



UNIVERSIDAD MICHUACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**EL CERDO (*SUS SCROFA DOMESTICUS*) COMO MODELO
BIOLÓGICO PARA LA ENSEÑANZA DE TÉCNICAS QUIRÚRGICAS
EN MEDICINA HUMANA Y VETERINARIA**

TESIS QUE PRESENTA

ALMA LETICIA AVILÉS GARCÍA

PARA OBTENER EL TÍTULO DE MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

Morelia, Michoacán; Mayo 2016

“Tesis apoyada por el Consejo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación del Gobierno del Estado de Michoacán”.



UNIVERSIDAD MICHUACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO



FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**EL CERDO (*SUS SCROFA DOMESTICUS*) COMO MODELO
BIOLÓGICO PARA LA ENSEÑANZA DE TÉCNICAS QUIRÚRGICAS
EN MEDICINA HUMANA Y VETERINARIA**

TESIS QUE PRESENTA

ALMA LETICIA AVILÉS GARCÍA

PARA OBTENER EL TÍTULO DE MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

Asesor: MVZ. Esp. Ana María Ríos Alanís

Co-Asesor: MVZ. MS. Manuel Hernández Moreno

Morelia, Michoacán; Mayo 2016

“Tesis apoyada por el Consejo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación del Gobierno del Estado de Michoacán”.

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

A *Dios*, que aunque pocos o muchos, yo soy una de las personas que cree en ti, y siempre ha confiado y tenido fe. La vida y lo que tengo es por ti.

Este trabajo esta principalmente dedicado a mis padres *Mario Avilés Torres* y *Marta Susana García Díaz*; quienes días tras días, noches tras noches siempre han estado para mí y mis hermanas *Ma. Susana* y *Ana Lucía Avilés García*. Quienes me han mostrado el valor de la vida, el ser honesta y dedicada, las personas que me enseñan a ser constante con mi desarrollo, pensar siempre positivamente sin olvidar que existen los altibajos, y que jamás pierda el ser una persona humilde y no egoísta. A mis abuelos maternos (+) y paternos; quienes sin querer o queriendo me dejan pasajes inolvidables no sólo con palabras sino con acciones. Tíos, tías, primos, sobrinos, en general, la familia existe por una razón y es la de siempre estar para apoyarse los unos a los otros, sin importar las circunstancias.

Sin duda alguna, mis más grandes agradecimientos y admiración inefable para los médicos veterinarios zootecnistas que marcan consecutivamente gran parte de mi progreso como profesionista; la *MVZ. Esp. Norma Avilés Torres* mi gran estimación, cariño, modelo a seguir y que forma parte de mi vida y sueños cumplidos y que quizás no te des cuenta el deseo que tengo de ser como tú; muchas gracias por permitirme conocer una hermosa profesión, por brindarme un cálido hogar, por extenderme tu mano, por brindarme sabiduría incondicional, y atención; gracias por todo. Al *MVZ. MS. Manuel Hernández Moreno*, admirable persona, maestro a seguir, en quien encontré a un gran amigo, que se convirtió en uno de mis más grandes ídolos y que sin demostrar cansancio alguno sigue adelante para ayudar a nuestra sociedad y preparación de los futuros médicos veterinarios.

Maestros docentes que sin su ayuda y orientación, me hubiera sido difícil entender el deber de una estudiante y profesionista, y que con su apoyo también pude llegar hasta aquí; la *MVZ. Esp. Ana María Ríos Alanís*, el *MVZ. MC. Carlos Rafael Reyes Ramírez*, el *MVZ. MC. Ruy Ortiz Rodríguez* y la *Lic. Karla Mariño*; y que aunque algunos de ustedes no lleguen a

ver mi trabajo, sus acciones marcaron mucho mi transcurso por la universidad y se los agradezco.

A *mis amigos*; que realmente son muy pocos pero que sé que me conocen y saben quiénes son; gracias por siempre apoyarme a pesar de mis debilidades, que creen en mí y en mis locos sueños, pero que a pesar de ello encontraron más virtudes en mí que cualquier otra persona.

Extenderé también mi agradecimiento a la *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo* por apoyar a la *Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia* y formar gente valiosa y preparada para el futuro de nuestro país, México.

Mi tesis está también dedicado a las *futuras generaciones*, en verdad es una sensación tan satisfactoria y única, el ver que pueden lograr y realizar cualquier objetivo que se propongan con el fin de ser cada vez mejores y servir a la sociedad. Cuestionen, analicen, luchen, aférrense a todo aquello que quieran conseguir, superarse día con día es uno de mis más grandes deseos.

A todos ustedes muchas **¡¡GRACIAS!!**.

Idiomas Inglés Avanzado. Constancia.

Informática Computación Básica (Manejo de Word, Power Point y Excel).

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| 1) INTRODUCCIÓN..... | 2 |
| 2) MARCO TEÓRICO..... | 4 |
| 2.1) El uso de animales para la investigación y docencia..... | 4 |
| 2.2) Perspectivas históricas y actuales del uso del cerdo en la docencia y experimentación. | 5 |
| 2.3) Biología y manejo del cerdo experimental..... | 6 |
| 2.4) Aspectos anatómicos del cerdo..... | 7 |
| 2.4.1) Sistema cardiovascular..... | 7 |
| 2.4.2) Sistema Respiratorio..... | 8 |
| 2.5) Anestesia general y analgesia en el cerdo..... | 10 |
| 2.6) Hipertermia maligna..... | 15 |
| 3) JUSTIFICACIÓN..... | 16 |
| 4) HIPÓTESIS..... | 16 |
| 5) OBJETIVOS..... | 17 |
| 5.1) General..... | 17 |
| 5.2) Particulares..... | 17 |
| 6) MATERIAL..... | 18 |
| 6.1) Material biológico..... | 18 |
| 6.2) Sustancias..... | 18 |
| 6.3) Equipo..... | 22 |
| 6.4) Material de Antisepsia..... | 27 |
| 6.5) Instrumental Quirúrgico..... | 28 |
| 6.6) Material Quirúrgico..... | 29 |
| 6.7) Material Textil..... | 30 |
| 6.8) Instrumental Clínico..... | 31 |
| 6.9) Material de Sutura..... | 32 |
| 7) MÉTODOS..... | 34 |

| | |
|--|-----------|
| 7.1) Preoperatorio | 34 |
| 7.2) Preanestesia | 34 |
| 7.3) Inducción Anestesia General | 35 |
| 7.4) Canalización de la vena marginal de la oreja derecho de los cerdos..... | 35 |
| 7.5) Intubación | 36 |
| 7.6) Osteoclisis..... | 37 |
| 7.7) Preparación de las regiones operatorias..... | 38 |
| 7.8) Antisepsia de las regiones operatorias..... | 39 |
| 7.9) Monitoreo de la anestesia | 40 |
| 7.10) Textiles quirúrgicos | 41 |
| 7.11) Antisepsia, vestido y enguantado del personal quirúrgico | 44 |
| 7.12) Antisepsia de manos y antebrazos del personal quirúrgico..... | 45 |
| 7.13) Vestido del Personal | 47 |
| 7.14) Enguantado del Personal | 48 |
| 7.14.1) Enguantado cerrado | 48 |
| 7.14.2) Enguantado asistido | 49 |
| 7.15) Instrumental quirúrgico y toallas de campo | 50 |
| 7.16) Sábana hendida..... | 51 |
| 7.17) Disección y canalización de la arteria carótida primitiva..... | 52 |
| 7.18) Celiotomía exploratoria..... | 55 |
| 7.19) Gastrotomía | 56 |
| 7.20) Enterectomía con anastomosis intestinal..... | 58 |
| 7.21) Cistotomía..... | 60 |
| 8) RESULTADOS..... | 62 |
| 9) DISCUSIÓN | 66 |
| 9.1) Preoperatorio | 66 |
| 9.2) Constantes Fisiológicas | 67 |
| 9.3) Canalización y Osteoclisis..... | 67 |
| 9.4) Intubación Endotraqueal..... | 69 |
| 9.5) Programa de Anestesia | 70 |
| 9.6) Hipertermia Maligna..... | 71 |
| 9.7) Utilidad del Modelo Biológico | 72 |

| | |
|------------------------|----|
| 10) CONCLUSIONES | 78 |
| 11) BIBLIOGRAFÍA | 80 |

ÍNDICE DE FIGURAS, CUADROS Y GRÁFICAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Ilustración por Andreas Vesalio. “Cerdo atado para el abordaje de la vivisección”. | 5 |
| Figura 2. Cerdo miniatura Hanford alojado en un corral de acero inoxidable | 7 |
| Figura 3. Vasos sanguíneos del cuello. | 8 |
| Figura 4. Ángulación de la laringe en el cerdo, que dificulta el progreso de la sonda endotraqueal. . | 9 |
| Figura 5. Vista sagital de la laringe y tráquea del cerdo. | 10 |
| Figura 6. Vasos sanguíneos de la oreja del cerdo..... | 12 |
| Figura 7. Anestésicos del programa de anestesia balanceada. | 19 |
| Figura 8. Sulfato de atropina ampollitas de 1 mg/ml..... | 19 |
| Figura 9. Buprenorfina ampollitas de 0.3 mg/ml..... | 20 |
| Figura 10. Frasco de Heparina Sódica 1000 UI/ml..... | 19 |
| Figura 11. Solución Hartmann de 500 ml. | 20 |
| Figura 12. Solución Cloruro de Sodio al 0.9% de 250 ml..... | 20 |
| Figura 13. Tubo de gel lubricante de 135 g..... | 21 |
| Figura 14. Yodo Povidona Espuma..... | 20 |
| Figura 15. Yodo Povidona Solución/ Frasco atomizador de yodopovidona..... | 21 |
| Figura 16. Alcohol de 70%..... | 21 |
| Figura 17. Cloruro de Benzalconio (Antibenzil®)..... | 22 |
| Figura 18. Cepillos quirúrgicos..... | 22 |
| Figura 19. Jabonera de operación manual..... | 23 |
| Figura 20. Rasuradora “Oster”-Animal. Hoja #40..... | 23 |
| Figura 21. Torundera con torundas de algodón y alcohol..... | 24 |
| Figura 22. Jeringas: Insulina (1 ml), 3 ml, 5 ml y 20 ml..... | 23 |
| Figura 23. Jabón de pan..... | 24 |
| Figura 24. Equipo de venoclisis (microgotero)..... | 23 |
| Figura 25. Punzocatéter calibre #24..... | 24 |
| Figura 26. Punzocatéter calibre #16..... | 24 |
| Figura 27. Aguja de raquianestesia calibre #18. | 25 |
| Figura 28. Sonda endotraqueal de silicón (8 mm 33 fr)..... | 24 |
| Figura 29. Laringoscopio de hoja larga..... | 25 |
| Figura 30. Estetoscopio esofágico artesanal..... | 24 |
| Figura 31. Ambú. | 25 |
| Figura 32. Cinta adhesiva..... | 25 |
| Figura 33. Llave de tres vías con extensión. | 26 |
| Figura 34. Posicionador de esponja..... | 25 |
| Figura 35. Marco de mesa..... | 26 |
| Figura 36. Jeringa de bulbo..... | 25 |
| Figura 37. Cánula de Yankauer y manguera. | 26 |

| | |
|---|-----|
| Figura 38. Torundera con esponjas de gasa con yodopovidona espuma..... | 26 |
| Figura 39. Torundera de esponjas de gasa con alcohol 70%..... | 27 |
| Figura 40. Guante estéril de exploración. | 27 |
| Figura 41. Instrumental de cirugía con separador Gosset..... | 27 |
| Figura 42. Instrumental de cirugía especial (para osteoclisis) | 28 |
| Figura 43. Taladro manual Makita con extensión quirúrgica Jacobson y aguja de Kirschner..... | 28 |
| Figura 44. Toallas de laparotomía..... | 28 |
| Figura 45. Paquete de esponja de gasa 10 x 10 cm. | 29 |
| Figura 46. Par de guante quirúrgico estéril..... | 28. |
| Figura 47. Hoja de bisturí #23..... | 29 |
| Figura 48. Unidad de electrocirugía (VETKO)..... | 30 |
| Figura 49. Bulto con 3 batas quirúrgicas y toallas de manos y antebrazos..... | 30 |
| Figura 50. Bulto con sábana hendida. | 31 |
| Figura 51. Cintas de tela para sujeción de miembros torácicos y pélvicos. | 31 |
| Figura 52. Termómetro digital rectal..... | 31 |
| Figura 53. Estetoscopio clínico. | 32 |
| Figura 54. Lámpara de mano..... | 31 |
| Figura 55. Aneroide. | 32 |
| Figura 56. Suturas. | 33 |
| Figura 57. Sutura para piel poliamida..... | 32 |
| Figura 58. Agujas ½ círculo cortantes (1"), ojo francés..... | 33 |
| Figura 59. Examen físico general del cerdo, tomando frecuencia cardiaca. | 34 |
| Figura 60. Administración de fármacos en tabla del cuello y músculo bíceps femoral..... | 35 |
| Figura 61. Canalización de la vena marginal derecha, y colocación de venoclisis..... | 36 |
| Figura 62. Intubación endotraqueal..... | 37 |
| Figura 63. Osteoclisis en la cavidad medular del fémur derecho vía fosa subtrocanteriana..... | 38 |
| Figura 64. Colocación del paciente en decúbito dorsal y fijación de las cuatro extremidades. | 39 |
| Figura 65. Antisepsia de las regiones operatorias. | 40 |
| Figura 66. Oxigenación asistida con ambú. | 40 |
| Figura 67. Forma de doblar la bata quirúrgica..... | 42 |
| Figura 68. Manera de doblar una sábana fenestrada o hendida..... | 43 |
| Figura 69. Manera de doblar una toalla de manos o toalla de campo. | 44 |
| Figura 70. Apertura (sin contaminación) del bulto de batas y toallas de manos..... | 45 |
| Figura 71. Disposición de cepillo estéril y jabón quirúrgico. | 46 |
| Figura 72. Cepillado anatómico. | 46 |
| Figura 73. Vestido del personal quirúrgico..... | 47 |
| Figura 74. Enguantado cerrado..... | 48 |
| Figura 75. Enguantado asistido..... | 49 |
| Figura 76. Enguantado asistido..... | 50 |
| Figura 77. Enguantado asistido..... | 50 |
| Figura 78. Disposición de instrumental quirúrgico..... | 51 |
| Figura 79. Colocación de sábana fenestrada en el paciente. | 51 |
| Figura 80. Aislamiento de la arteria carótida primitiva o común del cuello. | 52 |
| Figura 81. Diseño de adaptación de un aneroide de medición de la presión arterial media..... | 53 |
| Figura 82. Canalización de la arteria carótida común..... | 53 |

| | |
|--|----|
| Figura 83. Medición de la presión arterial media..... | 54 |
| Figura 84. Rafia de la incisión en cuello..... | 55 |
| Figura 85. Incisión cráneo caudoumbilical del abdomen con electrobisturí..... | 56 |
| Figura 86. Exposición del estómago con ayuda de separador Gosset..... | 56 |
| Figura 87. Gastrotomía..... | 57 |
| Figura 88. Gastrorrafía de serosa y muscular con sutura de Cushing..... | 58 |
| Figura 89. Enterectomía intestinal..... | 59 |
| Figura 90. Anastomosis intestinal y sutura del mesenterio..... | 60 |
| Figura 91. Cistotomía..... | 61 |
| Figura 92. Presencia de salivación en el cerdo no. 4..... | 65 |
| | |
| Cuadro 1. Drogas utilizadas como premedicación en cerdos, dosis y vías de administración..... | 13 |
| Cuadro 2. Dosis de agentes utilizados para la inducción de la anestesia general en cerdos..... | 14 |
| Cuadro 3. Material Biológico..... | 18 |
| Cuadro 4. Constantes fisiológicas iniciales de los seis cerdos experimentales..... | 62 |
| Cuadro 5. Requerimientos totales de pentobarbital sódico..... | 63 |
| | |
| Gráfica 1. Constantes fisiológicas durante el transoperatorio de las cirugías..... | 64 |

EL CERDO (*SUS SCROFA DOMESTICUS*) COMO MODELO BIOLÓGICO PARA LA ENSEÑANZA DE TÉCNICAS QUIRÚRGICAS EN MEDICINA HUMANA Y VETERINARIA

Avilés García Alma Leticia¹, Hernández Moreno Manuel², Ríos Alanís Ana María³

RESUMEN

En el presente trabajo, se propone el uso de seis cerdos (*Sus scrofa domesticus*), de entre 12 y 20 kg., clínicamente sanos, como modelos biológicos en la enseñanza quirúrgica de pregrado en medicina humana y medicina veterinaria, como alternativa al uso tradicional del perro y gato. Los modelos biológicos se han sometido a anestesia general con Zoletil 50 (Zolacepam-Tiletamina),+ Ketamina, + Xilacina IM, dando mantenimiento de la anestesia (pasados 15 a 20 minutos), con pentobarbital sódico IV. Se ha canalizado la vena marginal de la oreja, e intubado la tráquea y se ha practicado osteoclisis en la fosa trocantérica del fémur. A lujos de ejemplo se realizaron 5 procedimientos quirúrgicos consistentes en: A).- Disección y canalización de la arteria carótida primitiva. Con el objeto de medir la presión sanguínea. B).- Celiotomía exploratoria. C).- Gastrotomía. D).- Enterectomía con anastomosis intestinal y E).- Cistotomía. Demostrando así la eficacia del programa de anestesia, debido a que las constantes fisiológicas se mantuvieron sin cambios significativos durante todo el periodo transoperatorio al término del cual los sujetos han sido eutanasiados. La enseñanza practicada en esta experiencia se fundamenta en la observación de los 5 principios fundamentales de la cirugía moderna: anestesia, asepsia, disección atraumática, hemostasia y sutura. Se discute el beneficio del modelo que nos ocupa respetando los principios de la bioética y se argumenta no sancionar el uso de la especie animal por tener fin diferente al perro y gato. El cerdo ha demostrado ser un valioso recurso didáctico en la enseñanza-aprendizaje de la cirugía humana y veterinaria de pregrado.

Palabras clave: cerdo, modelo, enseñanza, anestesia, cirugía,

¹ Tesista. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

² Co-Asesor. Profesor Investigador Titular B Jubilado de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

³ Asesor. Profesor e Investigador Asociado "A" de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

THE PIG (*SUS SCROFA DOMESTICUS*) AS BIOLOGICAL MODEL FOR THE TEACHING OF SURGICAL TECHNIQUES IN HUMAN AND VETERINARIAN MEDICINE.

Avilés García Alma Leticia⁴, Hernández Moreno Manuel⁵, Ríos Alanís Ana María⁶

ABSTRACT

In this work the use of six pigs is proposed (*sus scrofa domestica*), between 12 and 20 kilos, clinically healthy, as biological models in surgical teaching of undergraduates in human medicine and veterinary medicine as an alternative to the traditional use of the dog and cat, the biological models have been submitted to general anesthesia with Zoletil 50 (Zolacepam-Tiletamina), + Ketamine + Xilazine IM, giving continuation to the anesthesia (having passed 15 to 20 minutes) with sodic pentobarbital IV, the ear vein has been cannulated and intubated the trachea and osteotomy has been practiced in the trochanteric mass of the femur. As an example 5 surgical procedures were done consisting in: A).- Dissection and cannulation of the primitive carotid artery, with the purpose of measuring blood pressure. B).- Exploratory celiotomy. C).- Gastrotomy. D).- Enterectomy with intestinal anastomosis and E).- Cistotomy. Demonstrating the efficacy of the anesthetic program, due to the physiological constants that were kept without significant changes during the transoperative period in which ended the subjects have been euthanized. The teaching practiced in this experience is based on the observation of the 5 fundamental principles of modern surgery: anesthesia, asepsis, nontraumatic dissection, haemostasis and suture. The benefit of the model occupied is discussed showing respect to the bioethics principles and the non-sanctioning the use of animal is argued as having a different means than a cat or dog. The pig has been demonstrated to be a valuable didactic resource in the teaching-learning in human and veterinary surgery in undergraduated studies.

⁴ Tesista. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

⁵ Co-Asesor. Profesor Investigador Titular B Jubilado de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

⁶ Asesor. Profesor e Investigador Asociado "A" de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

1) INTRODUCCIÓN

Se considera que el cerdo (*Sus scrofa domesticus*), es un animal que reúne características favorables de interés anatómico y fisiológico así como quirúrgico en la enseñanza de la cirugía humana y veterinaria de pregrado y posgrado (Swindle, 1983; Roppa, 2001).

En la actualidad en diversas partes del mundo como en nuestro país, los principios de la bioética con fundamento en los derechos de los animales, han establecido el principio de la reducción de su uso, tanto en la investigación biomédica, como en la enseñanza (Schunemann, 2011). Este hecho ha propiciado que se implementen técnicas didácticas en simuladores y partes de cadáveres de animales para consumo humano (Villalobos, *et al.*, 2012), con la finalidad de adquirir destrezas y habilidades en el aprendizaje y práctica de nudos quirúrgicos con las manos, suturas, instrumentación, ligaduras y cutaneoplastias (Torres, *et al.*, 2003; Reyes, *et al.*, 2012).

En tales circunstancias, con el presente trabajo se propone al personal docente de pregrado tanto en cirugía humana como en cirugía veterinaria, la substitución del perro y gato por cerdos de entre 12 y 20 kg. de peso, sometidos a anestesia general de una combinación de Zoletil + Ketamina + Xilacina intramuscular, dando mantenimiento de la anestesia (pasados 15-20 minutos) con pentobarbital sódico vía intravenosa (González, *et al.*, s.f.), o por osteoclisis a efecto (Hernández, 1996); en 6 sujetos experimentales provenientes del sector porcino de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, los cuales se han sometido a examen físico y estudios previos de hemograma y examen coproparasitoscópico, con el objetivo de verificar si los sujetos experimentales se encuentran clínicamente sanos, y de acuerdo con la clasificación del Estatus Físico de la Sociedad Americana de Anestesiología (ASA). Y para el caso del presente estudio, se ha de probar la eficiencia de la anestesia general, con la práctica de 5 procedimientos quirúrgicos de enseñanza, consistentes en: A).- Disección y canalización de

la arteria carótida primitiva. Con el objeto de medir la presión sanguínea por método invasivo, empleando un catéter IV, una extensión de venoclisis, una llave de tres vías y un aneroide. B).- Celiotomía exploratoria. C).- Gastrotomía. D).- Enterectomía con anastomosis intestinal y E).- Cistotomía. Al término de las cirugías mencionadas, se ha realizado la eutanasia de los sujetos experimentales utilizados, ya que las normas internacionales no aprueban periodos postoperatorios para animales que han sido sometidos a más de tres procedimientos quirúrgicos experimentales en una misma ocasión (Lumb, 1976). En esta forma, tendrán la oportunidad de practicar una cirugía como cirujano, cada uno de los 5 miembros estudiantes de un “*team quirúrgico*” y de manera rotativa. Con ello, se reducirá significativamente el número de animales en uso para la enseñanza, pues los cinco procedimientos se habrán de realizar en el mismo animal.

Por otra parte, al término de la presente experiencia, se considera que éste trabajo habrá de servir como material adecuado para consulta a manera de guía de práctica quirúrgica para los alumnos de cirugía de pregrado incluyendo: manejo del cerdo, examen físico y registro de constantes fisiológicas, pre-inducción, inducción de anestesia general, canalización endovenosa, colocación de venoclisis y osteoclisis así como intubación endotraqueal, cateterización arterial con aparato de medición invasiva de la presión arterial promedio, monitoreo de la anestesia y respiración asistida con un ambú.

La investigación que se presenta, tiene por objetivo general, encontrar alternativas al uso tradicional del perro y gato, como modelos biológicos en la enseñanza de los fundamentos de la cirugía humana y veterinaria, que implican; la anestesia, asepsia, disección atraumática, hemostasia y sutura, lo cual es esencial e importante para el sector salud del país y la formación de médicos en medicina humana y médicos veterinarios. Como objetivos particulares se pretende desarrollar habilidades en el manejo de los tejidos, instrumental, control de la hemorragia, nudos quirúrgicos y suturas; desarrollar técnicas y habilidades quirúrgicas en sujetos vivos de la realidad, a diferencia de solo propuestas de enseñanza virtual, maniqués y otros medios, que no obstante siendo importantes, no son suficientes y

jamás podrán suplir o substituir en la enseñanza a los sujetos vivos que representan a la misma realidad.

2) MARCO TEÓRICO

2.1) El uso de animales para la investigación y docencia.

A mediados del siglo XX el tema de la justificación de los experimentos en animales adquirió importancia. En varios países se efectuaron reuniones y congresos relacionados con el uso de animales y sus derechos, tornándose en algunas ocasiones un problema de discusión política. Existen grupos de ciudadanos que manifiestan su repudio a través de demostraciones públicas al uso de animales en la experimentación y la enseñanza con la pretensión de eliminar radicalmente su empleo (Martínez, 2012; Cano, 2012; y Torres, 2012). Por otro lado, grupos de científicos e instituciones de diversa índole, donde se llevan a cabo pruebas y experimentos de diagnóstico, de investigación original o aquéllas dedicadas a la enseñanza, defienden el uso de animales (Schunemann, 2002).

Recién en los últimos años, las facultades de medicina humana y veterinaria buscan encontrar alternativas para la enseñanza de los fundamentos de la cirugía. Sin embargo, el empleo de simuladores biológicos vivos ha estado en desuso por varios factores, como los altos costos de mantenimiento y los problemas éticos que inherentemente presenta el hecho de trabajar con animales vivos (Villalobos, *et al.*, 2012 y Martínez, 2013). En algunos países, como Argentina y Brasil se ha estado buscando una alternativa para sustituir animales vivos por simuladores virtuales o sintéticos (muñecos) (Torres, *et al.*, 2003).

Sin embargo el problema ético del derecho de experimentar con animales no se ha podido resolver de manera satisfactoria para todos. Por el momento es utópico insistir en que se debe prescindir por completo del uso de animales en la investigación científica y la docencia, pero

debemos entender, que poder disponer de ellos es un privilegio que conlleva responsabilidades.

2.2) Perspectivas históricas y actuales del uso del cerdo en la docencia y experimentación.

Es en la antigua Grecia donde se registran las primeras referencias del uso de animales para la experimentación y enseñanza de la medicina. Fox y Bennet (2015) han informado de trabajos al respecto realizados por Erasístrato (304-250 a. C.) y Galeno (130-200 d. C.). Así mismo en el Renacimiento por Andreas Vesalio (1514-1564). Estos autores y otros más, en el devenir del tiempo han realizado distintos trabajos en la intención de conocer la anatomía y fisiología de diversas especies animales. Erasístrato fue un físico y probablemente el primer anatomista y médico clínico en desarrollar experimentos en animales vivos, estableciendo en cerdos, que la tráquea era un tubo lleno de aire y los pulmones eran órganos que llevan aire. Posteriormente Galeno realizó disecciones anatómicas de cerdos, monos, y muchas otras especies animales. Por su parte Andreas Vesalio siendo el fundador de la anatomía moderna, utilizó perros y cerdos en demostraciones públicas de anatomía (fig. 1).

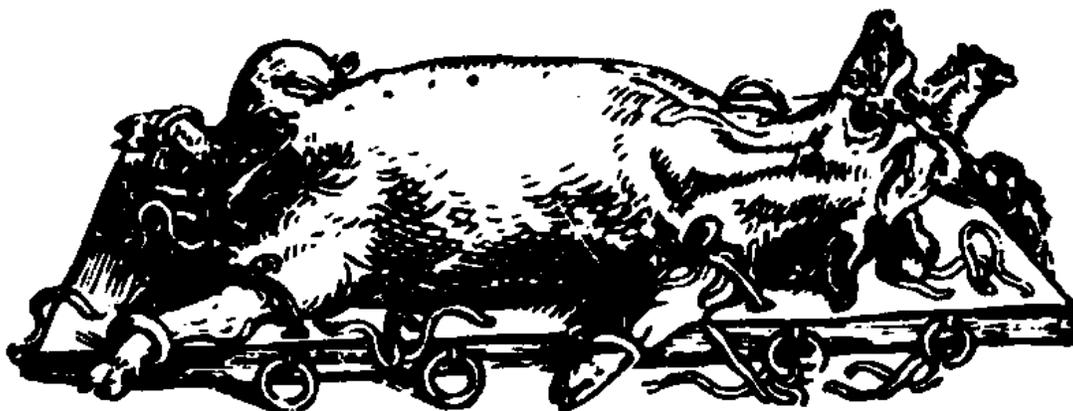


Figura 1. Ilustración por Andreas Vesalio. “Cerdo atado para el abordaje de la vivisección”. (Saunders, and O’ Malley. 1950. *The Illustrations from the Works of Andreas Vesalius of Brussels*. World Publ. Co., New York, p. 128; citado por Fox y Bennet, 2015).

Con relación al uso del cerdo como modelo biológico experimental en laboratorios, Ko, *et al.* (1994), ha informado, de evidencias que indican el uso temprano de cerdos miniatura como animales de laboratorio en la ciudad de Los Angeles, California EUA. Por otro lado

Tendillo y otros colaboradores (1991) realizaron un trabajo en la Universidad Autónoma de Madrid, señalando que el cerdo es una especie animal de elección como modelo experimental debido a su similitud con la especie humana en su sistema cardiovascular, piel y sistema gastrointestinal.

Actualmente el cerdo es considerado por varios investigadores como una especie animal alternativa al uso tradicional del perro doméstico, e inclusive al mono. Esto debido a su amplia aplicación en diferentes áreas de investigación, tales como: cirugía experimental, exámenes toxicológicos, anestesia y docencia (Balén, *et al.*, 2000; Swindle, 2009; Swindle, *et al.*, 2012).

2.3) Biología y manejo del cerdo experimental.

El cerdo es considerado un animal nervioso y de difícil manejo, esto último se debe a la forma y estructura de su cuerpo y a sus extremidades relativamente cortas. Por lo tanto la sujeción en animales de talla grande (> 50 kg.) representa un manejo complejo, en tanto que en animales pequeños de entre 10 y 30 kg. de peso, el manejo no muestra ser difícil. Ello, ha permitido considerar a los cerdos de razas pequeñas o “*minipigs*”, como modelos adecuados de investigación (Thurmon, *et al.*, 1996; Dyce, *et al.*, 1999). No obstante Malavasi (2015) menciona que si no se familiariza y acostumbra al cerdo a su manejo, puede resultar un animal un tanto difícil de manejar y medicar. En estas circunstancias se puede confinar a un cerdo determinado a un espacio o caseta para que el animal permita su manejo y medicación.

Una publicación con título de; “*The Guide for the Care and Use of Laboratory Animals*”, (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2011) contiene recomendaciones en relación con el personal, indicaciones y método de investigación, instalaciones, y transporte de animales; así como consideraciones de anestesia y eutanasia. Secciones de esta publicación se refieren específicamente a las necesidades de alojamiento para diferentes especies animales dentro de las cuales se encuentra el cerdo entre otras especies animales. La guía incluye también

recomendaciones para el uso de animales en las clases de cirugía y la investigación quirúrgica. Otras literaturas como Swindle (1983,1998) recomienda que dentro de los laboratorios de investigación, el espacio del alojamiento de los cerdos sea con pisos seguros y de fácil aseo (fig. 2).



Figura 2. Cerdo miniatura Hanford alojado en un corral de acero inoxidable con pisos de fibra de vidrio. (Swindle. 1998. *Surgery, Anesthesia, and Experimental Techniques in Swine. Iowa., p. 14*).

2.4) Aspectos anatómicos del cerdo.

Desde tiempo atrás se reconoce que es ineludible el poseer información sobre la anatomía, para comprender y entender el organismo animal, pues los cerdos poseen particularidades diferentes a otras especies, que inciden en su comportamiento orgánico especial.

2.4.1) Sistema cardiovascular.

Arterias Carótidas Comunes: Las arterias carótidas se originan en el tronco braquiocefálico derecho. Se separan en arterias derecha e izquierda cerca de la entrada del tórax. Cada arteria

continúa luego ascendiendo por el cuello a lo largo de la cara ventrolateral de la tráquea, acompañando lateralmente a la vena yugular interna. Ambas arterias, se acompañan además del tronco vagosimpático y el nervio laríngeo inferior o recurrente. La arteria carótida común termina dividiéndose en arteria carótida externa, arteria carótida interna y arteria occipital, a nivel de las porciones laterales de la base del cráneo (fig. 3) (Ghosal, 2005). La presión arterial media del cerdo oscila entre los 80 y 110 mm/Hg. Otras referencias (González, 2008), mencionan que la presión arterial invasiva media es de 59 a 70 (mmHg) y la frecuencia cardiaca de 100 a 110 latidos por minuto (l/min).

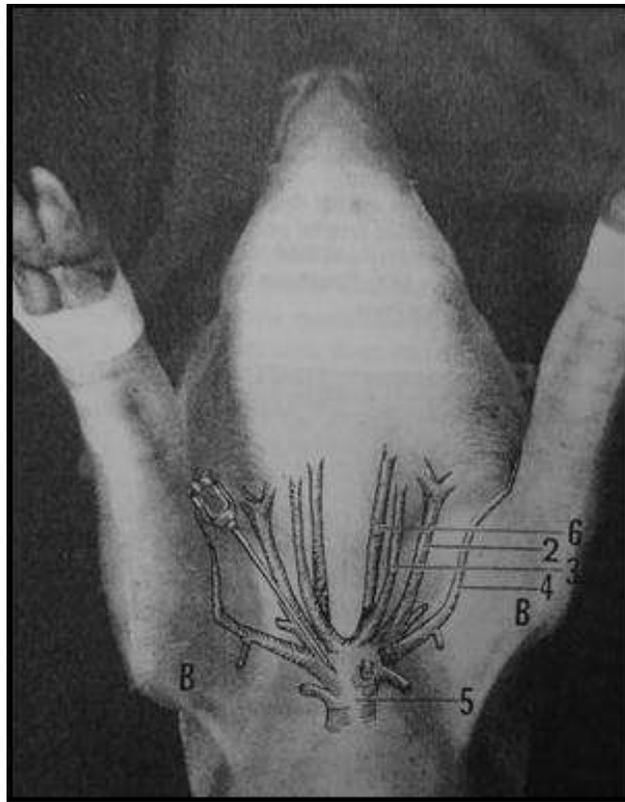


Figura 3. Vasos sanguíneos del cuello. (B).- Sitio del pulso arterial radial, (2).- Vena yugular externa, (3).- Vena yugular interna, (4).- Vena cefálica, (5).- Precava, (6).- Arteria Carótida. (Swindle. 1998. *General Anatomy. En: Surgery, Anesthesia, and Experimental Techniques in Swine. Iowa State University Press/ Ames., p. 21*).

2.4.2) Sistema Respiratorio.

Anatomía de la laringe: La laringe en el cerdo, es notablemente larga y se localiza en el espacio visceral del cuello. Extendiéndose desde el nivel de la base del occipital hasta la IV

o V vértebra cervical. En esta especie, los cartílagos están más laxamente unidos los unos a los otros que en otras especies. Rostralmente, la laringe es discretamente superficial y caudalmente se sitúa más profundamente. Esta disposición oblicua de arriba abajo y de delante a atrás hace difícil la intubación endotraqueal. Debido a esta particularidad, en el cerdo, se presenta un ángulo agudo a nivel de las cuerdas vocales entre el aspecto caudal de la laringe y la entrada a la tráquea (fig. 4). Así entonces, un tubo endotraqueal al tratar de pasarlo, queda atrapado, justamente en el ventrículo medio, rostral al cartílago tiroides y el piso caudal de la laringe. Por otra parte, la dificultad en la intubación endotraqueal se incrementa por el hecho de que el lumen de la laringe es relativamente estrecho, y la particular morfología bucofaríngea de esta especie es larga y estrecha, no permitiendo abrir la boca ampliamente (Hernández , 1996; Swindle, 1998; Gil, *et al.*, 2008).

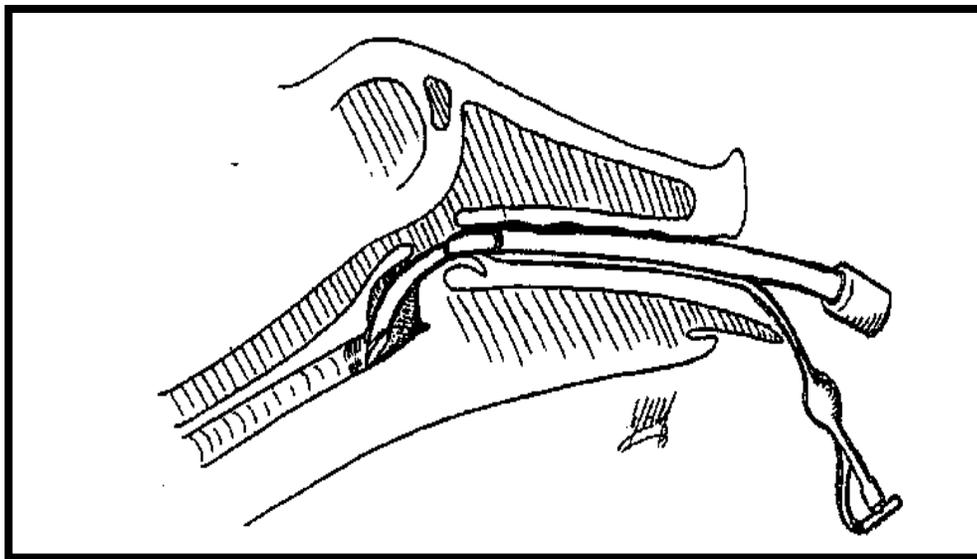


Figura 4. Angulación de la laringe en el cerdo, que dificulta el progreso de la sonda endotraqueal. (Hernández, 1996. *Intubación endotraqueal. IV. Inducción. En: ANESTESIA DEL CERDO. COLEGIO DE MÉDICOS VETERINARIOS ZOOTECNISTAS DE MICHOACÁN, A.C. p. 23*).

La laringe se relaciona ventralmente, con los músculos esternohioideo y esternotiroideo; lateralmente con la parte dorsal de los músculos esternotiroideo, esternocefálico y omohioideo, con la vena linguofacial y la glándula submandibular, así como dorsalmente con la faringe e inicio del esófago. Los cartílagos laríngeos son; caudorostralmente: el cricoides,

el tiroides, los aritenoides con el proceso corniculado y el cartílago epiglótico (fig. 5) (Hare, 2005; Flores, *et al.*, 2008). La frecuencia respiratoria normal del cerdo en ausencia de estrés es de 13 a 26 respiraciones por minuto (rpm) (Muir, *et al.*, 2007).

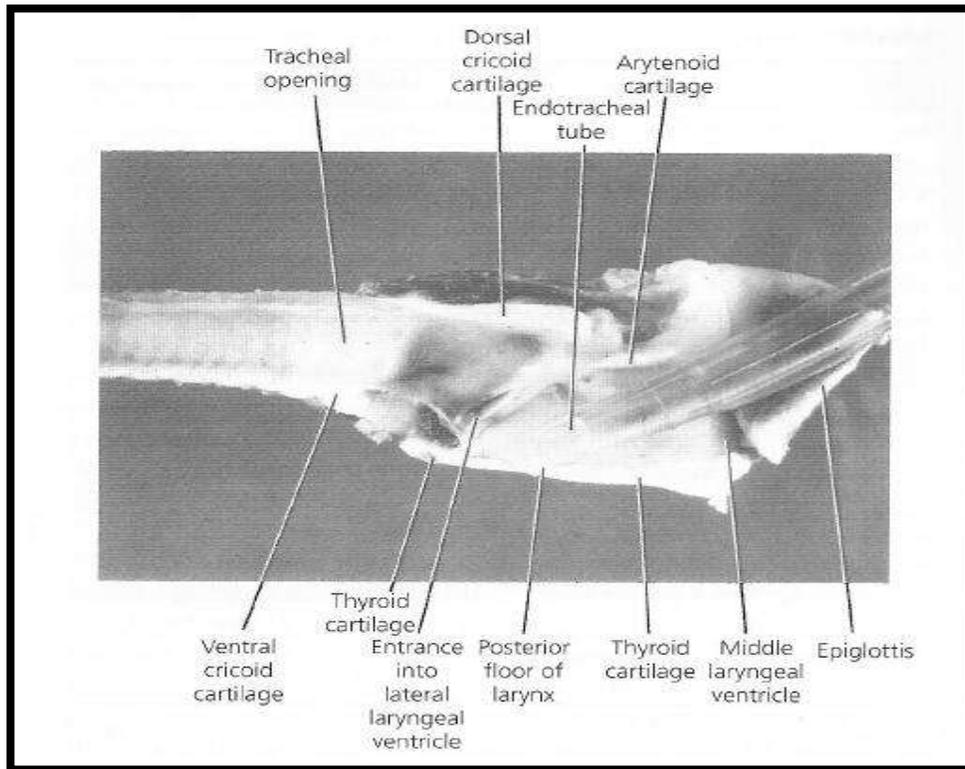


Figura 5. Vista sagital de la laringe y tráquea del cerdo. Nótese el ángulo agudo entre la porción posterior de la laringe y la entrada de la tráquea. El paso del tubo endotraqueal es a menudo difícil debido a la obstrucción de la punta en el suelo de la laringe. (Malavasi, 2015. *Swine : Orotracheal intubation. En: Veterinary Anesthesia and Analgesia. Grimm, et al. (ed) WILEY Blackwell, 5th Edition. p. 933*).

2.5) Anestesia general y analgesia en el cerdo.

Con el uso del cerdo ha sido posible realizar diferentes estudios en diferentes áreas de la medicina tanto humana como veterinaria. Hernández (1996), ha mencionado en uno de sus libros sobre anestesia en cerdos, que la especie porcina dentro de la investigación quirúrgica ha venido empleándose cada vez más y por consiguiente también ha aumentado el desarrollo de fármacos y programas de anestesia en esta especie. Y por lo tanto también el desarrollo de fármacos y programas de anestesia.

Dentro de los proyectos de investigación con animales, es necesario el manejo sin estrés y ausencia del dolor. El “*National Research Council*” (2011), considera necesario la administración de analgésicos dentro de los proyectos de investigación y enseñanza de cirugía. Por lo tanto, el uso preoperatorio, transoperatorio y postoperatorio de los analgésicos, debe ser práctica obligada en los animales sometidos a cirugía.

Otra de las cuestiones a tratar cuando se seleccionan los anestésicos y analgésicos a utilizar en un proyecto de investigación, es indudablemente, considerar los efectos fisiológicos que producen dichas drogas; así como la edad, el tipo de procedimiento quirúrgico o no a realizar, el estado de salud y las particularidades de la especie animal (Kona-Boun, *et al.*, 2005). Así como el monitoreo de las constantes fisiológicas (presión arterial, temperatura, frecuencias cardíaca y respiratoria, color de mucosas y llenado capilar).

En la anestesia del cerdo, como en cualquier otra especie, habrán de considerarse las vías intravenosa o intramuscular de administración de los preanestésicos, anestésicos y analgésicos comúnmente. Sin embargo, también existe la deseable y favorable opción del uso de anestesia inhalada, si se cuenta con el equipo y personal entrenado. No obstante, el mantenimiento de la anestesia inyectable ha demostrado ser una alternativa adecuada (Hernández, 1996; Swindle, 2008; Grimm, *et al.*, 2015). El cerdo presenta pocas venas de fácil acceso. Las venas marginales auriculares son las más comunes y se encuentran en la cara dorsal de las orejas (fig. 6). El calibre de los punzocatóteres en uso dependerá del tamaño

y peso del animal. Comúnmente se emplean de los calibres (14 a 18 G) en animales jóvenes y adultos y de (20 a 24 G) para lechones o neonatos (Tendillo, *et al.*, 1991).

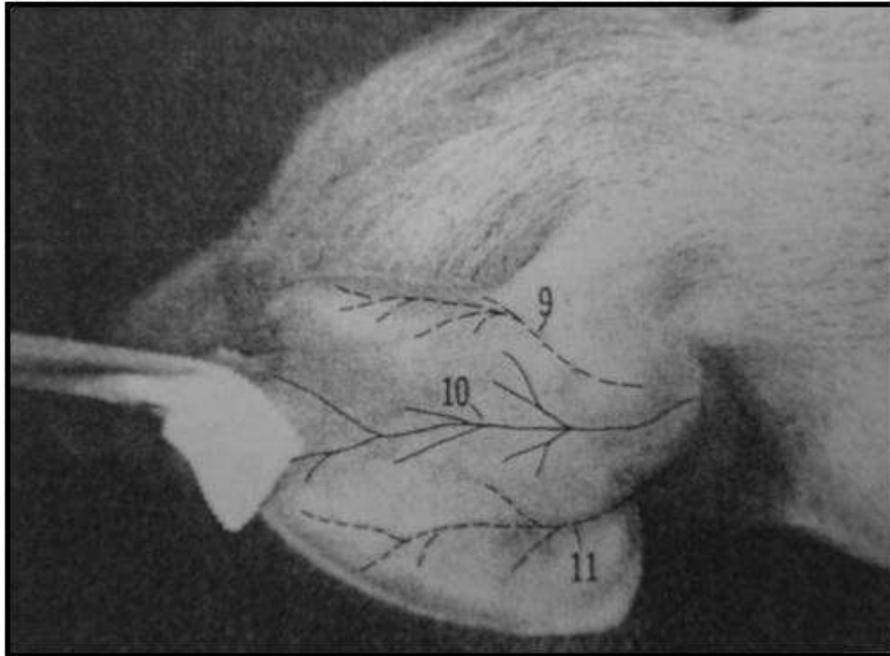


Figura 6. Vasos sanguíneos de la oreja del cerdo (sujeto en decúbito ventral): (9).- Vena auricular medial, (10).- Arteria auricular, (11).- Vena auricular lateral o marginal. (Swindle. 1998. *General Anatomy. En: Surgery, Anesthesia, and Experimental Techniques in Swine. Iowa State University Press/ Ames., p. 22*).

Según Muir, *et al.* (2007) los cerdos, que han de someterse a anestesia general, deberán evaluarse cuidadosamente a través de una completa historia clínica y examen físico (para el caso de pacientes provenientes de la práctica clínica). Para aquellos animales que se han de destinar a la enseñanza de la cirugía o a la investigación se realizará un detallado examen físico, con especial énfasis en el sistema respiratorio, ya que de acuerdo con González (2008), en la especie que nos ocupa, suele presentarse en la inducción de la anestesia, depresión respiratoria, apnea e hiperpirexia. Al manejar a los suinos, deberá siempre evitarse el estrés. Estos animales suelen ser muy nerviosos y susceptibles a los efectos negativos del estado de estrés.

Especial cuidado habrá de tomarse con relación al ayuno en el cerdo que ha de someterse a anestesia y cirugía. Para los adultos el tiempo de ayuno es de 6 a 10 horas, y para los lechones de 6 a 8 horas sin supresión de agua de bebida (Swindle, 1998; Muir, *et al.*, 2007).

En la evaluación del estado de salud de los animales, se investigarán a través de análisis hematológico, coproparasitoscópico y general de orina cuando sea posible.

A continuación se mencionan algunos de los diferentes programas que se encuentran disponibles, en varias literaturas para la aplicación de la preanestesia, inducción y mantenimiento de la anestesia general.

La medicación preanestésica se utiliza primordialmente para facilitar la inducción de la anestesia, puesto que permite el fácil manejo del paciente, disminuye el dolor, reduce las secreciones salivales, el reflejo vago-vagal y la reducción de las dosis clínicas de los anestésicos. Entre los preanestésicos más utilizados en el cerdo se encuentran: A) Anticolinérgicos; B) Tranquilizantes y C) Sedantes e hipnóticos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Drogas utilizadas como premedicación en cerdos, dosis y vías de administración.

| Droga | Dosis (mg/kg) | Vía |
|------------------------------|----------------------------------|------------|
| Anticolinérgicos | | |
| <i>Sulfato de Atropina</i> | 0.02-0.05 ° | IM, IV |
| <i>Glicopirrolato</i> | 0.004-0.01* | IM, IV |
| Tranquilizantes | | |
| Fenotiazina: | | |
| <i>Acepromazina</i> | 0.03-0.1 ⁺ /1.1-2.2* | IM/IM, SC |
| Benzodiacepinas: | | |
| <i>Diazepam</i> | 0.5-10 ⁺ | IV,IM |
| <i>Midazolam</i> | 0.1-0.5* /0.6-1.5* | IM/IM, IV |
| Butirofenonas | | |
| <i>Azaperona</i> | 2-8 ⁺ | IM |
| Sedantes e Hipnóticos | | |
| <i>Xilacina</i> | 1-2 ⁺ | IM |
| <i>Pentobarbital</i> | 10-30 ⁺ /20-40*/5-40* | IV |

IM = intramuscular; IV = intravenosa.

(*) Swindle, 1998; (+) Muir, *et al.*, 2007; (°) Malavasi, 2015.

Dentro de la preanestesia, la neuroleptoanalgesia, es deseable en el cerdo con la combinación de un narcótico analgésico con un tranquilizante. En este sentido el uso de fentanilo y droperidol o nalbufina y acepromacina, son excelentes ejemplos.

La inducción para la anestesia general en el cerdo puede ser efectuada con la utilización de barbitúricos. Agentes disociativos como el clorhidrato de ketamina y tiletamina/zolazepam (Telazol). Y por último se encuentra uno de los antéstesicos más popularizados en los últimos años; el propofol. Sin embargo, con el paso del tiempo se han venido realizando programas de anestesia en combinaciones de sustancias tales como la xilacina a manera de relajante muscular y analgésico con agentes disociativos, que proporcionan una anestesia general de 20 a 30 minutos. Y que aún hoy en día siguen siendo empleados de manera satisfactoria (Cuadro 2) (Ko, *et al.*, 1994; Thurmon, *et al.*, 1996; Muir, *et al.*, 2007; Grimm, *et al.*, 2015).

Cuadro 2. Dosis de agentes utilizados para la inducción de la anestesia general en cerdos.

| Droga | Dosis (mg/kg) | Vía |
|--|------------------------|------------|
| Agentes inyectables y combinaciones | | |
| <i>Ketamina</i> | 11-33/4-6 ⁺ | IM/IV |
| <i>Tiopental</i> | 6.6-30 ⁺ | IV |
| <i>Pentobarbital</i> | 20-40 ⁺ | IV |
| <i>Propofol</i> | 2-5/4-20 ⁺ | IV |
| <i>Tiletamina/Zolazepam</i> (<i>Telazol</i>)+ <i>Ketamina</i> + <i>Xilacina</i> * | 4.4 + 2.2 + 2.2 * | IM |
| <i>Telazol</i> + <i>Ketamina</i> | 4.4 + 2.2 * | IM |
| <i>Telazol</i> + <i>Xilacina</i> * | 4.4 + 2.2 * | IM |

IM = intramuscular; IV = intravenosa.

* Analgesia y restricción química con la combinación (TKX) y (TX).

(*) Ko, *et al.*, 1994; (+) Swindle, 1998)

El mantenimiento de la anestesia general con agentes inyectables en el cerdo sigue siendo una alternativa adecuada en comparación con el uso de anestésicos inhalados, que no obstante, indudablemente representan la mejor anestesia. Existen ciertas combinaciones de drogas o como único anestésico que permiten llevar a cabo técnicas quirúrgicas que

dependiendo del tiempo a requerir serán seleccionadas, es decir, desde realizar cirugías de corto tiempo (10-30 minutos) y de tiempo prolongado (3-4 horas). El pentobarbital sódico es un agente anestésico que posibilita una anestesia con amnesia, inconsciencia y relajación muscular a la dosis de 5 a 40 mg/kg/h (Malavasi, 2015). No obstante, se emplea más como agente anestésico en procedimientos de laboratorio y enseñanza que en forma clínica, y debido a que por lo general después de varias horas, los sujetos experimentales habrán de eutanasiarse. El pentobarbital sódico, en la práctica clínica, es usado frecuentemente como fármaco de eutanasia. Este fármaco a dosis subhipnóticas es de bajo poder analgésico (Muir, *et al.*, 2007).*et*

Actualmente y en la práctica clínica, en cualquier procedimiento quirúrgico, varios autores indican la aplicación de analgésicos como una práctica indiscutible. Y dentro de los analgésicos utilizados en el cerdo se encuentran los opioides y antiinflamatorios no esteroideos (AINES). Entre los opioides de mayor uso en el cerdo se encuentran; el butorfanol (0.1-0.3 mg/kg/IM) y la buprenorfina (0.01-0.1 mg/kg/IM o IV) (Malavasi, 2015).

2.6) Hipertermia maligna

Se ha informado ampliamente en la literatura una afección conocida como hiperpirexia maligna, caracterizada como una afección hipermetabólica de los músculos esqueléticos, caracterizada por hipercalcemia intracelular y consumo rápido de nucleótidos. Esta patología fue descrita en el año de 1962 a causa de un episodio en un paciente humano sometido a anestesia bajo estrés. Durante la investigación de esta anomalía se pudo establecer como causa responsable que se manifiesta en individuos expuestos a anestésicos inhalados, relajantes musculares o actividad física extrema en ambientes cálidos. Esta misma alteración se presenta tanto en humanos como en los cerdos, y con la misma patología. Así entonces, se ha venido estudiando en la especie porcina por su amplio parecido con los seres humanos. Algunas de las razas porcinas que son predispuestas a la hipertermia maligna, son; la Chester White, Landrace, Yorkshire y Pietrain. Y se especula que esta patología es transmitida por

un gen dominante autosomal y que el gen receptor rianodina (RYR1) es el probable sitio de unión (Nelson y Flewellen, 1983; Fujii, *et al.*, 1991; Muir, *et al.*, 2007; de Carvalho, *et al.*, 2012).

3) JUSTIFICACIÓN

La enseñanza de los principios de la cirugía en la formación de estudiantes de medicina humana y veterinaria, ha sido efectuada tradicionalmente con el uso de modelos biológicos como el perro y el gato domésticos. Sin embargo, hoy en día ello ha venido siendo tema de discusión en la sociedad, que busca el alto total de la práctica con estas dos especies. Por consiguiente se requiere buscar una alternativa para la enseñanza de diferentes técnicas operatorias, que permitan al estudiante entrenarse en habilidades, lo más fielmente posible con la realidad. Considerando entonces, que el cerdo es una especie animal destinada al sacrificio como producto de abasto, se le propone como material biológico alternativo en la enseñanza de los principios básicos de la cirugía moderna, observando la Norma Oficial Mexicana (NOM-062-ZOO-1999) y los principios de la bioética al respecto. En substitución, de los perro y gatos que tienen otro destino y función social.

4) HIPÓTESIS

El cerdo (*sus scrofa domesticus*) es una alternativa como modelo biológico para la enseñanza de técnicas quirúrgicas en medicina humana y veterinaria.

5) OBJETIVOS

5.1) General:

Encontrar alternativas al uso tradicional del perro y gato, como modelos biológicos en la enseñanza de los fundamentos de la cirugía humana y veterinaria.

5.2) Particulares:

Desarrollar habilidades en el manejo anestésico con medición de la presión sanguínea, disección atraumática, control de la hemorragia, nudos quirúrgicos y suturas en el cerdo lechón.

Desarrollar técnicas y habilidades quirúrgicas en sujetos vivos de la realidad. Independientemente de que se propongan técnicas de enseñanza virtual y diferentes otros medios audiovisuales o de robótica, que hasta el momento no proporcionan experiencia psicomotora equivalente a la realidad.

6) MATERIAL

6.1) Material biológico:

- a) Seis cerdos clínicamente sanos, 2 hembras y 4 machos con peso de entre 12 y 20 kg., cruce de: Yorkshire/Landrace/Pietrain (Cuadro 3). Los 6 sujetos experimentales estarán en confinamiento 24 hrs. antes de los procedimientos quirúrgicos.

Cuadro 3. Material Biológico.

| No. Cerdo | Sexo | Peso (kg) |
|-----------|--------|-----------|
| 1 | Hembra | 13.500 |
| 2 | Hembra | 14.00 |
| 3 | Macho | 12.00 |
| 4 | Macho | 15.00 |
| 5 | Macho | 20.00 |
| 6 | Macho | 16.00 |

6.2) Sustancias:

a) Anestésicos

- I. Frasco de Zoletil® 50 de tiletamina 50 mg/ml y zolazepam 50mg/ml (Virbac) (fig. 7-A).
- II. Frasco de Clorhidrato de Ketamina (Anesket®) 1000mg/10ml (PiSA) (fig.7-B).
- III. Frasco de Clorhidrato de Xilacina (Procin®) 20mg/ml (PiSA) (fig. 7-C). Como sedante analgésico para usarse en anestesia balanceada.
- IV. Frasco de Pentobarbital Sódico (Sedalpharma) 6.3g/100 ml (Pet's Pharma) (fig.7-D).



Figura 7. Anestésicos del programa de anestesia balanceada: (A).- Zoletil® 50 de tiletamina y zolazepam 50mg/ml, (B).- Clorhidrato de Ketamina 1000mg/10ml (Anesket®), (C).- Clorhidrato de Xilacina 20mg/ml (Procin®) y (D).- Pentobarbital Sódico 6.3g/100 ml.

- b) Sulfato de atropina ampolletas (Atropisa®) de 1 mg/ml (PiSA) (fig. 8).
- c) Buprenorfina ampolletas (Bropsina®) de 0.3mg/ml (PiSA) (fig. 9).
- d) Frasco de Heparina Sódica (Inhepar®) 1000 UI/ml (PiSA) (fig. 10).
- e) 6 Soluciones Hartmann de 500 ml (PiSA) (fig. 11).
- f) 6 Soluciones Salinas de 250 ml (PiSA) (fig. 12).
- g) Tubo de gel lubricante de 135 g. (Lubricaína*) (Farmacéuticos ALTAMIRANO) (fig. 13).
- h) Frasco de 1 litro de Yodo Povidona espuma (Farmacéuticos ALTAMIRANO) (fig. 14).
- i) Frasco de 1 litro Yodo Povidona solución (Farmacéuticos ALTAMIRANO) (fig. 15).
- j) Frasco atomizador de yodopovidona solución (fig. 15).
- k) Frasco de 1 litro Alcohol de 70% (Farmacom) (fig. 16).
- l) Cloruro de Benzalconio (Antibenzil®) (Farmacéuticos ALTAMIRANO) (fig. 17).



Figura 8. Sulfato de atropina ampolletas de 1 mg/ml.



Figura 9. Buprenorfina ampolletas de 0.3 mg/ml.



Figura 10. Frasco de Heparina Sódica 1000 UI/ml.



Figura 11. Solución Hartmann de 500 ml.



Figura 12. Solución Cloruro de Sodio al 0.9% de 250 ml.



Figura 13. Tubo de gel lubricante de 135 g. Clorhidrato de Lidocaína (Lubricaina*).



Figura 14. Yodo Povidona Espuma. Figura



15. Yodo Povidona Solución/ Frasco atomizador de yodopovidona solución.



Figura 16. Alcohol de 70%.



Figura 17. Cloruro de Benzalconio (Antibenzil®).

6.3) Equipo:

- a) 5 cepillos quirúrgicos (fig. 18).
- b) Jabonera de operación manual (fig.19).
- c) Rasuradora “Oster”- Animal. Hoja #40 (fig. 20).
- d) Torundera con torundas de algodón y alcohol de 70% (fig.21).
- e) 24 Jeringas de insulina (1 ml) y aguja cal. #24 (fig. 22).
- f) 6 Jeringas 3 ml y aguja cal. #24 (fig. 22).
- g) 6 Jeringas de 5 ml con aguja #24 (fig. 22).
- h) Jeringa de 20 ml (fig. 22).
- i) Jabón de pan (fig. 23).
- j) 6 Equipos de venoclisis microgotero/normogotero (fig. 24).
- k) 6 Punzocatéteres calibre #24 (fig. 25).
- l) 6 Punzocatéteres calibre #16 (fig. 26).
- m) 3 agujas de raquianestesia calibre No. 18 (fig. 27).
- n) Sondas endotraqueales de silicón No. 5-6 (fig. 28).

- o) Laringoscopio de hoja larga (153 mm) (fig. 29).
- p) Estetoscopio esofágico artesanal (fig. 30) (Se adquiere un tramo de 1 m. de largo de tubo de polietileno. En un extremo libre, se coloca un capuchón de látex obtenido de un dedo de guante de exploración o quirúrgico y se fija con tela adhesiva. En el otro extremo, se puede colocar una oliva o en su defecto el tubo de un estetoscopio clínico sin campana).
- q) Ambú (fig. 31).
- r) Cinta adhesiva (fig. 32).
- s) 6 Llaves de tres vías con conectores (extensiones estériles) (fig. 33).
- t) Posicionadores de esponja (fig. 34).
- u) Marco de mesa (fig. 35).
- v) Jeringa de bulbo (fig. 36).
- w) Cánula de Yankauer (fig. 37).



Figura 18. Cepillos quirúrgicos.



Figura 19. Jabonera de operación manual.



Figura 20. Rasuradora "Oster"-Animal. Hoja #40.



Figura 21. Torundera con torundas de algodón y alcohol de 70%.



Figura 22. Jeringas: Insulina (1 ml), 3 ml, 5 ml y 20 ml.



Figura 23. Jabón de pan.



Figura 24. Equipo de venoclisis (microgotero).



Figura 25. Punzocáteter calibre #24.



Figura 26. Punzocatéter calibre #16.



Figura 27. Aguja de raquianestesia calibre #18.

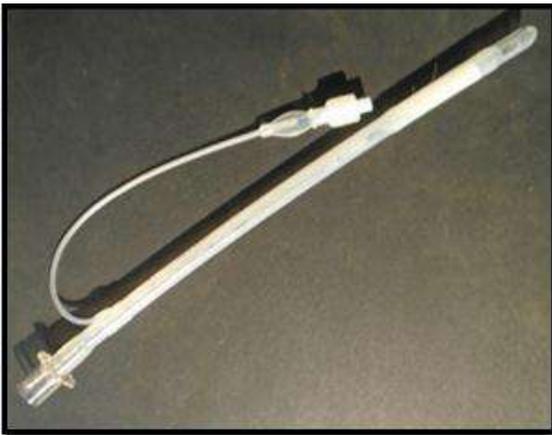


Figura 28. Sonda endotraqueal de silicón (8 mm 33fr).



Figura 29. Laringoscopio de hoja larga.



Figura 30. Estetoscopio esofágico artesanal.



Figura 31. Ambú.



Figura 32. Cinta adhesiva.



Figura 33. Llave de tres vías con extensión.



Figura 34. Posicionador de esponja.



Figura 35. Marco de mesa.



Figura 36. Jeringa de bulbo.

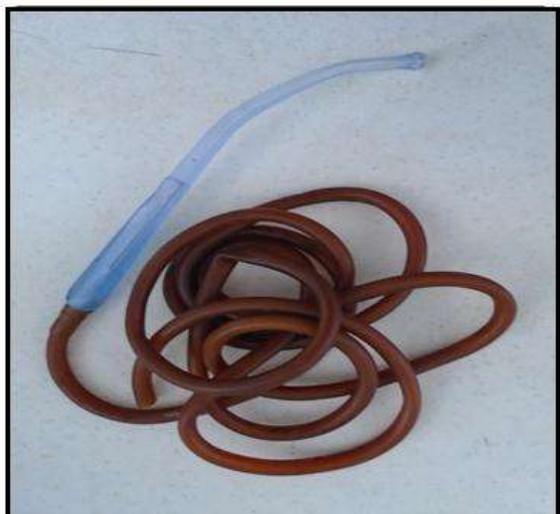


Figura 37. Cánula de Yankauer y manguera.

6.4) Material de Antisepsia:

- a) Torundera con esponjas de gasa de 10 x 10 cm., para yodopovidona espuma (fig. 38).
- b) Torundera con esponjas de gasa de 10 x 10 cm., para alcohol de 70% (fig. 39).
- c) 6 Guantes estériles de exploración (fig. 40).



Figura 38. Torundera con esponjas de gasa de 10 x 10 cm. con yodopovidona espuma.



Figura 39. Torundera de esponjas de gasa 10 x 10 cm. con alcohol de 70%.



Figura 40. Guante estéril de exploración.

6.5) Instrumental Quirúrgico:

- a) Instrumental de cirugía general, con separador de cirugía especial abdominal Gosset o Balfour (fig. 41).
- b) Instrumental de cirugía especial (para abordaje de osteoclisis) (fig. 42).
- c) Taladro manual Makita con extensión quirúrgica Jacobson y aguja de Kirschner (fig. 43).



Figura 41. Instrumental de cirugía con separador Gosset.



Figura 42. Instrumental de cirugía especial (para abordaje de osteoclisis).



Figura 43. Taladro manual Makita con extensión quirúrgica Jacobson y aguja de Kirschner.

6.6) Material Quirúrgico:

- a) 4 Toallas de Laparotomía (fig. 44).
- b) Paquete de 200 esponjas de gasa 10 x 10 cm (fig. 45).
- c) 18 pares de guantes quirúrgicos estériles #6,7,8 (fig. 46).
- d) Hojas de bisturí #23-24 (fig. 47) (o en su defecto un electrobisturí fig. 48).



Figura 44. Toallas de laparotomía.



Figura 45. Paquete de esponja de gasa 10 x 10 cm.



Figura 46. Par de guante quirúrgico estéril.



Figura 47. Hoja de bisturí #23.

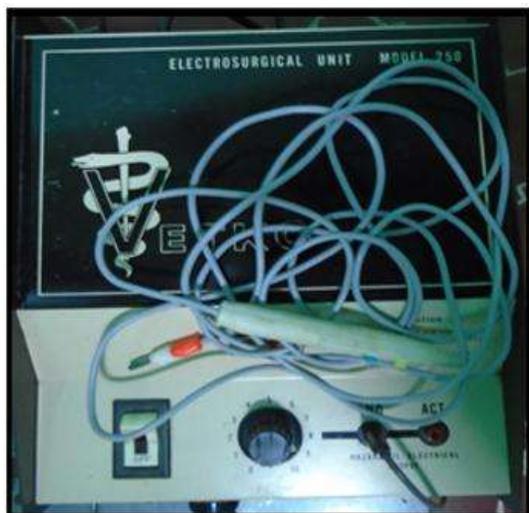


Figura 48. Unidad de electrocirugía (VETKO).

6.7) Material Textil:

- a) Bulto con 3 batas quirúrgicas y toallas de manos y antebrazos (fig. 49).
- b) Bulto con sábana hendida (fig. 50).
- c) Bulto con equipo instrumental y toallas de campo.
- d) 4 cintas de tela para sujeción de miembros torácicos y pélvicos (fig. 51).

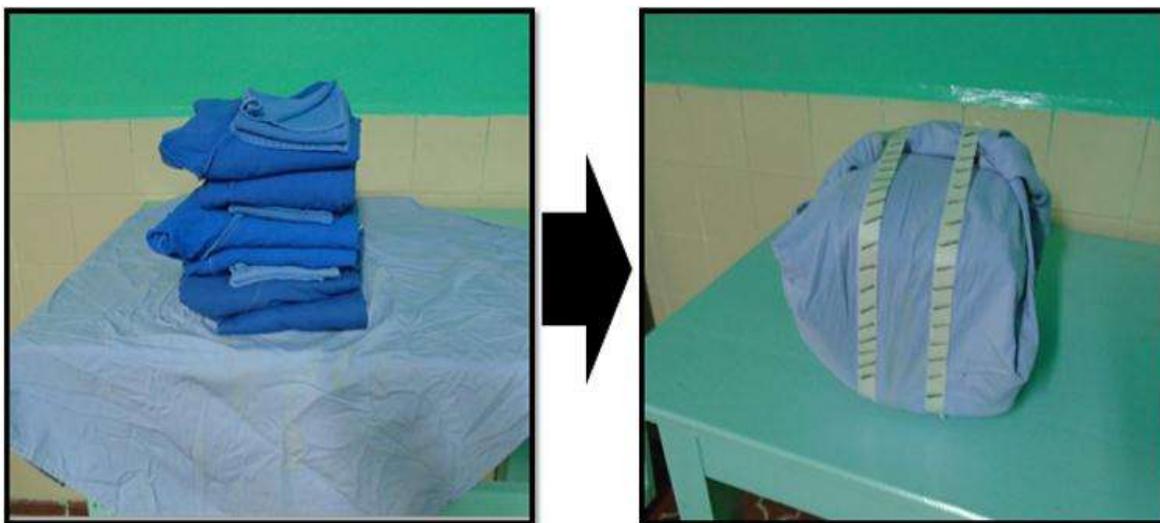


Figura 49. Bulto con 3 batas quirúrgicas y toallas de manos y antebrazos.



Figura 50. Bulto con sábana hendida.

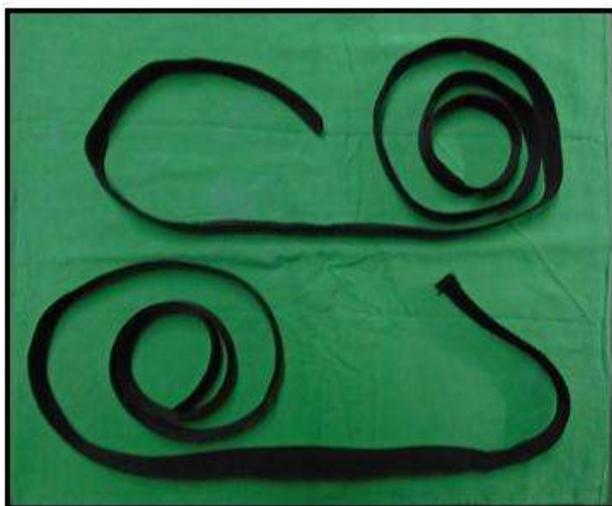


Figura 51. Cintas de tela para sujeción de miembros torácicos y pélvicos.

6.8) Instrumental Clínico:

- a) Termómetro digital rectal (fig. 52).
- b) Estetoscopio clínico (fig. 53).
- c) Lámpara de mano (fig. 54).
- d) Aneroide (fig. 55).

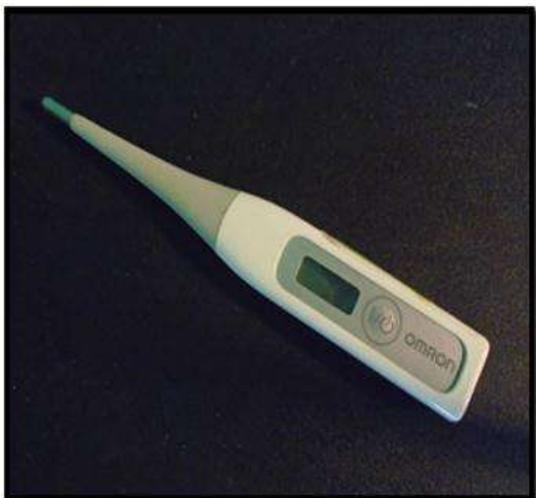


Figura 52. Termómetro digital rectal.



Figura 53. Estetoscopio clínico.



Figura 54. Lámpara de mano.

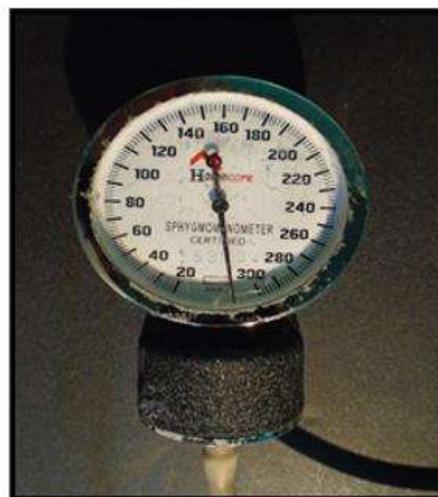


Figura 55. Aneroides.

6.9) Material de Sutura:

- a) Sobres de sutura polidioxanona (PDS) (fig. 56-A), poligliconato (Maxon), (fig. 56-B), poliglecapróna (Monocryl) (fig. 56-C), poliglactina 910 (Vicryl) (fig. 56-D) cal. 2-0 aguja taper.
- b) Sutura para piel poliamida pseudomonofilamento (Braunamid) (fig. 57).
- c) Agujas $\frac{1}{2}$ círculo cortantes (1''), ojo francés (fig. 58).



Figura 56. Suturas:(A).- Sobre de sutura polidioxanona (PDS) 2-0, (B).-Sobre de sutura poligliconato (Maxon) 2-0, (C).- Sobre de sutura poliglecaprona (Monocryl) 2-0 y (D).-Sobre de sutura poliglactina 910 (Vicryl) 2-0.

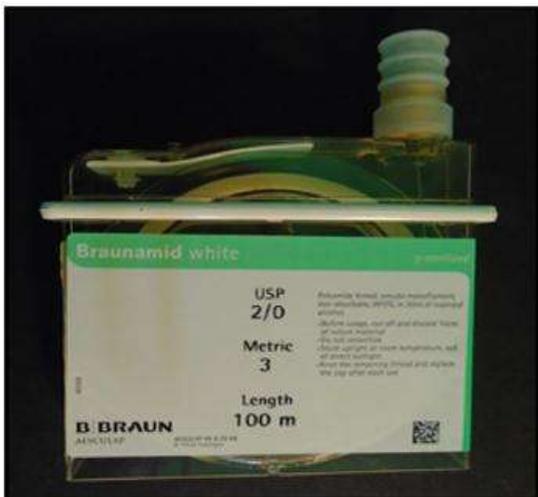


Figura 57. Sutura para piel poliamida pseudomonofilamento (Braunamid).



Figura 58. Agujas 1/2 círculo cortantes (1''), ojo francés.

7) MÉTODOS

7.1) Preoperatorio:

Los seis pacientes experimentales deben someterse (como en el presente estudio), a examen físico general (fig. 59) y análisis de hemograma y coproparasitoscópico antes de inducir anestesia general y de ser sometidos a cirugía. Ayuno de 6 a 8 horas sin suspensión de agua de bebida, a fin de evaluarlos como aptos para recibir anestesia general y someterse a cirugía.



Figura 59. Examen físico general del cerdo, tomando frecuencia cardiaca.

7.2) Preanestesia:

Aplicación de sulfato de atropina a la dosis de 0.02 mg/kg/IM (tabla del cuello o músculo bíceps femoral) en los 6 sujetos experimentales.

Buprenorfina a la dosis de 0.05 mg/kg/IM (tabla del cuello o músculo bíceps femoral) en los cerdos 1, 2 y 3 (fig. 60).

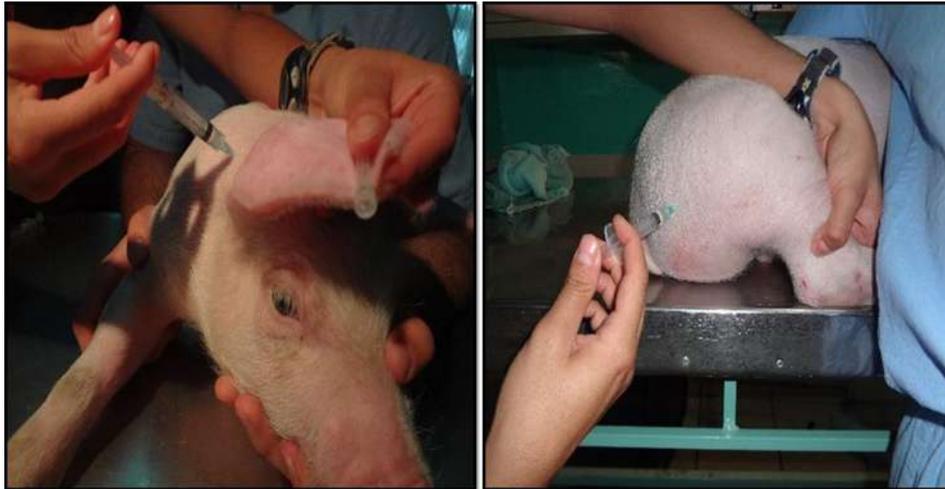


Figura 60. Administración de fármacos en tabla del cuello y músculo bíceps femoral.

7.3) Inducción Anestesia General:

Pasados 10 minutos de la preanestesia; aplicación intramuscular de una combinación de Zoletil (Tiletamina-Zolazepam) - Ketamina - Xilacina.

(Z).- 2.2 mg/kg, (K).- 2.2 mg/kg, (X).- 1.1 mg/kg.

7.4) Canalización de la vena marginal de la oreja derecha de los cerdos:

Pasados 5 minutos de la inducción de anestesia general, bajo rasurado y antisepsia del pabellón auricular de la oreja derecha, se canaliza la vena marginal con un punzocatóter calibre 24, y se conecta a un equipo de venoclisis (fig. 61). En los cerdos 4, 5 y 6, se ha determinado inyectar buprenorfina a la dosis de 0.02 mg/kg/IV. Por tratarse de una inyección intravenosa, para estos casos, se requiere anestesiarse primeramente a los cerdos a fin de que permitan su manejo en la canalización de la vena marginal y pueda entonces aplicarse el narcótico-analgésico.



Figura 61. Canalización de la vena marginal derecha, y colocación de venocclisis, facilitándola al colocar un rollo de esponja en la superficie ventral de la oreja. Fijación del catéter y equipo de venocclisis con tela adhesiva.

7.5) Intubación:

Intubar la tráquea con sonda endotraqueal recta de silicón calibre 5 a 6 lubricada con gel lubricante (Lubricaína*). Posicionar al cerdo en decúbito esternal. Se abre la cavidad oral con ayuda de un tira de venda sujeta al maxilar superior y con una esponja de gasa se tracciona la lengua sobre la mandíbula, manteniendo el cuello en hiperextensión. En esta posición, y con el apoyo de un laringoscopio encima de la lengua, se hace progresar hasta alcanzar la epiglotis con el extremo distal de la hoja. Al hacerlo se visualiza la rima glottidis a través de la cual, se introduce el tubo endotraqueal. Una vez que el extremo distal del tubo endotraqueal se resiste a continuar pasando a la tráquea en el suelo de la laringe, se rota 180° hacia arriba para hacerlo progresar hacia la tráquea. Esta maniobra debe hacerse sin forzar excesivamente el recorrido del tubo por el peligro subyacente de rotura laríngea o traqueal, lo cual no es raro en esta especie en casos de intubación difícil. Se avanza el tubo alojado en la tráquea y se infla el manguito insuflable con 5 a 10 cm³ de aire. Se asegura el tubo al maxilar con una venda anudada (fig. 62). Si se emplea un tubo recto de silicón, no se rotará en ningún sentido, como se ha procedido en el presente estudio.

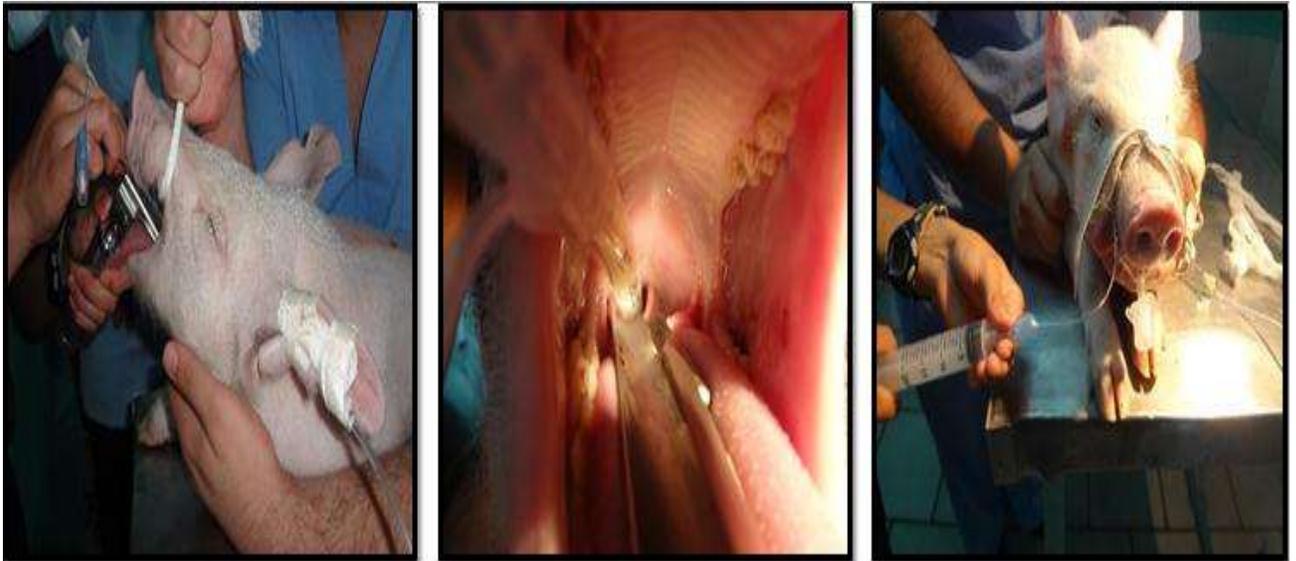


Figura 62. Intubación endotraqueal.

7.6) Osteoclisis:

Por otra parte, en los cerdos 2, 4 y 6 se ha decidido realizar osteoclisis en la cavidad medular del fémur derecho vía fosa subtrocanteriana, empleando una aguja de raquianestesia calibre 18, previa tricotomía y antisepsia de la región glútea derecha. Para este procedimiento, se realiza una pequeña incisión con bisturí (de preferencia con hoja *Bad-Parker*), sobre la piel hasta tocar hueso. Se introduce en seguida, la aguja con movimientos rotacionales hasta alcanzar la médula ósea de la cavidad medular. Se aspira para verificar si hay sangre (lo cual indicará estar en la médula esponjosa), y se instala equipo de venoclisis (figs. 63 - A, B, C, y D). O en su defecto se crea una guía para la aguja enclavando una aguja de Kirschner con un taladro ortopédico manual Jacobson (fig. 63-B). El mantenimiento de la anestesia con pentobarbital sódico se realiza a la dosis de 15 mg/kg/IV, dosis-efecto, y de dos a tres respiraciones asistidas con ambú cada 10 minutos.

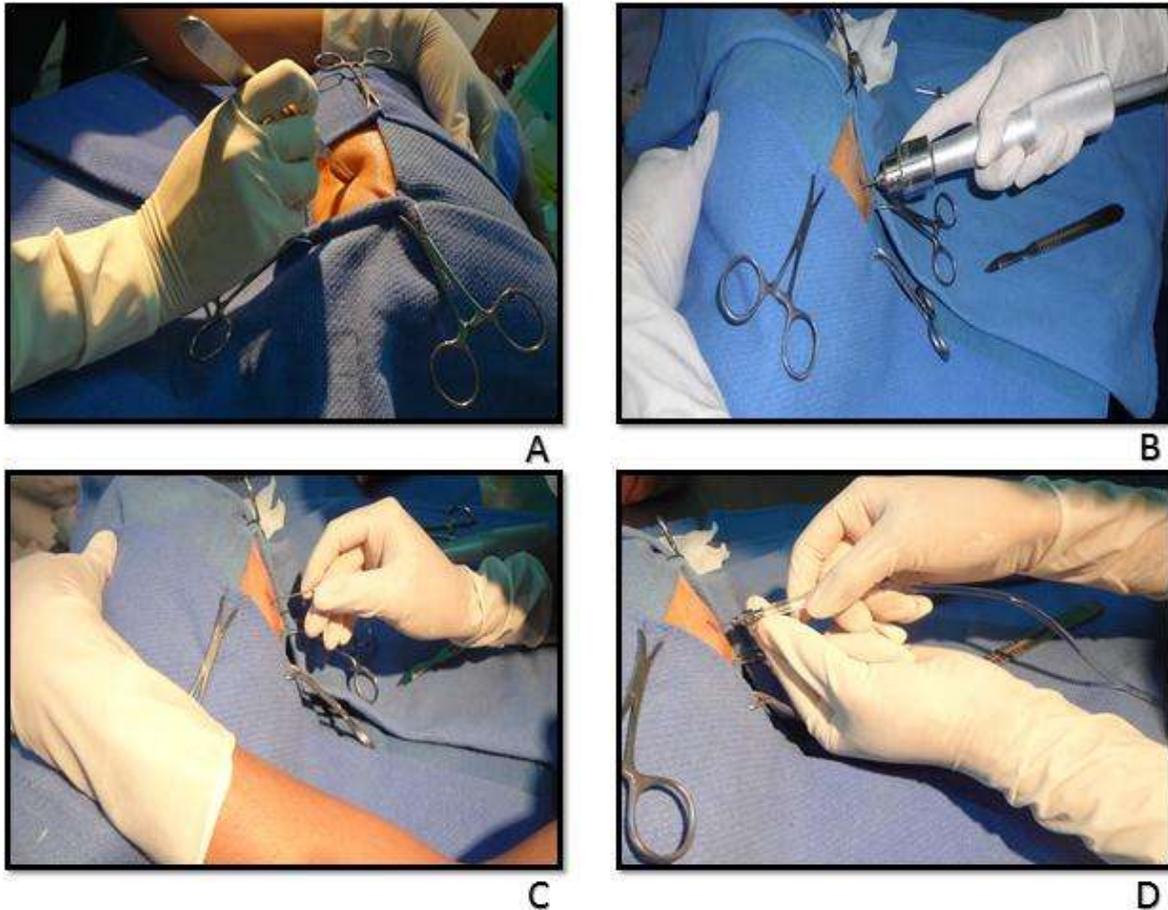


Figura 63. Osteoclisis en la cavidad medular del fémur derecho vía fosa subtrocanteriana. (A).- Punción con hoja *Bad-Parker*. (B).- Introducción de un alambre de Kirschner para facilitar el progreso de la aguja de raquianestesia cal. 18. (C).- Implantación de la aguja en el hueso. (D).- Conexión del equipo de venoclisis a la aguja.

7.7) Preparación de las regiones operatorias:

Para la operación de aislamiento y canalización de la carótida primitiva se prepara la región operatoria con tricotomía de la región ventral del cuello. Cranealmente hasta una línea imaginaria horizontal que va de ángulo a ángulo de la mandíbula. Caudalmente hasta el cartílago cariniforme o manubrio del esternón. Lateralmente a un centímetro del borde dorsal de las venas yugulares. Para la laparotomía exploratoria, gastrotomía, enterectomía con anastomosis intestinal y cistotomía se realiza tricotomía de la región ventral del abdomen en sentido craneal hasta el cartílago xifoides, y caudalmente hasta el borde craneal del pubis, en tanto que lateralmente hasta 3 cm. fuera de ambas cadenas de glándulas mamarias. Ambos

procedimientos empleando rasuradora con hoja del No. 40 sin irritar la piel. En el caso de los cerdos 3, 4, 5 y 6 que han sido machos, el pene se fijó lateralmente a la línea media del abdomen con un punto de sutura en el extremo libre del prepucio. Colocar al paciente en decúbito dorsal (entre posicionadores de tubo de esponja). Fijar los miembros a las 4 esquinas de la mesa empleando 4 cintas de tela (fig. 64).



Figura 64. Colocación del paciente en decúbito dorsal y fijación de las cuatro extremidades.

7.8) Antisepsia de las regiones operatorias:

Enseguida con una mano enguantada, el ambulante hace antisepsia de la piel, empleando una esponja de gasa con yodopovidona espuma contenida en un recipiente de plástico con tapa hermética. Con esta esponja entonces, se lava a contrapelo las regiones operatorias, pasando la esponja de gasa varias veces sobre el lugar propuesto de la incisión y después extendiéndose periféricamente sin pasar nuevamente por el centro. Seguidamente se retira el yodo espuma con esponjas de gasa en alcohol de 70% contenidas en un recipiente similar al de yodopovidona espuma. Este procedimiento descrito, se efectúa tres veces y por último la región se “pinta” con spray de yodo solución y se deja secar antes de colocar los campos base (fig. 65).

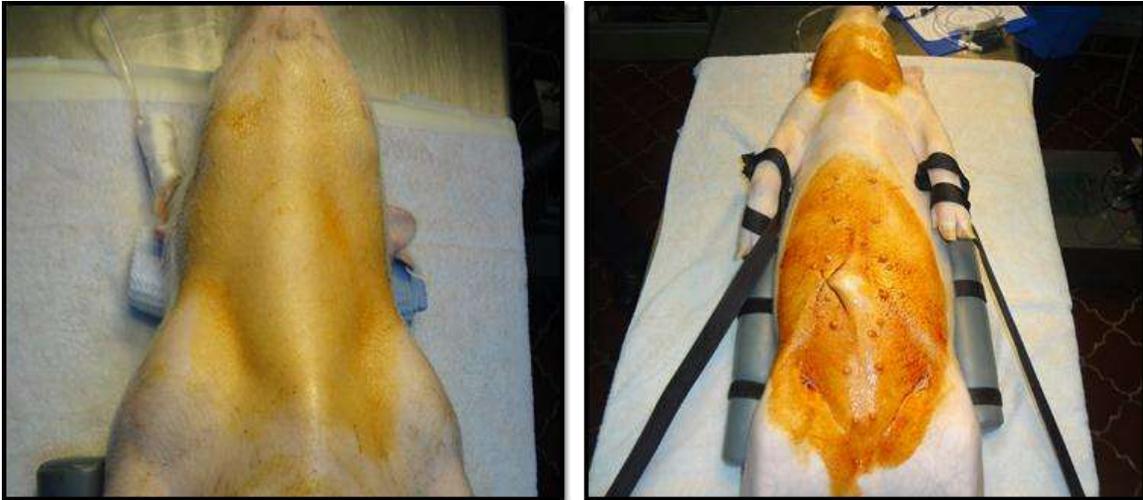


Figura 65. Antisepsia de las regiones operatorias.

7.9) Monitoreo de la anestesia:

Se registran presión sanguínea promedio, pulso, frecuencia respiratoria, frecuencia cardíaca con estetoscopio esofágico artesanal, temperatura corporal, llenado capilar, reflejo oculopalpebral y color de mucosas. Oxigenar con respiración asistida dos o tres veces cada 10 minutos con ambú (fig. 66).



Figura 66. Oxigenación asistida con ambú.

7.10) Textiles quirúrgicos:

Los textiles quirúrgicos son:

Bulto # 1: Contiene las batas quirúrgicas y toallas de manos y antebrazos, previamente dobladas (figs. 67 - A, B, C, D, E y F). Al concluir con el doblaje de las batas y toallas de manos y antebrazos, se procede a envolverlas en una compresa o toalla de envoltura de 1 m. x 1 m. de tela doble. Las batas y toallas se envuelven colocándolas sobre el centro de la compresa, la cual se coloca en una mesa a manera de rombo. En seguida, el vértice del rombo que queda hacia el personal que hace el bulto, se atiranta con la mano izquierda, en tanto se presionan las batas y toallas con la mano derecha para apretar el contenido eliminando aire. Acto seguido con el vértice atirantado se envuelven las batas y toallas de manos, pasando el vértice bajo el conjunto de batas y toallas. Hecho esto, se continúa doblando hacia arriba una porción de aproximadamente 10 cm., del vértice lateral izquierdo del rombo de compresa. En seguida, se atiranta y dobla el resto del vértice, sobre el vértice que cubre las batas. Se procede en igual forma con el vértice derecho doblado encima del izquierdo, ya doblado. En seguida, se gira el bulto a fin de que el vértice último del rombo, quede en posición de ser doblado sobre las batas y toallas y sobre los otros vértices ya doblados. Éste último vértice, se dobla finalmente bajo ambos vértices previamente doblados quedando así elaborado el bulto, al cual se le coloca cinta testigo, nombre y fecha de esterilización. El bulto queda terminado, quedando compacto y no apretado.

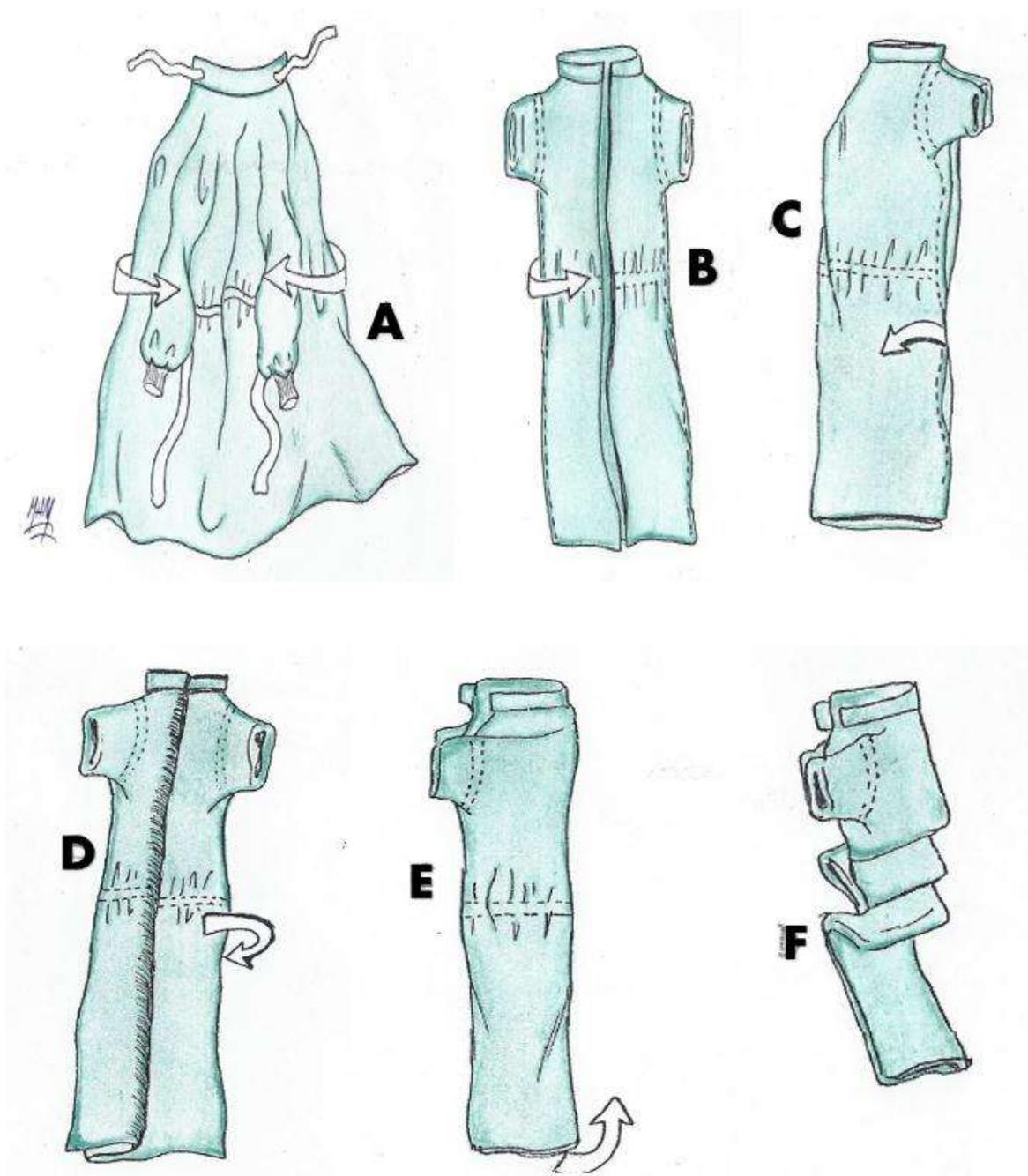


Figura 67. Forma de doblar la bata quirúrgica:

- (A).- El frente de la bata hacia arriba.
- (B).- Dobleces laterales sacando un poco el implante de la manga.
- (C).- Dobles por la línea media.
- (D).- Dobles hacia los lados.
- (E).- Dobles hacia los lados terminado.
- (F).- Acordeonamiento.

Bulto # 2: Contiene la sábana fenestrada o hendida. El doblado de la sábana comienza con el doblado de los bordes laterales hacia el centro (fig. 68-2° paso), seguido de un segundo doblado al centro (fig. 68-3° paso), para continuar doblando ambos extremos en rollo aplanado hacia el centro de la hendidura o fenestración (fig. 68-4° paso). Por último, se dobla la sábana en paquete procurando que la fenestración quede ventralmente (fig. 68-5° paso). Posteriormente, la sábana se envuelve en compresa de envoltura, de manera similar al bulto No. 1.

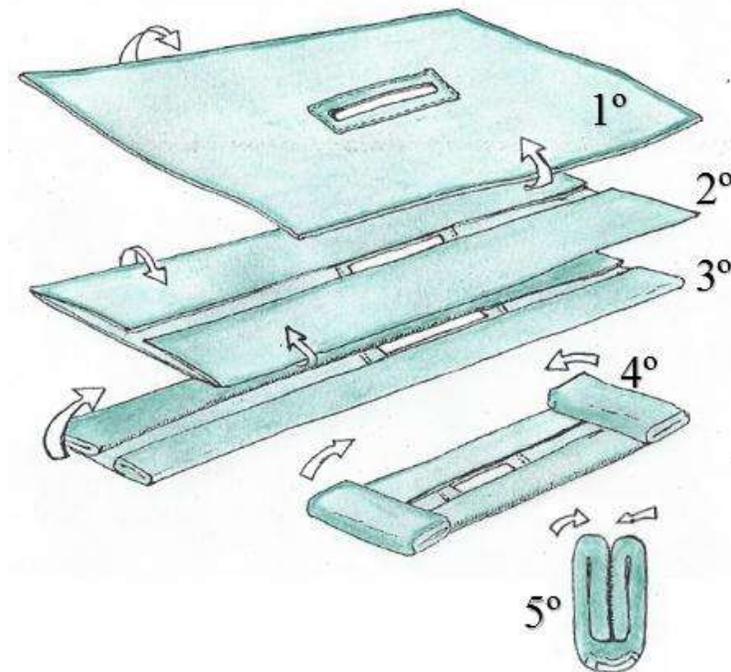


Figura 68. Manera de doblar una sábana fenestrada o hendida.

Bulto # 3: Contiene equipo instrumental y toallas de campo. Para doblar las toallas de campo primeramente, se inicia el doblado longitudinal de una tercera parte de la toalla. En seguida se continúa doblando sobre el primer doblado, el resto libre de la toalla (fig. 69-2° paso). Posteriormente se acordeona la toalla iniciando de izquierda a derecha como se muestra en fig. 69-3° paso. Se continúa en seguida como se muestra en los restantes pasos (4°, 5° y 6°) de la fig. 69. En el último paso, se dobla en ambas superficies de la toalla el vértice (doble). El instrumental se dispone en una charola, junto con esponjas de gasa, toallas de campo, toallas de laparotomía, torundera y equipo especial si es el caso. Y se envuelven dentro de un campo de envoltura.

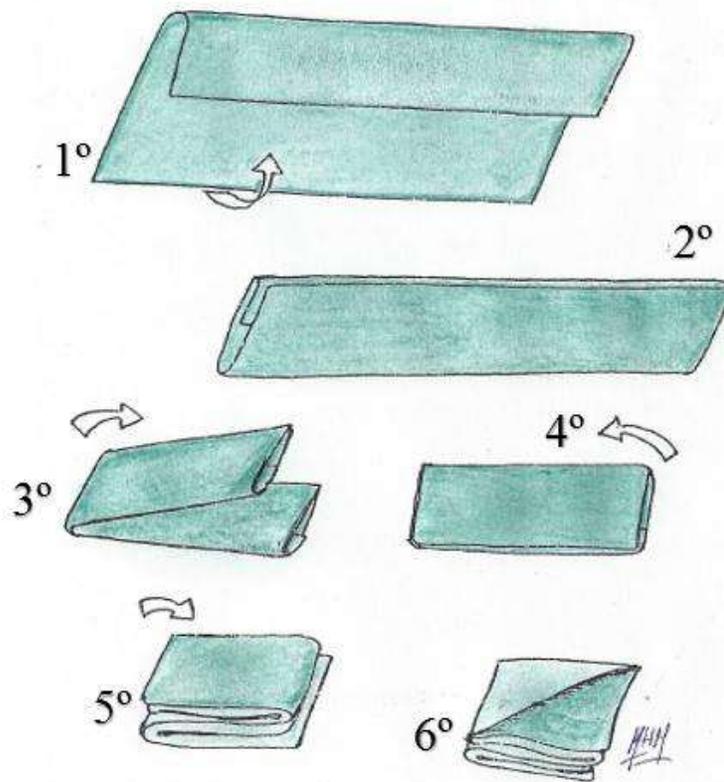


Figura 69. Manera de doblar una toalla de manos o toalla de campo.

7.11) Antisepsia, vestido y enguantado del personal quirúrgico:

El personal a enguantarse antes de ir a la tarja de antisepsia de manos y antebrazos abre el bulto de batas y toallas de manos sin contaminarlo (fig. 70).

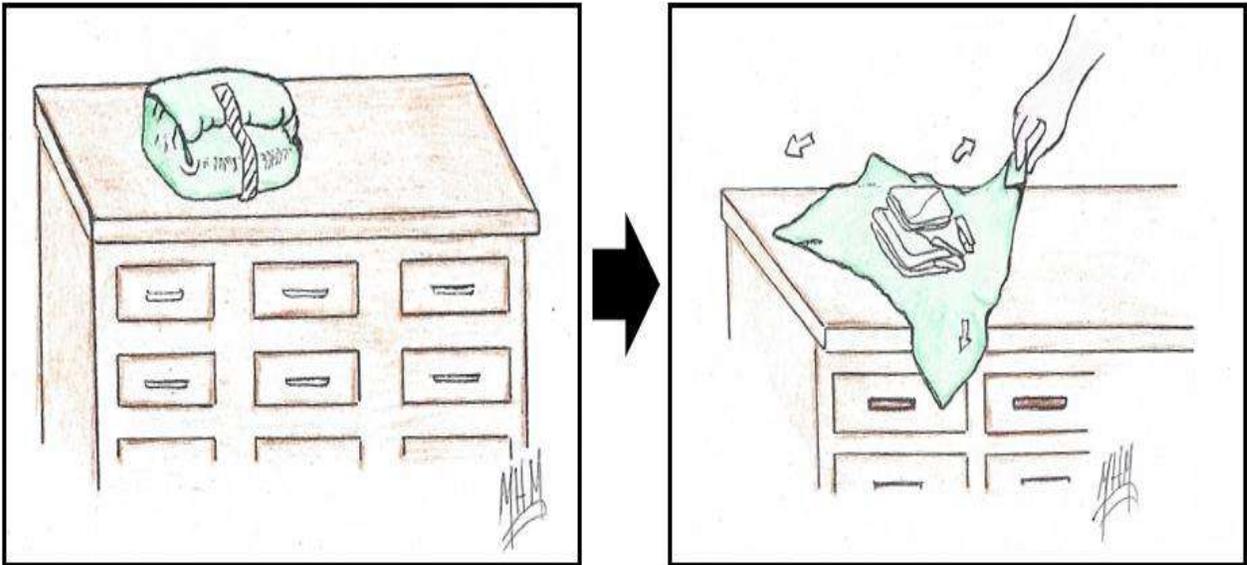


Figura 70. Apertura (sin contaminación) del bulto de batas y toallas de manos.

7.12) Antisepsia de manos y antebrazos del personal quirúrgico:

Técnica de cepillado anatómico del personal a enguantarse (cirujano, asistente e instrumentista): Primeramente el personal se lava de manera convencional manos y antebrazos con jabón de pan “corriente”. En seguida, empleando cepillo estéril y yodopovidona espuma o cualquier otro jabón antiséptico de uso quirúrgico (fig. 71), se inicia cepillando las yemas y bordes libres de las uñas de los dedos de la mano izquierda, continuando con dedo pulgar y después todas las superficies laterales de los dedos, para continuar con la palma de la mano. Acto seguido, se procede cepillando las superficies mediales de los dedos y en seguida el dorso de la mano, extendiéndose por el dorso del antebrazo y superficies restantes con movimientos rotacionales hasta sobrepasar el codo. Terminado un miembro, se enjuaga y sacude el cepillo para continuar con el miembro derecho en la misma forma y empleando jabón quirúrgico. Este procedimiento se realiza tres veces incluyendo solamente hasta el antebrazo la segunda vez y hasta el carpo (muñeca) la tercera vez (figs. 72 - A, B, C, D, E y F). Según escuelas, el número de cepilladas en cada región de las manos y antebrazos es un tanto subjetivo, entre 25 y 20.

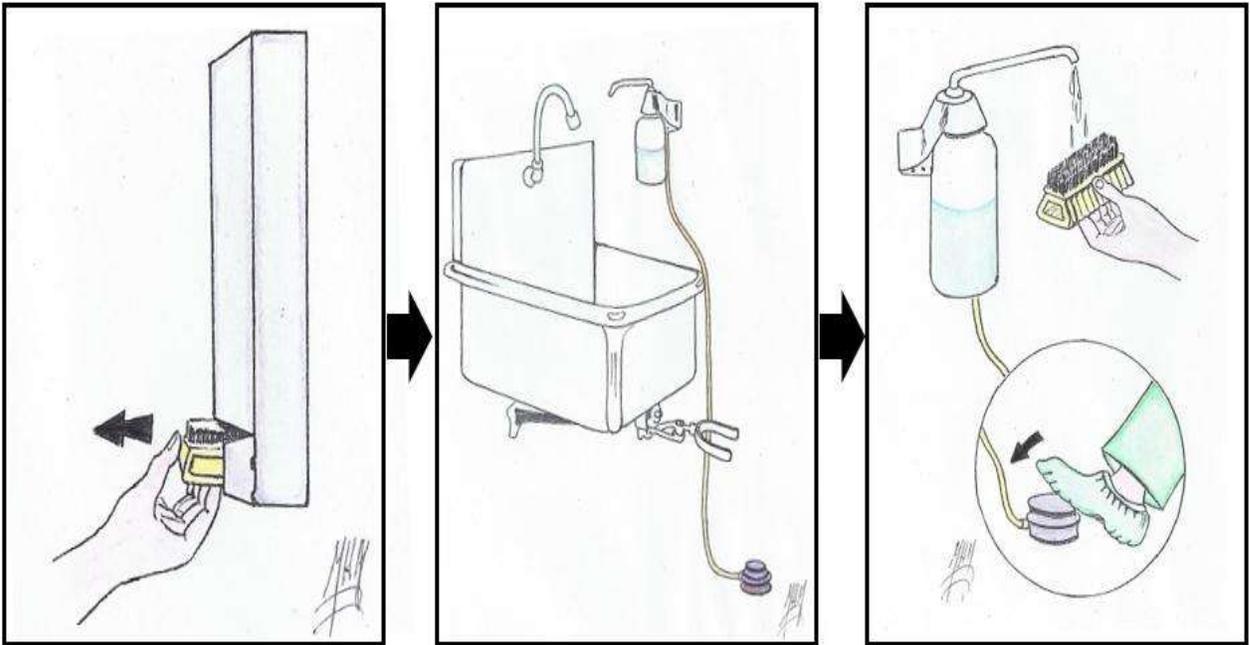


Figura 71. Disposición de cepillo estéril y jabón quirúrgico.

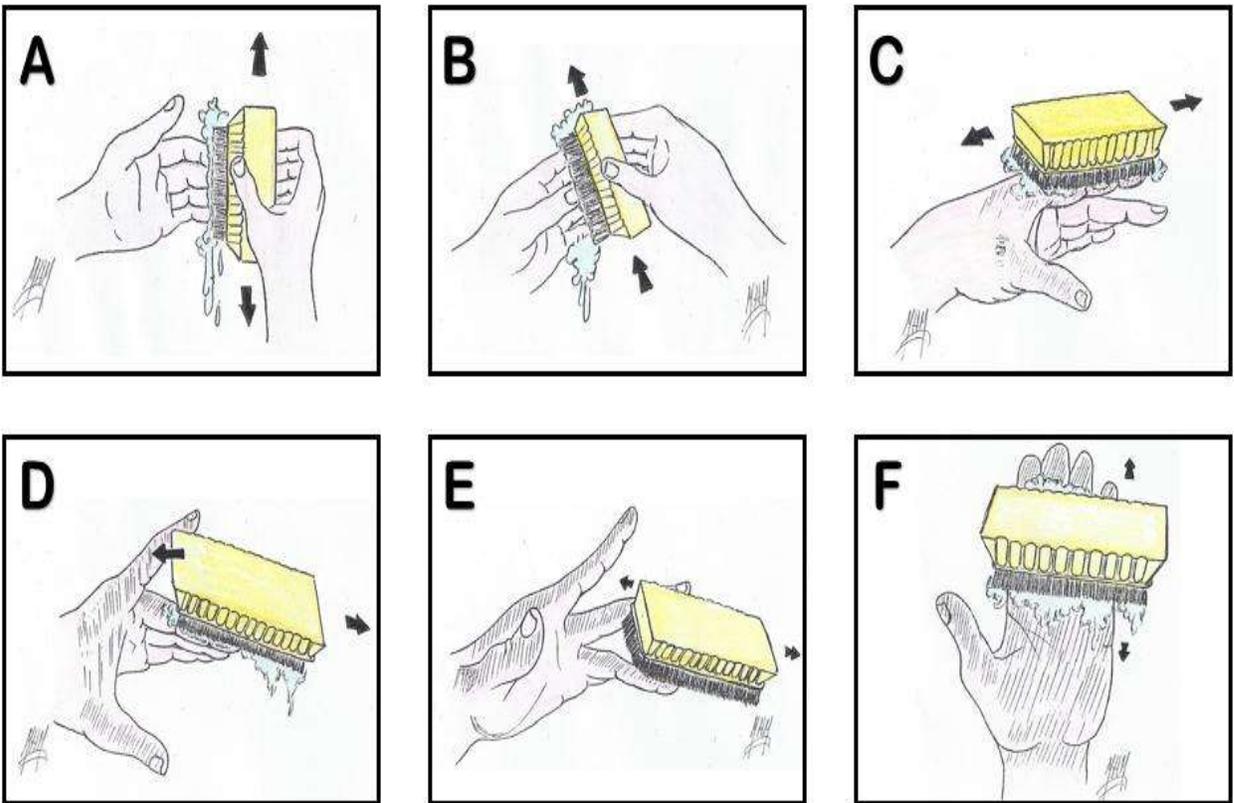


Figura 72. Cepillado anatómico.

7.13) Vestido del Personal:

El cirujano, asistente de cirujano y el instrumentista proceden al vestido de la bata, de acuerdo con el doblado previamente descrito. La bata quirúrgica se toma con la mano derecha (diestros) o izquierda (zurdos) sujetándola de las sisas (fig. 73-A). Acto seguido, se permite desenvolver por gravedad la bata (fig. 73-B), para en seguida, introducir una mano dentro de la sisa correspondiente, descansando la bata en ella, en tanto se introduce la otra mano en la sisa correspondiente, quedando ambas extremidades como se muestra en la fig. 73-C. Se procede entonces, a echarse encima la bata como se aprecia en la fig. 73-D. Se permanece ahora en espera de que el ayudante ambulante no enguantado anude las cintas de la bata por detrás. Terminado ello, quien porta la bata se inclina hacia delante para que el ambulante, tome ahora estrictamente los extremos de las cintas-cinturón y las anude por atrás.

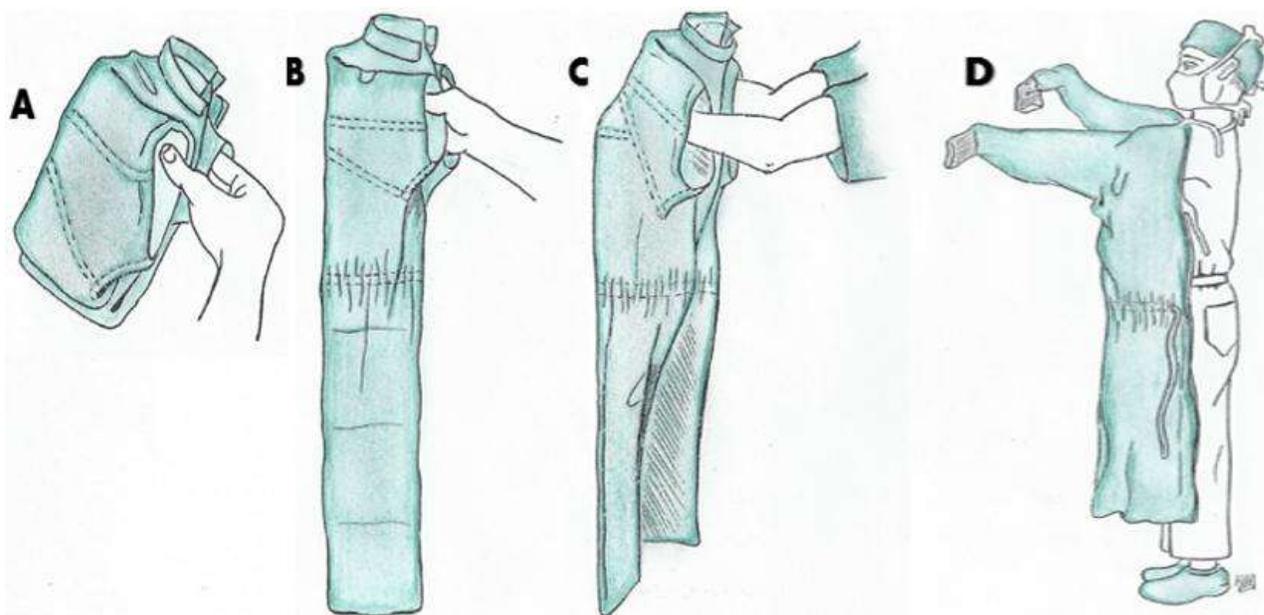


Figura 73. Vestido del personal quirúrgico.

7.14) Enguantado del Personal:

7.14.1) Enguantado cerrado:

Al menos uno de los tres miembros del “team” quirúrgico, procederá a enguantarse por éste método estando en condiciones de enguantar por el método de enguantado asistido a los dos miembros restantes del equipo quirúrgico que portan bata estéril.

Este método de enguantado, se realiza sin sacar las manos de las mangas de la bata y debe practicarse rutinariamente. En la siguiente secuencia de ilustraciones, se muestra el procedimiento a realizar (figs. 74 – A, B, C, D, E y F).

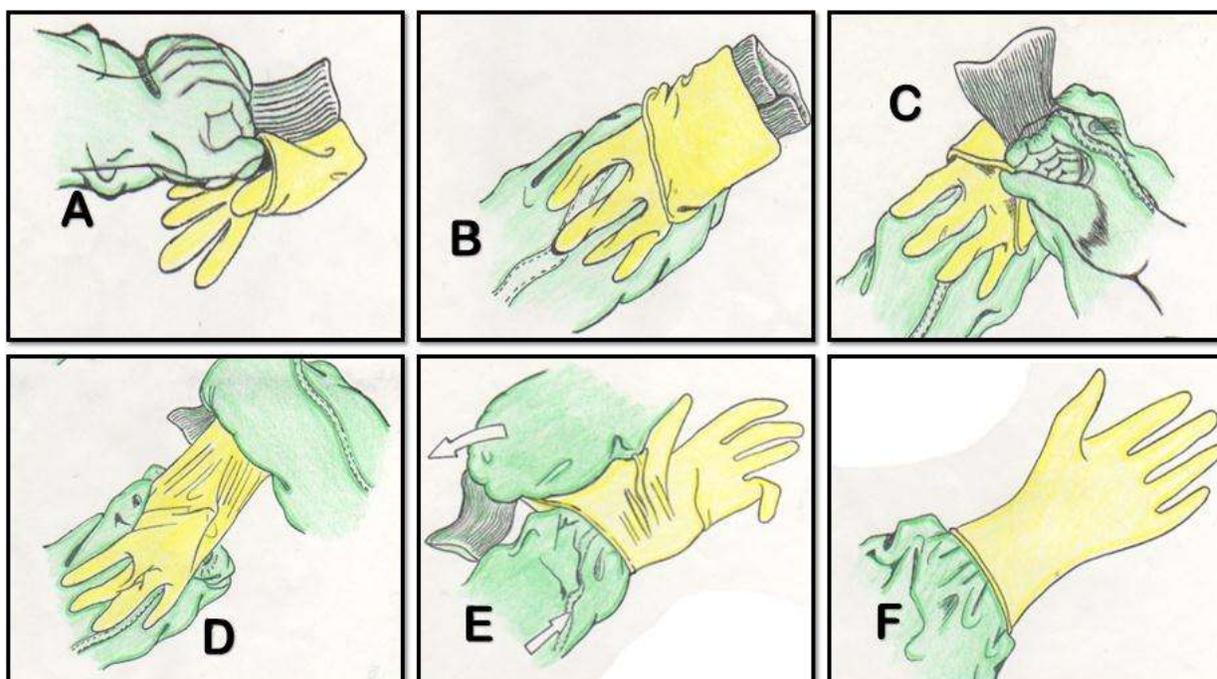


Figura 74. Enguantado cerrado:

- (A).- Toma del guante por el borde con el índice y el pulgar de la mano izquierda coincidiendo el pulgar de la mano frente al pulgar del guante.
- (B).- Giramiento de la mano con todo y guante.
- (C).- Toma del borde expuesto con la mano derecha, para prepararse a encapuchar el puño de la manga izquierda.
- (D).- Encapuchamiento del puño izquierdo con la mano derecha.
- (E).- Terminado del encapuchamiento y
- (F).- Avanzar la mano hacia el guante sin haberla sacado de la manga.

7.14.2) Enguantado asistido:

El asistente ya enguantado, toma un guante con ambas manos tirando lateralmente del puño evertido y mostrándolo a quien va a enguantar, el aspecto palmar del guante (fig. 75), en tanto que la persona que se enguanta, con el dedo índice de la mano opuesta, introducido en la superficie interna del puño evertido del guante, triangula el puño del guante para facilitar la entrada de la mano en él (fig. 76). Al entrar la mano al guante, se mueven los dedos en “bailoteo” para facilitar su entrada en cada dedo correspondiente del guante, en tanto que la persona que asiste el enguantado, en un movimiento coordinado con la introducción de la mano, tira del guante por el borde del puño hacia arriba. El procedimiento se repite con el enguantado de la otra mano con la salvedad de que la triangulación del puño se realiza tirando del puño en su superficie externa, con la mano ya enguantada (fig. 77). Los pasos de este procedimiento, requieren de coordinación y sin que existan titubeos, los cuales si existen, resultan en corrimiento proximal del puño de la bata con enguantado defectuoso.

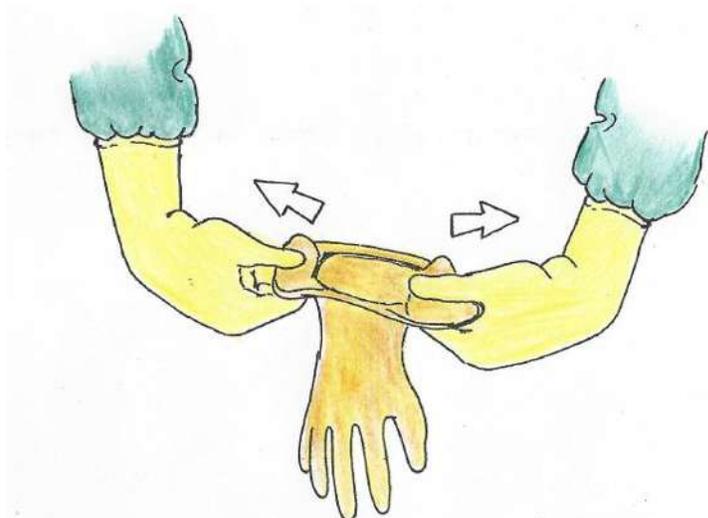


Figura 75. Toma de un guante con ambas manos tirando lateralmente del puño para realizar enguantado asistido.

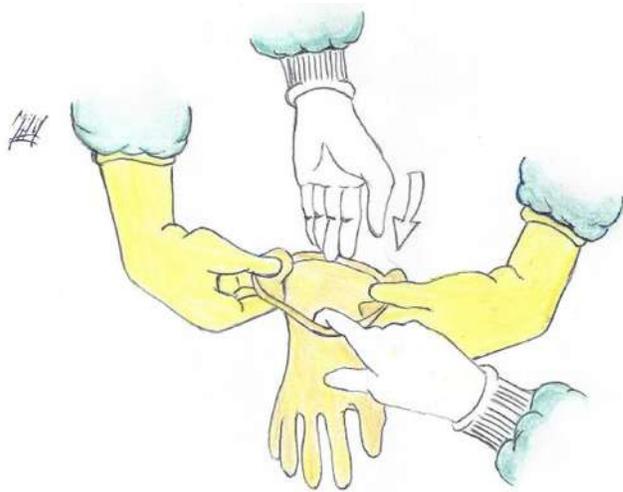


Figura 76. Introducción del dedo índice en la superficie interna del puño evertido del guante.

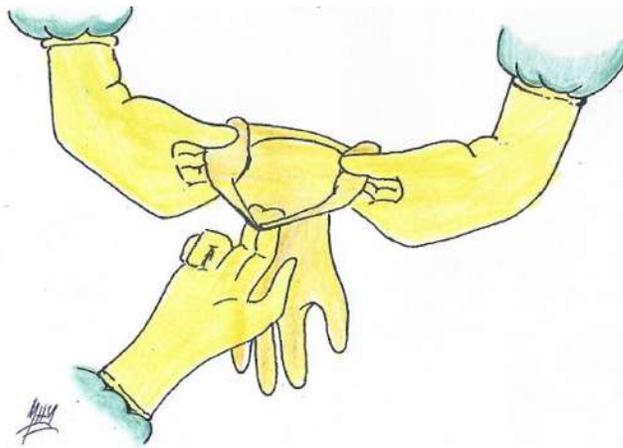


Figura 77. Triangulación del puño tirando del puño en su superficie externa con la mano ya enguantada

7.15) Instrumental quirúrgico y toallas de campo:

Colocar el instrumental de cirugía general y/o especial, sobre una charola de mayo con gasas, agujas de sutura, torundera y toallas de laparotomía, incluyendo toallas de campo. Se aprecia, la colocación de los instrumentos por grupos (diéresis, separación, sujeción, hemostasia, sutura), en surcos resultantes del acordeonamiento de una toalla de campo (fig. 78).



Figura 78. Disposición de instrumental quirúrgico.

7.16) Sábana hendida:

Una vez colocadas las cuatro toallas de campo base, que limitan la región operatoria, se coloca la sábana fenestrada sobre la región operatoria coincidiendo la fenestración con el lugar propuesto de la incisión. La sábana hendida se desdobra ahora, de tal manera que todo el paciente y la mesa de operaciones quedan completamente cubiertos (fig. 79).

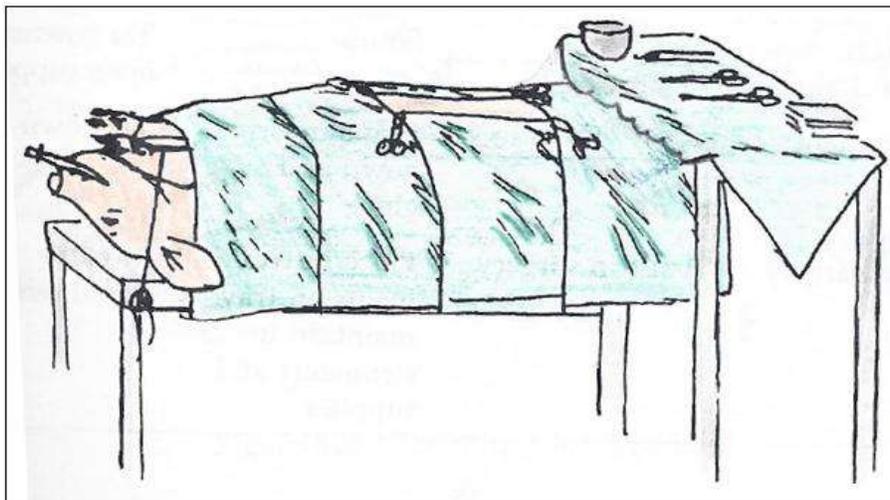


Figura 79. Colocación de sábana fenestrada en el paciente.

7.17) Disección y canalización de la arteria carótida primitiva:

Se incide la piel con bisturí o por electroincisión, y el tejido celular subcutáneo justo paralelamente al borde lateral de la tráquea en una extensión aproximada de 8 a 10 cm. Mediante disección roma se incide el músculo cutáneo y una vez que haya quedado expuesta la aponeurosis superficial del cuello, se procede a su incisión. Se identifican los músculos esternohioideo y el esternocéfálico que cubren ventral y lateralmente a la tráquea respectivamente y se separarán mediante disección digital. Aparece entonces la fascia que envuelve a la carótida acompañada de los nervios simpático, pneumogástrico y recurrente. Acto seguido, se realiza un pequeño ojal en la aponeurosis interna con bisturí o tijera mayo y se amplía para exponer el contenido del paquete vasculonervioso. Se denuda entonces la arteria, en una extensión aproximada de 6 cm., separándola de las estructuras nerviosas (fig. 80).

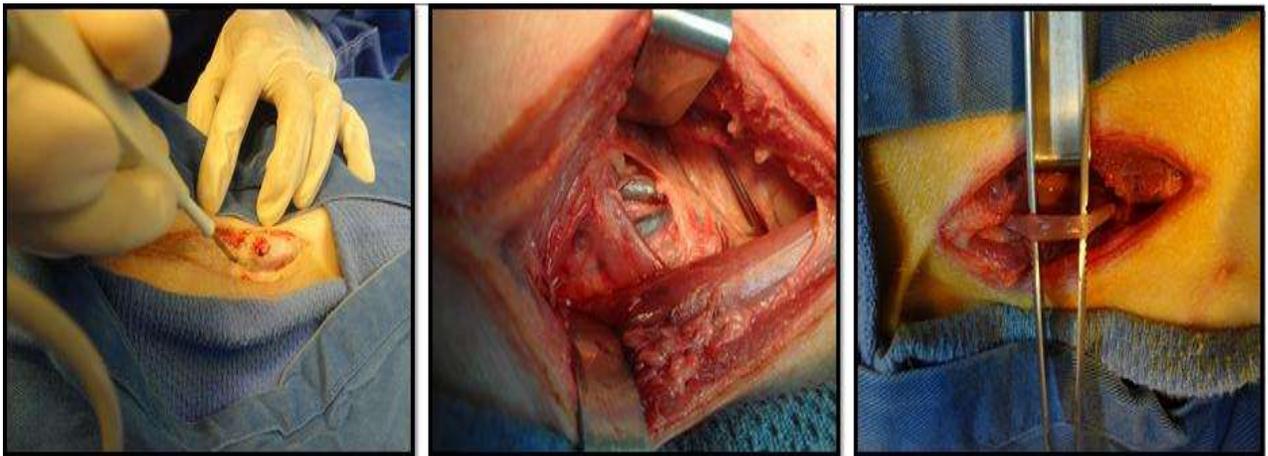


Figura 80. Aislamiento de la arteria carótida primitiva o común del cuello.

Se cateteriza la arteria carótida común del cuello empleando un catéter del calibre 16 y se liga con sutura absorbible 2-0, realizando nudos con las manos. Se toman los extremos del hilo y se hace un nudo a ½ cm. de la parte central del tramo de arteria aislada. Asegurado el catéter, se le conecta con una extensión estéril con llave de 3 vías, purgada con solución salina fisiológica heparinizada y con conexión a un aneroide convencional (figs. 81, 82 y 83).

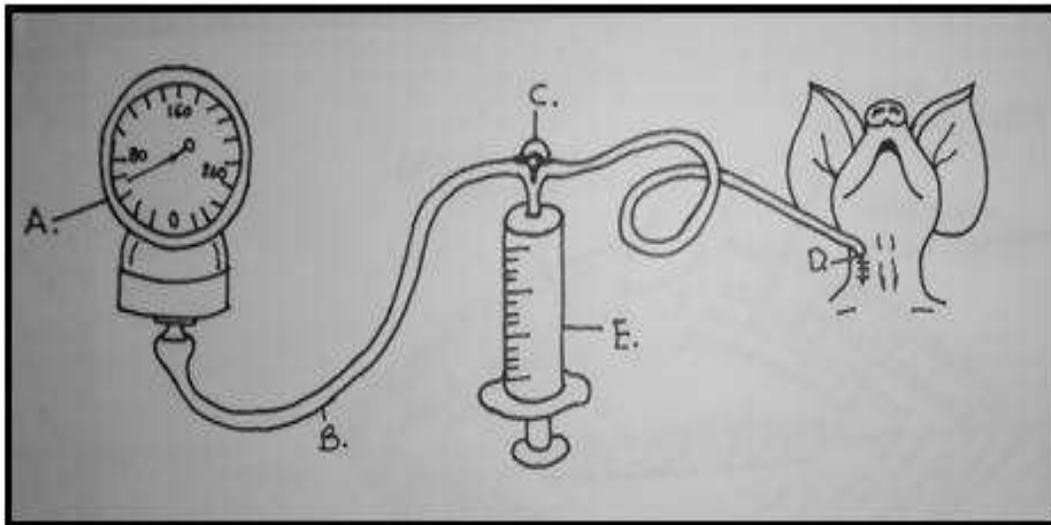


Figura 81. Diseño de adaptación de un aneroide de medición de la presión arterial media en cerdos.

- (A.-) Aneroides.
- (B.-) Manguera de latex 75 cm. (6-9 mm. diámetro).
- (C.-) Llave de tres vías con extensión estéril.
- (D.-) Punzocateter (#16) a arteria carótida común.
- (E.-) Jeringa con solución salina fisiológica heparinizada.

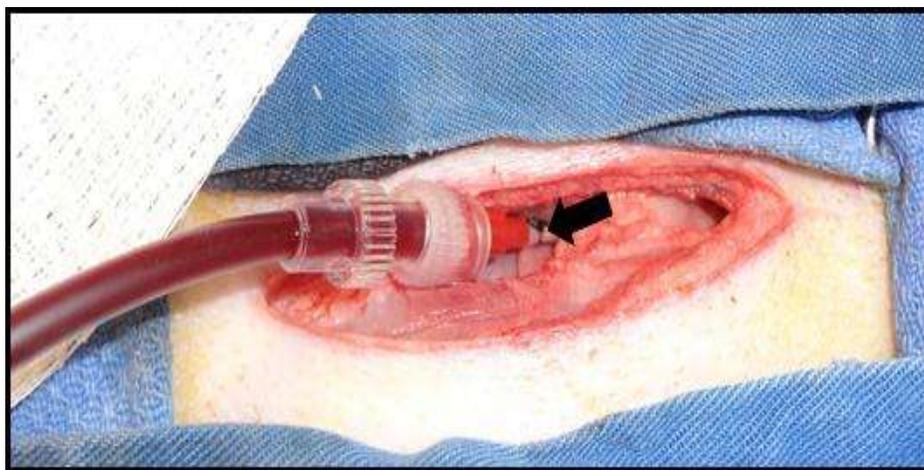


Figura 82. Canalización de la arteria carótida común. (Flecha negra: Nudo de cirujano, realizado con las manos).

En esta forma, se registra la presión sanguínea promedio del paciente durante todo el tiempo de la práctica quirúrgica. A fin de evitar obstrucción por coagulación en el catéter y extensión

de tubo de venoclisis, se ha de aplicar solución salina fisiológica heparinizada 1000 UI/ml (1 ml/10 ml de solución) cada 20 a 30 minutos, conectando una jeringa de 20 ml. a la llave de tres vías, la cual se voltea para permitir el flujo (fig. 83). La presión sanguínea promedio no deberá bajar de 70 mm/Hg durante el proceso.



Figura 83. Medición de la presión arterial media.

Rafia: se comprueba que no exista hemorragia y se reconstruyen los planos anatómicos. Con sutura continua simple de material absorbible cal. 2-0, se suturan los músculos esternohioideo y esternocéfálico. El tejido subcutáneo con sutura continua simple con material absorbible 2-0 y por último se afronta la piel con puntos entrecortados simples o continúa de Ford con material no absorbible 2-0 (fig. 84).

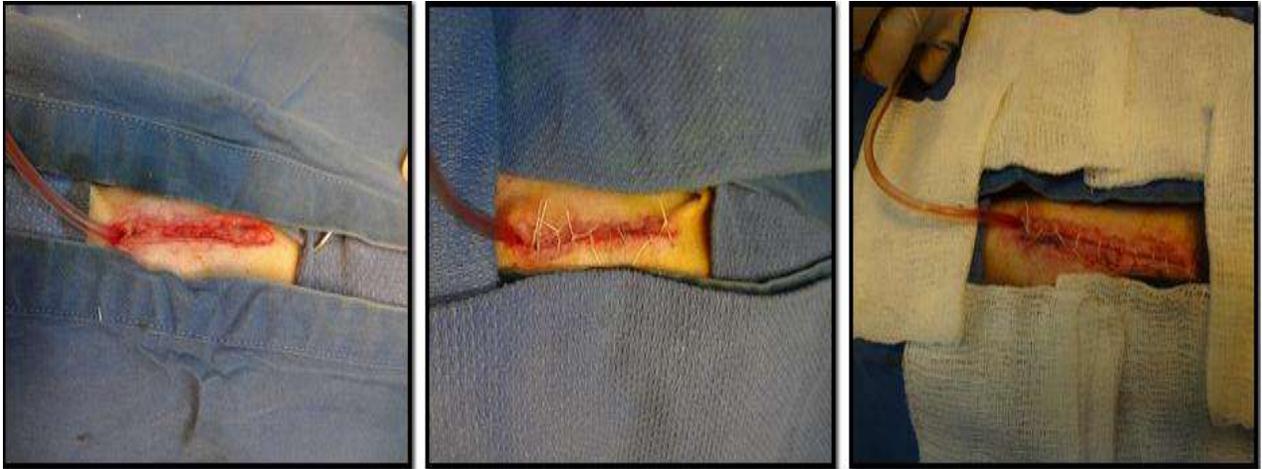


Figura 84. Rafia de la incisión en cuello.

7.18) Celiotomía exploratoria:

Para estos fines, se divide a la cavidad abdominal en cuatro cuadrantes (dos craneales derecho e izquierdo y dos caudales derecho e izquierdo). Se procede entonces a efectuar una incisión de laparotomía media cráneo y caudoumbilical de xifoides a pubis, sobre la línea alba y que interese piel y tejido celular subcutáneo, con apoyo de bisturí o electrobisturí (fig. 85). Una vez identificada la línea alba, se debe elevar la pared ventral del abdomen usando dos pinzas Allis sobre la aponeurosis ventral del músculo recto abdominal. En este punto se practica con bisturí un ojal justo en la línea alba a mitad de la extensión de la incisión abdominal. Se amplía la incisión con tijera Mayo y con la ayuda de una sonda acanalada a partir del ojal creado, tanto en sentido craneal como caudal hasta ambas comisuras de la incisión cutánea teniéndose extrema precaución de no dañar alguna estructura interna. Una vez abierta la cavidad abdominal, se coloca un separador abdominal Gosset o Balfour, permitiendo con ello observar los órganos de la cavidad abdominal, explorarlos y recolocarlos *in situ* (diafragma, hígado, estómago, bazo, páncreas, intestino delgado y grueso, colón, riñones, glándulas adrenales, vejiga, ovarios en el caso de las hembras y los grandes vasos abdominales así como los músculos y arterias iliacas producto de la cuadrificación de la aorta) (fig. 86).

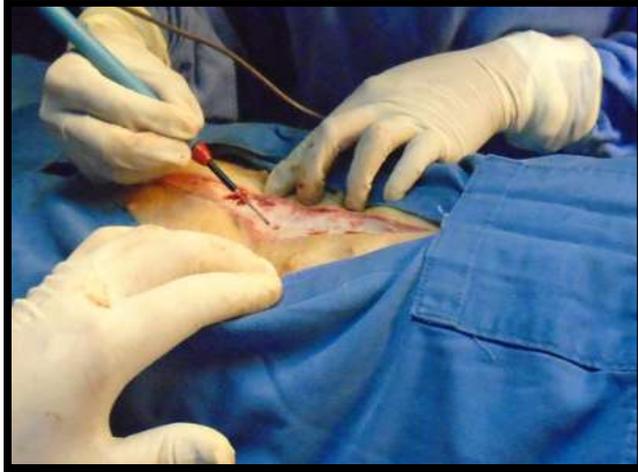


Figura 85. Incisión cráneo caudoumbilical del abdomen con electrobisturí.

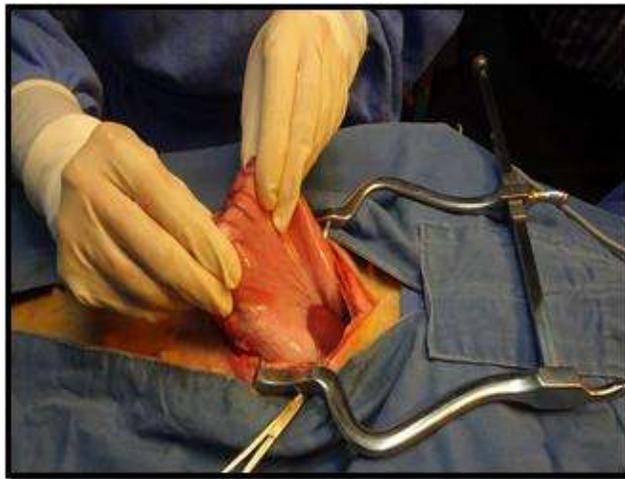


Figura 86. Exposición del estómago con ayuda de separador Gosset.

7.19) Gastrotomía:

Se coloca un separador abdominal Gosset o Balfour. Se identifica el estómago y se aísla entre toallas de laparotomía humedecidas con solución salina fisiológica, tomando cuidado de que las toallas de laparotomía, penetren al interior de la cavidad abdominal (fig. 87-A) y se sostiene el estómago con suturas de sostén temporales no perforantes con material no absorbible (fig. 87-B). Antes de incidir el estómago y por ello al entrar en tiempo séptico, se

debe prever un campo extra y el instrumental necesario a emplear durante el procedimiento de gastrotomía y gastrorrafia, con la finalidad de que el instrumental restante en la charola de Mayo no se contamine y esté disponible para la celiorrafia. Se práctica entonces, incisión de ojal del estómago, con bisturí sobre la serosa, muscular y mucosa (fig. 87-C) y se continua sobre la mucosa con tijera, en tanto se mantiene tensión en las suturas de sostén. La incisión de gastrotomía debe ser de suficiente extensión para permitir la extracción de algún cuerpo extraño sin que se desgarran los bordes y ángulos de la herida gástrica. En este momento, se lava la cavidad del estómago empleando solución salina fisiológica y un equipo de succión con cánula de Yankauer (fig. 87-D).

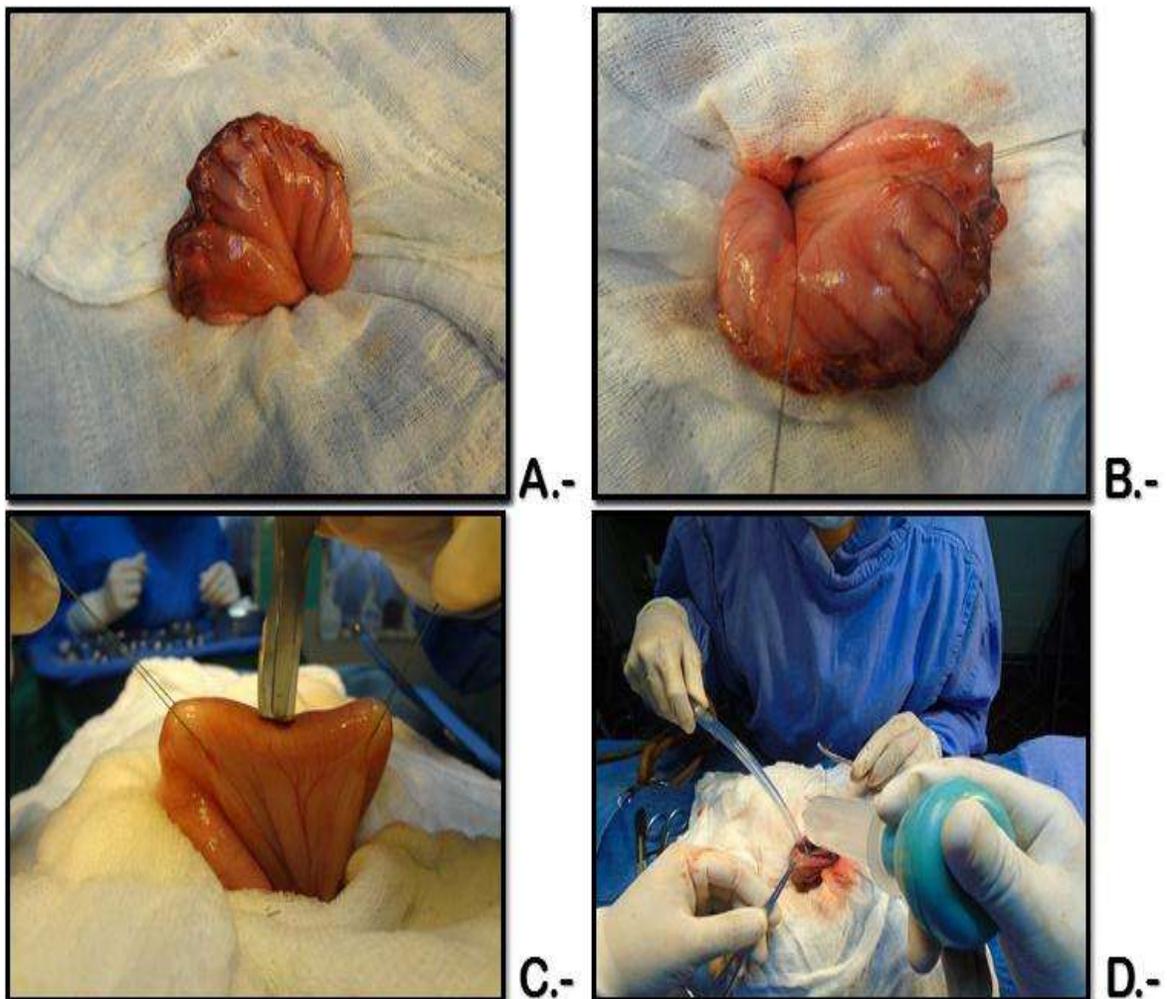


Figura 87. Gastrotomía: (A).- Aislamiento del estómago. (B).- Suspensión no perforante del estómago con suturas de sostén. (C).- Incisión de gastrotomía. (D).- Lavado y succión de estómago con cánula de Yankauer.

Se ha indicado, que la incisión gástrica se sutura en dos planos. Primeramente se sutura la mucosa con sutura continua simple, empleando material absorbible monofilamento atraumático 2-0. El estrato seromuscular, se sutura con puntos entrecortados de Lembert con material calibre 2-0. Asimismo, otra alternativa puede ser, suturando el estrato mucoso con sutura continua simple, seguida de una sutura continua de Cushing. Esta última se realiza regresando sobre la herida, con el mismo hilo de sutura e incluyendo los estratos, seroso, muscular y submucoso. En la fig. 88 se muestra una secuencia de la gastrorrafía. Al término del tiempo séptico, el personal enguantado deberá cambiar de guantes y retirar el instrumental contaminado.



Figura 88. Gastrorrafía de serosa y muscular con sutura de Cushing.

7.20) Enterectomía con anastomosis intestinal:

Se procede a la exposición y aislamiento de una asa intestinal yeyunal (fig. 89-A); así como su resección, por lo que se debe alejar los contenidos intestinales hacia proximal y distal del sitio seleccionado con ayuda de los dedos índice y medio. Sosteniendo la porción a extirpar entre los dedos (fig. 89-B). Las ramas de las arterias y venas mesentéricas que irrigan el segmento elegido son doblemente ligadas con material de sutura absorbible de 2-0 (fig. 89-C) para interrumpir el aporte sanguíneo, y los vasos arcadales localizados dentro de la grasa mesentérica en el área de resección se hacen ligaduras dobles. El bisturí es utilizado para escindir el segmento intestinal sin irrigación, en ángulo de 75 a 90° o con tijera de Mayo o Metzenbaum. En seguida, se transecta entre las ligaduras, y el mesenterio, y el asa intestinal

se retira del campo operatorio (fig. 89-D). La anastomosis intestinal se realiza con puntos entrecortados simples o continua (aplicación en cirugía veterinaria) (fig. 90-A), en un solo plano de un lado del intestino y anastomosis en dos planos con suturas de inversión (Connell y Cushing), en cirugía humana con material absorbible monofilamento calibre 2-0 (fig. 90-B). Al inicio de la sutura, se colocan 2 puntos perforantes de referencia, uno en el borde mesentérico y otro en el antimesentérico, los cuales evitarán que se rote el intestino al momento de ir suturando. Después de completar la anastomosis se comprueba que no exista derrame de contenido intestinal entre los puntos de sutura mediante la inmersión del sitio de la anastomosis en solución salina fisiológica, si hubiese salida de material se corrige colocando más puntos de sutura. A continuación se une el mesenterio con sutura continua simple material 2-0 absorbible (fig. 90). Acto seguido se reposiciona el intestino en la cavidad abdominal, se retiran las toallas de laparotomía y se procede al cambio de guantes, retiro de instrumental y esponjas contaminadas, antes de proceder a la celiografía.

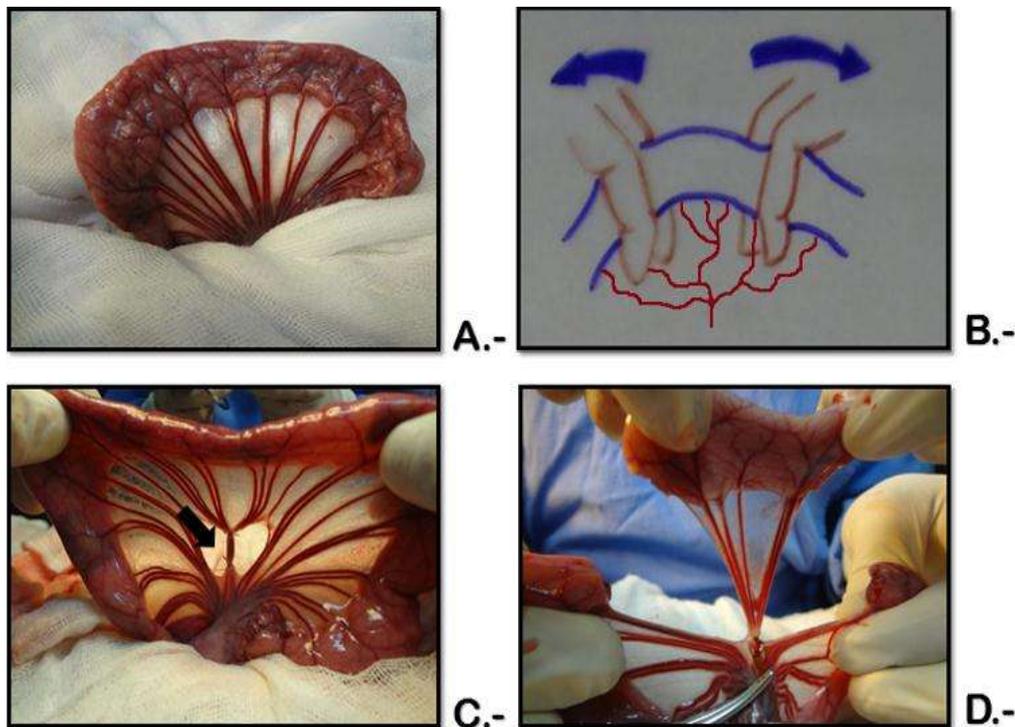


Figura 89. Enterectomía intestinal: (A).- Exposición y aislamiento de una asa intestinal yeyunal. (B).- Sostén de la porción intestinal entre los dedos índice y medio. (C).- Ramas de las arterias y venas mesentéricas que irrigan el segmento elegido, ligadas con material de sutura absorbible 2-0. (D).- Mesenterio transectado e intestino resecado.

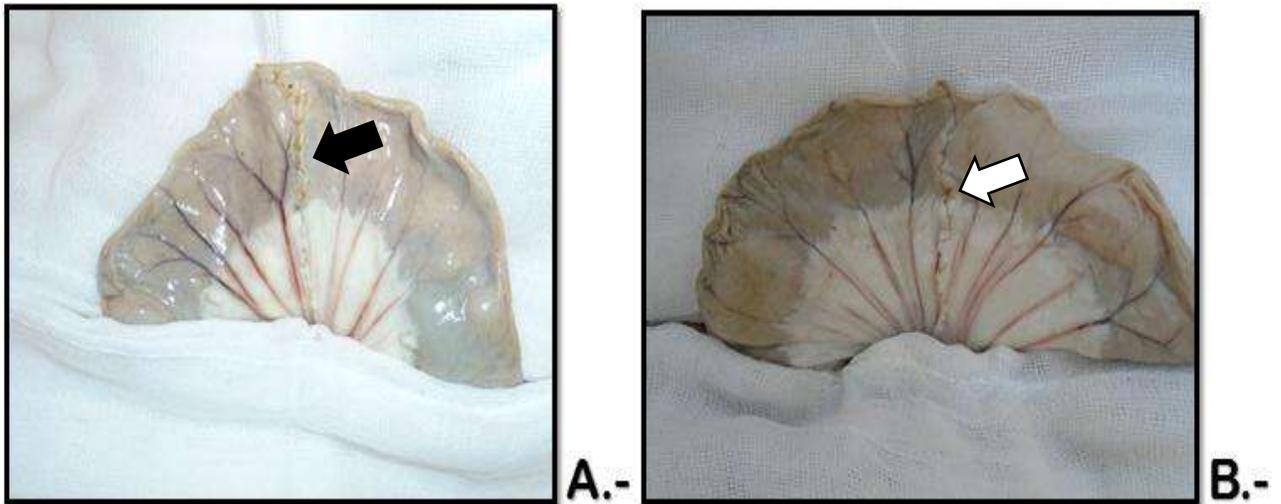


Figura 90. Anastomosis intestinal y sutura del mesenterio: (A).- Sutura con puntos entre cortados simples (aplicación en cirugía veterinaria) y (B).- Anastomosis en dos planos con suturas de inversión (Connell y Cushing), (en cirugía humana).

7.21) Cistotomía:

Identificada la vejiga urinaria, se aísla entre toallas de laparotomía humedecidas con solución salina fisiológica (fig. 91-A). Se colocan 4 puntos de sostén no perforantes; uno distal hacia el fondo del saco vesical, otro proximal en dirección al cuello vesical y dos más laterales a mitad de entre los puntos anteriores y sobre la superficie ventral de la vejiga (fig. 91-B). En seguida, se practica con bisturí, a manera de garfio un ojal perforante, a mitad de entre los puntos de sostén distal y proximal (fig. 91-C). Se continúa entonces, ampliando el ojal en incisión longitudinal con tijera, tanto en sentido distal como proximal. Los cuatro puntos de sostén, ayudan a mantener abierta la vejiga y a continuación, se le lava con solución salina fisiológica y succión con cánula de Yankauer (fig. 91-D). En seguida, se realiza cistorrafia en dos planos con sutura de inversión absorbible, (Connell seguida por Cushing) (fig. 91-E). Finalmente se realiza celiorafia colocando un puente con punto en X a mitad de la extensión de la línea alba, quedando así dos tramos por suturar, uno craneoumbilical y otro caudoumbilical, con sutura continua simple absorbible monofilamento o trenzada calibre 2-0. Se procede en igual forma con el plano subcutáneo. Se realiza sutura continua subcuticular y la piel con Braunamid 2-0 en continua de Ford o candado (fig. 91-F).

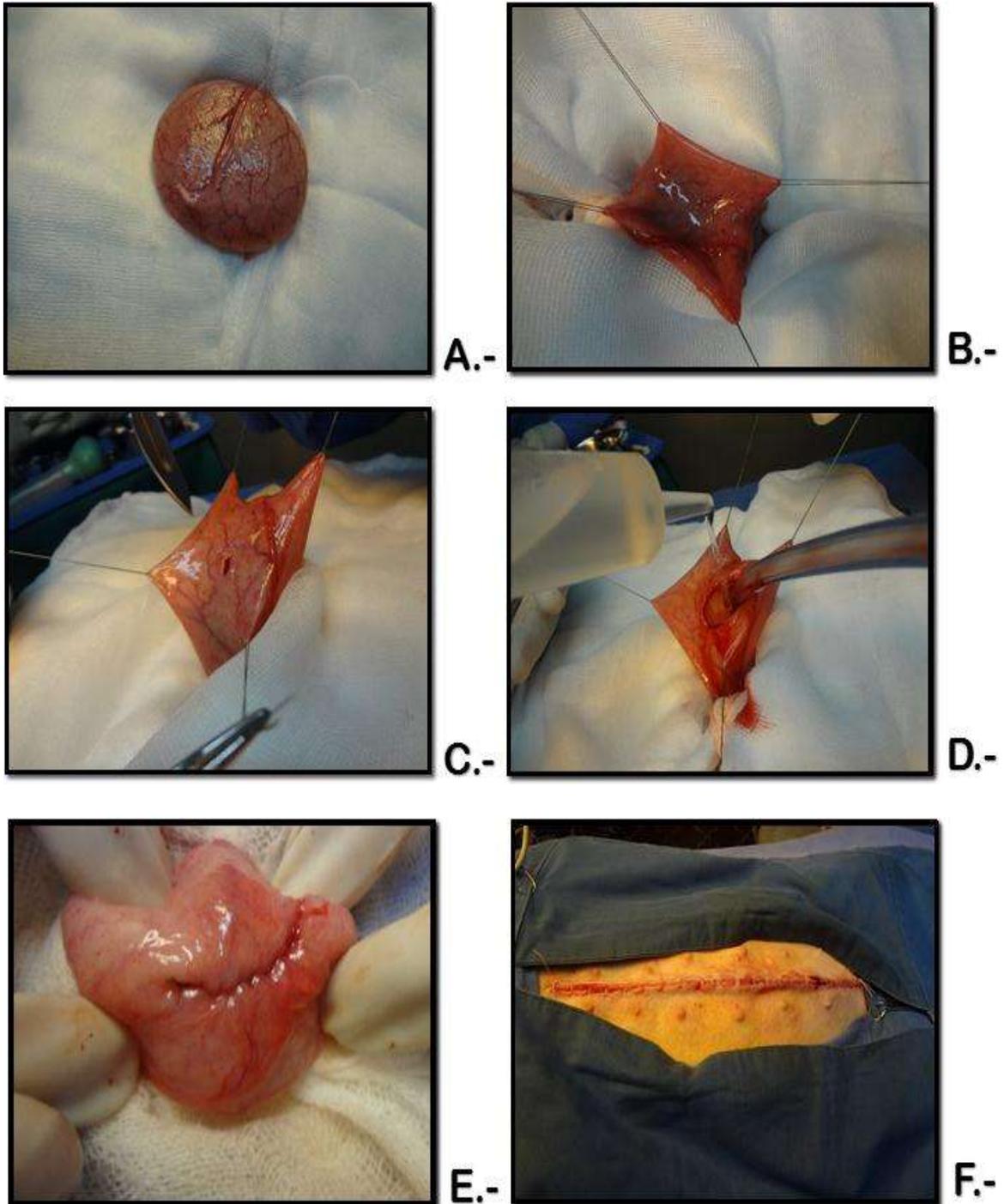


Figura 91. Cistotomía: **(A)**.- Aislamiento de la vejiga urinaria. **(B)**.- Colocación de 4 puntos directores no perforantes sobre la superficie ventral de la vejiga urinaria. **(C)**.- Incisión en ojal entre los puntos de sostén. **(D)**.- Succión de contenido con cánula de Yankauer. **(E)**.- Cistografía con patrón de sutura de inversión (Connell y Cushing) y **(F)**.- Laparorráfía de la piel en abdomen con sutura de Ford.

Así mismo, se elaborara un programa de presentación del presente trabajo en Power Point y se escribirá el correspondiente artículo para su publicación.

8) RESULTADOS

De acuerdo con los resultados del estudio hematológico. Los 6 sujetos experimentales presentaron una leucocitosis con linfocitosis asociada a estimulación antigénica inespecífica, posiblemente debido a manejo bajo estrés. El examen coproparasitológico ha resultado negativo a la presencia de huevecillos o quistes de parásitos. En consecuencia se ha considerado a los sujetos experimentales como, clínicamente sanos y aptos para ser sometidos a anestesia y cirugía.

Las constantes fisiológicas antes de la inducción de la anestesia y de las cirugías en los sujetos experimentales se muestran en el cuadro No. 4 y se consideran sin cambios significativos; excepto el caso del cerdo #4 que presentó frecuencia cardiaca de 190 latidos por minuto (lpm) y se consideró en consecuencia no aplicar sulfato de atropina preinductoriamente. El dietado de 8 horas, se ha observado suficiente y en sus resultados sin cambios significativos ya que no se apreció vómito o ptialismo.

Cuadro 4. Constantes fisiológicas iniciales de los seis cerdos experimentales.

| No. Cerdo | Frecuencia Cardíaca (lpm)* | Frecuencia Respiratoria (rpm)* | Temperatura (°C) | Pulso |
|-----------|----------------------------|--------------------------------|------------------|----------------|
| 1 | 130 | 40 | 39 | Fuerte y Lleno |
| 2 | 100 | 29 | 39 | Fuerte y Lleno |
| 3 | 130 | 35 | 38.5 | Fuerte y Lleno |
| 4 | 190 | 65 | 39.3 | Fuerte y Lleno |
| 5 | 148 | 40 | 38.9 | Fuerte y Lleno |
| 6 | 140 | 40 | 38 | Fuerte y Lleno |

* lpm = Latidos por minuto.

* rpm = Respiraciones por minuto.

Posteriormente a la preanestesia e inducción de anestesia con la combinación (Zoletil-Ketamina-Xilacina) (Z).- 2.2 mg/kg, (K).- 2.2 mg/kg, (X).- 1.1 mg/kg. Los cerdos presentaron posición de decúbito, en los 2 a 3 minutos después, permitiendo en consecuencia la canalización de la vena marginal de la oreja derecha y la intubación endotraqueal en un lapso de entre 15 a 20 minutos. No obstante, en un inicio del proyecto, estos procedimientos se complicaron con la formación de hematomas en la vena auricular. Y con relación a la intubación endotraqueal tuvo que intentarse varias veces hasta proceder correctamente. Previamente a la experimentación de los animales usados en el presente trabajo, se intentó la familiarización con estos procedimientos, canalizando e intubando varios cerdos.

En el cuadro No. 5 se muestran los requerimientos totales de pentobarbital sódico (15 mg/kg) para el mantenimiento de las anestias durante las cirugías y las osteoclisis.

Cuadro 5. Requerimientos Totales de Pentobarbital Sódico.

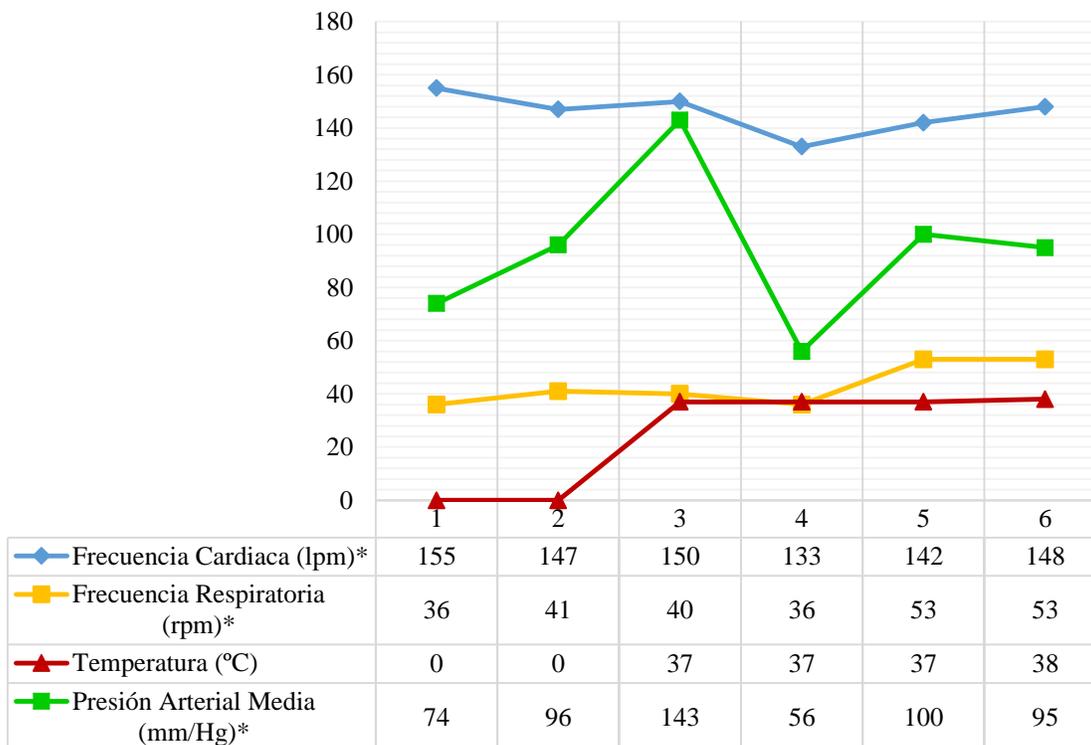
| <i>No. Cerdo</i> | Pentobarbital Sódico Total (15 mg/kg) | Osteoclisis |
|------------------|--|-------------|
| <i>1</i> | 3.2 | No |
| <i>2</i> | 3.3 | Sí |
| <i>3</i> | 2.8 | No |
| <i>4</i> | 3.5 | Sí |
| <i>5</i> | 4.7 | No |
| <i>6</i> | 3.8 | Sí |

Con relación a la osteoclisis, los cerdos 2, 4 y 6 presentaron cierta dificultad al momento de la enclavadura de la aguja de raquianestesia en la región glútea. Por lo que se recurrió al uso de una guía con aguja de Kirschner y un taladro con tubo Jakobson con lo cual se logró el objetivo.

Las constantes fisiológicas durante el transoperatorio de las cirugías del presente estudio se presentan en la gráfica no. 1. Donde puede observarse que en los cerdos 1 y 2, la temperatura

corporal no se tomó. Con relación a la medición de la presión sanguínea en los cerdos 1, 2, 3, 5 y 6 el registro se analizó sin cambios significativos. No obstante, en el cerdo no. 4 el monitoreo de la presión arterial no se logró registrar después de la primera hora debido a que el aneroide presento una falla.

Gráfica 1. Constantes fisiológicas durante el transoperatorio de las cirugías.



* lpm = Latidos por minuto.

* rpm = Respiraciones por minuto.

* mm/Hg = Milímetros de mercurio.

Durante la primera hora de cirugía, los cerdos 1 y 3 presentaron apnea, la cual se corrigió con ventilación asistida usando un ambú.

El cerdo no. 6, manifestó una temperatura de 40 °C, taquicardia, taquipnea y contracción muscular en los últimos minutos de las cirugías posiblemente debido a que en este sujeto experimental el periodo de anestesia se extendió aproximadamente por 5 horas en quirófano.

Cabe señalar que en este caso se estuvieron aplicando más dosis de pentobarbital sódico con dosis de 15 mg/kg.

El cerdo no. 4 presento salivación a los 15 minutos de iniciada la cirugía (fig. 92), requiriéndose la aplicación de sulfato de atropina a la dosis de 0.02 mg/kg/IV.

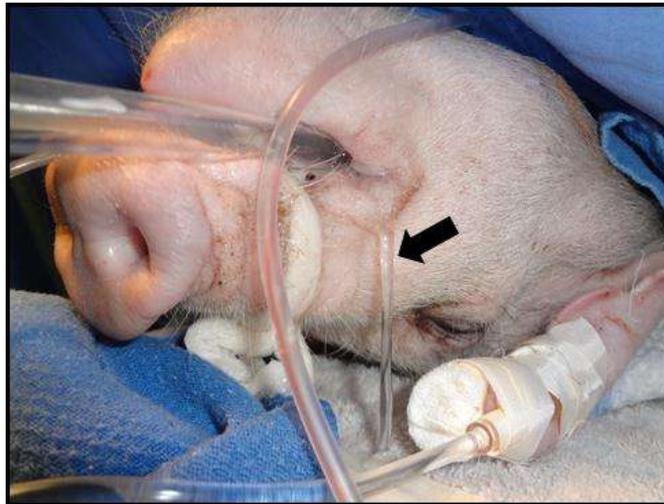


Figura 92. Presencia de salivación en el cerdo no. 4.

En la realización de la disección y canalización de la arteria carótida primitiva común, en el primer cerdo experimental la incisión del cuello fue de una longitud menor a la establecida (8 a 10 cm). Sin embargo, se completó la técnica lográndose la instalación del equipo y por lo tanto la medición de la presión arterial.

Al inicio de la práctica de las cirugías objeto del presente estudio (laparotomía exploratoria, gastrotomía, enterectomía con anastomosis termino-terminal y cistotomía) en los dos primeros sujetos experimentales, he advertido falta de experiencia y limitada habilidad en el manejo de los tejidos, y uso de ciertos instrumentos, incluyendo el electrobisturí y la aplicación de la electrocoagulación. Así como la realización de nudos quirúrgicos con las

manos, correcto anudamiento de las suturas, colocación de suturas de sostén no perforante y la identificación y consistencia de los tejidos que integran a los órganos. Cabe señalar que previamente a las experiencias en los modelos biológicos, se han cubierto objetivos cognoscitivos y de gimnasio quirúrgico, con relación a ciertas habilidades manuales e instrumentales, comprobándose no obstante, la necesidad de practicar en sujetos experimentales docentes. Después de las primeras experiencias, la confianza, habilidad y precisión fue en aumento, lográndose satisfactoriamente los objetivos.

Las enterectomias se realizaron en una sola asa intestinal, realizando en una primera mitad una anastomosis con la técnica en medicina humana, mientras que la otra mitad la anastomosis se hizo como en medicina veterinaria. Pudiéndose haber considerado el uso de dos tramos del intestino para la práctica de ambas anastomosis (técnica quirúrgica en humanos; y técnica quirúrgica veterinaria en el perro).

9) DISCUSIÓN

9.1) Preoperatorio:

De acuerdo con los resultados del estudio hematológico preoperatorio, la leucocitosis presentada, se considera se haya debido a excitación y posible estrés transitorio al momento de tomar la muestra de sangre. En este sentido, Ramírez, 2006 y González (s.f.) han informado que la leucocitosis en lechones destetados es muy frecuente debida a estrés, alimentación, condiciones ambientales y manejo.

El ayuno de 8 horas preoperatoriamente, aplicado a los pacientes experimentales del presente estudio, ha resultado satisfactorio, suficiente y sin complicaciones, coincidiendo con Swindle (1998), que recomienda períodos de ayuno entre 8 y 12 horas a condición de no suspender agua de bebida. Por su parte Tendillo, *et al.* (1991) y Cruz, *et al.* (2004) señalan periodos de

ayuno entre 3 y 6 horas para cerditos neonatos y cerdos destetados. En los neonatos se entiende que las necesidades de energía y agua sean más demandantes que en cerdos mayores, ya que se consideran neonatos cerdos hasta de 21 días de edad con peso de entre 7 a 9 kg. En tanto que los destetados se clasifican de 49 a 56 días con peso corporal entre 10 a 25 kg. aproximadamente. El ayuno preinductorio y preoperatorio, es necesario observarlo rutinariamente, en cualquier sujeto que inclusive ha de ser sometido a cirugía mayor. Para el caso de los cerdos aún más debe considerarse que un estómago en plétora conlleva a que el cerdo pueda entrar en cuadro de apnea, por la compresión del diafragma, por lo tanto la ventilación espontánea se vería comprometida.

9.2) Constantes Fisiológicas:

Conforme a las constantes fisiológicas iniciales, se observó una frecuencia cardíaca de entre 100 a 190 latidos por minuto (lpm) y de acuerdo a Comaru, *et al.* (2011) la frecuencia cardíaca de un cerdo recién nacido o destetado varía de entre los 90 hasta los 200 (lpm). Sin embargo, otros autores como Swindle, (1998), Muir, *et al.*, (2007) y Olsen, (2010) mencionan que en cerdos experimentales previamente confinados por un periodo de 3 a 7 días presentan una frecuencia cardíaca entre los 68 a 100 latidos por minuto. Puesto que permite una familiarización con el animal y un manejo fácil evitando su excitación.

9.3) Canalización y Osteoclastosis:

De acuerdo con la presente experiencia, y coincidiendo con Tendillo, *et al.* (1991), la canalización de la vena marginal de la oreja en el cerdo ha resultado adecuada y accesible para la venoclastosis. No obstante, que existen otras vías alternas para canalización que son; las venas yugulares externas, las cefálicas y safenas. Aunque debe convenirse que en el cerdo estos vasos sanguíneos resultan difíciles de identificar y canalizar.

De no tomarse las venas de la oreja, se tendría que recurrir a la venodisección de los vasos alternativos, lo cual según Balén, *et al.* (2000), requiere de tiempo y habilidad para su realización. Por otra parte, la osteoclisis ha mostrado ser una alternativa para la administración de fluidos, fármacos y otras diversas sustancias incluyendo anestésicos, en caso de que por alguna causa se obtuvieran hematomas en la canalización de las venas de la oreja.

La osteoclisis en el cerdo no obstante, puede presentar algunas dificultades (no imposibles de resolver), como ha ocurrido en los casos del presente trabajo, debido al volumen de la masa muscular en la región glútea de los suinos. A pesar de ello, esta práctica es deseable, y conveniente sobre la venodisección que puede resultar impracticable en algunos casos.

En la presente experiencia, la localización de la fosa trocánteriana del fémur ha resultado enclavada con la ayuda de una aguja de Kirschner insertada con el uso de un taladro con pieza quirúrgica Jacobson instrumento de no difícil adquisición.

La osteoclisis es un procedimiento indicado desde hace mucho tiempo, en la administración de fluidos y fármacos diversos como práctica clínica, tanto en medicina humana como veterinaria, particularmente en sujetos neonatos que padecen de hipovolemia o colapso vascular de venas periféricas inaccesibles, muchas veces aún ni por venodisección. Así se sabe por Tocantins, *et al.* (1941) y Valdes (1977), de la aplicación de osteoclisis en personas obesas y niños enclavando la aguja intraósea en el maléolo tibial y en el manubrio del esternón respectivamente. Así mismo, Hodge (1986) ha comunicado del uso de osteoclisis en la tibia de perros cachorros. En tanto que Otto, *et al.* (1989) ha informado del uso de osteoclisis en el fémur de felinos.

9.4) Intubación Endotraqueal:

Con relación a la intubación endotraqueal en el cerdo, al inicio de la presente experiencia, se ha comprobado por la dificultad que la laringe del cerdo presenta, en función de su morfología, coincidiendo con Swindle (2008), en que en esta especie animal tanto la laringe como la tráquea son pequeñas en diámetro dificultando la intubación. No obstante en los siguientes sujetos experimentales, la intubación, fue haciéndose más expedita y segura particularmente porque con el uso de sondas rectas de silicón, un laringoscopio de hoja larga y mayor experiencia en cada ocasión, el procedimiento se ha ido facilitando.

Se piensa que definitivamente se puede ayudar a los estudiantes en el aprendizaje y dominio de la intubación endotraqueal, empleando los cadáveres de cerdos que ya han sido sacrificados al término de las experiencias quirúrgicas propuestas en el presente trabajo y de otras que pueden implementarse.

En función de la utilidad que tiene el material biológico que nos ocupa en el entrenamiento de estudiantes de medicina y para tener un acercamiento con la intubación endotraqueal humana, Flores, *et al.* (2008) ha establecido a través de un estudio las similitudes y diferencias de la laringe del cerdo con relación a la de los humanos. Entre las primeras, ha encontrado que las articulaciones cricotiroideas y cricoaritenoideas son similares, en tanto que la forma de la epiglotis, el cartílago tiroides y proceso corniculado son diferentes. Así entonces en definitiva, el uso del material biológico en la enseñanza en medicina humana y medicina veterinaria, se considera plenamente justificado y empleando los cadáveres de los animales utilizados, se cumple con las demandas de la bioética en la reducción de animales para atender los retos de la enseñanza masiva de nuestra realidad universitaria, de quienes habrán de ser nuestros médicos en un futuro cercano y los médicos que atenderán a los animales que les sean presentados a consulta y tratamiento.

9.5) Programa de Anestesia:

De acuerdo con Malavasi (2015), el sulfato de atropina está indicado como fármaco preanestésico para evitar broncoconstricción, disminuir las secreciones de las vías aéreas y del aparato gastroentérico, e inhibir la salivación. Por otro lado según Lerche (2015), el sulfato de atropina es utilizado para prevenir o tratar bradicardia asociada con la anestesia.

A pesar de que la buprenorfina es considerada por Kukanich y Wiese (2015) como un opioide agonista μ parcial, en cerdos ha demostrado ser uno de los agentes analgésicos más utilizado junto con el butorfanol y el fentanilo como medicamentos preanestésicos, debido a que mejoran la profundidad de la sedación, así como las dosis necesarias para la inducción de la anestesia.

De acuerdo con Hernández (1996) y Berry (2015), la combinación de Telazol (Tiletamina-Zolacepam), Ketamina y Xilacina ha demostrado ser una de las combinaciones más comúnmente utilizadas en el cerdo, para la inducción o mantenimiento de la anestesia general.

Con relación al uso del pentobarbital según Ibancovich (2014), no debe emplearse en programas de anestesia debido a su bajo poder analgésico. Sin embargo de acuerdo con Muir, *et al.* (2007), la consideración relativa al bajo poder analgésico solo es válida a dosis subhipnóticas, e indica del uso del pentobarbital para producir anestesia general. El mismo autor, define a la anestesia general, como un estado sin sensación total. Por su parte Lumb y Jones (1973), describen a la anestesia quirúrgica como el estado de inconciencia con relajación muscular que permite cirugía sin dolor y sin movimiento por parte del paciente.

El pentobarbital sódico usado en este estudio, ha sido con la finalidad de continuar o mantener el estado de anestesia quirúrgica a lo largo de 4.5 horas, de las 5 horas promedio,

que ha tenido en duración el transoperatorio, y después que ha terminado el efecto de los fármacos inyectados por vía intramuscular para inducir anestesia general, que permitiera la venoclisis en la vena marginal de la oreja.

Debido a que los cerdos propuestos en este trabajo, habrían de sacrificarse al término de las cirugías practicadas, se ha empleado pentobarbital sódico como agente de eutanasia considerando que de acuerdo con Thurmon, *et al.*, (1996), resulta ser el agente indicado, produciendo apnea y colapso cardiaco, además de ser económico.

9.6) Hipertermia Maligna:

En el presente estudio, el lechón que presentó elevación significativa de la temperatura, rigidez muscular y taquicardia, se interpreta como un caso de hiperpirexia o hipertermia maligna, términos usados desde 1966 y correspondientes a un síndrome identificado en humanos, con rigidez muscular, taquicardia, taquipnea y fiebre, según Evans (1996) y según Thurmon, *et al.* (1996) en 1960. Este estado anormal, de acuerdo con Vilaplana, *et al.* (2002), se ha atribuido al efecto de agentes anestésicos inhalados, potentes como el halotano e isoflurano.

Los síntomas observados en humanos, coinciden con los identificados en cerdos de las razas; Landrace, Pietrain, o Poland China anestesiados, los cuales han sido usados como modelo biológico para el estudio del síndrome; el cual fue descrito en cerdos por primera vez en 1970 por Jones citado por Thurmon, *et al.* (1996).

Según Malavasi (2015), la hipertermia en el cerdo, puede alcanzar temperaturas por arriba de 42°C.

Los animales afectados de hiperpirexia maligna padecen un incremento anormal del metabolismo aeróbico y anaeróbico, con resultado de incremento anormal de la temperatura, bióxido de carbono y lactato. Como consecuencia el equilibrio ácido-base se altera con acidosis. Por otra parte, una teoría sobre la causa de este síndrome, establece que ocurre una disminución del control intracelular del calcio, lo cual resulta en la liberación de calcio ionizado, con lo que se incrementa el metabolismo para proveer de ATP a fin de controlar el calcio liberado y así mantener la homeostasis intracelular. Cuando el calcio liberado alcanza el umbral necesario para que acontezca la contractilidad muscular, se presenta entonces severa rigidez muscular.

La hipertermia maligna, en el cerdo, ha sido asociada a un gen autosómico dominante y según Bagshaw (1978) y Waldron-Mease (1981), citados por Evans (1996), así mismo, afecta también a perros, gatos y caballos.

Se ha indicado, que pacientes susceptibles deberían de anesthesiarse con óxido nitroso, barbitúricos, opiáceos, tranquilizantes y relajantes musculares no despolarizantes.

9.7) Utilidad del Modelo Biológico:

El uso del cerdo como modelo biológico para la adquisición de destrezas y habilidades manuales e instrumentales en la enseñanza-aprendizaje de los fundamentos de la técnica quirúrgica, es indispensable en la formación del personal para la salud; sea médico en medicina humana o médico en medicina veterinaria; pues hasta el momento no se conoce sustituto mecánico, audiovisual, virtual o computacional que iguale la experiencia de la

realidad en la incisión, control de la hemorragia, disección atraumática y sutura de los tejidos vivos.

Sin embargo existen opiniones en contrario como la de Villalobos, *et al.* (2012) entre otros, quienes han indicado que el empleo de modelos biológicos vivos se encuentra en desuso debido a los costos de mantenimiento de los animales y por razones de ética. Esta tesis, no es aplicable a la presente propuesta, debido a que de acuerdo con los objetivos de la enseñanza, los sujetos de experimentación docente, son lechones que no han de cursar por un periodo postoperatorio, ya que han de sacrificarse al término de las cirugías a las que son sometidos.

Por otra parte, los costos de producción y mantenimiento, son los que cualquier granja porcina invierte en los lechones comerciales de entre 15 y 20 kg., de peso, y que son los animales propuestos en este estudio, por su peso y tamaño adecuados para el manejo con equipo para las llamadas pequeñas especies.

Además los lechones utilizados en cirugías docentes una vez sacrificados, se les ha de preparar con formol al 10% para utilizarlos en la enseñanza de incisiones, suturas, ligaduras, nudos quirúrgicos con las manos y técnicas diversas, incluyendo la práctica de la intubación endotraqueal y algunas técnicas de cutaneoplastías, en lugar de limitar las posibilidades de la enseñanza práctica, solamente al uso de “patas de puerco”, adquiridas del frigorífico o tablajerías como se sabe ocurre en algunas instituciones de enseñanza de la medicina.

El aprovechamiento de los cadáveres de lechones habrá de cubrir las necesidades de entrenamiento de los estudiantes de pregrado que se inician en el curso de técnicas operatorias, para continuar adquiriendo experiencia y seguridad practicando en los modelos biológicos vivos.

Esta planeación académica disminuye sensiblemente el número de animales en uso, disminuye costos y está acorde con los principios de la bioética y sus recomendaciones relativas a las 3 Rs. Reemplazar, reducir y refinar.

Considerando las objeciones con relación a la ética por el uso de animales en la enseñanza e investigación, se tendrá que convenir en que el cerdo de abasto, es producido para cumplir con la función social de la alimentación humana principalmente y que alcanzado su engorde, necesariamente será sacrificado a diferencia del perro, que ha venido a formar parte de la familia humana y por ello, esta especie llega hasta la sensibilidad siendo cada vez más cuestionado el uso rutinario de este animal en la enseñanza e investigación.

Sin embargo, en medicina veterinaria, el perro resulta ser un sujeto fundamental en el estudio y aprendizaje de ciertas técnicas operatorias propias de la especie que habrá necesidad de enseñar y aprender en forma teórica y práctica. No obstante, combinando el aprendizaje con modelos de lechones habrán de reducirse el número de perros en uso.

Las instituciones de enseñanza quirúrgica de pregrado, podrían establecer convenios con granjas y centros de producción de cerdos para el abasto, a fin de obtener lechones a precios razonables, que para este estudio han variado entre los \$650^{oo} y \$750^{oo} pesos por animal.

Ya que los sujetos han de ser sacrificados, se ha experimentado un significativo ahorro en tiempo y economía por no preparar equipos y materiales estériles. Sin embargo, al estudiante se le obliga a conducirse respetando la técnica aséptica, como si todo hubiera sido esterilizado.

El estudiante que se inicia, tiende a cometer diversos errores de técnica operatoria y observancia de la asepsia, por razones propias del proceso de aprendizaje y si se esterilizaran materiales y equipos en esas condiciones, se rompería la cadena aséptica con repercusión postoperatoria.

Por otra parte conforme a la bioética, habiendo sido sometido cada lechón a varias cirugías no sería correcto enviarlo a un periodo postoperatorio que demandaría atenciones hospitalarias, con curaciones, analgésicos, antibióticos, venoclisis, gasto de tiempo, instalaciones y personal. Además del sufrimiento implicado en ello, para cada animal.

Los objetivos de cuidados postoperatorios, habrán de ser aprendidos en los internados rotatorios y/o en estancias clínicas para médicos en medicina humana y médicos veterinarios respectivamente.

En la experiencia del presente trabajo, el uso de suturas caducadas en tiempo (según el fabricante), ha resultado ser un significativo ahorro económico y un valioso recurso en la enseñanza. Así mismo, el empleo repetido de electrodos desechables en la enseñanza de la electrocirugía.

En apoyo del uso del cerdo como cadáver y en vivo, para la adquisición de habilidades y destrezas, en la preparación profesional del estudiante de pregrado, investigadores como Swindle (2013) y Reyes, *et al.* (2012), consideran al empleo de los cerdos como valioso material biológico.

Desde hace muchos años y actualmente, se siguen usando cerdos entre otras muchas especies animales en la investigación biomédica, partiendo desde la instalación de catéteres realizada por Jackson, *et al.* (1972), o la evaluación de implantes óseos por Pearce, *et al.* (2007). Por su parte Bode, *et al.* (2010), ha investigado modelos de toxicología, empleando cerdos

miniatura. Actualmente se continúa empleando al cerdo en diversos proyectos de investigación biomédica como el trabajo realizado por Gutiérrez, *et al.* (2015), reafirmando similitudes anatómicas y fisiológicas con la especie humana.

En la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo se han dado apoyos a médicos cirujanos con la anestesia de cerdos usados como modelos biológicos para el aprendizaje de cirugía laparoscópica con colecistectomía (1989), y nefrectomía (2011) como parte de cursos especiales de asociación (Hernández, 2016).

Desde el punto de vista clínico, en la práctica de la medicina veterinaria cada vez se advierte en aumento la atención profesional de cerdos mascotas, como los vietnameses; los cuales, eventualmente habrán de demandar una práctica similar a la que se atiende en perros, gatos, urones y otros animales de ornato. En este sentido, se advierte la necesidad de preparar quirúrgicamente a los futuros médicos veterinarios empleando lechones de abasto.

En el desarrollo del presente trabajo y sus propuestas, se está plenamente de acuerdo, en conducirse con observancia de la bioética, proporcionando a los sujetos experimentales, un manejo libre de estrés al máximo posible, a la vez que empleando técnicas (que sin ser onerosas), resulten adecuadas en la especie que nos ocupa. La justificación legal de los animales propuestos en el presente trabajo, se fundamenta en que no existe en nuestro país regulación alguna que lo impida.

Según la taxonomía de los objetivos de la educación, Bloom, *et al.* (1979) proponen tres dimensiones que son: la cognitiva, la emotiva y la psicomotora. El conocimiento y aplicación de estas dimensiones en el proceso de enseñanza-aprendizaje ha sido determinante en el diseño y aplicación de cualquier programa de enseñanza. De aquí se desprende que lo primero

tal vez es saber, enseguida saber hacer con la conciencia de querer hacer a partir de intereses caracterizados por emociones y motivaciones.

Dentro del dominio cognoscitivo y caracterizando el conocimiento de la metodología, se entiende que es el conocimiento de los métodos de investigación, las técnicas y procedimientos empleadas en un campo particular, como el que nos ocupa en el presente trabajo, relacionado con la enseñanza-aprendizaje de la cirugía de pregrado.

Aquello que se ha enseñado, que ha sido entendido, analizado, comprendido y recordado a través de ejercicios, en el aula, con elementos audiovisuales didácticos, con enseñanza virtual y otros elementos, como el gimnasio quirúrgico, habrá de confrontarse con la realidad, a través de la práctica y desarrollo de habilidades psicomotoras, inteligentemente diseñadas para lograr finalmente en el alumno un cambio de conducta que no le era propio cuando no tenía el conocimiento, la motivación y la praxis.

La nueva actitud y conducta asumidas con éxito, alcanzando los objetivos preoperatorios, de manejo, la inducción, anestesia, canalización, osteoclisis e intubación endotraqueal; así como el manejo atraumático de los tejidos durante el transoperatorio no sería adquirida sin la práctica en modelos biológicos vivos como el que se propone en la presente tesis.

Las intervenciones quirúrgicas de la presente experiencia, que implican dominio de la incisión, cohibición de la hemorragia, separación atraumática de los tejidos y suturas, constituyen los elementos insustituibles del aprendizaje psicomotor de Bloom. En conclusión, el propósito de la presente tesis es presentar a docentes y estudiantes de cirugía de pregrado, una alternativa al uso del perro, como modelo biológico, empleando en su lugar, lechones de entre 15 y 20 kg. Cumpliendo con ello los objetivos educacionales de Bloom, es decir; enseñando los principios fundamentales de la cirugía moderna, motivando, animando y estimulando emociones positivas en el alumno para adquirir destrezas y confianza en

habilidades necesarias para aprender a operar. Todo ello, con respeto hacia el material biológico empleado, con bioética y de acuerdo con los derechos animales.

Esta alternativa es presentada como contribución al problema de diseño y aplicación de programas de enseñanza de la cirugía, que las instituciones respectivas tienen como obligación implementar para servir mejor a la sociedad la cual con sus impuestos sostienen a nuestras universidades e instituciones educativas.

10) CONCLUSIONES

- El cerdo demuestra ser una alternativa como modelo biológico para la enseñanza de los fundamentos de la cirugía de pregrado.
- El cerdo de abasto ofrece ser un modelo biológico sustituyendo al uso tradicional del perro y gato domésticos en la enseñanza de técnicas quirúrgicas.
- La canalización de la vena marginal de la oreja puede resultar difícil sino se tiene familiarización con la técnica, al igual que la intubación endotraqueal. No obstante con un poco de práctica se solucionan estos posibles problemas. La intubación endotraqueal puede masterizarse practicando en cadáveres resultantes de la práctica quirúrgica.
- El programa de anestesia utilizado es adecuado para la inducción y mantenimiento de la anestesia general, en cerdos lechones.
- Las técnicas quirúrgicas descritas muestran ser suficientes para el entrenamiento de los fundamentos de la cirugía en alumnos de pregrados en medicina humana y medicina veterinaria.

- La disección y canalización de la arteria carótida común, permite registrar la presión arterial media de manera invasiva.
- La hipertermia maligna es una anomalía que puede presentarse tanto en el cerdo como en los seres humanos, y se le atribuye a un gen o a agentes anestésicos inhalados o inyectables. Siendo los signos más comunes, fiebre, taquipnea, taquicardia y rigidez muscular.
- El cerdo después de su uso, puede reutilizarse como cadáver en prácticas iniciales del programa en la materia de técnicas operatorias: Incisiones, suturas diversas, ligaduras, técnicas de cutaneoplastías, etc.

11) BIBLIOGRAFÍA

1. Balén, E. y otros, 2000. Anatomía del cerdo aplicada a la experimentación en cirugía general. *ELSEVIER ESPAÑA, CIRUGÍA ESPAÑOLA*, 67(6), pp. 586-593.
2. Berry, S. H., 2015. Injectable Anesthetics. En: K. A. Grimm, L. A. T. W. J. Lamont, S. A. Greene & S. A. and Robertson, edits. *Veterinary Anesthesia and Analgesia The Fifth Edition of Lumb and Jones*. Fifth ed. Pullman, Washington: WILEY Blackwell, pp. 277-287.
3. Bloom, B. S. y otros, 1979. *TAXONOMIA DE LOS OBJETIVOS DE LA EDUCACION LA CLASIFICIACIÓN DE LAS METAS EDUCACIONALES*. QUINTA ed. Buenos Aires, Argentina: "EL ATENEO".
4. Bode, G. y otros, 2010. The utility of the minipigs as an animal model in regulatory toxicology.. *Journal of Pharmacological and Toxicological Methods (ELSEVIER)*, Volumen 62, pp. 196-220.
5. Cano, A. M. y. M. A., 2012. Consejo Técnico sancionará a quienes practicaron con perros. *PROVINCIA*, 12 Diciembre, p. 5A.
6. Comaru, T., Machado, R. F. & and Holmer, H. F., 2011. The use of piglets as experimental model of chest physiotherapy in newborn babies. *Scientia Medica*, 21(1), pp. 14-15.
7. Cruz, J., González, A. & Burzaco, O., 2004. *Servicio de Anestesiología Hospital Clínico Veterinario*. [En línea] Available at: <http://www.consultavet.org/pdf/anestesia-cerdo.pdf> [Último acceso: 28 Agosto 2015].
8. de Carvalho, C. A. C., Barros, S. P. C. & y Araújo da Silva, B., 2012. Hipertermia Maligna: Aspectos Moleculares y Clínicos.. *Rev. Bras. Anesthesiol*, 62(6), pp. 1-10.
9. Dyce, K. M., Sack, W. O. & y Wensing, C. J. G., 1999. *Anatomía Veterinaria*. Segunda ed. México, D.F.: MCGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V..
10. Evans, A. T., 1996. ANESTHETIC EMERGENCES AND ACCIDENTS. En: J. C. Thurmon, W. J. Tranquilli & G. J. and Benson, edits. *Lumb & Jones' VETERINARY ANESTHESIA*. THIRD ed. Baltimore, Maryland: WILLIAMS & WILKINS, pp. 858-859.
11. Flores, P. E. y otros, 2008. Comparación anatómica de laringe de cerdos con laringe humana. *Av. Cs. Vet.*, 23(1), pp. 54-59.

12. Fox, J. G. & y Bennet, B. T., 2015. Laboratory Animal Medicine: Historical Perspectives. En: J. G. Fox, y otros edits. *Laboratory Animal Medicine*. 3th ed. San Diego, CA. USA: ELSEVIER, pp. 1-20.
13. Fujii, J. y otros, 1991. Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia.. *Science*, 253(5018), pp. 448-451.
14. Ghosal, N. G., 2005. Corazón y arterias de los porcinos. En: R. Getty, ed. *Anatomía de los animales domésticos-Vol. 2*. Barcelona: MASSON, pp. 1443-1450.
15. Gil, C. F. y otros, 2008. *Anatomía Veterinaria Murcia, España*. [En línea] Available at: <http://www.um.es/anatvet/interactividad/acerdo/indexd.htm> [Último acceso: 31 Julio 2015].
16. González, A. y. C. I., 2008. Anestesia del cerdo en condiciones de hospital. *SUIS*, Issue 7, pp. 1-6.
17. González, J. G., Pérez, G. M. D. & y Butrón, R. A., s.f.. *CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DE PARÁMETROS HEMÁTICOS DE CERDOS AL DESTETE BAJO LAS CONDICIONES DE LA GRANJA EXPERIMENTAL CHAPINGO*, Texcoco, México: Departamento de Enseñanza e Investigación en Zootecnia.
18. Grimm, K. A. y otros, 2015. *Veterinary Anesthesia and Analgesia*. Fifth ed. Philadelphia: WILEY Blackwell.
19. Gutierrez, K. y otros, 2015. Efficacy of the porcine species in biomedical research.. *Front. Genet.*, 6(293), pp. 1-9.
20. Hare, W. C. D., 2005. Sistema Respiratorio de los porcinos. En: R. Getty, ed. *Anatomía de los animales domésticos, Vol. 2*. 5ta. ed. Barcelona: MASSON, pp. 1414-1422.
21. Hernández, M. M., 2016. *Comunicación Personal curso diplomado en técnica quirúrgica Programa: Master of Science in Veterinary Surgery. Surgical Laboratory*.. Morelia, Mich.: Colegio de Médicos Veterinarios Zootecniatsas de Michoacán A. C. y Asociacion Michoacana de Medicos Veterinarios en Pequeñas Especies.
22. Hernández, M. M. y. A. M. M., 1996. INDUCCIÓN DE ANESTESIA GENERAL CON PENTOTAL SODICO VÍA INTRAOSEA EN PEQUEÑAS ESPECIES. *MVZ en Michoacán*, 10(7), pp. 10-12.
23. Hodge, D., 1986. Intraosseous Infusion Flow Rates in Hypovolemic "Pediatric" Dogs.. *Annals of Emergency Medicine*, 16(3), pp. 305-307.
24. Ibancovich, C. J. A., 2014. *Comunicación Personal Programa: AMMVDPE. Ponencia de Analgesia en Perro y Gatos*, Morelia, Mich.: AMMVDPE.

25. Jackson, I. M., Cook, D. B. & Gill, G., 1972. Simultaneous intravenous infusion and arterial blood sampling in piglets. *Laboratory Animal Science*, 22(4), pp. 552-555.
26. Ko, J., Thurmon, J. & Benson, G. y. T. W., 1994. Using Telazol-Ketamine-Xylazine anesthesia for castration of crytorquid pigs. *Veterinary Medicine*, 89(10), pp. 999-1002.
27. Kona-Boun, J., Silim, A. & y Troncy, E., 2005. *Immunologic aspects of veterinary anesthesia and analgesia*. s.l.:JAVMA.
28. Kukanich, B. & Wiese, A. J., 2015. Opioids. En: K. A. Grimm, L. A. T. W. J. Lamont, S. A. Greene & S. A. and Robertson, edits. *Veterinary Anesthesia and Analgesia The Fifth Edition of Lumb and Jones*. Fifth ed. Pullman, Washington: WILEY Blackwell, pp. 207-212.
29. Lerche, P., 2015. Anticholinergics. En: K. A. Grimm, L. A. T. W. J. Lamont, S. A. Greene & S. A. and Robertson, edits. *Veterinary Anesthesia and Analgesia Veterinary Anesthesia and Analgesia The Fifth Edition of Lumb and Jones*. Fifth ed. Pullman, Washington: WILEY Blackwell, pp. 178-182.
30. Lumb, V. W., 1976. *Comunicación Personal Programa: Master of Science in Veterinary Surgery. Surgical Laboratory..* Colorado State. University Fort. Collins: College of Veterinary Medicine and Biomedical Sciences..
31. Lumb, W. V. & and Jones, E. W., 1973. An Outline of Animal Anesthesia. En: *Veterinary Anesthesia*. Philadelphia: LEA & FEBIGER, pp. 1-2.
32. Malavasi, L. M., 2015. Swine. En: K. A. Grimm, L. A. T. W. J. Lamont, S. A. Greene & S. A. and Robertson, edits. *Veterinary Anesthesia and Analgesia*. Fifth ed. Pullman, Washington: WILEY Blackwell, p. 928.
33. Martínez, A., 2012. Medicina Extermina perros. *PROVINCIA*, 20 Febrero, p. 4A.
34. Martínez, G., 2013. Prohíbe Cabildo moreliano donación de animales vivas para experimentación. *Cambio de Michoacán*, 15 Enero, pp. 1-2.
35. Muir, W., Hubbell, J. A. E., Bednarski, R. M. & y Skarda, R. T., 2007. Anesthetic Procedures and Techniques in Pigs. En: *Handbook of Veterinary Anesthesia*. Fourth ed. Philadelphia: MOSBY ELSEVIER, pp. 412-420.
36. NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2011. *Guide for the Care and Use of Laboratory Animals*. 8th ed. Washington (DC): National Academies Press (US).
37. Nelson, T. E. & Flewellen, E. H., 1983. The Malignant Hyperthermia Syndrome. *The New England Journal of Medicine*, 309(7), pp. 416-418.
38. Olsen, A. K. A., 2010. Clinical examination prior to anesthesia. En: *Anaesthesia and Analgesia in Ellegaard Gottingen minipigs*. Aarhus, Denmark: PET Centre, Aarhus University Hospital, p. 11.

39. Otto, C. M., Kaufman, G. M. & Crowe, D. T., 1989. Intraosseous infusion of fluids and therapeutics. *Compend Contin Educ Pract Vet*, 11(4), pp. 421-430.
40. Pearce, A. I. y otros, 2007. ANIMAL MODELS FOR IMPLANT BIOMATERIAL RESEARCH IN BONE: A REVIEW. *European Cells and Materials*, Volumen 13, pp. 1-10.
41. Ramírez, L., 2006. LOS LEUCOCITOS EN MAMÍFEROS DOMÉSTICOS. *Mundo Pecuario*, II(2), pp. 37-39.
42. Reyes, A. y otros, 2012. Modelo Biológico de Enseñanza para la Extirpación de Lipoma. *ELSEVIER Red Med Hosp Gen Méx*, 75(4), pp. 247-253.
43. Roppa, L., 2001. La importancia del cerdo en la medicina humana. *Los Porcicultores y su entorno*, 4(24), p. 8.
44. Saunders, J. B. a. O. M., 1950. *THE ILLUSTRATIONS FROM THE WORKS OF ANDREAS VESALIUS OF BRUSSELS*. New York: The World Publishing Company.
45. Schunemann, A., 2002. Animales de laboratorio y la Norma Oficial Mexicana (NOM-062-ZOO-1999). *Gac Méd Mex*, 138(3), pp. 295-298.
46. Schunemann, A., 2011. Animal Welfare in the Veterinary Medicine and Animal Husbandry Curriculum. What for and why?. *Vet. Méx*, 42(2), pp. 137-146.
47. Swindle, M., 2008. *Sinclair Research Center*. [En línea] Available at: <http://www.sinclairbioresources.com/Downloads/TechnicalBulletins/Anesthesia%20and%20Analgesia%20in%20Swine.pdf> [Último acceso: 18 Agosto 2015].
48. Swindle, M., 2009. *IVIS*. [En línea] Available at: <http://www.ivis.org/proceedings/acvp/2009/Swindle.pdf?LA=1> [Último acceso: 29 Agosto 2015].
49. Swindle, M. M., 1983. *Basic Surgical Exercises Using Swine*. First ed. New York, USA: PRAEGER.
50. Swindle, M. M., 1998. Biology, Husbandry, Handling, and Anatomy. En: *Surgery, Anesthesia, and Experimental Techniques in Swine*. First ed. Ames, Iowa: Iowa State University Press, pp. 3-33.
51. Swindle, M., Makin, A., Herron, A. & Clubb Jr, F. a. F. K., 2012. Swine as Models in Biomedical Research and Toxicology Testing. *Veterinary Pathology*, 49(2), pp. 344-356.
52. Swindle, M. y S. A., 2013. Best Practices for Performing Experimental Surgery in Swine. *Journal of Investigative Surgery*, 26(2), pp. 63-71.

53. Tendillo, F., Gómez de Segura, I. A. & De Miguel, E. y. C.-O. J. L., 1991. CERDO. Consideraciones Especiales de la Anestesia del Cerdo. *Research In Surgery*, Issue 7, pp. 17-24.
54. Thurmon, J. C., Tranquilli, W. J. & J., y. B. G., 1996. SWINE: Special Considerations. En: J. C. Thurmon, W. J. Tranquilli & y. B. G. J., edits. *Lumb & Jones' VETERINARY ANESTHESIA*. Third edition ed. Baltimore, Maryland: Williams & Wilkins, pp. 627-628.
55. Tocantins, L. M., O'Neill, J. F. & and Price, A. H., 1941. *INFUSIONS OF BLOOD AND OTHER FLUIDS VIA THE BONE MARROW IN TRAUMATIC SHOCK AND OTHER FORMS OF PERIPHERAL CIRCULATORY FAILURE*. Philadelphia, PA, s.n., pp. 1085-1092.
56. Torres, F. J., 2012. DENUNCIA: SE UTILIZAN EN LA FACULTAD DE MEDICINA: CCTEA "Centro Canino dio perros". *LA VOZ DE MICHOACÁN*, 12 Diciembre, Issue 21, pp. A20-22.
57. Torres, R. A. y otros, 2003. Enseñanza de técnicas quirúrgicas básicas en simuladores biológicos. Experiencia pedagógica en el pregrado.. *Educación Médica*, 6(4), pp. 149-152.
58. Valdes, M. M., 1977. *INTRAOSSEROUS FLUID ADMINISTRATION IN EMERGENCIES*, Mexico City, Mexico: THE LANCET.
59. Vilaplana, C., Duménigo, A. O. & and Rodríguez, G. A. d. C., 2002. HIPERTERMIA MALIGNA. *Rev Cubana Cir*, 41(2), pp. 110-114.
60. Villalobos, F. S. A. y otros, 2012. MODELO BIOLÓGICO NO VIVO PARA LA ENSEÑANZA DE LA TÉCNICA DE VENODISECCIÓN (FLEBOTOMÍA) EN ALUMNOS DE PREGRADO DE LA CARRERA DE MEDICINA. *Cirujano General*, 34(4), pp. 271-275.