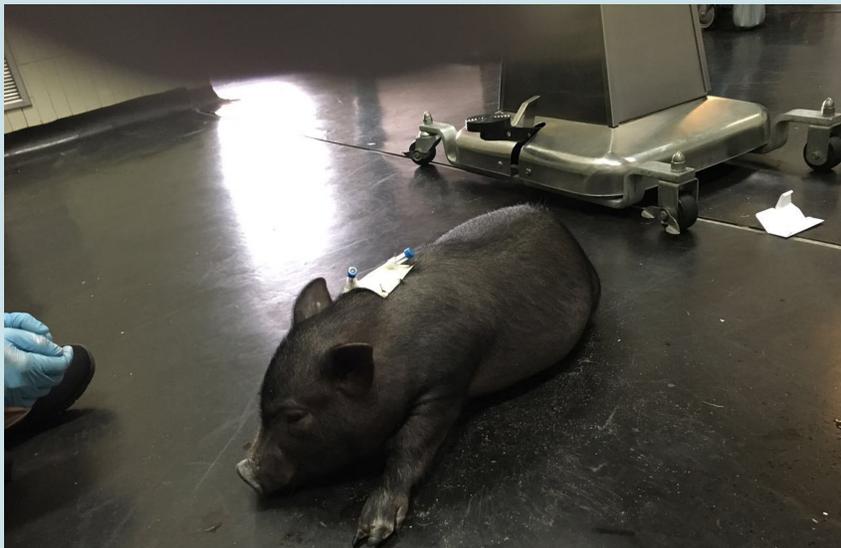




Imagen 12. Fijación de catéter temporal en el cuello.

Crédito fotográfico: Tomada por los autores.

2.1.4. Traslado al quirófano

El animal tranquilizado se trasladará del área de preparación (área gris) al quirófano (área blanca), con el apoyo de una mesa o carro de traslado. Una vez en el quirófano se aplicarán los procedimientos para lograr la asepsia y antisepsia (Arreguín y Macías, 2012).



Imagen 13. Una vez tranquilizado, el cerdo se traslada al quirófano.

Crédito fotográfico: Fabián Rodríguez Díaz.





Imagen 14. Procedimientos de asepsia y antisepsia en quirófano.

Crédito fotográfico: Tomada por los autores.

2.2. Transquirúrgica

2.2.1. Intubación

Durante la cirugía, el animal deberá contar con la vía aérea permeable, la cual puede ser a través de la intubación endotraqueal. Este procedimiento resulta complicado debido a las características anatómicas de la tráquea del cerdo (Balén *et al.*, 2000).

Cabe mencionar que durante el proceso de intubación se debe preservar la integridad de la epiglotis. Este procedimiento se realiza con un laringoscopio de hoja recta, estrecha y larga (hasta 30 cm) tipo Wisconsin, previa aplicación de lidocaína en spray. Una vez exteriorizada la lengua y deprimido el pliegue glosa-epiglótico, se introduce el tubo endotraqueal mediante un movimiento de rotación para vencer la resistencia que ofrece la forma en V de la laringe. Se recomienda no estimular reiteradamente la glotis para no provocar

espasmo (Cruz, González y Burzaco, s.f., pp. 2-3). En la Tabla 2 se muestra el diámetro del tubo endotraqueal de acuerdo con el peso del animal.

Tabla 2. Diámetro de la sonda endotraqueal de acuerdo con el peso.

Peso del animal (kg)	Diámetro (mm)
< 10	3-4
10-15	4-5
15-25	5-6
25-50	6-9
50-100	8-10
> 1 000	10-16
Fuente: Tendillo <i>et al.</i> , 1991, p. 21.	

[Descargar formato de cuidados perioperatorios](#) y [hoja de nota quirúrgica](#).

2.2.2. Anestesia

La anestesia es la ausencia temporal de la sensibilidad de una parte del cuerpo o de su totalidad, provocada por la administración de una sustancia química.

La práctica de una anestesia general tiene tres fases: inducción, mantenimiento y recuperación, mismas que se describen a continuación.

1. Inducción. Es un estado que presenta ligera pérdida de la consciencia conservando la capacidad sensorial y permite realizar los procedimientos prequirúrgicos descritos. La inducción puede llegar a delirio o excitación en algunos animales, mostrándose inquietos, excitados y con movimientos involuntarios. Esta fase se evita con la dosis correcta de anestésico.

2. Mantenimiento o plano quirúrgico. Se caracteriza por la pérdida de la consciencia y la pérdida de algunos de los reflejos a estímulos dolorosos. Se distinguen cuatro periodos según la profundidad anestésica en este plano:

- Periodo 1. Existe tono muscular presente, respiración tóraco-abdominal, presión y frecuencia normales.
- Periodo 2. Hay respiración regular, pérdida de reflejo sensorial palpebral y podal.
- Periodo 3. Con respiración más abdominal que torácica, las pupilas pueden estar dilatadas.
- Periodo 4. Existe parálisis progresiva de los músculos intercostales, dejando de ser autónoma la respiración, reflejos palpebrales y corneales ausentes, presenta

depresión del sistema nervioso central y la frecuencia cardíaca desciende progresivamente hasta un paro total. A este periodo se le denomina parálisis bulbar (Thomas, Pantalone, Buchanan & Zeedick, 1961, pp. 44-46).

3. Recuperación. En esta etapa el paciente recupera la consciencia y se incorpora, siempre vigilando sus constantes fisiológicas. Si es necesario, se aplican analgésicos y antibióticos.

Morgaz (2014) sostiene que:

Una vez que el animal sale del quirófano no concluye el control perioperatorio. Se debe continuar con las actividades de control del dolor, monitorización de las constantes cardiorrespiratorias, administración de fluidos y medicamentos que ya se hubieran iniciado en el periodo pre o intraoperatorio, adaptándolo a las circunstancias de nuestro paciente para obtener una recuperación apropiada. La primera fase a tener en cuenta será la recuperación anestésica. La recuperación de la consciencia por parte del paciente debe ser progresiva y lo más suave posible. Debemos tener en cuenta en este punto cuánto tiempo ha transcurrido desde la sedación de nuestro paciente en el periodo preoperatorio. En aquellos casos en los que el procedimiento se haya prolongado más allá del tiempo de acción del sedante seleccionado (especialmente en caso de utilizar algún $\alpha 2$ -agonista) o el paciente carezca de alguna infusión que asegure una recuperación progresiva, es posible que en la recuperación el paciente pueda despertarse con disforia. No hay que confundir esta situación, en la que existe un déficit de sedación, con la existencia de una analgesia inadecuada. Debemos reconocer y diferenciar ambos cuadros, pues el tratamiento inmediato será diferente.

En el caso de una recuperación disfórica, el paciente aparece con vocalizaciones que son controladas mediante la administración de algún sedante, mientras que en el caso de la presencia de dolor debemos incrementar el control analgésico del animal. Un punto fundamental del posoperatorio, especialmente en las primeras horas desde la finalización de la intervención, es el control del dolor en el paciente. Muchas de las estrategias para controlarlo durante las intervenciones

tendrán efecto en el posoperatorio (técnicas locorreregionales, epidurales, antiinflamatorios no esteroides [AINE'S]) pero puede ser necesario sustituir o combinar adecuadamente estas opciones en el posoperatorio. Dado que el dolor tiene un componente de subjetividad importante y que la propia valoración en veterinaria es compleja por la ausencia de respuesta verbal, se hace necesario emplear escalas etológicas completas que den una información más objetiva (p. 19).

El Anexo 4 da a conocer la escala del dolor en cerdos y en la calificación más alta se sugiere la utilización de un analgésico.

2.2.3. Elección de la técnica anestésica

Ignacio Álvarez (s.f.) menciona que:

La elección de la técnica anestésica (fármacos a usar, la vía de administración y la dosis), depende de factores, tales como: estado de salud del animal, objetivo del experimento, procedimiento, duración, experiencia del investigador y los medios disponibles.

En investigación, la mayoría de los animales están sanos pero en animales que presentan alguna patología propia de la investigación, habrá que determinar la posible influencia de los fármacos para utilizar el más adecuado y reducir la dosis del anestésico (pp. 2-3).

2.2.4. Tipo de procedimiento

Ignacio Álvarez (s.f.) revela que:

Los procedimientos quirúrgicos mayores son más dolorosos y requieren un plano anestésico más profundo que un procedimiento menor. Ello se puede realizar mediante el aumento de las dosis de anestésicos con el consecuente aumento de efectos

secundarios adversos (principalmente depresión cardiovascular y respiratoria) o mediante la asociación de analgésicos potentes de tipo opiáceo. Aquellos procedimientos no dolorosos o poco dolorosos se realizan mediante una sedación profunda, o bien, con la utilización de un hipnótico.

La anestesia puede ser general (fija o inhalada), o local o regional, donde solo una región corporal no es capaz de recibir el estímulo sensorial (p. 4).

2.2.5. Anestesia fija

Laredo y Cantalapiedra (2001), enuncian que:

Las técnicas de anestesia inyectable, fija o parenteral, agrupan aquellas en las que se administran los anestésicos generales por rutas diferentes a la respiratoria, siendo la vía de administración principal la endovenosa, seguida de la intramuscular y la intraperitoneal. Es importante conocer las formas de absorción, las rutas metabólicas y las propiedades anestésicas de los agentes inyectables, ya que sus bases farmacocinéticas son esenciales para su uso seguro (p. 1).

En la Tabla 3 se muestran los anestésicos fijos y en la Tabla 4 sus combinaciones más utilizadas en cerdos.

Tabla 3. Anestésicos fijos.

Fármaco	Dosis
Metomidato	3 mg/kg IV
Tiopental sódico	5-30 mg/kg IV
Pentobarbital sódico	30 mg/kg IV, IP
Propofol	0.01 mg/kg/hrs IV

Fuente: Laredo y Cantalapiedra, 2001.

Tabla 4. Combinaciones anestésicas a base de tiletamina, ketamina.

Fármaco	Fármaco	Fármaco	Fármaco	Vía de administración
Ketamina 2.2 mg/kg	Tiletamina + Zolacepam (Zoletil) 4.4 mg/kg	Xilacina 2.2 mg/kg	Atropina 0.05 mg/kg	IM
Ketamina 10 mg/kg	Acetilpromacina 0.20 mg/kg	Atropina 0.04 mg/kg	—	IM
Ketamina 10 mg/kg	Azaperona 1mg/kg	Atropina 0.04 mg/kg	—	IM
Ketamina 10 mg/kg	Xilacina 0.5 mg/kg	Atropina 0.04 mg/kg	—	IM
Ketamina 5 mg/kg	Xilacina 1 mg/kg	Atropina 0.04 mg/kg	—	IM
Ketamina 10 mg/kg	Diacepam 1 mg/kg	Atropina 0.04 mg/kg	—	IM
Ketamina 500 mg	Xilacina 500 mg	Atropina 0.05 mg	Guaifenesin en 500 ml al 5 %	mg/kg
Zoletil 5 mg/kg	Xilacina 0.05 mg/kg	Atropina 0.04	—	IM

		mg/kg	
Fuente: Tendillo <i>et al.</i> , 1991, p. 20.			

2.2.6. Anestesia inhalada

Los anestésicos inhalados tienen propiedades farmacológicas únicas. Los agentes más insolubles en sangre adquieren una concentración alveolar más elevada que los solubles y, por consiguiente, producen una inducción más rápida. A mayor ventilación y concentración se produce una inducción más rápida. La eliminación es alveolar y también está influida por los factores precedentes. El coeficiente de partición es la relación de la concentración de anestésico en dos fases de equilibrio y expresa la solubilidad relativa entre dos fases. Por ejemplo, sangre/gas. La concentración alveolar mínima (CAM) es aquella que evita el movimiento en el 50 % de los pacientes como respuesta a un estímulo doloroso estandarizado (Soriano *et al.*, 2007).

Los anestésicos inhalados adecuados para el cerdo son Halotano, Isoflurano y Sevoflurano. Los tres son potentes depresores cardiovasculares y respiratorios, pero también con los tres se puede presentar hipertermia maligna, siendo más frecuente con el uso del Halotano (Cruz, González y Burzaco, s.f.). La Tabla 5 muestra los anestésicos inhalados y la dosis recomendada.

Tabla 5. Anestésicos inhalados.

Anestésico	Dosis (%)
------------	-----------

Halotano	0.9-1.25
Isoflurano	1.2-2
Sevoflurano	2-3.5
Fuente: Cruz <i>et al.</i> , s.f., p. 5.	



Imagen 15. Material requerido para la administración de anestesia inhalada.

Crédito fotográfico: Fabián Rodríguez Díaz.





Imagen 16. Máquina de anestesia.

Crédito fotográfico: Tomada por los autores .

[Descargar formato de nota anestésica](#) y [hoja de nota quirúrgica](#).

2.2.7. Relajantes musculares

“Después de la introducción de los relajantes musculares, la anestesia fue entendida como una tríada de hipnosis, analgesia y relajación muscular, con fármacos específicos que producen cada efecto” (Ceballos, Waxman, Tarragona y Otero, 2008, p. 1), concepto que aún se mantiene vigente. La Tabla 6 indica las dosis que comúnmente se utilizan.

Tabla 6. Dosis de los relajantes musculares usados en cerdos.

Relajante	Dosis $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{IV}$	Duración en minutos
Succinilcolina	750-2 000	3

Atracurio	500-2 500	10-60
Pancuronio	73-120	7-30
Vecuronio	100-200	5-20
d-tubocurarina	300	25-35
Fuente: Ceballos, Waxman, Tarragona y Otero, 2008, p. 9.		

2.3. Posquirúrgico

2.3.1. Analgesia

Jackson y Cockcroft (2009) apuntan que “el tratamiento del dolor es importante en los cerdos que son sometidos a una intervención quirúrgica. El manejo del dolor antes, durante y después de la operación debe considerarse en relación con la intensidad algésica que sufra el animal. Para el dolor leve pueden administrarse AINE’s, mientras que para el dolor moderado o grave pueden resultar aconsejables los agonistas $\alpha 2$ ” (p. 206), o los opioides dado que sus ventajas analgésicas superan a otros medicamentos. Sin embargo, es necesario el conocimiento de la farmacología de cada uno de ellos para el adecuado manejo terapéutico en cada caso particular.

[Descargar hoja de tratamiento.](#)

En el documento titulado *Uso de opioides en tratamiento del dolor. Manual para Latinoamérica (2011)*, se menciona que:

Como grupo, los opioides serán capaces de generar un efecto analgésico que cubra toda la gama de intensidades del dolor propuesta por la escalera analgésica del dolor. Por otro lado, las características individuales de cada opioide permiten un mejor control del dolor, por la posibilidad de rotar de un opioide a otro, o de una vía de administración a otra.

Para optimizar el manejo del dolor se cuenta con dosis de rescate, la cual consiste en dosis adicionales de opioides útiles en pacientes que presentan dolor a pesar de haber recibido la medicación horaria indicada. Se recomienda que la dosis de rescate sea un 10 % de la dosis total de 24 horas y siempre se realice con formulaciones de liberación inmediata. No hay límites para estas dosis, por lo cual se pueden administrar las necesarias para obtener un puntaje menor de 4/10 o menos en la Escala Visual Análoga.

Los efectos adversos, que son comunes a la mayoría de los opioides, deben ser tomados en cuenta incluso antes de iniciar el tratamiento, en especial, estreñimiento, náusea y vómitos (p. 25).

Como ya hemos comentado, el [Anexo 4](#) se refiere a la escala del dolor y la puntuación más elevada sugiere la administración de un analgésico. Los analgésicos comúnmente utilizados en cerdos se encuentran en la Tabla 7.

Tabla 7. Analgésicos comunes en cerdos.

Medicamento	Dosis (mg/kg)	Vía	Frecuencia de administración (h)
Aspirina	10	Oral	4
Flunixinina	1	IM	24
Ketoprofeno	3	IM	Una vez
Butorfenol	0.1	IM	Una vez, o las veces que se

			requiera
Buprenorfina	0.005-0.01	IM	12
Morfina	0.2-0.9	IM	Una vez, o las veces que se requiera
Xilacina	1	IM	12
Paracetamol	30	En la comida	24
Meloxicam	0.4	IM	Una vez
Ácido tolfenámico	2	IM	Una vez

Fuente: Jackson y Cockcroft, 2009, p. 207.

2.3.2. Antibioterapia

Zarazaga (2016) explica que:

El uso de antimicrobianos profilácticos para reducir la incidencia de infecciones en el acto quirúrgico ha sido tema de discusión durante años en el área de cirugía. La mayoría de los estudios que abordan esta temática son realizados en medicina humana y es relativamente escasa la información existente en medicina veterinaria.

La administración de un antibiótico de manera preventiva otorga ventajas para el paciente y el clínico actuante, una rápida recuperación, menos días de internamiento, menores costos y riesgos (p. 15).

Tabla 8. Antibióticos utilizados en cerdos.



Antibiótico	Dosis
Amoxicilina	7mg/kg IM u.d.d
Cefalexina	10 mg/kg IM u.d.d.
Cloranfenicol	11 mg/kg IM u.d.d.
Enrofloxacin	2.5 mg/kg SC u.d.d.
Neomicina	11 mg/kg Oral d.d.d.
Trimetropina/Sulfonamida	15-24 mg/kg IM u.d.d.
Nota: u.d.d. única dosis diaria, d.d.d. dos dosis diarias.	
Fuente: Fleknell, 2009, p. 149.	

3 Seguimiento

Una vez recuperado de la anestesia y controlado su dolor, el animal se traslada al bioterio en donde se le dará seguimiento de acuerdo con el protocolo de investigación. Es importante monitorear los siguientes signos clínicos y pruebas de gabinete (Taylor, 1995, p. 9):

- Actitud y comportamiento
- Marcha
- Color de la piel
- Apetito
- Frecuencia respiratoria
- Frecuencia cardiaca
- Orina: apariencia, olor y color
- Heces: apariencia, olor y color
- Signos nerviosos como convulsiones o temblor
- Presencia de secreciones y color en boca, nariz y ojos
- Presencia de secreciones en vagina o prepucio
- Estado y dolor de la herida quirúrgica (palpación profunda y tejidos circundantes).

[Descargar hoja de evolución.](#)

En la Tabla 9 se muestran los rangos normales de las constantes fisiológicas.

Tabla 9. Constantes fisiológicas.

Temperatura °C	Frecuencia respiratoria/min	Frecuencia cardiaca/min
38.4-40	20-30 adultos 50 jóvenes 13-15 viejos	70-80 adultos 200-280 recién nacidos
Fuente: Taylor, 1995, pp. 7-10.		

[Descargar hoja de pruebas de gabinete y laboratorio.](#)

3.1. Punción para toma de muestras sanguíneas

Como se menciona en el capítulo 2, en la fase prequirúrgica, la vena yugular es el sitio más utilizado para toma de muestras de volúmenes grandes, para realizarlo, se traza una línea imaginaria desde la punta de la oreja derecha hasta la punta craneal de las esternebras, cruzando por la fosa yugular, y en esta área se marca el centro que será el lugar para puncionar con la aguja y tomar la muestra

sanguínea. La aguja se introduce a 45° en dirección caudal medial en un plano horizontal, que es donde se localiza la yugular. En la imagen 17 (punción yugular) se señala la línea imaginaria y su cruce con el centro de la fosa yugular. Mientras que en las imágenes 18, 19 y 20 se observa la toma de muestra sanguínea y la punción para la toma de la misma.

La Tabla 10 contiene los rangos de los analitos hemáticos.

Tabla 10. Hemograma.

	Niveles ideales	Valor de referencia
Hematocrito l/l (%)	0.42	0.37-0.46
Glóbulos rojos x 10 ¹² /l	7.0	6.5-8.0
Glóbulos blancos x 10 ⁹ /l	18.0	10.0-23
Plaquetas x 10 ⁹ /l	400.0	250.0-700.0
Hemoglobina g/l	140	110-142
Fuente: Taylor, 1995, pp. 7-10.		

Las muestras de sangre se toman de la vena yugular, vena cava anterior y vena marginal de la oreja (Taylor, 1995, pp. 7-10).



Imagen 17. Punción yugular. La imagen muestra el trazo de la línea imaginaria en donde el punto indica el lugar donde se debe puncionar en la yugular para la obtención de muestra sanguínea.

Crédito fotográfico: Fabián Rodríguez Díaz.





Imagen 18. Punción para la toma de muestra.

Crédito fotográfico: Fabián Rodríguez Díaz.



Imagen 19. Punción para la toma de muestra.

Crédito fotográfico: Fabián Rodríguez Díaz.

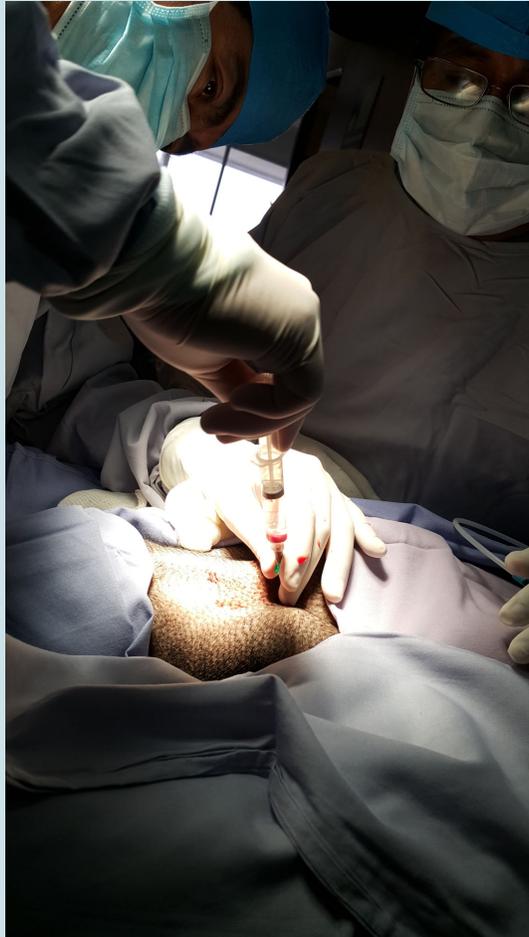


Imagen 20. Punción para la toma de muestra.

Crédito fotográfico: Fabián Rodríguez Díaz.

Tabla 11. Rangos de referencia bioquímica sérica.

Analito	Unidades
ALT: Alanina Amino Transferasa	31-58 U/l

Fosfatasa Alcalina	118-395 U/l
AST: Aspartato Amino Transferasa	32-84 U/l
CK: Creatinina Kinasa	2.4-22.5 U/l
GGT: Gamma Glutamil Transpeptidasa	10-60 U/l
LDH: Deshidrogenasa Láctica	380-634 U/l
SDH: Sorbitol Deshidrogenasa	1.0-5.8 mmol/l
Bicarbonato	18-27 mEq/l
Bilirrubina	0-10 mg/dl
Calcio	7.1-12.8 mg/dl
Cloro	94-106 mEq/L
Colesterol	36-54 mg/dl
Creatinina	1-2.7 mg/dl
Glucosa	85-150 mg/dl
Magnesio	2.7-3.7 mg/dl
Fósforo	5.3-9.6 mg/dl
Potasio	4.4-6.7 mEq/l
Proteína	7.9-8.9 g/dl
Albúmina	1.9-3.9 g/dl

Globulina	5.3-6.4 g/dl
Sodio	135-150 mEq/l
Nitrógeno Ureico	3.6-10.7 mmol urea/l
Fuente: Fielder, s.f.	

3.2. Control y uso de medicamentos

Los medicamentos constituyen un componente importante de los tratamientos que se han establecido al paciente en la fase del posquirúrgico, como antibióticos, analgésicos, soluciones fisiológicas, curaciones de las heridas quirúrgicas, etcétera, por lo que es importante llevar a cabo el registro de cada uno de ellos, incluyendo la dosis y horarios. Lo anterior es indispensable para garantizar la seguridad del paciente, además de obtener resultados confiables que aseguren el desarrollo del protocolo de investigación.

3.3. Nutrición

Durante el seguimiento de recuperación de un cerdo sometido a cirugía dentro de un proyecto de investigación, se debe proporcionar una dieta con horario, composición específica y cantidad correspondiente de acuerdo con el protocolo, la raza y la edad, siempre y cuando no demeriten el bienestar animal o pueda causar variables en el estudio (ver [Anexo 3](#)).



Imagen 21. Alimentación de acuerdo al protocolo.

Crédito fotográfico: Tomada por los autores.

4 Punto final humanitario en la experimentación animal

Se define como punto final humanitario al momento anticipado en el cual se previene, alivia o termina el dolor y/o distrés (estado aversivo y negativo en el cual los procesos adaptativos fallan alterando la homeostasis fisiológica y psicológica) del animal mediante acciones tales como: eutanasia, finalización del procedimiento doloroso o administración de un tratamiento para aliviar el dolor y/o distrés. El uso de puntos finales humanitarios contribuye al refinamiento suministrando una alternativa al punto final experimental cuando este produce severo dolor y distrés, o incluye la muerte. Sería ideal que los objetivos científicos del estudio puedan cumplirse sin efectos adversos, dolor o distrés en los animales; esto no siempre es posible y deben considerarse los requerimientos científicos, los efectos adversos esperados y/o posibles y su progresión en el tiempo, como también los indicadores predictivos.

El punto final humanitario en la experimentación animal se basa en la [Guía para el Punto Final Humanitario en la Experimentación Animal para la Investigación Biomédica](#) y se aplica cuando los resultados científicos ya no serán útiles por más que se continúe con

el experimento, cuando el sufrimiento ha excedido los límites humanitarios y cuando hay una falta de proporcionalidad entre el sufrimiento del animal y el beneficio obtenido (Morton, s.f., p. 5).

5 Bienestar animal

Una de las definiciones más difundidas de bienestar animal es la del profesor Donald M. Broom, quien enuncia: “El bienestar de un individuo es su estado en relación con sus intentos de afrontar el ambiente”. Sin embargo, es más complejo de lo que parece cuando se pretende englobar en un solo concepto al bienestar animal; cuando existen tantas variables intrínsecas y extrínsecas a las que una especie se enfrenta día a día; y cuando se tiene como finalidad alcanzar y mantener un “equilibrio” entre la parte emocional, la mental y la de salud.

En lo que se refiere al cerdo, cuyo fin zootécnico en este compendio está descrito como modelo animal, es necesario ofrecerle todas las salvaguardas a fin de proporcionarle dicho bienestar, lo que además redituará en contar con el mejor modelo animal para hacer la mejor ciencia. Para este fin se deben utilizar todos los indicadores de bienestar posibles durante la evaluación del micro y macroambiente del cerdo para cumplir con los estándares establecidos para su alojamiento (ver [Tabla 12](#)). A la par se deberá tener un amplio

conocimiento de la raza utilizada en rubros tales como alimentación, comportamiento, fisiología, variables productivas y medicina preventiva, entre otros.

Además, será necesario establecer un manejo y sujeción adecuados durante los procedimientos establecidos en cada protocolo de estudio, lo que permitirá contar con el mejor equilibrio en la relación humano-animal.

Asimismo, cada variable tomada en cuenta durante la evaluación del bienestar del cerdo, deberá ser registrada y analizada con la finalidad de aplicar una mejora continua del procedimiento realizado en el protocolo de estudio. Cabe mencionar que el profesional indicado de acuerdo con su conocimiento y experiencia para llevar a cabo la evaluación del bienestar animal, es el médico veterinario zootecnista (Aluja, 2011).

5.1. Normas de bienestar animal de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE)

En México no existen normas o leyes *per se* que regulen el bienestar animal. A este respecto, la Organización Mundial de Salud Animal (OIE) desde el año 2013 avanza progresivamente en la adopción de las normas de bienestar animal. Todas ellas se actualizan regularmente para tener en cuenta los últimos descubrimientos científicos (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2013, p. 2), por esta razón se incluyen textualmente evitando así las interpretaciones de ideas o conceptos, ya que el bienestar animal es un derecho

inherente a los animales y no un beneficio otorgado por los humanos a ellos. La obligación de los investigadores es proporcionar dicho bienestar.

El siguiente cuadro enumera las normas publicadas en el Código Sanitario para los Animales Terrestres (junio de 2013), estas normas se encuentran publicadas en el sitio de internet de la OIE.

El Código Sanitario para los Animales Terrestres de la OIE incluye capítulos sobre los siguientes temas:

- Transporte de animales por vía terrestre
- Transporte de animales por vía marítima
- Transporte de animales por vía aérea
- Sacrificio de animales
- Matanza de animales con fines profilácticos
- Control de las poblaciones de los perros ferales
- Utilización de animales en la investigación y educación
- Bienestar animal en los sistemas de producción de ganado vacuno de carne

- Bienestar animal y sistemas de producción de pollos de engorde.

Fuente: "[Normas de bienestar animal de la OIE en el marco de una política de comercio multilateral](#)".

Kahn y Varas (2012) mencionan que la OIE ha elaborado:

...un documento de discusión sobre las disposiciones de la ley islámica en cuanto a la manipulación de los animales de manera compasiva, incluyendo el transporte y el sacrificio. A través de este texto, la OIE alienta el diálogo entre los servicios veterinarios y las autoridades religiosas, con el fin de mejorar el bienestar animal a escala mundial. La OIE respalda el uso de animales de laboratorio para la educación y la investigación en condiciones apropiadas que tengan en cuenta su salud y bienestar y que respeten la regla de las 4Rs (reducción, refinamiento, reemplazo y responsabilidad) internacionalmente aceptadas y transcritas en el Código terrestre (pp. 2-3).

5.2. Animales de laboratorio

Kahn y Varas (2012), establecen que:

El uso de animales de laboratorio contribuye de manera significativa a la investigación médica y veterinaria. Es importante establecer un marco reglamentario internacional para el bienestar de los animales de laboratorio que garantice la sanidad, el buen estado de dichos animales y que preserve la salud y la seguridad de las personas que trabajan con ellos.

La OIE ha publicado un documento de discusión sobre el transporte aéreo de los animales de laboratorio, en particular, perros, gatos y primates no humanos. Se trata de un tema que suscita controversia, puesto que numerosas compañías aéreas no aceptan transportar animales de laboratorio por miedo a sufrir ataques de grupos extremistas de defensa de los derechos de los animales. Sin embargo, es necesario el transporte aéreo de estos animales para respaldar programas de investigación científica, clave para la medicina humana y veterinaria.

La OIE ha establecido normas sobre el transporte aéreo de animales y recomendaciones específicas para el transporte de los animales de laboratorio. Asimismo, la OIE urge a sus Países Miembros a que respeten la reglamentación de la Asociación Internacional del Transporte Aéreo (IATA), organismo con el que la OIE ha establecido un acuerdo oficial. El respeto de las recomendaciones de la OIE y la IATA permite garantizar medidas adaptadas de protección de la sanidad y el bienestar de los animales, así como la seguridad pública (pp. 3-4).

5.3. Componentes del bienestar animal

En el documento *Assessment protocol for pigs* desarrollado dentro del proyecto de investigación *Welfare Quality*, se menciona que los criterios y principios del bienestar animal se basan en las siguientes preguntas:

- ¿Están los animales apropiadamente alimentados y con agua suficiente?
- ¿Están los animales adecuadamente alojados?
- ¿Están los animales saludables?
- ¿El comportamiento de los animales refleja un estado óptimo emocional?

Cada principio comprende de dos a cuatro criterios. Cada uno de los criterios son independientes. En la Tabla 12 se muestran los principios y criterios de bienestar.

Tabla 12. Principios y criterios de bienestar.

Principio de bienestar	Criterio de bienestar
------------------------	-----------------------

Buena alimentación	Evitar ayunos prolongados. Agua a libre acceso.
Buen alojamiento	Confort y descanso. Confort térmico. Fácil movimiento.
Buena salud	Ausencia de lesiones. Ausencia de enfermedades. Ausencia de dolor inducido por procedimientos experimentales.
Buen comportamiento	Expresión de comportamientos sociales. Expresión de comportamientos sociales. Buena relación humano-animal. Estado emocional positivo.
Fuente: Welfare Quality, 2009, p. 14.	

5.4. Cuatro principios y doce criterios para alcanzar el máximo bienestar posible en cerdos

A continuación se amplía la información de los términos mencionados (Welfare Quality, 2009):

1. Los cerdos no deberán tener un ayuno de más de 10 horas, contando con una dieta apropiada a su edad, sexo y estatus en el proceso de investigación.
2. Los animales no deberán privarse de agua de bebida, por tanto deberán tenerla en cantidad suficiente y accesible.

3. Los animales deberán tener un confort que les permita descansar en su alojamiento.
4. Los cerdos deberán contar con un alojamiento que tenga un **confort térmico** adecuado, ni muy caliente ni muy frío.
5. Los animales deberán tener en su jaula o corral un espacio lo suficientemente grande que les permita **moverse libremente**.
6. Los animales deberán **estar libres de lesiones, daños en la piel y desórdenes locomotores**.
7. Los cerdos deberán **estar libres de enfermedades**, se deberá contar con los procedimientos que permitan mantener estándares altos de higiene y cuidado animal.
8. Los animales **no deberán sufrir de dolores provocados** por un inapropiado manejo, sujeción, método de eutanasia, o bien, procedimientos quirúrgicos. Para este fin se deberá contar con una batería de analgésicos que permita, en casos particulares, minimizar el dolor.
9. En su alojamiento, los animales deberán **expresar sus comportamientos normales**.
10. En lo posible, los animales deberán **expresar otros comportamientos** más específicos como explorar u hozar.

11. Los cerdos deberán ser bien manejados y sujetados, promoviendo la **buena interacción hombre-animal**.

12. Las emociones negativas tales como el miedo, diestrés, frustración, apatía, deberán ser evitadas, por lo que **serán promovidas las emociones positivas** como seguridad y tranquilidad.



Imagen 22. Interacción hombre-animal donde se facilita el manejo del animal y se promueven emociones positivas en el mismo.

Crédito fotográfico: Tomada por los autores

5.5. Garantía de formación y competencias

La Organización Mundial de Sanidad Animal, en el Código Sanitario para los Animales Terrestres, hace las siguientes recomendaciones

para el personal que trabaja con estos animales:

Garantía de formación y competencias

Un componente esencial del programa de cuidado y utilización de los animales es la garantía de que el personal que trabaja con ellos disponga de la formación y competencia adecuadas para encargarse de la especie y de los procedimientos a seguir, incluyendo las consideraciones éticas. Se establecerá un sistema (a nivel de la institución, la región o el estado) que garantice dicha competencia y que implicará un periodo de tutoría hasta que se haya demostrado su adquisición. Además, se ofrecerán oportunidades de formación continua al personal profesional y para-profesional pertinente. Dada la responsabilidad que incumbe a la Dirección en cuanto al cuidado animal y el uso del programa, la misma deberá estar informada de todos los problemas relativos a la competencia del personal que incluye: científicos, veterinarios y encargados de cuidar a los animales y las competencias que deben cubrir, citando lo siguiente:

- 1. Personal científico.** Los investigadores que utilizan *animales* tienen una responsabilidad ética y legal directa en todos los asuntos relacionales *con el bienestar* y el cuidado de los *animales*. Dada la especialización de la investigación animal, antes del inicio del estudio, se impartirá una formación específica que complete la educación y experiencia de los científicos (incluidos los científicos visitantes). Dicha formación

abarcará temas relativos al marco reglamentario nacional y/o local y las políticas institucionales. El *veterinario* de los *animales* de laboratorio suele ser la persona ideal para impartir este tipo de formación. El personal científico deberá demostrar competencia en la aplicación de los procedimientos relativos a la investigación (por ejemplo, cirugía, anestesia, muestreo y administración, entre otros).

- 2. Veterinarios.** Es importante que los *veterinarios* que trabajan en un entorno de investigación animal dispongan de conocimientos médicos veterinarios y experiencia con las especies utilizadas. Además, deberán contar con conocimientos y experiencia en materia de comportamiento normal, necesidades comportamentales, respuestas al estrés y adaptabilidad de las especies, así como con metodologías de investigación. Como referencia para la formación veterinaria, se adoptarán las aprobaciones pertinentes del organismo veterinario estatutario y los correspondientes programas nacionales o regionales, si existen.
- 3. Personal encargado del cuidado de los animales.** Deberá recibir una formación coherente con el ámbito de aplicación de sus responsabilidades laborales y haber demostrado su competencia en la ejecución de estas tareas.
- 4. Estudiantes.** Aprenderán los principios científicos y éticos con métodos que no utilicen animales (videos, modelos informáticos, entre otros) cuando estos permitan reducir o

reemplazar el empleo de animales vivos si se cumplen los objetivos del aprendizaje. Si es necesario que participen en clases o actividades de investigación que impliquen animales vivos, los estudiantes tendrán una supervisión apropiada hasta el momento en que demuestren su competencia en los procedimientos en cuestión (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2013, pp. 401).

Véase "[Código Sanitario para los Animales Terrestres](#)".

5.6. Atención veterinaria

El veterinario deberá tener la autoridad y responsabilidad necesarias para tomar decisiones respecto del bienestar animal y estar disponible para ofrecer consejo y cuidado en todo momento. La atención veterinaria adecuada incluye la responsabilidad de fomentar y controlar la sanidad y el bienestar del animal antes, durante y después de los procedimientos de investigación, así como brindar asesoría y orientaciones basadas en prácticas reconocidas. La atención veterinaria incluye la observación de las condiciones físicas y comportamentales del animal. En circunstancias excepcionales, en las que se encuentren implicadas especies que no resulten familiares para el veterinario, podrá recurrir al asesoramiento de un experto no veterinario debidamente cualificado.

Atención veterinaria

- 1. Responsabilidades clínicas.** Se emprenderán programas de medicina preventiva que incluyan medidas tales como la vacunación, tratamientos contra los ectoparásitos y endoparásitos, y otras medidas de control sanitario acordes con las prácticas médicas veterinarias apropiadas a la especie particular y a su procedencia. **La vigilancia de enfermedades es responsabilidad principal del veterinario y deberá incluir un monitoreo de rutina de la colonia de animales para detectar la presencia de agentes parásitos, bacterias y virus que puedan causar enfermedades observables o subclínicas.** El veterinario deberá tener la autoridad para aplicar el tratamiento o las medidas de control que correspondan, incluida la eutanasia si está indicada, y acceder a los recursos apropiados, tras el diagnóstico de una enfermedad o lesión del animal. De ser posible, el veterinario discutirá la situación con el científico para determinar el curso de una acción coherente con los objetivos experimentales. Los medicamentos controlados prescritos por los veterinarios deberán administrarse de acuerdo con las reglamentaciones aplicables.
- 2. Exámenes *post mortem*.** En caso de enfermedad o muerte inesperada, el veterinario deberá brindar asesoría en función de los resultados del examen *post mortem*. Este tipo de examen puede considerarse como parte integrante del seguimiento médico.

3. Registros médicos veterinarios. Los registros médicos veterinarios, incluidos los resultados del examen *post mortem*, constituyen un elemento esencial de un programa de cuidado veterinario adecuado de los animales usados en la investigación y en la educación. La aplicación de normas para las prestaciones en el marco del programa de registros médicos veterinarios le permite al veterinario hacer uso del juicio profesional con eficiencia, garantizando que el animal reciba la mejor atención disponible.

Véase "[Código Sanitario para los Animales Terrestres](#)".

5.7. Asesorías

El personal que realiza la investigación deberá recibir asesoría continua sobre diversos temas, que si bien no son esenciales en su investigación, sí lo son en cuanto a las normas que rigen la labor diaria de los médicos veterinarios en cuanto a analgesia, anestesia, zoonosis y enfermedades de reporte obligatorio, y eutanasia. Además, es su deber conocer los riesgos de zoonosis a los que está expuesto.

Asesorías

1. Asesoría sobre riesgos zoonóticos y enfermedades de declaración obligatoria. El uso de algunas especies

animales de investigación plantea un riesgo significativo de transmisión de enfermedades zoonóticas. Se consultará al veterinario para identificar las fuentes de abastecimiento de animales a fin de reducir al mínimo estos riesgos y conocer las medidas que puedan tomarse en las instalaciones donde se resguarda a los animales para minimizar cualquier riesgo de transmisión. Los animales llevados a la institución pueden ser portadores de enfermedades de notificación obligatoria. Es importante que el veterinario conozca y cumpla con todos estos requisitos.

- 2. Asesoría sobre cirugía y cuidado posoperatorio.** Un programa de atención veterinaria adecuada incluye información sobre el proceso de revisión y aprobación de todos los procedimientos preoperatorios, quirúrgicos y posoperatorios por un veterinario debidamente calificado. La responsabilidad inherente al veterinario incluye el seguimiento y la formulación de recomendaciones sobre los procedimientos preoperatorios, las técnicas quirúrgicas asépticas, las calificaciones del personal para practicar la cirugía y el suministro de cuidados posoperatorios. La vigilancia veterinaria ha de incluir la detección y solución de posibles complicaciones operatorias y posoperatorias.

- 3. Asesoría sobre analgesia, anestesia y eutanasia.** Una atención veterinaria adecuada incluye la asesoría sobre el uso apropiado de los anestésicos, analgésicos y métodos de eutanasia.

4. Asesoría en materia de puntos finales de

experimentación. Los puntos finales humanitarios deberán establecerse antes del inicio del estudio, en concertación con el veterinario, cuya principal función es garantizar que sean respetados durante el estudio. Es esencial que el veterinario tenga la autoridad para asegurarse de que la eutanasia, o cualquier otro tipo de medida, se realice de manera tal que alivie el dolor y la angustia, a menos que la propuesta de proyecto aprobado se oponga específicamente a recurrir a ella, partiendo del objetivo científico y de la evaluación ética.

Los puntos finales humanitarios son aquellos que pueden servir para terminar un estudio antes de que se produzca dolor y/o angustia, sin poner en peligro sus objetivos. Los puntos finales humanitarios deberán establecerse en la propuesta de proyecto con la colaboración del veterinario y, por lo tanto, deberán definirse antes de comenzar el estudio como parte de la revisión ética. Los criterios para administrar la eutanasia deberán ser fácilmente evaluables durante el estudio. Salvo en casos excepcionales, la muerte como punto final planificado se considera éticamente inaceptable (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2013, pp. 402-403).

Véase "[Código Sanitario para los Animales Terrestres](#)".

5.8. Riesgos de bioprotección

Para reducir los riesgos de contaminación de los animales con microorganismos infecciosos no deseados o parásitos que puedan comprometer la sanidad de los animales o incapacitarlos para la investigación, regularmente deberá determinarse y evaluarse el estado microbiológico del animal. Tendrán que aplicarse las medidas adecuadas de biocontención y bioexclusión para mantener su estado de sanidad y, si es necesario, deberán tomarse las medidas necesarias para prevenir su contacto con microorganismos comensales del ser humano o del ambiente (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2013, p. 404).

5.9. Enriquecimiento

Los animales deberán estar alojados para favorecer los comportamientos apropiados de la especie y evitar –o reducir al máximo– los comportamientos inducidos por el estrés. Una manera de lograrlo es enriquecer el entorno estructural y social de los animales y brindarles la oportunidad de realizar actividades físicas y cognitivas, sin comprometer la sanidad ni la seguridad de los animales o del personal, ni interferir en las metas científicas (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2013, p. 406).



Imagen 23. Es importante contar con un espacio adecuado donde los animales realicen actividades físicas y cognitivas. La imagen muestra las áreas de descanso, de alimentación y área sucia.

Crédito fotográfico: Cynthia Pekow.





Imagen 24. Enriquecimiento ambiental. Se puede observar que los juguetes que se colocan son de diferentes texturas y colores, estos sirven para entretener a los animales.

Crédito fotográfico: Cynthia Pekow



Imagen 25. Enriquecimiento ambiental. Se puede observar que los juguetes que se colocan son de diferentes texturas y colores, estos sirven para entretener a los animales.

Crédito fotográfico: Tomada por los autores.

5.10. Comportamiento normal del cerdo

En el documento *Welfare Quality Assessment protocol for pigs*, se menciona que:

Para conocer el comportamiento del cerdo en el bioterio, es necesario llevar a cabo las observaciones de éste cuando los animales son más activos. Si los cerdos no comen *ad libitum*, es recomendable ver su comportamiento en el momento que se alimentan y una hora después. Es importante revisar que todos los animales estén de pie y registrar los datos con respecto a su actitud. Si es necesario, se puede realizar un ruido suave para crear cierto disturbio con el fin de que todos los animales se levanten. Después de esta maniobra (entre 5 a 10 minutos) se podrán realizar las observaciones. Los comportamientos que se registran son:

1. Comportamiento social positivo: se refiere a conductas como olfatear, explorar, husmear, hozar, lamer, y moverse gentilmente dentro de la jaula o alojamiento sin ocasionar ni siquiera una ligera agresividad.
2. Comportamiento social negativo: se refiere a conductas agresivas, incluido morder a otro cerdo. Dicho comportamiento social agresivo se produce como respuesta a alguna alteración en la jaula o en el alojamiento.

Los términos utilizados para los cerdos de acuerdo a algunas de sus conductas expresadas son (Welfare Quality, 2009, pp. 32-36):

- Activo
- Temeroso
- Agitado
- Calmado
- Contento
- Tenso
- Sociable
- Aburrido
- Juguetón
- Apático
- Animado
- Irritable

Sobre este punto, es necesario familiarizarse con las conductas expresadas por el cerdo, tanto en la frecuencia como en el tiempo de cada conducta, lo que permitirá realizar la evaluación desde el inicio hasta el final del alojamiento; dichas conductas están más enfocadas en primera instancia a satisfacer sus necesidades fisiológicas como comer, beber, descansar, dormir, orinar y defecar. Posteriormente se deberá realizar la observación de algunas conductas como hozar, explorar o lamer, entre otras, como un primer paso para determinar el bienestar animal.

Además, habrá que sumar las estereotipias y conductas redirigidas que alteran el bienestar del cerdo. Si bien la intención en este compendio es proporcionar información básica sobre el comportamiento y las diferentes conductas que pueda expresar el cerdo, inclusive durante el periodo posoperatorio, es importante mencionar que la evaluación del comportamiento desde la

elaboración del etograma, hasta la evaluación de cada conducta expresada en frecuencia y tiempo, indicarán con una mayor precisión el comportamiento positivo o negativo presente en el cerdo. Cabe decir que esta actividad deberá ser realizada por un médico veterinario con experiencia. Para este fin deberán consultarse los procedimientos de evaluación del comportamiento que existen en la literatura científica, tales como el documento citado, mismo que se encuentra referido en la bibliografía de este compendio.

Anexos

Anexo 1

Certificado de salud y calidad

Todos los animales adquiridos por compra, donación o intercambio deben ir acompañados de documentos que establezcan las condiciones de salud y calidad en que se produjeron, criaron y mantuvieron hasta antes de su embarque o salida del lugar de origen (SAGARPA, 2001, Capítulo 4.5.1).

Para un mejor control, es necesario llenar un formato que contenga la siguiente información (SAGARPA, 2001, Capítulo 4.5.2):

- a. Nombre, dirección y razón social del proveedor.
- b. Número de expediente que se otorga por la notificación de aviso de funcionamiento.
- c. Especie animal a la que se refiere el certificado.
- d. Raza.

- e. Sexo, indicando la cantidad de cada uno.
- f. Cantidad total de animales.
- g. Fecha de nacimiento, cuando se conozca.
- h. Pruebas de laboratorio y/o gabinete, incluyendo fecha de la última realización para determinar el estado microbiológico cuando se requiera.
- i. Nombre y firma del Médico Veterinario Zootecnista certificado en animales de laboratorio que avala el certificado de salud.

[Descargar formato de registro de ingreso.](#)

Anexo 2

Instalaciones

Las instalaciones deben contar con las siguientes características, aún cuando en condiciones experimentales puedan variar, previa autorización del Comité (CEJUR, 2010; Organización Mundial de Sanidad Animal, 2013; SAGARPA, 2001):

- a.** Satisfacer las necesidades fisiológicas (alimentación, defecación, micción) y conductuales de los animales, permitiendo los movimientos normales y ajustes posturales característicos de la especie.
- b.** Cuando esté indicado, deberá favorecer la reproducción y la crianza.
- c.** Permitir las interacciones sociales entre los individuos de la especie, el establecimiento de jerarquías y las conductas de escape.
- d.** Brindar temperatura, ventilación e iluminación adecuadas a sus necesidades.
- e.** Favorecer que los animales se mantengan limpios y secos.

- f. Ser seguras, impidiendo el escape de los animales o el entrapamiento de sus extremidades.
- g. Deben tener bordes y aristas redondeadas.
- h. El diseño debe facilitar la limpieza y saneamiento habitual, y también las faenas de cambio, llenado y suministro de agua y alimento.
- i. Permitir la observación de los animales.
- j. Los materiales para la construcción de las jaulas deben ser resistentes, durables e impermeables.
- k. Los techos deberán tener en su parte más baja un mínimo de 2 m y en su parte más alta de 3 a 3.5 m.
- l. Deben mantenerse en buenas condiciones de uso.

La siguiente tabla menciona, de acuerdo al peso y la raza, el espacio vital mínimo requerido.

Tabla 13. Espacio por animal.

Raza	Peso	Espacio vital por animal
Vietnamita, Minipigs, Pelón mexicano	Del destete hasta los 30 kg	0.75 m ² -1.25 m ²

Yorkshire, F1, Large White, Landrace, Poland China, Pietrain	Del destete hasta los 25 kg	1.12 m ²
	25-40 kg	1.40 m ²
	40-100 kg	1.40-2.23 m ²
	100-200 kg	4.46 m ²
	Más de 200 kg	5.58 m ²
	Grupo de 5 animales hasta 200 kg	4.46 m ²

Fuente: SAGARPA, 2001, Cuadro No. 6 "Espacio recomendado para porcinos".



Imagen 26. Diseño de jaula que proporciona espacio vital adecuado a los animales.

Crédito fotográfico: Tomada por los autores.



Imagen 27. Muestra del tipo de piso colocado al interior de la jaula, que evita que el animal se lastime las extremidades y permite una limpieza adecuada.

Crédito fotográfico: Tomada por los autores.

Credito fotografico: tomada por los autores.



Imagen 28. Muestra del tipo de piso colocado para evitar que el animal se lastime las extremidades y permitir una limpieza adecuada.

Crédito fotográfico: Tomada por los autores.



Imagen 29. Tipo de jaula que permite la socialización de los animales, también muestra un espacio ideal para limitar y separar el área sucia del área limpia (alimentación, defecación y micción).

[Crédito fotográfico: Tomada por los autores.](#)



Imagen 30. Este tipo de jaula permite una adecuada observación de los animales.

Crédito fotográfico: Tomada por los autores.



Imagen 31. La imagen muestra el tipo de paredes empleadas por su fácil limpieza, así como la altura idónea en techos y ventanas para una adecuada ventilación e iluminación.

Crédito fotográfico: Tomada por los autores.

Temperatura ambiental para cerdos y Minipigs

Debido a su baja capacidad para disipar calor corporal, los cerdos dependen más de la reducción en la producción de calor metabólico para mantener una temperatura corporal constante que otras especies domésticas.

Son animales homeotermos (de sangre caliente), ya que pueden mantener una temperatura corporal relativamente constante, dentro de límites estrechos, a pesar de las amplias variaciones en el ambiente climático. La termorregulación es el proceso que permite al animal mantener una temperatura corporal relativamente constante, equilibrando los mecanismos de producción y de pérdida de calor.

Bajo condiciones de temperaturas elevadas, los animales mantienen su homeotermia disminuyendo la producción de calor metabólico y aumentando las pérdidas de calor.

Pueden perder calor por evaporación, conducción, convección y radiación.

El lechón no tiene un sistema de termorregulación maduro al momento de nacer, por lo que es susceptible a presentar hipotermia si no se regula correctamente la temperatura ambiental.

Tabla 14. Guía de rangos de temperatura para animales en corrales individuales.

Peso vivo	Rango de temperatura recomendado °C
Menos de 3 kg	30-36 °C
De 3 a 8 kg	26-30 °C
De 8 a 30 kg	22-26 °C
De 30 a 100 kg	18-22 °C
Más de 100 kg	15-20 °C
Fuente: Council of Europe, 2006, p. 74.	

En el Apéndice A del documento de *La convención europea para la protección de animales vertebrados usados para experimentar y otros fines científicos* (2006), se menciona que:

Además del peso corporal, las temperaturas adecuadas variarán de acuerdo con la madurez sexual, la presencia o ausencia de camas, alojamiento grupal y la ingesta calórica del animal. Dentro de los rangos dados, los animales con un peso corporal más bajo, sin material de cama o con una ingesta calórica restringida deberían recibir las temperaturas más altas.

Los lechones de bajo peso corporal son muy sensibles a la temperatura ambiental y deben recibir temperaturas más altas. A las camadas de lechones recién nacidos se les debe ofrecer un área con temperatura mínima de 30 °C, disminuyendo a 26 °C a la edad de dos semanas. La temperatura ambiente en el área de maternidad no debe exceder de 24 °C, debido a su alta actividad metabólica (p. 74).

Humedad relativa y ventilación

Como se mencionó, uno de los mecanismos para que los cerdos pierdan calor es por evaporación y depende principalmente del nivel de la humedad relativa, la cual está relacionada con su temperatura corporal. Se debe considerar que una elevada humedad favorece la diseminación de muchos agentes patógenos. Esta debe estar en un rango de 50 ± 20 % con 12 a 15 cambios de aire por hora (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2013).

La distribución-velocidad del aire debe ser homogénea en las salas y permitir la renovación del aire. Hay que tomar en cuenta que una elevada velocidad del aire (“corrientes”) altera el confort del cerdo y determina cambios en su comportamiento.

Jaula y accesorios

Se recomienda la colocación de pisos de concreto ranurado, estos evitan que los animales resbalen, preferentemente con una pendiente de 3 a 5 %. El drenaje debe tener una pendiente de 3 % con tubos de PVC de 4". Las puertas con un mínimo de 80 cm de ancho deben abrir hacia afuera, a un pasillo central con un mínimo de 1 m de ancho.

El comedero, redondeado de las esquinas, debe tener una profundidad de 20 cm por 30 cm de ancho, tomando en cuenta 35 cm para cada animal. Se puede usar el comedero tipo tolva para alimentación *ad libitum* comunitario. Se recomiendan los bebederos de chupón, aunque pueden ser de taza con flotador o palanca, con una distancia al suelo de 15 cm para lactantes, de 20 a 25 cm para destete, y de 30 a 35 cm hasta 30 kg (Mundo Pecuario, s.f.).



Imagen 32. Muestra de los comederos tipo tolva, los bebederos de taza y el tipo de piso slat, el cual evita que los animales resbalen o queden atrapadas las patas.

Crédito fotográfico: Tomada por los autores.

Iluminación

El ciclo luz/obscuridad debe ser de 16 horas de luz por 8 de oscuridad. Con este tiempo de fotoperiodo responden mejor los cerdos en crecimiento, las reproductoras y los animales lactantes (Lemus *et al.*, 2001; Revidatti *et al.*, 2014; National Research Council, 2011).

Anexo 3

Alimentación y agua de bebida

Cabe mencionar que el alimento para todas las especies debe cumplir con las siguientes características (SAGARPA, 2001, Capítulo 4.7. Alimento):

- a. Debe estar libre de aditivos, drogas, hormonas, antibióticos, pesticidas y contaminantes.
- b. Debe estar dentro de su periodo de frescura (fecha de caducidad).
- c. Almacenado en bodegas o cuartos desinfectados, secos y ventilados, sobre tarimas o en contenedores.

En la siguiente tabla se mencionan los requerimientos nutricionales de los cerdos de acuerdo a su peso.

Tabla 15. Fórmula alimenticia para cerdos de raza grande.

Peso (kg)	Proteína cruda %	Energía digestible kcal	Calcio %	Fósforo %	Sodio %	Cloro %	Vitamina B12 µg

5-10	22	3 500	0.8	0.60	-	-	22
10-20	18	3 500	0.65	0.60	0.1	0.13	15
20-35	16	3 300	0.65	0.50	0.1	0.13	11
35-60	14	3 300	0.50	0.40	-	-	11
60-100	13	3 300	0.50	0.40	-	-	11
100-120	14	3 300	0.75	0.50	0.25	0.25	13.8
140-200	15	3 300	0.60	0.40	0.25	0.25	11
Fuente: NRC, s.f., a-f.							

Los cerdos vietnamitas son propensos a la obesidad, la cual puede conducir a problemas en patas, articulaciones y otras complicaciones en su salud, por lo tanto, es importante controlar su peso a través de un alimento especial, rico en fibra y bajo en calorías, además de verduras frescas como apio, pepinos, pimientos, zanahorias y papas, entre otros. Mismas que deben constituir el 25 % de su dieta, además de incluir frutas (Bertó, 2015).

El agua es el líquido vital para cualquier especie en el planeta. No habría vida en la tierra si no tuviéramos agua. El agua es el solvente universal por excelencia. Los cerdos deben consumir agua diariamente al menos el 3 % de su peso vivo. En los mamíferos cerca del 70 % de su peso está compuesto por agua. Todas las funciones vitales, como la digestión, no podrían realizarse sin el

agua. La falta de agua en cerdos origina intoxicación por sal, y muerte. Una ingesta adecuada de agua asegura un consumo normal de alimento y viceversa.

Los consumos no son lo mismo que los requerimientos. Los requerimientos son la necesidad de agua que el animal utiliza para satisfacer sus necesidades fisiológicas, y varían de acuerdo con su tamaño, estado fisiológico, enfermedad, y medio ambiente.

Tabla 16. Requerimientos de agua.

Destetados	0.9 litros
Crecimiento	2 a 3 litros
Finalización	5 a 7 litros
Hembras gestantes	12 a 15 litros
Hembras lactantes	30 a 40 litros
Fuente: Quiles y Hevia, s.f.	

En cuanto al agua de bebida, se recomienda darles agua fresca y a libre demanda. En la siguiente tabla se menciona el flujo del agua que deben de tener los bebederos de chupón.

Tabla 17. Flujo de agua en bebederos, en diferentes fases del ciclo.

Categoría del animal	Flujo (ml/min)
----------------------	----------------

Lechones en lactancia	250 - 300
Lechones en transición	800 - 1 000
Cerdos en cebo	1 000 - 1 500
Cerdas en gestación	1 500 - 2 000
Cerdas en lactación	2 000
Fuente: Quiles y Hevia, s.f.	

Anexo 4

Escala para valorar el dolor en cerdos

La valoración del dolor es un elemento esencial para un tratamiento efectivo en animales. Se considera que la principal causa por la que el alivio del dolor no es efectivo reside en la dificultad para valorarlo.

Se han buscado diversos métodos para valorar el dolor y actualmente se considera que los más eficaces son aquellos basados en el comportamiento, los cuales plantean la hipótesis de que un animal con dolor va a modificar su comportamiento, normalmente en función del tipo e intensidad de dolor percibido.

Esto implica que no solo el observador debe conocer el comportamiento normal de la especie, sino que resulta recomendable conocer el carácter individual.

Tabla 18. Signos clínicos indicativos de dolor en el cerdo.

1. Estado mental deprimido (torpe, cabeza baja, otros).
2. Respiración rápida y superficial.
3. Rechinar de dientes.

4. Rechazo al movimiento.
5. Agresividad acentuada en machos.
6. Vocalizaciones persistentes.
7. Menor reticencia a ser inmovilizados.
8. Tendencia a moverse lentamente sin conservar posiciones fijas.
9. Tensión en zona periorbitaria.
10. Piloerección y temblores en dolor agudo.
11. Decúbito esternal con extremidades posteriores extendidas hacia atrás, tras cirugía abdominal.

Fuente: Vicerrectorado de Política Científica, s.f.

Tabla 19. Monitorización posoperatoria diaria.

1. Estado y dolor de la herida quirúrgica (palpación profunda y tejidos circundantes).

2. Actitud y comportamiento.
3. Apetito.
4. Ingestión hídrica.
5. Eliminación de heces y orina.
6. Aspecto de las heces.
7. Constantes vitales (temperatura, pulso y frecuencia respiratoria) y tiempo de relleno capilar.

Fuente: Vicerrectorado de Política Científica, s.f.

Tabla 20. Ejemplo de escala de evaluación del dolor tras cirugía traumatólica.

A. Grado de confort

- 0= despierto, interés por su entorno, acostado, apetito normal.
- 1= despierto, no interés por su entorno, acostado, apetito reducido.
- 2= letargia, deprimido, anorexia.
- 3= cabeza baja, letargía (orejas caídas), anorexia, rechinar de dientes.
- 4= postrado, mirada fija y perdida, ojos medio cerrados, sin respuesta a estímulos, rechinar de dientes.

B. Movilidad

- 0= normal, no cojera.
- 1= cojera leve, apoya la punta de la extremidad.
- 2= cojera, cierto apoyo de la extremidad pero la mantiene en el aire.
- 3= cojera, extremidad en el aire excepto cuando se desplaza.

4= cojera, extremidad en el aire cuando se desplaza.

C. Comportamiento social

0= normal, se desplaza con el grupo.

1= cambios leves: se retrasa ocasionalmente.

2= cambios moderados: se retrasa con frecuencia.

3= cambios graves: apatía respecto a otros animales.

D. Comportamiento alimenticio

0= normal.

1= cambios leves.

2= cambios moderados.

3= cambios graves: anorexia.

E. Frecuencia respiratoria

0= normal.

1= incremento evidente de la frecuencia.

2= hiperventilación franca.

3= hiperventilación con boca abierta.

F. Palpación de la zona inflamada y movilidad

0= ninguna, sin respuesta alguna.

1= dolor leve, respuesta positiva en herida y en lado contralateral (hiperreflexia).

2= dolor moderado, vocaliza (difiere según intensidad del dolor) y retira la extremidad.

Dolor en otras localizaciones del organismo. Considerar analgesia.

3= dolor grave: vocaliza, retira la extremidad, muerde o intenta escapar. Considerar analgesia.

G. Signos de inflamación (edema, calor, dolor, rubor)

0= ninguno

1 = leve

2= medio

3= moderado

4= grave

Fuente: Vicerrectorado de Política Científica, s.f.

Bibliografía

Asociación Latinoamericana de Cuidados Paliativos, Sociedad Venezolana de Medicina Paliativa, Asociación Internacional de Hospicios Cuidados Paliativos (IAHPC). (2011). *Uso de opioides en tratamiento del dolor. Manual para Latinoamérica*. Caracas, Venezuela: Asociación Latinoamericana de Cuidados Paliativos, Sociedad Venezolana de Medicina Paliativa y Asociación Internacional de Hospicios Cuidados Paliativos (IAHPC).

Recuperado de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjEm9Pe5JTcAhUOnawKHV_hDw8QEgggMAA&url=http%3A%2F%2Fcuidadospaliativos.org%2Fuploads%2F2012%2F11%2FManualOpioides.pdf&usg=AOvVaw2wImDgZn8eQw1Fu9xOiPH

Consultado el 21 de noviembre de 2018.

Aluja, A.S. de. (abril-junio, 2011). Bienestar animal en la enseñanza de Medicina Veterinaria y Zootecnia: ¿Por qué y para qué?, en *Veterinaria México* 42(2):137-147. Recuperado de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-50922011000200004&lng=es&tlng=es

Consultado el 21 marzo 2018.

Álvarez-Gómez de Segura, I. (1998). Métodos de anestesia, analgesia y eutanasia. Capítulo 14. La Paz, Madrid: Departamento de Cirugía Experimental Hospital Universitario. Recuperado de <https://www.unrc.edu.ar/unrc/coedi/docs/guia-anestesia-eutanasia.pdf>
Consultado el 21 de marzo de 2018.

Arreguín Nava, V. y Macías J.H. (agosto, 2012). Asepsia, uno de los grandes logros del pensamiento, en *Revista Digital Universitaria* 13(8). Recuperado de <http://www.revista.unam.mx/vol.13/num8/art79/index.html>

Balén, E.M., Sáez, M.J., Cienfuegos, J.A., Zazpe, C.M., Ferrer, J.V., Herrera, J. y Lera, J.M. (2000). Anatomía del cerdo aplicada a la experimentación en cirugía general, en *Cirugía Española* 67(6):586-593. Recuperado de <http://studylib.es/doc/146586/anatomía-del-cerdo-aplicada-a-la-experimentación-en-cirug>
Consultado el 29 de mayo de 2015.

Bertó, A. (octubre, 2015). Alimentación del cerdo vietnamita o Minipig. [Página web] Infoexóticos: Revista de animales Exóticos. Recuperado de <http://www.infoexoticos.com/alimentacion-del-cerdo-vietnamita-o-minipig/>
Consultado el 16 de noviembre de 2017.

Ceballos, M., Waxman Dova, S., Tarragona, L., y Otero, P.E. (2008). *Relajantes musculares en medicina veterinaria I: Generalidades.*

Panorama actual del medicamento, Vol. 32, No. 317, pág. 1081.

Recuperado de

<https://botplusweb.portalfarma.com/Documentos/2008/12/2/36732.pdf>

Consultado en octubre de 2017.

Consejería Jurídica y de Servicios Legales de la Ciudad de México (CEJUR). (Septiembre, 2010). Reglamento de la Ley de Protección a los Animales del Distrito Federal, en *Gaceta Oficial del Distrito Federal* 933:3-21. México: Administración Pública del Distrito Federal. Jefatura de Gobierno. Recuperado de http://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/4c9c18ea1759d.pdf

Consultado el 8 de febrero de 2019.

Council of Europe. (1986). Part II - General Care and Accommodation: Article 5, en *European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and Other Scientific Purposes*. (European Treaty Series No. 123:3). Strasbourg: Council of Europe. Retrieved from <https://rm.coe.int/168007a67b>

Consultado el 8 de enero de 2018.

Council of Europe. (2006). *Appendix A of the European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and other Scientific Purposes*. (European Treaty Series No. 123). *Guidelines for Accommodation and Care of Animals* (Article 5 of the Convention). Strasbourg: Council of Europe. Retrieved from

[https://www.coe.int/t/e/legal_affairs/legal_co-operation/biological_safety_and_use_of_animals/laboratory_animals/2006/Cons123\(2006\)3AppendixA_en.pdf](https://www.coe.int/t/e/legal_affairs/legal_co-operation/biological_safety_and_use_of_animals/laboratory_animals/2006/Cons123(2006)3AppendixA_en.pdf)

Consultado el 8 de enero de 2018.

Cruz, J.I., González, A. y Burzaco, O. (s.f.). *Avances en anestesia y analgesia del cerdo (sus scrofa domestica)*. España: Servicio de Anestesiología, Hospital Clínico Veterinario, Universidad de Zaragoza. Recuperado de

<https://es.scribd.com/document/9525486/anestesia-cerdo>

Consultado en enero de 2019.

Fleknell, P. (2009). *Laboratory Animal Anesthesia*. Third Edition. Elsevier. ISBN 978-012-369376-1.

Fielder, S.E. (s.f.). *Serum Biochemical Reference Ranges*. MSD Veterinary Manual. Retrieved from

<https://www.msdrvmanual.com/special-subjects/reference-guides/serum-biochemical-reference-ranges>

Consultado en enero de 2019.

Gullace, F.A. y Caturini, E.D. (s.f.). *El animal de laboratorio como reactivo biológico*. Buenos Aires, Argentina: Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires. Recuperado de

<http://dpd.fvet.uba.ar/cartelera/00013655.pdf>

Consultado en octubre de 2017.

Hodgson, D.S. (2007). Comparison of isoflurane and sevoflurane for short-term anesthesia in piglets, in *Veterinary Anesthesia and Analgesia* 34(2):117-124. Retrieved from [https://www.vaajournal.org/article/S1467-2987\(16\)30799-1/fulltext](https://www.vaajournal.org/article/S1467-2987(16)30799-1/fulltext)
Consultado en octubre de 2017.

Jackson, P.G.G. & Cockcroft, P. (2009). Analgesia, anestesia y procedimientos quirúrgicos en el cerdo. En: Jackson, P.G.G. & Cockcroft, P. (autores). *Manual de Medicina Porcina*, capítulo 15, pp. 206-207. Buenos Aires, Argentina: Inter-medica.
Recuperado de http://www.intermedica.com.ar/media/mconnect_uploadfiles/j/a/jackson.pdf
Consultado el 8 de enero de 2018.

Kahn, S. y Varas, M. (2012). *Normas de bienestar animal de la OIE en el marco de una política de comercio multilateral*. París: Servicio de comercio Internacional de la Organización Mundial de la Sanidad Animal (OIE). Recuperado de http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Animal_Welfare/docs/pdf/Otros/Animal_welfare_and_Trade/E_WTO_Paper.pdf
Consultado en enero de 2018.

Laredo, F. y Cantalapiedra A.G. (febrero, 2001). Técnicas de anestesia general inyectable TIVA, en *Consulta de Difusión Veterinaria* 9(77):51-61. Recuperado de http://www.ciberconta.unizar.es/cirugiaveterinaria/Mas_Informacion/Temas_anestesia/TIVA.PDF

Consultado en octubre de 2017.

Lemus-Flores, C., Ulloa-Arvizu, R., Ramos-Kuri, M., Estrada, F.G., & Alonso, R.A. (December, 2001). Genetic analysis of Mexican hairless pig populations, in *Journal of Animal Science* 79(12):3021-3026. Retrieved from <https://doi.org/10.2527/2001.79123021x>

Consultado en febrero de 2017.

Morgaz Rodríguez, J. (2014). Después de la Anestesia, en *Actualización en anestesia y analgesia*, pp. 19-34. Barcelona: Asociación de Veterinarios Españoles Especialistas en Pequeños Animales (AVEPA), Formación continuada. Recuperado de http://avepa.org/pdf/proceedings/ANESTESIA_PROCEEDINGS2014.pdf

Consultado en octubre de 2017.

Morton, D.B. (s.f). *Guía para el punto final humanitario en la experimentación animal para la investigación biomédica. Aspectos éticos, legales y prácticos* (Trad. A.M. Orellana Solares). España: Sociedad Española para las Ciencias del Animal de Laboratorio (SECAL). Artículo original en inglés publicado en 2005 por *Laboratory Animals* 8:5-12. Recuperado de <https://secal.es/wp-content/uploads/2014/11/Punto-final.pdf.pdf>.

Consultado el 29 de noviembre de 2017.

Mundo Pecuario. (s.f.). Construcciones para animales: Cerdos.

[Página web] *Instalaciones para Cerdos*. Recuperado de

<http://mundo-pecuario.com/tema198/cerdos/>

Consultado en enero de 2019.

Mundo Pecuario. (s.f. a). Requerimientos nutricionales de los cerdos.

[Página web] *Cerdos de 10 a 20 kg*. Recuperado de

[http://mundo-](http://mundo-pecuario.com/tema149/requerimientos_nutricionales_cerdos/de_10_20_kg-759.html)

[pecuario.com/tema149/requerimientos_nutricionales_cerdos/de_1](http://mundo-pecuario.com/tema149/requerimientos_nutricionales_cerdos/de_10_20_kg-759.html)

[0_20_kg-759.html](http://mundo-pecuario.com/tema149/requerimientos_nutricionales_cerdos/de_10_20_kg-759.html)

Consultado en enero de 2019.

Mundo Pecuario. (s.f. b). Requerimientos nutricionales de los cerdos.

[Página web] *Cerdos de 20 a 35 kg*. Recuperado de

[http://mundo-](http://mundo-pecuario.com/tema149/requerimientos_nutricionales_cerdos/de_20_35_kg-760.html)

[pecuario.com/tema149/requerimientos_nutricionales_cerdos/de_2](http://mundo-pecuario.com/tema149/requerimientos_nutricionales_cerdos/de_20_35_kg-760.html)

[0_35_kg-760.html](http://mundo-pecuario.com/tema149/requerimientos_nutricionales_cerdos/de_20_35_kg-760.html)

Consultado en enero de 2019.

Mundo Pecuario. (s.f. c). Requerimientos nutricionales de los cerdos.

[Página web] *Cerdos de 35 a 60 kg*. Recuperado de

[http://mundo-](http://mundo-pecuario.com/tema149/requerimientos_nutricionales_cerdos/de_35_60_kg-761.html)

[pecuario.com/tema149/requerimientos_nutricionales_cerdos/de_3](http://mundo-pecuario.com/tema149/requerimientos_nutricionales_cerdos/de_35_60_kg-761.html)

[5_60_kg-761.html](http://mundo-pecuario.com/tema149/requerimientos_nutricionales_cerdos/de_35_60_kg-761.html)

Consultado en enero de 2019.

Mundo Pecuario. (s.f. d). Requerimientos nutricionales de los cerdos.

[Página web] *Cerdos de 60 a 100 kg*. Recuperado de

http://mundo-pecuario.com/tema149/requerimientos_nutricionales_cerdos/de_60_100_kg-762.html

Consultado en enero de 2019.

Mundo Pecuario. (s.f. e). Requerimientos nutricionales de los cerdos. [Página web] *Cerdos de 110 a 120 kg*. Recuperado de

http://mundo-pecuario.com/tema149/requerimientos_nutricionales_cerdos/de110_120_kg-763.html

Consultado en enero de 2019.

Mundo Pecuario. (s.f. f). Requerimientos nutricionales de los cerdos. [Página web] *Cerdos de 140 a 200 kg*. Recuperado de

http://mundo-pecuario.com/tema149/requerimientos_nutricionales_cerdos/de_140_200_kg-764.html

Consultado en enero de 2019.

National Research Council. (2011). *Guide for the care and use of laboratory animals* (8th Ed.). Washington, D.C.: National

Academies Press. Retrieved from

<https://grants.nih.gov/grants/olaw/guide-for-the-care-and-use-of-laboratory-animals.pdf>

Consultado el 14 de marzo de 2018.

NRC. (s.f.). *Nutrient requirements of swine 11th*. Washington, D.C.: National Academy Press.

Organización Mundial de Sanidad Animal. (2013). Capítulo 7.8. Utilización de animales en la investigación y educación, en *Código Sanitario para los Animales Terrestres*, Vol. 1, 22^a. ed., pp. 397-407. París, Francia: Organización Mundial de Sanidad Animal. Recuperado de <https://www.oie.int/doc/ged/D12823.PDF> Consultado en enero de 2018.

Quiles, A. y Hevia, M. (s.f.). *Necesidades de agua en la especie porcina*. Departamento de Producción Animal: Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia, Campus Espinardo. Recuperado de https://www.3tres3.com/articulos/consumo-de-agua-en-porcino_1081/ Consultado el 30 enero de 2019.

Revidatti, M.A., Delgado Bermejo, J.V., Gama, L.T., Landi Periat, V., Ginja, C., Alvarez, L.A., Vega-Pla, J.L., Martínez, A.M. & BioPig Consortium. (November, 2014). Genetic characterization of local Criollo pig breeds from the Americas using microsatellite markers, in *Journal of Animal Science* 92(11):4823-4832. Retrieved from <https://doi.org/10.2527/jas.2014-7848> Consultado en noviembre de 2017.

Riera, A., Cabrero, M. y Cortadellas, B. (2012). *Introducción a los pequeños mamíferos: manejo, patología y cirugías*. España: Servicio de animales exóticos, Hospital Veterinari Molins, Colegio de Veterinarios de Cádiz. Recuperado de <http://www.colvetcadiz.com/ficheros/cursos/pequeñosmamiferos/c harla.pdf>

Consultado en enero de 2018.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2001). *Norma Oficial Mexicana NOM 062-ZOO-1999, Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio*. México: Diario Oficial de la Federación. Recuperado de <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/principal/archivos/062ZOO.PDF>
Consultado en mayo de 2016.

Secretaría de Salud, Instituto Nacional de Pediatría, Comité Institucional para el Cuidado y Uso de los Animales de Laboratorio (CICUAL). (2015). *Manual de integración y funcionamiento del Comité Institucional para el cuidado y uso de los animales de laboratorio*. México: Secretaría de Salud, Instituto Nacional de Pediatría, Comité Institucional para el Cuidado y Uso de los Animales de Laboratorio (CICUAL).

Soriano-Rosales, R.E., Pérez-Guillé, B.E., Villanueva-Sánchez, O. *et al.* (mayo, 2007). *Guía de los anestésicos más utilizados en los animales de laboratorio*. Ciudad de México: Taller de offset del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.

Stricker-krongrad, A., Shoemake, C.R., Pereira, M.E., Gad, S.C., Brocksmith, D. & Bouchard G.F. (2016). Miniature Swine Breeds in Toxicology and Drug Safety Assessments: What to Expect during Clinical and Pathology Evaluations, in *Toxicologic*

Pathology 44(3):421-427. DOI 10.1177/0192623315613337.

Retrieved from

<http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0192623315613337>

Consultado el 20 de septiembre de 2018.

Swindel, M.M. & Smith A.C. (2016). *Swine in the laboratory Surgery Anesthesia Imaging and experimental*. 3rd Ed., Boca Raton, Florida: CRC Press Taylor & Francis Group. American College of Laboratory Animal Medicine.

Taylor, D.J. (1995). *Pig Diseases*. 6th Ed. Glasgow, UK: Glasgow University.

Tendillo, F.J., Gómez de Segura, I.A., De Miguel, E. y Castillo-Olivares, J.L. (abril, 1991). Consideraciones especiales de la anestesia del cerdo, in *Research in surgery* 4(7):17-24.

Recuperado de

[http://www.ciap.org.ar/ciap/Sitio/Archivos/Anestecia de cerdos.pdf](http://www.ciap.org.ar/ciap/Sitio/Archivos/Anestecia_de_cerdos.pdf)

Consultado el 21 de marzo de 2018.

Thomas, G.J., Pantalone, A.L., Buchanan, W.K. & Zeedick, J.F. (January-February, 1961). Summary of stages and signs in Anesthesia, in *Anesthesia & Analgesia* 40(1):42-51. Retrieved from https://journals.lww.com/anesthesia-analgesia/Citation/1961/01000/SUMMARY_OF_STAGES_AND_SIGNS_IN_ANESTHESIA.5.aspx

Consultado el 21 de marzo de 2018.

Vicerrectorado de Política Científica. (s.f.). *Evaluación del dolor en el Cerdo*. España: Comisión ética asesora para la experimentación animal, Universidad de Zaragoza. Recuperado de http://cea.unizar.es/Disenos_experimentales/Anestesia_y_analgesia/Evaluacion_dolor/Evaluacion_dolor_en_cerdos.pdf
Consultado el 16 de noviembre de 2017.

Welfare Quality. (October, 2009). *Welfare Quality Assessment protocol for pigs*. Lelystad, Netherlands: Welfare Quality Consortium. Retrieved from <http://edepot.wur.nl/233470>
Consultado en abril de 2018.

Zarazaga, M. del P. (2016). *Profilaxis pre-quirúrgicas en perras, mediante el uso de cefalotina y evaluación de su eficacia basándose en índices farmacocinéticos-farmacodinámicos*. Tesis Doctoral en Medicina Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Veterinaria. Recuperado de <http://eprints.ucm.es/38373/1/T37497.pdf>
Consultado el 15 de noviembre de 2017.

