

CAPÍTULO 18

El cerdo como animal de experimentación

Guido Mariano Príncipi

Introducción

Desde la domesticación el cerdo ha sido un eslabón esencial dentro de las culturas y costumbres del ser humano. Su utilización como alimento y la obtención de subproductos tuvo y tiene un rol importante para el desarrollo de la humanidad.

Tanto el cerdo comercial como los cerdos miniaturas utilizados para investigación y como mascotas, corresponden al *Sus Scrofa Doméstica*. El cerdo doméstico presenta similitudes con el ser humano tanto en sus hábitos alimenticios como en la conformación de órganos y sistemas. A su vez presenta similitudes anatómo-fisiológicas. Todas estas características motivan su utilización como modelo animal de muchos estudios. Asimismo, por su importancia comercial, ha sido objeto de estudios relacionados con su fisiología, su curva de crecimiento, la nutrición, la sanidad y la bioseguridad entre otros. La genética se ha desarrollado de la mano de las líneas híbridas, producto del cruzamiento de las razas más importantes, con el propósito de mejorar su rendimiento en producción y reproducción. Por otro lado, también se ha trabajado en la selección y desarrollo de líneas miniatura o minipigs, tanto para uso en investigación como para su aprovechamiento como mascotas. En cuanto a la nutrición, que es el insumo más costoso de la producción, las investigaciones se orientan con el objetivo de eficientizar los costos productivos y disminuir la eliminación de excretas contaminantes. Todas estas características relevantes hacen de esta especie un modelo animal trasposable al ser humano. (Bollen 2010).

En países desarrollados donde la cría de cerdos tiene una gran relevancia económica, se han promulgado programas de acompañamiento para las granjas comerciales, para promover calidad, sanidad y bienestar animal. Estos programas de calidad posibilitan la utilización de cerdos comerciales de alto status sanitario como fuente de provisión de animales para investigación.

A manera de ejemplo podemos mencionar el sistema de Canadá donde en el año 2005 el Canadian Pork Council (CPC) a través del programa de Animal Care Assesment (ACA) promueve una producción porcina responsable, primando el bienestar animal. Este programa impulsa los programas de calidad agroalimentaria ya existentes como requisito para la producción. Por otro lado, en las guías de cuidado y uso de animales de experimentación de Canadá, EEUU y Unión Europea se incluyen, dentro de los animales de granja, las recomendaciones para el uso y el cuidado del cerdo en investigación

Asimismo, hay guías regulatorias para el cerdo tanto para estudios biomédicos (Public Health Service, 1996) como para investigación agropecuaria (Committees to Revise the Guide for the Care and Use of Animals in Agricultural Research and Teaching, 1999).

Historia y evolución

El cerdo domestico deriva de dos especies; *Sus scrofa*, que es el cerdo europeo y *Sus vittatus*, que es el cerdo salvaje del este y sudeste de Asia. Estos jabalíes que existen aún, se alimentan con pequeños animales, tubérculos, frutos y pastos nativos; tienen desarrollados sus colmillos para defensa, como el tren anterior y el tórax que junto con el cuerpo corto les permite alcanzar buena velocidad y agilidad para huir de animales mayores. Su cabeza es pesada e insertada firmemente. El cerdo original vivió en forma sedentaria alrededor de los pueblos y posteriormente el hombre lo confinó y empezó a alimentarlo. (Espinoza et. al. 2005).

En el transcurso de los tiempos se llegó a un animal voluminoso de gran papada, tórax estrecho, articulaciones cortas, pero gruesas y que albergaba grandes cantidades de grasa.

Desde su domesticación hasta nuestros días el cerdo sufrió grandes modificaciones morfológicas y fisiológicas, debido a las diferentes condiciones en que vivió y al aprovechamiento que ha hecho el hombre de esta especie. Así pasó de un animal graso para aprovechamiento del unto a un animal magro para consumo de carne, logrado mediante cruzamientos y mejoramientos genético, mejores condiciones de alimentación, excelentes instalaciones y en general un manejo óptimo.

El cerdo en experimentación animal

Muchas investigaciones han puesto de manifiesto que el cerdo se parece anatómica y fisiológicamente al ser humano. Su parecido anatómico gastrointestinal y de hábitos alimenticios ha permitido su uso para estudios de gastroenterología. De hecho y durante mucho tiempo fueron modelo casi exclusivo en la evaluación de los efectos de la dieta sobre los sistemas fisiológicos. A su vez es omnívoro, consume una dieta similar a la humana, mastica de la misma manera, posee dientes similares a los de los humanos y comienza la digestión en un estómago simple, que, además, es susceptible a úlceras.

También son utilizados en el campo de la investigación quirúrgica, por sus condiciones anatómicas, principalmente en el entrenamiento de trasplantes de órganos (corazón, páncreas, riñón, hígado), técnicas endoscópicas y laparoscópicas. Además, se los utilizaron en xenotrasplantes, por reemplazo de tejidos en humanos, los cuales presentan el inconveniente de mostrar rechazo, por lo que preservación de los órganos también puede resultar un problema. Sin embargo, sigue siendo motivo de investigación el uso de tejidos de cerdo en humanos como paliativo de curaciones que demandan tiempo de evolución.

Su piel ha sido ampliamente estudiada en ensayos de cirugía plástica reconstructiva y en estudios de fisiopatología, por ser más similar a la humana que la de otras especies.

Cabe destacar que poseen valores hematológicos y un grado de desarrollo al nacer similar al humano, resultando un buen modelo de estudio de estas áreas temáticas.

En cuanto al sistema digestivo, se lo emplea en estudios de dentición, obesidad o úlceras gastroduodenales.

Por lo expuesto el cerdo es utilizado en distintos campos de investigación como dermatología, hematología, trasplantes, cirugía experimental, alcoholismo, diabetes metabolismo, odontología, radiaciones cutáneas, deficiencias de vitaminas, toxicología y gastroenterología entre otros; además de ser un modelo preclínico para la prueba de productos farmacéuticos y dispositivos biomecánicos. (Smith 2006).

Asimismo, se lo usa mucho en estudios referentes al corazón, incluyendo cirugía cardiovascular experimental, enfermedades cardiovasculares: aterosclerosis, hipercolesterolemia, circulación coronaria, conducción miocárdica, electrocardiografía, infartos y anomalías congénitas.

La anatomía renal resulta la más similar a la de los humanos comparada con otros modelos animales de uso común, explicando su uso para cirugía intrarrenal, hidronefrosis e hipertensión renal. (Smith 2006).

No obstante, existen varios inconvenientes con uso de estos animales. Su carácter potencialmente agresivo y el tamaño adulto que puede dificultar su manejo. Además, también existe un rechazo cultural en muchas regiones, entre otras razones por creencias religiosas, por resultar un potencial transmisor de enfermedades al hombre, o simplemente por proteccionismo.

En cuanto a su manejo es un animal que se adapta fácilmente a la mayoría de los climas, aunque presenta ciertas características a resaltar. Al nacer están desprovistos de pelo, muy bajas reservas de grasa subcutánea y glucógeno hepático, lo que resulta en una deficiente capacidad de termorregulación y consecuente susceptibilidad a las bajas temperaturas. El lechón al nacimiento necesita un ambiente con temperatura focal de alrededor de 32 a 33 °C. A medida que se van desarrollando la ecuación se invierte y los animales adultos soportan mucho menos las altas temperaturas, porque sus glándulas sudoríparas son escasas y apocrinas, y su principal eliminación de calor se produce por ventilación. Por este motivo a medida que crecen son más importantes sus exigencias en cuanto a ambientes ventilados, con temperaturas confort que no superen los 21 °C. (Campagna et al 2010).

En general, se recomienda más espacio para los cerdos de investigación que para los porcinos en la agricultura mejorando los comportamientos específicos de la especie y minimizando los comportamientos inducidos por el estrés. A su vez requieren enriquecimiento ambiental para satisfacer su intensa necesidad de masticar. La cama de paja o la viruta de madera son excelentes elementos de enriquecimiento, aunque pueden dificultar la higiene adecuada de la jaula,

Reproducción

Las cerdas son poliéstricas continuas y politocas, con camadas numerosas. Tienen un ciclo que dura promedio 21 días entre celo y celo, y este puede durar entre 2 y 3 días, y la ovulación ocurre durante el último tercio del mismo aproximadamente a partir de las 60 horas de inicio del celo. (Fernández et al 2016.)

La signología de celo se exhibe con la vulva inflamada, tumefacta y enrojecida, sin embargo, el principal signo es el reflejo de inmovilidad ante la presencia del macho o ante la presión en la zona lumbar.

La gestación dura 114 días +/- 1. La placenta es de tipo epiteliocorial, conteniendo 6 capas, por lo que la inmunidad pasiva del lechón se produce por la ingesta de calostro durante las primeras horas de nacido donde el intestino es permeable a las inmunoglobulinas hasta que ocurre el cierre intestinal alrededor de las 20 hs. de vida.

Dentro de las primeras 48 hs. de nacidos pueden realizarse adopciones cruzadas entre madres que hayan parido al mismo tiempo para equiparar camadas o utilizar madres nodrizas.

Por la incapacidad de termorregular y su susceptibilidad a ambientes fríos, los lechones neonatos se colocan con fuentes focales de calor como mantas térmicas, lámparas infrarrojas o estufas; o en su defecto busquen el calor de la madre con mayor riesgo de muerte por aplastamiento.

Entre las maniobras que se le realizan al lechón podemos mencionar las que corresponden al momento del parto y las que se realizan durante la lactancia.

Al momento del parto

Secarlos con toallas o polvo secante.

Despejar las vías aéreas.

Ligadura, corte y desinfección del cordón umbilical.

Calostrado en las primeras horas.

Pesaje.

Colocarlos en fuente de calor.

Durante la lactancia

Administración de hierro dextrano para evitar anemia ferropénica.

Descolmillado, Descole, Desparasitación al día 3, en caso que se realicen.

Castración en los casos que se realice, a partir del día 7 de vida.

Creep feeding o alimentación con papilla al pie de la madre a partir del día 10/12 de vida.

Destete a los 21 o 28 días.

Instalaciones

Como ya mencionamos el cerdo es un animal de interés comercial principalmente por su carne. El uso de tecnologías adaptadas a la especie ha ido mejorando a lo largo de los años para expresar el potencial de la especie, brindar bienestar animal, garantizar bioseguridad y facilitar las tareas y el desempeño del personal. Es así que los laboratorios pueden proveerse de animales de granja con status sanitario conocido para experimentación. Las condiciones de alojamiento que brindaremos en el laboratorio son similares a las que se utilizan en granja y van a depender de la categoría animal con la que trabajemos.

En los sistemas productivos podemos distinguir 2 tipos de producciones, la confinada a galpón y los sistemas al aire libre.

Los sistemas confinados consisten de galpones adaptados a las condiciones medioambientales de cada categoría animal. Las categorías se ubican en sitios denominados I, II, III. El sitio I alberga todo el plantel reproductivo y está compuesto por un lado por galpones de gestación, en los cuales vamos a encontrar: hembras en servicio y gestantes, padrillos y cachorras de reposición. Por otro lado, se encuentran los galpones de maternidad con las hembras en periodo de lactancia con sus camadas.

En sitio II corresponde al periodo de destete y recría que va de los 6 a 9 kg de peso hasta los 30 kg de peso promedio aproximado. En este caso son animales jóvenes provenientes del destete de la maternidad, que aún mantienen ciertos parámetros y control especiales de temperatura en el galpón.

El sitio III son los galpones de desarrollo y terminación que va desde los 30 kg hasta obtener el producto final de 100 a 120 kg de peso. En este caso los galpones se asemejan a las necesidades de un animal adulto de sistemas de ventilación adecuados y evitar las altas temperaturas.

Estos sitios en granjas de alta bioseguridad deben estar separados al menos por 3000 metros entre sí.

Las granjas de Genética proveen de hembras reproductoras y padrillos a las granjas comerciales. En general estas empresas deben ser de alta bioseguridad y proveen animales muy controlados sanitariamente. Por este motivo pueden proveer animales a laboratorios de status microbiológico conocido.

El cerdo de laboratorio

En investigación además del cerdo de producción de granja existe la alternativa de los cerdos miniatura de los cuales hay líneas específicas para investigación y razas miniatura que además se utilizan como mascotas.

El cerdo de producción alcanza la madurez sexual con más de 100 kg lo que puede dificultar su manejo. Su peso adulto puede superar los 250 kg. Estas características pueden condi-

cionar su uso en investigación sobre todo por el alojamiento en laboratorios y manejo. Los cerdos miniatura dependiendo de la línea o la raza pueden alcanzar su madurez sexual con 10 a 45 kg y un peso adulto entre 15 y 70 kg. Los más utilizados en investigación son el Yucatan Miniatura, Hanford, Gottingen, Sinclair S I. También existen líneas o razas utilizadas como mascota como los Panepinto, Osabaw, Banna, Ohmini, Pitman-Moore, Chinese Dwarf y Vietnamese potbellied. (Swindle 2007).

La Universidad de Gottingen en Alemania desarrolló la línea de minipigs Gottingen en los años 1960 a través del cruzamiento del Minnesota Minipig, con el Vietnamese Potbelly Pig y el landrace alemán, combinando el tamaño pequeño del primero con la fertilidad del segundo y el fenotipo blanco del tercero. Hoy la compañía Gottingen Minipigs ofrece estos cerdos para investigación en Europa y EEUU. Corresponde a un cerdito de capa blanca cuya madurez sexual en machos es a los 3-4 meses con 7 a 9 kg y las hembras entre 4-5 meses con 9 a 11 kg de peso) Animales que a los 2 años pesan alrededor de 35 kg. Criados en bioterios especiales para ofrecer estos animales como reactivo controlado de colonias cerradas para investigación biomédica. (Reimer, 2020). Los laboratorios Charles River, Sinclair, NIH también ofrecen marcas registradas de cerdos miniatura para investigación

Ambiente

Las instalaciones para cerdos de investigación deben brindar confort y respetar los requerimientos ambientales de la especie a la vez que sustentar su bienestar.

Las superficies internas deben ser fabricadas con materiales lisos y no porosos, fáciles de limpiar y desinfectar. Los comederos y los tabiques divisores de los corrales, no deben tener aristas puntiagudas o protuberancias que puedan ocasionar heridas a los animales. Los pasillos y los pisos de los corrales deben tener desagües eficaces. Todos los pisos, hechos de material sólido, de tablillas, o de alambre, deben favorecer un paso adecuado y no provocar heridas para los cerdos. Los animales destetados, que pueden colocarse en grupos, donde tienden a armar jerarquías sociales.

El piso más adecuado principalmente a temprana edad corresponde al enrejillado plástico ya que es el material más confortable, soporta bien el peso, y las excretas caen a una fosa inferior. Si utilizamos piso ciego con pendiente debemos colocar menor densidad animal, y la limpieza es diaria; en estos casos el agregado de viruta blanca o paja ayuda al bienestar de los animales. Los cerdos suelen seleccionar un sector para orinar y defecar; y otro para descanso por lo que se requiere de un espacio mínimo por animal para cada categoría.

Los cerdos adultos requieren de 17 a 21°C de temperatura confort.

La ventilación debe ser adecuada evitando las corrientes de aire sobre todo en las edades tempranas.

No es factible establecer valores específicos relativos a parámetros del ambiente, tales como la temperatura, humedad y ventilación, que se apliquen a todas las clases de cerdos y en

todas las situaciones posibles de la investigación y la enseñanza. Los requerimientos particulares variarán considerablemente con la edad, el tipo de alojamiento, la densidad de población, etc.; las márgenes mencionadas, en la mayoría de los casos, se refieren a los límites superiores e inferiores de las zonas de confort generalmente aceptadas.

Temperatura

Con excepción de los recién nacidos y de los lechones lactantes, los cerdos se adaptan muy bien y están cómodos en una gran variedad de condiciones climáticas, siempre que se les provean instalaciones apropiadas que les permitan conservar o eliminar el calor del cuerpo. Los animales alojados al aire libre deben disponer de un espacio sombreado, preferentemente húmedo, para que puedan estirarse en el suelo y eliminar su calor corporal por conducción. El confinamiento total, sobre pisos de cemento, o sobre enrejados, puede interferir con la transferencia de calor por conducción. Los sistemas de soporte ambientales deben ser adecuados para mantener una zona de confort satisfactoria a lo largo del año. El agregado de cama en algunos sistemas crea un micro ambiente cómodo para los animales.

Los cerdos mayores de 30 kg y adultos tienen un rango de temperatura confort similar que va desde los 15 a los 25°C. Este rango va a depender del tipo de instalaciones o sistema de alojamiento individual o grupal y de la cantidad de animales alojados. Aunque soportan temperaturas extremas de 10°C o menos, y hasta 30 °C. Por encima de los cuales puede poner en riesgo su supervivencia. (Campagna, D. 2012).

El área de parto presenta una dificultad especial porque los requerimientos ambientales para la cerda y los recién nacidos son completamente diferentes. Para la comodidad de la cerda, se debe mantener una temperatura entre 15-21°C, mientras que el área para los lechones debe ser siempre seca, protegidos de corrientes de aire y mantenidos a una temperatura alrededor de los 32/ 33 °C en los primeros días. Este se consigue con calor focal como ya mencionamos.

Ventilación y humedad

Los cerdos adultos y en crecimiento se desenvuelven muy bien en ambientes a donde la humedad relativa varía entre los 40-80%, Existen sistemas de ventilación natural y artificial. La natural es por cortinas y la artificial por ventiladores o extractores. Asimismo, existen sistemas de enfriamiento para climas cálidos por paneles evaporativos o por pulverizadores de neblina. En espacios chicos como laboratorios, con pocos animales alojados se puede instalar aire acondicionado. Es recomendable para espacios cerrados 10 a 15 recambios totales de aire por hora.

Ruido y olores

Algunos ruidos y olores están inevitablemente presentes en cualquier criadero y pueden ser perjudiciales. Se pueden reducir al mínimo los olores con una limpieza eficaz, regular y una ventilación adecuada. Se puede mantener el nivel de ruido, asegurándose que el equi-

po mecánico opere relativamente suave, y minimizando los procedimientos que perturban a los animales.

Alimentación

El alimento se diferencia según la etapa productiva basado en los requerimientos. Existen tablas de requerimientos para diferentes etapas y en diferentes condiciones de alojamiento, como las tablas NRC de estados unidos, Fedna de Europa y las brasileñas de Rostagno.

El alimento se administra ad libitum en animales de crecimiento y cerdas de lactancia y restringido en hembras gestantes y padrillos según su condición corporal. La alimentación es principalmente sólida en forma harinas de 400 a 800 micras de partícula a base de granos cereales y subproductos de la industria oleginosa. También puede utilizarse líquida, la que implica instalaciones totalmente diferentes para su provisión. El agua se brinda ad libitum por bebederos tipo chupete.

Cama

Cuando se alojan cerdos en instalaciones pequeñas durante períodos cortos, se puede utilizar paja u otro material adecuado. No se usa cama en las instalaciones más grandes, donde la limpieza y la evacuación del estiércol se hacen automáticamente. Se debe proveer una cama de paja espesa, cuando los cerdos están mantenidos en establos o al aire libre.

Manejo, sujeción, extracción de sangre y vías de administración

Los animales adultos son difíciles de manejar, salvo que estén alojados en jaulas. Para sujetarlos hay enlazar su maxilar superior por detrás de los colmillos, teniendo especial cuidado con estos sobre todo en padrillos porque pueden resultar cortantes.

Lechones jóvenes de menos de 5kg pueden inmovilizarse por las patas traseras y transportarse con ambos brazos

Lechones mayores de 5 kg se colocan un brazo por debajo de tronco y abdomen y con el otro se sostiene la cabeza inclinada hacia atrás.

Para extracción de sangre en animales hasta 20 kg aproximados, se necesitan 2 operarios, 1 para sujetarlos y colocarlo en decúbito dorsal y con la cabeza estirada hacia el piso. Otro realiza la extracción. La maniobra más sencilla es acceder a la vena cava craneal, que no es visible en esta especie. La punción se realiza ingresando con la aguja en dirección caudomedial en el espacio triangular que se forma entre el manubrio del esternón, la articulación del encuentro y la primera costilla del lado derecho del animal, insertando la aguja de manera caudomedial hacia el hombro opuesto.

En animales mayores sujetados por el maxilar superior en estación, la extracción puede realizarse en las venas de la oreja con el inconveniente que son muy lábiles y brindan poco volumen de sangre o en la vena cava ingresando del lado derecho perpendicular al cuello en direc-

ción algo caudal en la gotera que se forma en entre el manubrio del esternón y la articulación del encuentro con el animal sujeto en estación con la cabeza inclinada hacia arriba. También puede utilizarse la vena coccígea, la yugular y acceso arterial a la femoral. Es importante el entrenamiento del personal para realizar estas maniobras con personal idóneo

Los cerdos reaccionan al dolor con cambios en su paso y postura. Normalmente, chillan e intentan escapar cuando los manipulan; sin embargo, estas reacciones pueden acentuarse cuando el animal está con dolor. Los cerdos adultos pueden llegar a ser agresivos.

El chillido es característico cuando se palpan zonas dolorosas, pero no parecen sufrir cuando se palpan lesiones crónicas. Frecuentemente, están poco dispuestos a moverse, y cuando pueden, optan por esconderse en su cama de paja. Son perjudiciales los claroscuros al moverse y prefieren paredes ciegas y pisos no resbaladizos con poca pendiente (Grandin T. 1997).

Vías de administración

La administración de sustancias puede realizarse por vía subcutánea, intramuscular, endovenosa e intraperitoneal.

La vía subcutánea ideal es en piel laxa por detrás de la oreja. Los animales adultos tienen una capa de grasa subcutánea que facilita el acceso a esta vía ya que se necesitan agujas largas (40 o 50mm) para ingresar a la vía muscular. Esta última puede utilizarse en los músculos del cuello detrás de la oreja o en los músculos de los miembros posteriores con agujas largas.

Cerdo SPF y DPF

Los cerdos, al igual que otros animales de laboratorio, se pueden producir de acuerdo con cuatro niveles de cuidados: convencionales, SPF, libres de gérmenes o axénicos y gnotobióticos. Los axénicos y gnotobióticos se obtienen mediante procedimientos quirúrgicos, derivándolos por cesárea y se mantienen bajo aislamiento. Estos se pueden inocular con un microbiota conocido. Estos animales son costosos y difíciles de mantener y en general, no están disponibles comercialmente. Los SPF, en cambio, se producen mediante las mismas técnicas y se mantienen libres de agentes patógenos específicos de la especie. Estos cerdos se compran para progenitores y se mantienen en instalaciones convencionales. Si bien ellos pueden usarse para investigaciones y ensayos, en especial los que pesan hasta 35 kilos que se usan para estudios agudos y subcrónicos, se producen con interés en la producción porcina

En los Estados Unidos la Agencia Nacional SPF acredita las granjas que producen cerdos comerciales, realiza inspecciones periódicas y controla las instalaciones y el estatus sanitario de los animales (Safron y col 1997).

Los cerdos Designados Libres de Patógenos (DPF) son animales que se obtienen mediante técnicas gnotobiológicas, se alojan en instalaciones especiales, siempre en el interior, sin ventanas con aire filtrado y bajo presión positiva, recambios de aire, con control de temperatura y humedad, y cuidados por personal capacitado que asegura su condición sanitaria y su bienestar.

Estos cerdos son fuente de células que se usan para xenotransplantes, lo cual demuestra las estrictas condiciones bajo las cuales se los produce y mantienen. Los bioterios en los que se alojan estos cerdos se rigen en cuanto a las condiciones edilicias, de manejo y uso por la Guía para el Cuidado y Uso de Animales de Laboratorio de los EEUU, que son las mismas que se usan para ratones y ratas (Shuurman H. 2009)

Anestesia

Los cerdos deben ayunar 12 horas antes de la cirugía para prevenir el vómito, pero pueden tomar agua hasta que se les administre un pre-anestésico. La anestesia epidural también es de uso común. La ketamina combinada con la xylazina, el diazepam, la acepromazina o el fentanil/droperidol, producen buenos resultados como anestésicos generales. La combinación tiletamina/zolazepam tiene buenos resultados. Los barbitúricos se usan generalmente solo combinados con un sedativo. Los anestésicos por inhalación se toleran bien y se puede hacer fácilmente la inducción en cerdos pequeños con una máscara. La intubación de la tráquea es difícil por razones anatómicas, y en este caso es aconsejable vaporizar lidocaína sobre las cuerdas vocales para prevenir espasmos de la laringe. Existen cerdos sensibles al halotano, asociados a la raza Pietrain, Landrace belga y sus cruza que ante la exposición al gas manifiestan espasmos musculares, temblores y aumento de la temperatura del denominado síndrome de estrés porcino o hipertermia maligna. Por este motivo suelen elegirse otros anestésicos inhalatorios (Fleknel 1998) (Swindle 2007)

Eutanasia

Lo más utilizado es la sobredosis de anestesia con barbitúricos o la utilización de cloruro de potasio en animales con anestesia profunda. En animales de producción se usan cámaras de CO₂, o noqueo por electrocución o bala cautiva, estos dos últimos seguidos de exanguinación o sangría, no son métodos utilizados en investigación salvo que estén evaluados y aprobados por un comité.

Referencias

- Bollen, PJ, Hansen, AK y Alstrup, AKO (2010). *El cerdo de laboratorio*. Prensa CRC
- Campagna, D. A., & Somenzini, D. (2010). *Producción porcina en Argentina: instalaciones y equipos*.
- Campagna, D. 2012. Capítulo V. Instalaciones. En Brunori, J., Fazzoni, R., & Figueroa, M. E. (2012). *Buenas prácticas pecuarias para la producción y comercialización porcina familiar* (No. Q02/4). Ministerio de Agricultura de la República Argentina, Buenos Aires (Argentina) FAOINTA.
- Espinoza, C., & Castaño, G. (2005). Manual de producción porcícola.
- Fernández V, Barrales H, Compagnoni M., Williams S. 2016. Sección III, CAPÍTULO 33. *Fisiología del Ciclo Estral de la Cerda*. En Stornelli, M. A., & Sota, R. L. D. L. (2016). Manual de reproducción de animales de producción y compañía. Series: Libros de Cátedra.
- Flecknell, PA (1998). Laboratorio de anestesia animal. Una introducción para Investigadores y técnicos. España: Acribia
- Grandin, T. (1997). Evaluación del estrés durante el manejo y transporte. *J Anim Sci*, 75, 249-257.
- Reimer, C., Ha, NT, Sharifi, AR, Geibel, J., Mikkelsen, LF, Schlather, M., ... y Simianer, H. (2020). Evaluación de la integridad de la raza de Göttingen Minipigs. *Genómica de BMC*, 21, 1-13. <https://minipigs.dk/https://www.nfacc.ca/codes-of-practice/pig-code>
- Safron, J Gonder J. The SPF pig in research *ILAR Journal*, Volume 38, Issue 1, 1997, Pages 28–31, <https://doi.org/10.1093/ilar.38.1.28>
- Smith, AC y Swindle, MM (2006). Preparación de cerdos para el laboratorio. *Revista ILAR*, 47 (4), 358-363.
- Stricker-Krongrad, A., Shoemaker, C. R., & Bouchard, G. F. (2016). The miniature swine as a model in experimental and translational medicine. *Toxicologic pathology*, 44(4), 612-623.
- Swindle, M. M. 2007. *Swine in the laboratory: surgery, anesthesia, imaging, and experimental techniques* -- 2nd ed. ISBN-13: 978-0-8493-9278-8
- Swindle, MM y Smith, AC (Eds.). (2015). *Porcinos en el laboratorio: cirugía, anestesia, imagenología y técnicas experimentales*. Prensa CRC.
- Schuurman Henk-Jan Xenotransplantation, Volume 16, Issue 4 Pages: 193-262
Chapter 2: Source pigs , 2009 <https://doi.org/10.1111/j.1399-3089.2009.00541.x>