



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA CIENCIAS
AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA**

**“Impresión de modelos anatómicos didácticos en 3D para
intubación endotraqueal de felinos y caninos mestizos”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO**

**AUTORES: FRANCO DAVID MORALES JARA
CARLOS XAVIER ZHISHPUN PICON**

DIRECTOR: DR. EDDY PAUL CASTILLO HIDALGO, M.Sc.

CUENCA - ECUADOR

2022

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA CIENCIAS

AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y

ZOOTECNIA

IMPRESIÓN DE MODELOS ANATOMICOS

DIDACTICOS EN 3D PARA INTUBACION

ENDOTRAQUEAL DE FELINOS Y CANINOS MESTIZOS”

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL

TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO

AUTORES: FRANCO DAVID MORALES JARA

CARLOS XAVIER ZHISHPUN PICON

DIRECTOR: DR. EDDY PAUL CASTILLO HIDALGO, M.Sc.

CUENCA - ECUADOR

2022

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

Franco David Morales Jara portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0105810220** y **Carlos Xavier Zhishpun Picón** portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0106446271**. Declaramos ser el autores de la obra: “Impresión de modelos anatómicos didácticos en 3D para intubación endotraqueal para felinosy caninos mestizos”, sobre la cual nos hacemos responsables sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaramos que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaramos finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, **18 de abril de 2021**



F:

Franco David Morales Jara

C.I. **010581022**



F:

Carlos Xavier Zhishpun Picón

C.I. **0106446271**

I. CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Franco David Morales Jara y Carlos Xavier Zhishpun Picón, bajo mi supervisión.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Eddy Paul Castillo Hidalgo". The signature is stylized and enclosed within a large, loopy oval shape.

Dr. Eddy Paul Castillo Hidalgo, M.Sc.
DIRECTOR

II. DEDICATORIA

Con mucho cariño y amor a mis padres y hermanos quienes me apoyaron durante todo el transcurso de mi vida estudiantil y me siguen brindando, por creer en mis capacidades y ser los principales inspiradores de mis éxitos y victorias profesionales pasadas y las que están por venir.

Franco David Morales Jara

A mis padres José y Ruth, por la vida que me dieron por el hogar maravilloso en que crecí, porque siempre han estado conmigo en la buenas y malas. Porque nunca han perdido su fe en mí y en que podía lógralo.

Carlos Xavier Zhishpun Picón

III. AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer al Dr. Eddy Castillo por su guía y asesoría en la realización de esta investigación, también a la Universidad Católica de Cuenca por permitirme utilizar las instalaciones para el desarrollo de mi tesis de grado.

De igual manera a la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Católica de Cuenca quien me brindó la oportunidad de formar parte de su comunidad educativa y ofrecerme una educación de calidad enriqueciendo mis conocimientos día a día.

Franco David Morales Jara

Agradecer también de manera especial a mi tutor Dr. Eddy Castillo por compartir sus conocimientos y guiarme en el proceso de la presente tesis.

Gracias a la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Católica de Cuenca, gracias por haberme permitido formarme y en ella, gracias a las personas que fueron partícipes de este proceso ya sea de manera directa o indirecta, fueron ustedes los responsables de realizar su pequeño aporte que el día de hoy se ve reflejado en la culminación de mi paso por la universidad.

Carlos Xavier Zhishpun Picón

IV. ÍNDICE GENERAL

I. CERTIFICACIÓN.....	2
II. DEDICATORIA.....	3
III. AGRADECIMIENTO.....	5
IV. ÍNDICE GENERAL.....	6
V. ÍNDICE DE CUADROS.....	8
VI. ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
VII. ÍNDICE DE ANEXOS.....	11
VIII. RESUMEN.....	12
IX. ABSTRACT.....	13
CAPÍTULO I.....	14
1. Introducción.....	14
1.1. Planteamiento del problema.....	16
1.2. Hipótesis.....	17
1.3. Antecedentes.....	18
1.4. Objetivos.....	21
1.4.1. Objetivo General.....	21
1.4.2. Objetivos Específicos.....	21
1.5 Justificación.....	22
CAPÍTULO II.....	24
MARCO TEÓRICO.....	24
2.1 Desafíos de la práctica de la Medicina Veterinaria.....	24
2.2 Anatomía de la laringe.....	24
2.3 La intubación endotraqueal.....	24
2.3.1. Consideraciones previas a la intubación endotraqueal.....	26
2.3.2. Sujeción y colocación de la sonda.....	29
2.3.3. Procedimiento de intubación.....	29
2.3.4. Monitoreo del animal intubado.....	31
2.3.5. Extubación.....	31
2.3.6. Intubación en los gatos.....	32
2.3.7. Complicaciones de la intubación endotraqueal.....	34

2.4	Métodos alternativos para la enseñanza de la Medicina Veterinaria ..	36
2.5	Modelos digitales 3D para la enseñanza de la Medicina Veterinaria ..	37
2.5.1.	Modelos digitales 3D para entrenamiento en intubación endotraqueal	38
2.5.2.	Ejemplo de la construcción de un modelo de intubación felina.....	40
2.5.3.	Resultados de la aplicación de un modelo de intubación endotraqueal	42
CAPÍTULO III		45
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		45
3.1.	Ubicación de la investigación	45
3.2.	Materiales	45
3.2.1.	Materiales físicos	45
3.2.2.	Materiales químicos	46
3.2.3.	Materiales biológicos.....	46
3.3.	Diseño del modelo para intubación endotraqueal	46
3.4.	Materiales e impresión del modelo para intubación endotraqueal.....	47
3.5.	Prueba del modelo de caninos y felinos para intubación endotraqueal.....	48
3.6.	Variables y análisis de datos	48
3.6.1.	Criterios de inclusión	48
3.6.2.	Análisis de datos.....	49
CAPÍTULO IV.....		50
4.1.	RESULTADOS.....	50
CAPÍTULO V.....		54
5.1.	DISCUSIÓN	54
CAPÍTULO VI.....		57
6.1.	CONCLUSIONES	57
6.2.	RECOMENDACIONES	58
X.	BIBLIOGRAFÍA.....	59
XI.	ANEXOS	66

V. ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Materiales con los que se fabrican los tubos endotraqueales y sus características	27
Cuadro 2. Materiales usados en la impresión de modelos 3D	39
Cuadro 3. Animales utilizados para diseñar el modelo anatómico de intubación endotraqueal	46
Cuadro 4. Preguntas formuladas en el cuestionario para evaluar la intubación endotraqueal con modelos impresos en 3D en caninos y felinos	49

VI. ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Vista medial de la laringe de un canino	25
Fig. 2 Colocación de un tubo endotraqueal en un canino adulto.....	26
Fig. 3 Partes que conforman un tubo endotraqueal	28
Fig. 4 Implementos necesarios para practicar la intubación endotraqueal apropiadamente.....	29
Fig. 5 Visualización de las cuerdas vocales y cartílagos aritenoides con ayuda de la fuente de luz y la lámina o pala del laringoscopio, con la cual se deprimela epiglotis	30
Fig. 6 Monitoreo con oxímetro de pulso de un gato doméstico luego de una intervención quirúrgica.....	31
Fig. 7 Manómetro para la medición de la presión intrabucal para el inflado del manguito del tubo endotraqueal.....	33
Fig. 8 Imágenes de broncoscopias de las tráqueas de perros Beagle intubados.	36
Fig. 9 Laringe y tráquea desarrollado para práctica de la intubación endotraqueal en humanos, y en los que se usaron como materiales el politereftalato de etileno modificado con glicol y Ninjaflex.....	40
Fig. 10 Modelo de la epiglotis con movimiento, utilizado por Smith et al. (2017)	41
Fig. 11 Vistas frontal, lateral y posterior del modelo de intubación felino que demuestran la orientación de la garganta, la conexión de inflado del manguito en la parte caudal de la tráquea, la montura y varios otros rasgos.	42
Fig. 12 Ubicación geográfica del lugar de investigación	45
Fig. 13 Morfología externa de la cabeza (visión frontal y perfil) de caninos de diferentes razas	47

Fig. 14 Imágenes en diferentes ángulos de los modelos digitales de canino braquicefálico (panel A), mesocefálico (panel B), dolicocefálico (panel C) y del felino (panel D).....	50
Fig. 15 Resultados a la primera pregunta de la encuesta de satisfacción (5 es diferente a 1, 2, 3 y 4; $P < 0,01$).....	51
Fig. 16 Resultados a la segunda pregunta de la encuesta de satisfacción (5 es diferente a 1, 2, 3 y 4; $P < 0,01$)	51
Fig. 17 Resultados a la tercera pregunta de la encuesta de satisfacción (5 es diferente a 1, 2, 3 y 4; $P < 0,01$).....	52
Fig. 18 Resultados a la cuarta pregunta de la encuesta de satisfacción (5 es diferente a 1, 2, 3 y 4; $P < 0,01$).....	52
Fig. 19 Resultados a la quinta pregunta de la encuesta de satisfacción (5 es diferente a 1, 2, 3 y 4; $P < 0,01$).....	53

VII. ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Fotografías de modelo 3D impreso de canino braquicefálico. Nótese la sonda de intubación endotraqueal, el laringoscopio y la pala.....	66
Anexo 2. Fotografías de modelo 3D impreso de canino dolicocefálico	67
Anexo 3. Fotografías de modelo 3D impreso de felino	68
Anexo 4. Fotografía de operadores realizando la maniobra de intubación endotraqueal en uno de los modelos didácticos 3D	69
Anexo 5. Fotografías de un operador realizando la maniobra de intubación endotraqueal en uno de los modelos didácticos 3D estando parado y sentado	70
Anexo 6. Fotografía de los investigadores con los 4 modelos didácticos 3D para intubación endotraqueal en caninos y felinos.....	71
Anexo 7. Fotografías que muestran el momento en que un canino va a ser sometido a una tomografía	72
Anexo 8. Fotografías que muestran el proceso de diseño digital de un modelo 3D canino para intubación endotraqueal	73
Anexo 9. Fotografías de los investigadores y del diseñador de los modelos digitales didácticos 3D para intubación endotraqueal. Nótese el modelo digital en la pantalla y el modelo impreso en la mano del diseñador.	74

VIII. Resumen

La intubación endotraqueal es un procedimiento médico que requiere gran experticia para llevarse a cabo con éxito, la realización de esta maniobra sin tener el entrenamiento adecuado puede tener consecuencias. Por muchos años la intubación endotraqueal se ha enseñado a los estudiantes de veterinaria con animales muertos, en la actualidad existen métodos de enseñanza basados en la simulación. Muchas escuelas de veterinaria han implementado la enseñanza de esta técnica con modelos anatómicos impresos en 3D. Esta investigación tuvo como propósito diseñar, imprimir y probar modelos didácticos 3D para intubación endotraqueal de caninos y felinos. Este estudio se realizó en las instalaciones de la Carrera de Medicina Veterinaria de la Universidad Católica de Cuenca. Se realizaron tomografías computarizadas a tres perros y un gato, con el fin de que sirvieran de patrón anatómico para el diseño digital de los modelos 3D. Los modelos 3D de los animales se imprimieron con dos materiales. La parte exterior se construyó con ácido poliláctico, en tanto que las partes internas del modelo se imprimieron en poliuretano termoplástico. Los modelos fueron sujetos de prueba por 121 estudiantes, de pregrado (n = 80) y postgrado (n = 41) de Medicina Veterinaria. Los estudiantes fueron sometidos a una encuesta de 5 preguntas para conocer su opinión sobre los modelos didácticos 3D. Alrededor del 95% de los encuestados manifestó que los modelos 3D eran anatómicamente similares a los caninos y felinos reales, y que eran útiles, didácticos y fáciles de usar.

Palabras clave: intubación endotraqueal, perros, gatos, medicina veterinaria

IX. Abstract

Endotracheal intubation is a medical procedure that requires great expertise to be performed successfully. Performing this maneuver without proper training can have consequences. For many years endotracheal intubation has been taught to veterinary students with dead animals; nowadays, there are simulation-based teaching methods. Many veterinary schools have implemented the teaching of this technique with 3D printed anatomical models. This research aimed to design, print, and test 3D didactic models for endotracheal intubation of canines and felines. This study was carried out at the facilities of the Veterinary Medicine Department of the Catholic University of Cuenca. Computed tomography scans were performed on three dogs and one cat to serve as an anatomical template for the digital design of the 3D models. 3D animal's models were printed with two materials. The outer part was constructed with polylactic acid, while the inner parts of the model were printed in thermoplastic polyurethane. The models were tested by 121 undergraduate (n = 80) and graduate (n = 41) students of Veterinary Medicine. The pupils were subjected to a 5-question survey to determine their opinion about the 3D didactic models. About 95% of the respondents stated that the 3D models were anatomically similar to real canines and felines and that they were helpful, didactic and easy to use.

Keywords: endotracheal intubation, dogs, cats, veterinary medicine

CAPÍTULO I

1. Introducción

La intubación endotraqueal es un procedimiento médico que consiste en introducir un traqueotubo, también conocido como sonda en la tráquea del animal intervenido. Esta maniobra clínica se lleva a cabo luego de la inducción, es decir, cuando el animal ya ha perdido el reflejo laríngeo o, en cualquier otra emergencia en la cual su vida corre algún peligro, por ello se le considera también una maniobra de reanimación.

La intubación endotraqueal se hace a través de la laringe; no obstante, la maniobra médica puede desarrollarse en medio de una situación poco usual o más complicada como aquellas circunstancias en las que el animal tiene una obstrucción respiratoria, en ese caso en particular el procedimiento de la intubación se realiza a través de una traqueotomía (Cruz, 2001).

Las principales ventajas de la intubación endotraqueal se mencionan a continuación:

- Asegura la vía aérea.
- Permite una ventilación más efectiva al minimizar el espacio muerto (Brown, 2007; Lahoz *et al.*, 2021).
- Previene las neumonías por aspiración.
- Permite la cirugía de tórax abierto.
- Permite la inspección visual de la boca, faringe y laringe del animal durante la intubación ante posibles obstrucciones, traumatismos, edemas, entre otros.
- Favorece la ventilación con el paciente en posiciones forzadas o incómodas (Brown, 2007).
- Facilita la administración de oxígeno a alta concentración (Lahoz *et al.*, 2021).

El procedimiento de la intubación endotraqueal es el siguiente: se debe ubicar la cabeza y cuello del animal en posición de extensión, seguidamente se tiene que abrir el hocico del animal y estirarle la lengua bajando la mandíbula, de manera que se puede alcanzar una mayor visibilidad de la faringe y de otros órganos como el paladar blando, epiglotis y cartílagos. Luego, continúa la fase

de la intubación por la escotadura inter-aritenoidea hasta la mitad del largo de la tráquea (medida desde la laringe hasta la entrada de esta en el tórax), por lo que se recomienda medir la relación con el tubo endotraqueal previo a la intubación, debido a que una excesiva introducción de este podría llevar a traumas bronquiales e introducciones bronquiales que generarían una ventilación unilateral, provocando hipoxemia (disminución anormal de la presión parcial de oxígeno en la sangre) debido a la hipoventilación (Cruz, 2001).

Debido a lo anteriormente señalado, queda claro que la intubación endotraqueal es un procedimiento crítico mediante el cual se puede garantizar la vía respiratoria frente a diversos contextos clínicos, no obstante, constituye una habilidad que resulta difícil de dominar por el estudiante (Kim *et al.*, 2018), en el cuerpo del presente estudio se esboza una de las alternativas más ampliamente aceptadas a nivel global con el propósito de optimizar la práctica del estudiante en la intubación endotraqueal, lo cual resulta determinante en el ejercicio profesional de este.

1.1. Planteamiento del problema

La intubación endotraqueal es vital para los procedimientos de anestesia general, insuflar el manguito del tubo posibilita la ventilación con presión positiva y minimiza el riesgo de aspiración del contenido gástrico. Ciertamente, conocer los materiales y pasos a seguir para llevar a cabo este procedimiento médico es vital, toda vez que este procedimiento requiere de una secuencia que demanda rapidez y efectividad en el proceso, entendiéndose que muchas veces la intubación endotraqueal de felinos y caninos mestizos se lleva a cabo en medio de situaciones de emergencia.

De igual modo, es relevante conocer los beneficios que supone el dominio de la técnica de este tipo de intubación pues muchas situaciones críticas lo requieren, además que resulta sumamente importante que exista personal capacitado para poder ejecutar correctamente el procedimiento, lo que supondría un aumento en la tasa de supervivencia y minimizaría el riesgo del paciente, en este particular, del gato o perro (Manrique *et al.*, 2020).

En la Universidad Católica de Cuenca la carrera de Medicina Veterinaria lleva a cabo las prácticas médicas en las cuales se desarrolla el procedimiento de la intubación endotraqueal, sin embargo, debido a que se trabaja con cadáveres de animales, esta maniobra clínica no se completa de la mejor manera pues estos especímenes, luego que ha pasado cierto tiempo, se descomponen, de forma tal que el procedimiento de intubación no pueda realizarse de manera efectiva. Tal como lo manifiesta Smith (2017), al aseverar que luego de muerto el animal, la anatomía de la garganta y glotis pierde su forma normal y, como consecuencia, ya no se puede intubar.

En este orden de ideas, Reipen *et al.* (2018) asientan que la intubación endotraqueal representa un procedimiento frecuentemente llevado a cabo en “unidades de cuidados intensivos y anestesiología. Por ello, la búsqueda de métodos novedosos y alternativos para la evaluación y transferencia significativa de conocimiento continúa como opción indispensable para asegurar la adquisición de destrezas de resucitación seguras, válidas e indispensables” (p. 26), además, el empleo de modelos anatómicos y simuladores fomenta el incremento en la experiencia y confianza (Jones *et al.*, 2017) en el estudiante de

veterinaria, a la vez que mitiga los cuestionamientos éticos y costes por empleo de animales vivos (Musk *et al.*, 2017).

Aunado a ello, Nejamkin *et al.* (2020) apuntan que en la actualidad existe una clara “tendencia a nivel mundial de disminuir la utilización de animales para prácticas educativas por razones éticas y de bienestar animal” (p. 67), en este sentido, surge la inquietud de esta investigación que propone la creación de modelos anatómicos en 3D para intubación endotraqueal, que sirvan como un recurso didáctico para estudiantes y docentes.

De manera tal que, esta maniobra médica ya no se llevaría a cabo con cadáveres, evitando los inconvenientes de trabajar con animales muertos, y en proceso de descomposición, permitiendo practicar el procedimiento con mayor efectividad y precisión.

1.2. Hipótesis

La impresión de modelos anatómicos en 3D para intubación endotraqueal de felinos y caninos mestizos puede servir como recurso didáctico, tanto a estudiantes como a docentes, para llevar a cabo de manera efectiva la intubación endotraqueal.

1.3. Antecedentes

La práctica de la intubación endotraqueal data del siglo XIX, cuando el famoso doctor alemán Friedrich Trendelenburg en 1869, practicó la primera intubación con fines anestésicos en los seres humanos, insertando un tubo por medio de una traqueotomía temporal (Baeza, 2009), mientras que en animales, la primera intubación fue realizada en el año 1543 (Reipen *et al.*, 2018).

Por otra parte, la primera anestesia a través de intubación endotraqueal fue efectuada por Sir William MacEwen en 1878. Más tarde, en 1913 el Dr. Chevallier Jackson fue el primero en practicar la intubación con visualización directa de las cuerdas vocales, avanzando un tubo. El laringoscopio con luz distal ha sido uno de los aparatos que cambiaron la especialidad y es casi el símbolo de la anestesia, su historia junta a varios pioneros como Sir Ivan W. Magill, Robert Miller y Sir Robert Macintosh.

Uno de los primeros dispositivos para facilitar la intubación oral difícil fue publicada por Sir Robert Macintosh en 1949, quien publicó su experiencia con el *gum elastic bougie*, que venía usando desde hacía un par de años. Así pues, el empleo de este artefacto médico ha proliferado en los últimos tiempos, y con el correr de los años las técnicas y modelos se han modernizado, por ello entonces el tubo, con fines funcionales, se ha agrandado o reducido según las exigencias y la práctica del procedimiento.

En la contemporaneidad se han integrado a este procedimiento otros instrumentos importantes y de gran utilidad como la máscara laríngea clásica, *proseal*, *fastrach* y *C-trach*, inventados por el Dr. Archie Brain, así como al doctor Volker Bertram quien inventó y fue perfeccionando el tubo laríngeo (Baeza, 2009).

Sin embargo, aun a inicios del siglo pasado (XX) los procedimientos de intubación endotraqueal se practicaban a nivel mundial a ciegas; los médicos solo se guiaban por el tocamiento de los dedos hasta que el otorrinolaringólogo Chevalier Lawrence diseñó un dispositivo que posibilitaba la visualización directa del área superior y el esófago. Aun así, el laringoscopio convencionalmente

usado, fue introducido durante la la década de los 40 del siglo XX (Helves & Barrón, 2018).

En cuanto a la técnica como tal, debe destacarse que los investigadores Langton & Blevins (2021) establecieron mediante un estudio realizado en Reino Unido, que el tiempo que amerita el estudiante de veterinaria para llevar a cabo la intubación endotraqueal en caninos es de 54,2 segundos, cifra que resulta considerablemente superior al lapso de tiempo en el que el veterinario calificado emplea en realizar tal procedimiento, el cual es de 11,7 segundos, diferencia que cuenta con relevancia desde la perspectiva estadística (valor de $p < 0,001$). Tomando en cuenta tal escenario, los autores del estudio señalan que es prioritario implementar acciones que permitan reducir el tiempo requerido por el alumno de veterinaria para lograr la intubación endotraqueal exitosa y reducir el riesgo de hipoxemia en el animal.

Todo ello ha conducido a lo largo del tiempo al incremento en el interés por efectuar investigaciones en los que se empleen modelados anatómicos, con el fin de favorecer el desarrollo de la técnica adecuada para efectuar la intubación endotraqueal. A continuación, se desglosan los estudios que se estima se encuentran vinculados a la investigación desarrollada.

Nejamkin *et al.* (2020) llevaron a cabo un trabajo de investigación en Argentina, al que denominaron “Simulador de laringe para enseñanza de la intubación orotraqueal en felinos”, con el fin de crear un modelado anatómico tridimensional de la orofaringe felina, a partir de imágenes tomográficas que fueron obtenidas de un cadáver de gato, con el fin de emplearlo en el entrenamiento de intubación orotraqueal. Se aplicó una encuesta con el propósito de determinar la tasa de aceptación del modelado anatómico, se empleó una escala de ponderación de 0 a 10.

En relación con la fidelidad anatómica, debe indicarse que se ubicó en 7,7, entretanto que el realismo del simulador fue de 8,3, mientras que la fidelidad de material fue ponderada con 7,2. Además, los encuestados señalaron que el modelado presupone importantes ventajas en el desarrollo de la técnica de intubación orotraqueal, particularmente en la etapa de pregrado por lo que la media se ubicó en 10. En conclusión, los autores señalan que el simulador

representa una herramienta idónea que favorece la técnica acertada de intubación orotraqueal en gatos.

Harris *et al.* (2020) efectuaron un trabajo en Reino Unido, titulado “Evaluation of an endotracheal intubation model and practical for training veterinary nursing students”, cuyo fin fue el de determinar si el diseño y empleo de un modelo práctico contribuye en la preparación de los estudiantes en la práctica clínica. Las técnicas de recopilación de datos fueron la encuesta y entrevista, a través de las cuales se determinó que los alumnos estiman que se trata de una herramienta que permite la práctica segura, y que favorece el aumento en el nivel de conocimientos y habilidad para efectuar el procedimiento.

Bustamante *et al.* (2019) investigaron en España el “Uso de simuladores y vídeos sobre procedimientos básicos en anestesia: satisfacción del alumnado”, para ello proyectaron 2 videos referentes a la cateterización venosa e intubación endotraqueal en canino vivo, y se emplearon dos simuladores orientados a favorecer la práctica de los alumnos en tales procedimientos. La población incluida en el estudio fue de 140 alumnos, y la técnica de recolección de datos empleada fue la encuesta, cuya tasa de respuesta alcanzó el 86%.

La mayoría de los alumnos asevera que son muy útiles los videos y simulador respecto a la cateterización venosa, con el 63% y 41% respectivamente; ahora bien, en cuanto al simulador de intubación, el 50% de los participantes le considera muy útil, y el 44% afirma que es útil. Los autores concluyen que es útil y necesario incorporar simuladores y proyectar videos sobre procedimientos rutinarios en anestesia.

Por otra parte, Reipen *et al.* (2018) publicaron una investigación desplegada en México a la que denominaron “Evaluación de aprendizaje procedimental significativo para intubación orotraqueal: Abordajes didácticos, simulados y clínicos en un modelo porcino”, con el objeto de implementar un programa de capacitación de intubación orotraqueal dirigido a 10 alumnos.

Los resultados denotan que el 60% de los alumnos participantes del estudio señalan que les resultó muy fácil reconocer las estructuras anatómicas, otro 30% señala que fue fácil; mientras que la curva de aprendizaje ha sido catalogada como muy fácil por el 40% de los estudiantes, no obstante, una proporción

minoritaria representada por el 20% afirmó estar muy de acuerdo con la premisa que vislumbra el simulador como análogo superior en la práctica clínica.

De acuerdo con los hallazgos precisados por los autores, se ha instaurado que el empleo de instrumentos didácticos y prácticos, es una alternativa a la enseñanza tradicional que resulta idónea ya que promueve el conocimiento anatómico estructural en el estudiante y el aprendizaje procedimental significativo.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Diseñar e imprimir modelos anatómicos didácticos en 3D para intubación endotraqueal de felinos y caninos mestizos.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Definir cómo se lleva a cabo el procedimiento de la intubación endotraqueal de felinos y caninos mestizos a través de las prácticas médicas en la carrera de veterinaria.
- Diseñar los modelos anatómicos didácticos en 3D para intubación endotraqueal de felinos y caninos mestizos.
- Imprimir los modelos anatómicos didácticos en 3D para intubación endotraqueal de felinos y caninos mestizos.
- Facilitar la adquisición de competencias procedimentales en la práctica de intubación endotraqueal para estudiantes y docentes de la carrera de Veterinaria de la Universidad Católica de Cuenca.

1.5 Justificación

El procedimiento de intubación endotraqueal en medicina veterinaria es usado principalmente en el tratamiento de animales bajo sedación o anestesia, o a través de mecanismos de resucitación donde se implementa la ventilación asistida. En este sentido la adecuada intubación endotraqueal es determinante para mantener la vía aérea permeable, al tiempo que brinda protección ante la aspiración de contenido y así el oxígeno pueda ser entregado sin resistencia u obstrucciones que conduzcan a hipoxemia (Tramón, 2016).

Tomando en cuenta la premisa anterior, este proyecto de investigación apoyado en la impresión de modelos anatómicos didácticos en 3D para intubación endotraqueal, busca ofrecer una herramienta pedagógica que pueda servir de guía para facilitar tanto a estudiantes como a docentes de la Carrera de Medicina Veterinaria de la Universidad Católica de Cuenca, la ejecución de este procedimiento médico, mediante la implementación de recursos y herramientas que les permitan ejercer la práctica médica de manera eficaz y efectiva, que los prepare de manera óptima para las futuras situaciones en las cuales deban asistir a algún animal en situación de emergencia.

Es necesario tomar en consideración que la propuesta de esta investigación surge precisamente luego de que los investigadores observaran a través de sus mismas prácticas, que los procedimientos de intubación endotraqueal de felinos y caninos mestizos no son desarrollados de manera exitosa debido a los recursos y materiales de los que se disponen y que son empleados para la práctica durante la formación profesional, incluyendo cadáveres en estado de descomposición.

Asimismo, debe destacarse que desde las perspectivas práctica y académica el presente estudio encuentra justificación en palabras de Reipen *et al.* (2018), quienes reconocen que resulta ineludible promover la adecuada “capacitación de calidad usando herramientas de educación interactivas, que favorezcan la adquisición de conocimiento teórico-práctico de acuerdo con las tendencias actuales de reemplazo, refinamiento y reducción de uso de modelos animales, lo cual se pretende fomentar en la investigación desarrollada mediante el diseño

e impresión de modelos anatómicos didácticos en 3D para intubación endotraqueal de felinos y caninos mestizos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Desafíos de la práctica de la Medicina Veterinaria

La práctica de la Medicina Veterinaria en pequeños animales ha venido creciendo en los últimos años (Federation of Veterinarians in Europe, 2019). Una de los desafíos más importantes en la práctica veterinaria en especies pequeñas es la adquisición de habilidades y destrezas en el área quirúrgica puesto que muchas de los pacientes que llegan a las clínicas veterinarias requieren de cirugías por diferentes causas.

Esto implica que las facultades de medicina veterinaria deben garantizar que todos sus egresados tengan una excelente formación y entrenamiento en los diferentes procedimientos quirúrgicos, y eso no siempre es así (Riaño Benavides, 2014).

Un procedimiento crítico durante una cirugía es la intubación endotraqueal, esta maniobra, aunque parezca simple, requiere que quien la practica conozca la anatomía y haya desarrollado la habilidad de realizarla exitosamente ya que, como se verá más adelante, de no hacerse con destreza y precisión puede acarrear consecuencias en la salud del paciente. El procedimiento consiste en colocar un tubo flexible en la tráquea del animal, con el fin de mantener una vía respiratoria segura, lo que puede ser particularmente difícil en ciertas especies o razas de animales (Cruz, 2001), y se describe con detalle más adelante.

2.2 Anatomía de la laringe

La laringe es un tubo cartilaginoso corto que comunica la faringe con la tráquea, está constituido por cuatro cartílagos: epiglotis, tiroides, cricoides y aritenoides, constituye la puerta de entrada al aparato respiratorio y contiene el órgano de fonación. La entrada a la laringe está delimitada rostralmente por la epiglotis, lateralmente por los pliegues ariepiglóticos, y caudalmente por las apófisis corniculadas del cartílago aritenoides Fig. 1 (Cebrián & Benito, 2008).

2.3 La intubación endotraqueal

La intubación endotraqueal es un procedimiento rutinario en la mayoría de las

cirugías en animales domésticos menores, perros y gatos principalmente. Consiste en introducir dentro de la tráquea, y a través de la laringe, una sonda o tubo flexible Fig. 2. Tal procedimiento se lleva a cabo inmediatamente después que se ha inducido la anestesia, y el paciente ya no presenta reflejo laríngeo, también es necesario aplicarse cuando un animal requiere ser reanimado (Cruz, 2001).

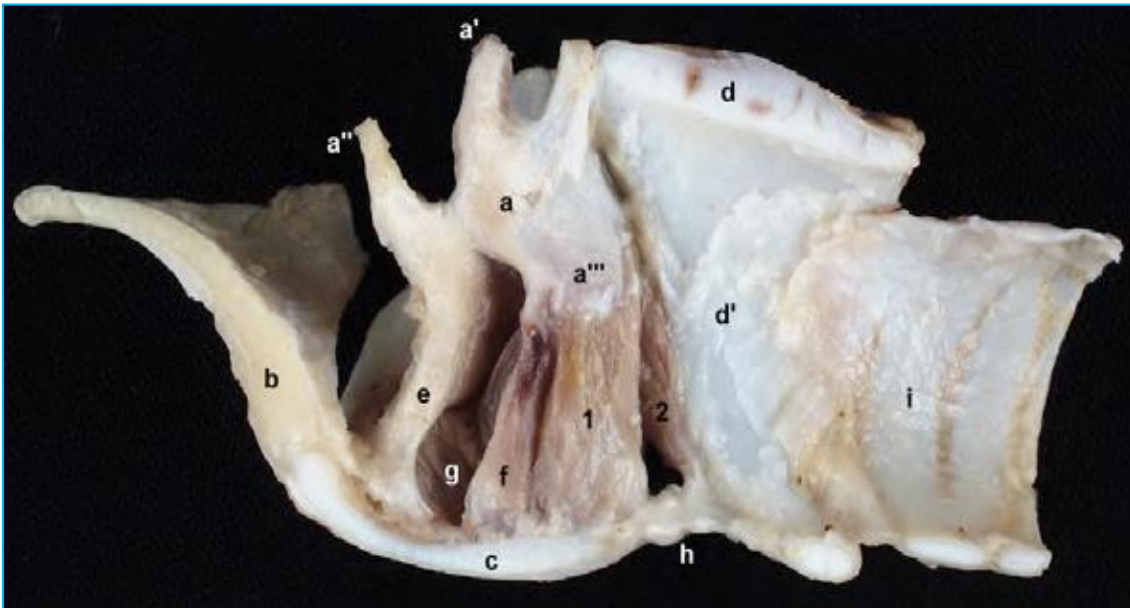


Fig. 1 Vista medial de la laringe de un canino. Todos los cartílagos laríngeos, a excepción del cartílago aritenoides (que es par), están cortados a nivel de su plano medio. Se aprecian las siguientes estructuras: 1. M. vocal; 2. M. cricoaritenoides lateral; a. Cartílago aritenoides; a'. Apófisis corniculada; a''. Apófisis cuneiforme; a'''. Apófisis vocal; b. Epiglotis; c. Cartílago tiroideo; d. Lámina del cartílago cricoideo; d'. Arco del cartílago cricoideo; e. Ligamento vestibular; f. Ligamento vocal; g. Ventrículo laríngeo; h. Ligamento cricotiroideo; i. Tráquea (Fuente: López *et al.*, 2018).

Una razón fundamental para la intubación endotraqueal es mantener al animal anestesiado por vía inhalatoria, además de evitar la inhalación de fluidos (bucales o gástricos) y, por consiguiente, que el animal pueda contraer una neumonía por aspiración. Este procedimiento permite proporcionar gran cantidad de oxígeno y ventilación con presión positiva al animal; adicionalmente, hace posible la administración de medicamentos cuando no es posible o no está disponible la vía endovenosa (Manrique *et al.*, 2020).

La intubación endotraqueal también se aplica para eliminar una obstrucción de la vía aérea superior debido a lesiones traumáticas por accidentes u otros eventos violentos, haciendo necesario practicar la traqueotomía (Navarro, 2002).

Asimismo, la inserción de un tubo endotraqueal permite monitorear la ventilación mecánica durante un procedimiento quirúrgico, o después del mismo, haciendo posible detectar algunas complicaciones, como el broncoespasmo y evaluar el intercambio de gases (Unzueta, 2016).

La intubación endotraqueal es igualmente importante para minimizar la exposición del personal a gases residuales durante la aplicación de anestesia general, también se utiliza en estudios clínicos que evalúan el intercambio de gases y la acción de fármacos terapéuticos, así como en estudios de enfermedades pulmonares obstructivas o que modelan la intubación endotraqueal humana (Brown, 2007).



Fig. 2 Colocación de un tubo endotraqueal en un canino adulto. Con el perro en decúbito esternal, el asistente sostiene al perro con el cuello extendido y la boca abierta mientras que el operador coloca el dispositivo (Fuente: Brown, 2007)

2.3.1. Consideraciones previas a la intubación endotraqueal

Antes de realizar la maniobra de intubación endotraqueal es necesario tener en cuenta varios aspectos para proceder de manera segura y garantizar el éxito del procedimiento. Para ello es importante conocer las partes que conforman un tubo o sonda endotraqueal, las cuales se muestran en la Fig. 3. Los materiales

más frecuentes con los que se fabrican estos implementos se indican en el Cuadro 1.

Primeramente, ha de asegurarse tener a mano los tubos endotraqueales y los dispositivos de intubación, tal como estiletes, laringoscopio, jeringas, etc. Fig. 4. Es necesario establecer y mantener la vía aérea permeable con la sonda endotraqueal apropiada, lo antes posible. Se debe usar el tubo endotraqueal de mayor diámetro que pase sin dificultad por los cartílagos aritenoides sin dañarlos, con el propósito de minimizar la resistencia y el trabajo respiratorio del paciente (Bednarski *et al.*, 2011; Vizcaino, 2020).

Es importante medir previamente la longitud del tubo endotraqueal contra el cuello del perro o gato a ser intervenido, de manera que la punta del tubo se ubique a una distancia media entre la laringe y la entrada del tórax. Asimismo, se debe asegurar que el tubo este limpio y en buena condición, y que la punta sea lubricada con una pequeña cantidad de lubricante o agua estéril con el fin de evitar o reducir la irritación de la mucosa traqueal durante la maniobra (Brown, 2007; Tramón, 2016; Vizcaino, 2020).

Cuadro 1. Materiales con los que se fabrican los tubos endotraqueales y sus características. (Fuente: Serna *et al.*, 2012)

Material	Características
Policloruro de vinilo (PVC)	<i>Económico, transparente, no tóxico, libre de látex y con la peculiaridad de ser termoplástico, adaptándose a la temperatura corporal y por tanto, a la vía aérea</i>
Silicona	<i>Es mucho más suave y su uso se recomienda en intubaciones prolongadas</i>
Goma blanda	<i>Derivado del anterior y con resistencia a la difusión de gases</i>
Acero inoxidable	<i>Ignífugo, es el material utilizado en la cirugía de láser.</i>

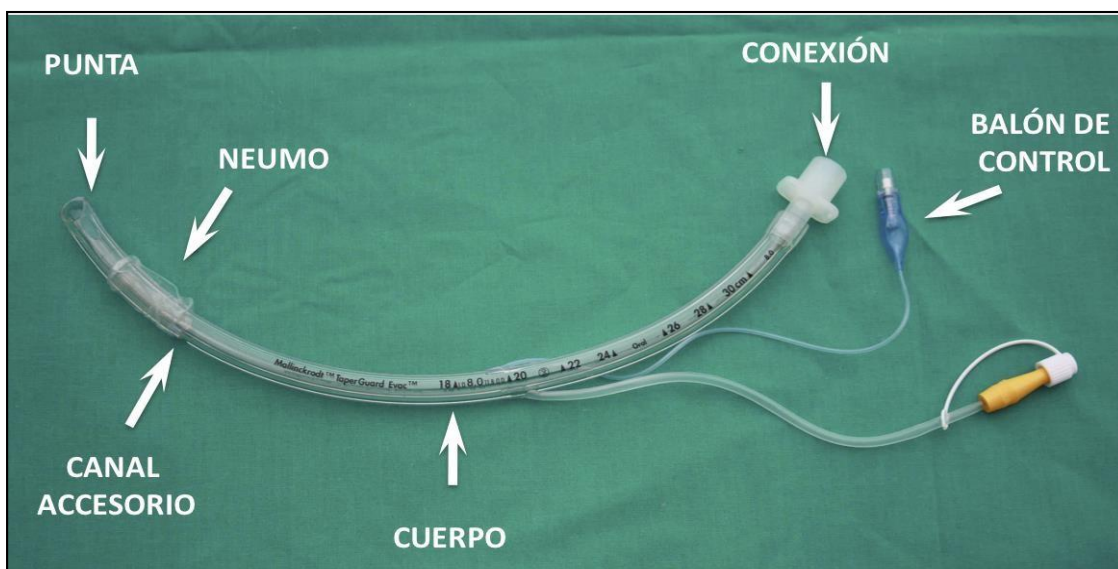


Fig. 3 Partes que conforman un tubo endotraqueal. Este dispositivo tiene los siguientes componentes: cuerpo, punta, conector, sonda para inflar el balón o manguito, el manguito o neumo, y un canal o tubo accesorio para la administración de drogas (Fuente: Serna *et al.*, 2012)

Debe advertirse que, al cambiar la posición del paciente después de la intubación, hay que tener cuidado de no girar el tubo endotraqueal dentro de la tráquea, ya que podría provocar desgarros traqueales, especialmente si el manguito está inflado en exceso (Bednarski *et al.*, 2011).

Ha de tenerse en cuenta que el manguito del tubo endotraqueal proporciona un cierre hermético entre el tubo y la pared de la tráquea. Este hecho evita que se escapen los gases anestésicos a través de la tráquea, así como también impide la entrada de saliva, sangre o fluido gástrico (en caso de regurgitación) en las vías respiratorias.

Por consiguiente, debe comprobarse la integridad del manguito inflable introduciendo aire dentro del mismo con una jeringa, y sellándolo luego con un tapón o una pinza hemostática. A continuación, un técnico debe examinar el manguito verificando si hay fugas o, si hay alguna duda sobre la integridad del manguito, sumergirlo en agua para observar posibles fugas que a veces generan burbujas (Brown, 2007).



Fig. 4 Implementos necesarios para practicar la intubación endotraqueal apropiadamente. (Fuente: Eldridge, 2021).

2.3.2. Sujeción y colocación de la sonda

Como se indicó anteriormente, la intubación endotraqueal es aplicada en animales que están inconscientes debido a traumas, enfermedades, bajo efecto de sedantes y/o anestésicos. La intubación puede realizarse con el animal en decúbito dorsal o lateral, aunque el procedimiento es más fácil cuando el animal es sostenido por un asistente en decúbito esternal.

En este caso, se debe tener la precaución de que la cabeza y cuello permanezcan alineados. Además, el cuello debe estar extendido y la boca bien abierta, con una mano, una cinta, tiras de gasa o tubo plástico sujetando la mandíbula superior, lo cual facilita la visualización durante la maniobra (Cruz, 2001; Tramón, 2016).

2.3.3. Procedimiento de intubación

Teniendo al animal en decúbito esternal, la persona que realiza la intubación, o su asistente, debe sacar la lengua de la boca de animal y mantenerla afuera sujetada con una gasa para evitar que se escape de la mano. A continuación, se localiza la laringe con el laringoscopio, y se presiona la epiglotis con la punta de laringoscopio o del tubo endotraqueal, con el fin de examinar los cartílagos aritenoides y las cuerdas vocales Fig. 5. Inmediatamente, se pasa el extremo

lubricado del tubo endotraqueal a través de la epiglotis hacia la tráquea, hasta que el extremo del tubo se localice entre la laringe y la entrada del tórax, como se indicó previamente (Brown, 2007; Tramón, 2016).



Fig. 5 Visualización de las cuerdas vocales y cartílagos aritenoides con ayuda de la fuente de luz y la lámina o pala del laringoscopio, con la cual se deprime la epiglotis. El tubo endotraqueal pasa a través de las cuerdas vocales que se observan en la imagen en forma de “V” hacia la tráquea (Fuente: Brown, 2007).

La colocación correcta del tubo endotraqueal se puede verificar auscultando ambos lados del pecho para oír los sonidos respiratorios. Adicionalmente, se puede palpar el cuello para comprobar la localización correcta del tubo. Si se palpan dos tubos rígidos en el cuello, es indicativo de que se intubó el esófago y no la tráquea (Tramón, 2016).

Luego se conecta el tubo endotraqueal a una máquina de anestesia, a un respirador o a una bolsa flexible de compresión. Inmediatamente, con la ayuda de una jeringa, se debe insuflar el manguito del tubo con aire, de manera que se selle el área entre el tubo y la tráquea. En esta maniobra se debe tener mucha precaución, ya que sobre inflar el manguito puede causar inflamación de la tráquea y necrosis. La colocación de más de 5 ml de aire a través de la jeringa, es indicativo de que se debió haber utilizado un tubo de mayor diámetro para ese animal en particular (Brown, 2007).

2.3.4. Monitoreo del animal intubado

Una ventilación adecuada puede apreciarse por el aspecto y color rosado de las mucosas, y por los sonidos respiratorios normales y claros durante la auscultación. Durante el tiempo en que el animal esté intubado, se debe verificar que el tubo no se doble por la torsión del cuello. Es frecuente también la obstrucción del tubo endotraqueal con secreciones que deben extraerse succionándolas a través de éste (Cruz, 2001).

Si durante la intervención la anestesia se hace demasiado superficial, los reflejos pueden volver y el animal puede morder el tubo repetidas veces, y ocasionar la aspiración del mismo si este se rompe, ocasionando la presencia de un cuerpo extraño en la tráquea (Nutt *et al.*, 2014). El monitoreo adecuado de la anestesia puede efectuarse con oximetría de pulso, capnografía, electrocardiografía, evaluación de la presión sanguínea, Doppler de la presión arterial, análisis de gases sanguíneos, o cualquier combinación de estas técnicas Fig. 6. En el animal anestesiado siempre debe monitorearse la temperatura corporal, frecuencia cardíaca y respiración (Brown, 2007).



Fig. 6 Monitoreo con oxímetro de pulso de un gato doméstico luego de una intervención quirúrgica. (Fuente: Aprea & Giordano, 2017)

2.3.5. Extubación

Luego de haber terminado el procedimiento primario, que hizo necesaria la

aplicación de anestesia y la intubación, se debe apagar el flujo de anestésico sin interrumpir el de oxígeno. Una vez que el animal está listo para ser extubado, se procede a cortar la oxigenación; aflojar las bridas de anclaje de la sonda permite retirarla rápidamente una vez que el animal comienza a tragar (Brown, 2007). En caso de razas braquicéfalas, este periodo es de mucho cuidado, y no debe retirarse la sonda endotraqueal hasta que el animal esté plenamente consciente, y sea capaz de respirar por sí sólo.

Cuando el reflejo de deglución regresa, el manguito debe ser desinflado y luego retirado el tubo endotraqueal. Debe aclararse que, extraer la sonda endotraqueal mientras que el manguito está inflado puede acarrear consecuencias para la integridad de la tráquea y la laringe (Cruz, 2001). En caso de que haya fluido acumulado alrededor del manguito, que no fue posible succionar, este deber ser desinflado parcialmente con el fin de arrastrar las secreciones hacia la boca cuando se extrae el tubo, y evitar que puedan ser aspiradas por el paciente.

El estado de seminconsciencia que sigue a la anestesia es peligroso, dado que debido a obstrucciones en las vías respiratorias el animal puede fácilmente morir. Por este motivo, es necesario verificar que no haya obstrucciones durante este periodo, además, la cabeza, el cuello y la lengua deben estar extendidas, y el animal debe ser vigilado hasta que esté completamente consciente (Brown, 2007).

2.3.6. Intubación en los gatos

En los felinos domésticos la intubación endotraqueal implica un grado mayor de dificultad que en los perros, debido a que estos animales tienen una orofaringe de menor tamaño y son más propensos a experimentar broncoespasmos durante la maniobra de intubación, siendo necesario considerar que el grado de dificultad para la intubación endotraqueal en los felinos es comparable a la que se presenta en bebés humanos (Cebrián & Benito, 2008).

Para efectuar la intubación endotraqueal en gatos es imprescindible usar un laringoscopio (Yates & Holgate, 2020), siendo recomendable usar la pala

Wisconsin y sondas traqueales entre 2,5 y 4,5 milímetros (mm). También se recomienda aplicar neumotaponamiento de baja presión y lubricar adecuadamente la punta del tubo (Cruz, 2001). Diversos estudios han demostrado que los procedimientos rutinarios de inflado del manguito del tubo endotraqueal no son recomendados, y que el uso de un manómetro específico para insuflar el manguito es de gran utilidad para evitar los daños iatrogénicos que se pueden causar con el inflado excesivo del mismo (Yates & Holgate, 2020), ajustar el manómetro a una presión de 30 cmH₂O, se estima suficiente para evitar una fuga de aire audible a una presión inspiratoria máxima de 10 cmH₂O o menos (Bird *et al.*, 2019) Fig. 7.

Para realizar la maniobra, se abre la boca del gato y se saca la lengua afuera, bajándola levemente con la pala del laringoscopio. El extremo de la sonda traqueal se debe colocar delante de las cuerdas vocales, en espera de la espiración, que es cuando estas experimentan la máxima apertura. En este momento se mueve el tubo por encima de la glotis y entre las cuerdas vocales. Se debe evitar forzar la inserción de las cuerdas vocales, para prevenir la ocurrencia de espasmos laríngeos (Cruz, 2001).



Fig. 7 Manómetro para la medición de la presión intrabucal para el inflado del manguito del tubo endotraqueal. Su configuración permitió establecer una presión de 30 cmH₂O en el manguito endotraqueal antes de que se registrara la presión de fuga. A, manómetro; B,

tubo de extensión rígida; C, conector de tres vías; D, válvula del puerto de inyección para acoplamiento de jeringa de 5 mL (Fuente: Bird *et al.* (2019)

2.3.7. Complicaciones de la intubación endotraqueal

Son numerosas las complicaciones que pueden presentarse durante o después de practicada la intubación endotraqueal, en tal sentido Vizcaino (2020), Molina & García (2017), Brown (2007) y Laredo & Belda (2000) mencionan los siguientes problemas asociados a la intubación endotraqueal: 1) traumatismos en los dientes, 2) de las mucosas de la boca, 3) del paladar blando, 4) de la faringe, 5) de la laringe y/o 6) de la lengua; 7) inflamación o necrosis traqueal; 8) enfisema subcutáneo secundario a un traumatismo traqueal; 9) laringoespasma; 10) obstrucción de las vías respiratorias con secreciones; 11) ventilación inadecuada debido a la introducción del tubo endotraqueal en un bronquio; 11) aspiración del tubo endotraqueal; 12) hernia del manguito del tubo endotraqueal; 13) acodamiento del tubo endotraqueal durante la flexión máxima de la articulación atlanto-occipital; 14) parálisis de las cuerdas vocales; 15) formación de una pseudomembrana traqueal fibrinosa obstructiva; 16) intubación esofágica accidental; y 17) aspiración durante la extubación.

Muchas de estas complicaciones en animales pequeños ocurren debido a errores humanos durante la intubación y anestesia. Con mucha frecuencia estos errores suceden cuando una misma persona realiza la cirugía y la anestesia, o no cuenta con apoyo de un técnico auxiliar (Laredo & Belda, 2000), o no está suficientemente entrenada para realizar la maniobra con experticia. Como se indicó anteriormente, los gatos son particularmente susceptibles a padecer traumatismos durante este procedimiento debido a las características anatómicas, pequeño tamaño y elevada frecuencia de espasmos laríngeos (Hofmeister *et al.*, 2007).

La vía aérea de los gatos es pequeña y más sensible a los traumatismos, espasmos y edemas que la del perro y, por lo tanto, si el proceso de intubación no se realiza correctamente, se ve incrementado el riesgo de complicaciones. Los resultados de estudios sugieren que la intubación endotraqueal debe realizarse con especial cuidado en los gatos, pero tener una vía aérea permeable (mediante la colocación de un tubo endotraqueal) es esencial. Muchas muertes

postoperatorias fueron asociadas a complicaciones causadas por el manejo inadecuado de la intubación endotraqueal (Brodbelt, 2010).

Aunque la estenosis y necrosis traqueal ocurre con más frecuencia en gatos (Adshead, 2011; Manabe *et al.*, 2021), hay reportes que indican estas complicaciones también en los perros (Alderson *et al.*, 2006). Usando caninos como modelo para estudiar las consecuencias de la estenosis traqueal inducida por la intubación endotraqueal con manguito, Su *et al.* (2017) detallan que un grupo de perros Beagle fueron sometidos a intubación con tubos de 4 tallas (diámetro interno entre 6,5 y 8 mm) y presiones en el manguito de 100 y 200 mmHg por 24 horas.

Los autores indican que hubo correlación positiva alta entre la presión dentro del manguito y la presión en la pared traqueal. También se demostró que los tubos endotraqueales de mayor diámetro causaron mayor presión de la pared traqueal. Las condiciones de la tráquea fueron evaluadas con un broncoscopio, y las imágenes se muestran en la Fig. 8; a las dos semanas luego de la intubación, se determinó un grado de estenosis que varió entre 78 y 91%.

La longitud media de la estenosis traqueal en los animales fue de $1,86 \pm 0,40$ cm, el cartílago traqueal comprimido por el manguito se fracturó y colapsó la pared de la vía aérea, todo lo cual contribuyó a la estenosis severa y causó la fractura de los anillos de cartílago adyacentes. Los animales tenían las paredes de las vías respiratorias engrosadas, mientras que los epitelios de la mucosa de la tráquea comprimida, se perdían a las dos semanas de la extubación.

Partes del epitelio mostraban metaplasia escamosa, exudación de células inflamatorias submucosas, hiperplasia excesiva de tejido de granulación y fibras de colágeno, además, se observó un gran número de nuevos capilares y fibroblastos. El pericondrio y los condroblastos se perdieron, y la matriz del cartílago sufrió cambios histológicos acidófilos y necrosis.

Adicionalmente, el tejido de granulación hiperplásico y las fibras de colágeno invadieron el tejido cartilaginoso necrótico, y la puntuación inflamatoria media fue significativamente mayor en los animales modelados que en los perros no modelados.

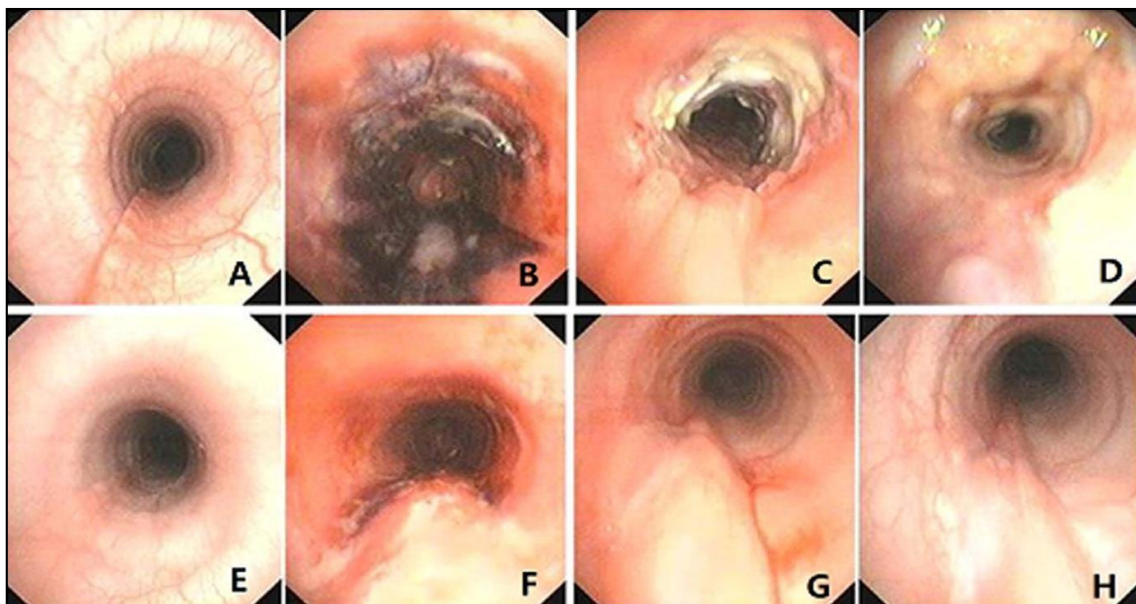


Fig. 8 Imágenes de bronoscopias de las tráqueas de perros Beagle intubados. A-D) Imágenes de la tráquea un animal intubado con un tubo de 8,0 mm de diámetro y una presión en el manguito de 200 mmHg. A) Lumen traqueal normal antes de la intubación. B) Se observó necrosis isquémica de la mucosa traqueal inmediatamente después de la extubación. C) Se observó edema, tejido necrótico y tejido de granulación una semana después de la extubación. D) Formación de tejido de granulación hiperplásico y estenosis traqueal a las 2 semanas de la extubación. E-H) Imágenes de la tráquea un animal intubado con un tubo de 7,0 mm de diámetro y una presión en el manguito de 200 mmHg. E) Lumen traqueal normal antes de la intubación. F) Se observó congestión y necrosis leve inmediatamente después de la extubación. G) Pared traqueal posterior parcialmente engrosada una semana después de la extubación. H) Mucosa traqueal reparada sin colapso o estenosis de las vías respiratorias a las 2 semanas de la extubación (Fuente: (Su *et al.*, 2017).

2.4

Métodos alternativos para la enseñanza de la Medicina Veterinaria

En los párrafos anteriores se pudo constatar que hay procedimientos, como la intubación endotraqueal, que demandan de los estudiantes de medicina veterinaria el desarrollo de habilidades y destrezas que solo la práctica es capaz de conferir. Es de suma importancia para quienes se entrenan en estas técnicas, sean estudiantes de grado, técnicos o veterinarios, practicar estas habilidades para adquirir la destreza y la experiencia que les permita efectuarlas correctamente. La intubación endotraqueal fallida (más de 2 intentos fallidos) puede dar lugar a complicaciones adicionales en la salud del animal o incluso su muerte (Park *et al.*, 2019).

Por muchos años, estos procedimientos se han practicado en animales vivos (Harris *et al.*, 2020; Musk *et al.*, 2017; Reipen *et al.*, 2018; Smith, 2017), sin

embargo, debido a diversas causas, entre las que destacan mayor sensibilidad humana por el bienestar y salud de los animales, o la imposibilidad de disponer de animales sufrientes para garantizar un entrenamiento adecuado, estas prácticas están siendo sustituidas por otras estrategias de enseñanza (Musk *et al.*, 2017; Nejamkin *et al.*, 2020; Valliyate *et al.*, 2012).

Un sinnúmero de nuevas técnicas y tecnologías de aprendizaje han sido integrados a los currículos de muchas Facultades de Veterinaria del mundo. Entre ellas existen programas informáticos, demostraciones de video, sistemas de realidad virtual, modelos de plástico, maniqués de cuerpo entero, especímenes plastinados, todo lo cual ha incrementado las posibilidades de aprendizaje y reducido el uso de animales, cuando la práctica implica someter al animal a situaciones de estrés y dolor (Valliyate *et al.*, 2012).

Uno de estos métodos, es la construcción de modelos digitales tridimensionales (3D) de la faringe, la tráquea u otras estructuras anatómicas (Clausse *et al.*, 2020; Oberoi *et al.*, 2020; Smith, 2017), los cuales generan un conjunto de beneficios que incluyen el incremento en el nivel de confianza del estudiante y reducción de riesgo para los pacientes (Harris *et al.*, 2020; Jones *et al.*, 2019). En el siguiente apartado se describe esta tecnología y método de enseñanza.

2.5 Modelos digitales 3D para la enseñanza de la Medicina Veterinaria

La incorporación de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación en los programas educativos a nivel superior ha abierto nuevas formas de enseñanza y aprendizaje de la Medicina Veterinaria. Asimismo, el desarrollo de softwares especiales de diseño tridimensional o 3D ha permitido diseñar diferentes modelos digitales de estructuras anatómicas (Izquierdo Pardo *et al.*, 2020). La impresión 3D es un método por el que se construye una capa secuencial de filamento para formar un objeto sólido.

Este proceso requiere un software de diseño asistido por ordenador 3D para diseñar las piezas. Como resultado, se han fabricado modelos de órganos o estructuras anatómicas para el estudio o entrenamiento de ciertos procedimientos médicos y técnicos (Clausse *et al.*, 2020; Eichel *et al.*, 2013; Hackmann *et al.*, 2019; Oberoi *et al.*, 2020; Smith, 2017).

2.5.1. Modelos digitales 3D para entrenamiento en intubación endotraqueal

La intubación endotraqueal es un procedimiento crucial para salvar la vida de animales, y, como todas las habilidades técnicas, requiere de un proceso de aprendizaje y entrenamiento. Para realizar la intubación endotraqueal con éxito en entornos no elegidos o conocidos, la incidencia de la intubación difícil es 20 veces mayor que en entornos conocidos, por lo tanto, los médicos en formación, sean médicos veterinarios o humanos, deben realizar tal procedimiento en 50 oportunidades para adquirir la competencia requerida que les permita efectuarlo efectivamente en forma rutinaria (Buis *et al.*, 2016).

La construcción de estructuras anatómicas, en general, y de la cavidad bucal, laringe y tráquea para practicar la intubación endotraqueal, es una alternativa de aprendizaje que está siendo usada con frecuencia en la educación médica, humana y veterinaria (Clausse *et al.*, 2020; Oberoi *et al.*, 2020; Park *et al.*, 2019; Smith, 2017).

En el ámbito de la educación veterinaria, el diseño y uso de estos modelos ha tenido la siguiente motivación: 1) proveer a los educadores veterinarios y a los estudiantes de una herramienta útil para aprender la técnica de la intubación endotraqueal en especies pequeñas de animales; 2) establecer la metodología efectiva, construyendo un modelo que permita desarrollar tales habilidades; 3) reducir los costos de adquirir, a través de la práctica, la destreza de efectuar esta maniobra exitosamente (Clausse *et al.*, 2020).

El procedimiento implica, primeramente, hacer el diseño del modelo 3D que lo hace un diseñador especializado. Para dibujar el modelo se necesita información sobre la anatomía del órgano o estructura que se va a reconstruir de manera digital. El uso de tomografías computarizadas, libros y atlas de anatomía ha permitido a los diseñadores construir estos modelos digitales, que luego son perfeccionados con softwares especializados en modelar estructuras en 3D, generalmente se diseñan varios prototipos y luego se selecciona el que mejor se adapta a las necesidades, para realizar la impresión definitiva.

Por lo general, se elaboran diferentes piezas que conformarán el modelo

anatómico, por ejemplo, en un reporte que describe la construcción de un modelo endotraqueal para humanos, se diseñaron digitalmente por separado la cabeza, la mandíbula, la garganta y la lengua (Park *et al.*, 2019).

El modelo debe incluir todos los elementos anatómicos para recrear con suficiente fidelidad la parte del animal que se utilizara para la enseñanza y entrenamiento. Los materiales para imprimir los modelos pueden variar, en el Cuadro 2, se describen algunos de los materiales utilizados. Luego de tener todas las piezas impresas, se procede al ensamblaje para construir el modelo anatómico completo. La Fig. 9 muestra parte del modelo desarrollado por Park *et al.* (2019).

Cuadro 2. Materiales usados en la impresión de modelos 3D. (Fuente: Park *et al.*, 2019)

Material	Ventajas	Desventajas
Tereftalato de polietileno modificado con glicol	<i>Máxima durabilidad, resistencia al impacto y buena adherencia de la capa - menos probabilidad de que las impresiones se deformen o se encojan</i>	<i>Requiere parámetros específicos de impresión tridimensional</i>
Ácido poliláctico	<i>Fácilmente extruible y rentable</i>	<i>Menos durable</i>
Acrylonitrilo butadieno estireno	<i>El más rentable, duradero, flexible y fácil de extruirlo</i>	<i>Requiere una temperatura más alta para alcanzar el punto de fusión, es más probable que las impresiones se deformen o se encojan, y los humos son peligrosos durante la impresión</i>
Ninjaflex	<i>Muy flexible</i>	<i>Difícil de imprimir</i>

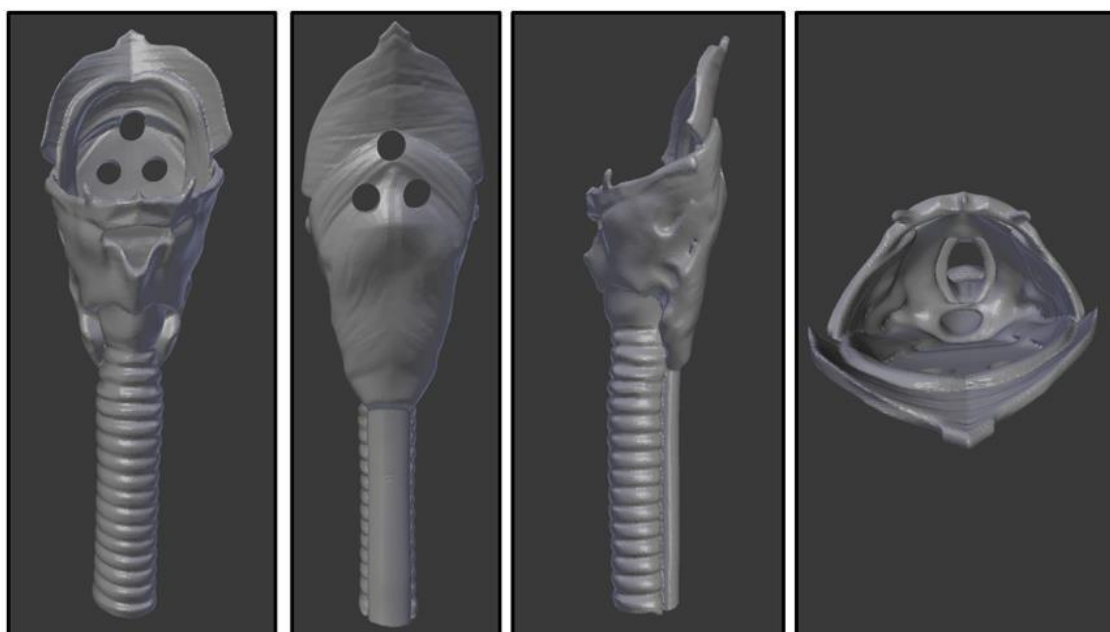


Fig. 9 Laringe y tráquea desarrollado para práctica de la intubación endotraqueal en humanos, y en los que se usaron como materiales el politereftalato de etileno modificado con glicol y Ninjaflex. (Fuente: Park *et al.*, 2019).

Existen varias técnicas de impresión para las impresoras 3D, cada tipo de impresora utiliza una técnica distinta para conseguir diferentes propiedades de los materiales, entre las cuales se encuentran la sinterización selectiva por láser, estereolitografía y PolyJet (León *et al.*, 2019).

2.5.2. Ejemplo de la construcción de un modelo de intubación felina

El modelo para intubación endotraqueal en gatos fue desarrollado por Smith (2017) en la Universidad de Guelph, Ontario, Canadá. Este modelo felino fue construido con un mecanismo que permitía descender la epiglotis cuando se aplica una fuerza Fig. 10. La lengua podía moverse porque era flexible y está separada del modelo, excepto en la base de la tráquea, también incluyó un esófago lo suficientemente grande como para que los estudiantes puedan intubarlo accidentalmente. Los materiales utilizados en la producción del modelo eran flexibles, y las diferentes características anatómicas fueron diseñadas y producidas con distintos grados de flexibilidad, tratando de asemejarlas a la que tienen los órganos.

Este modelo felino fue creado para ser anatómicamente semejante a las estructuras anatómicas reales que lo conforman, para ello, fueron empleadas imágenes generadas por resonancia magnética y tomografía computarizada de un animal muerto, y apropiadamente conservado. El objetivo era que fuera lo más realista posible debido a la precisión de la anatomía y uso de materiales óptimos.

Se utilizaron *Amira* y *SolidWorks* para producir la geometría de este modelo felino, se imprimieron varios prototipos y fue evaluada su precisión, función, la estética y el coste hasta llegar a un diseño final. El modelo hace posible practicar la técnica de inflado del manguito del tubo orotraqueal, ya que el modelo tenía un sistema de presión cerrado a través de la tráquea, pero no del esófago, por lo que los alumnos no podían crear una vía aérea cerrada si introducen el tubo en el esófago.

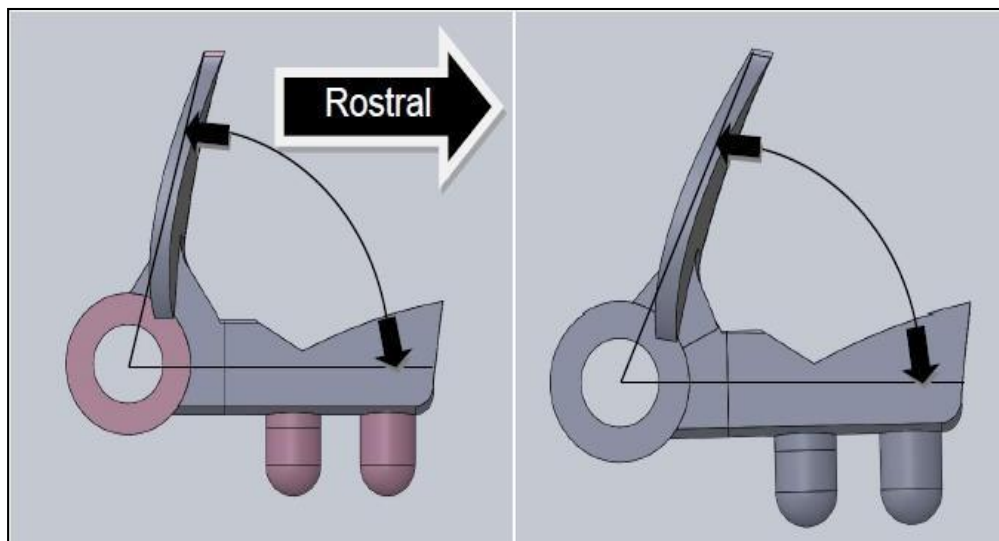


Fig. 10 Modelo de la epiglotis con movimiento, utilizado por Smith (2017)

Algunos de los detalles sobre la construcción de este modelo fueron los siguientes: **a)** se simplificó la anatomía entre la tráquea y la piel, así como entre la tráquea y el paladar duro, ya que algunos detalles eran innecesarios para los fines del estudio; **b)** la profundidad de la piel se aumentó considerablemente para garantizar un grosor adecuado para la impresión 3D; **c)** se hizo una aproximación de la tráquea, ya que la del espécimen estaba parcialmente colapsada, como suele ocurrir inevitablemente en los animales post-mortem; **d)** debido a su delgadez estructural, la epiglotis no apareció en los escaneos, por lo que se hizo una ubicación aproximada de la misma; **e)** se recreó artísticamente la lengua porque las exploraciones no eran claras en la punta de la misma; **f)** los datos se simplificaron para reducir el número de caras de la superficie y el tamaño del archivo.

Se realizaron tres prototipos del modelo endotraqueal felino, con cada uno, el modelo se fue mejorando progresivamente. El modelo final estuvo conformado por cuatro componentes, en la última versión del modelo la epiglotis se reforzó añadiendo una cruz de plástico dura en el centro de la solapa de la epiglotis. Este era un diseño en forma de hoja con vides de plástico duro que penetraban en la epiglotis. Lo cual proporcionaría fuerza a la epiglotis para que fuera menos probable que se rompiera durante la intubación. El ángulo de la epiglotis también se giró 10 grados cranealmente para facilitar la intubación del modelo.

La tráquea se amplió porque el extremo distal de la misma no era lo

suficientemente grande como para proporcionar al usuario el sellado necesario una vez inflado el manguito. La tráquea también se limó causando cambio de su geometría original, tal es el caso del orificio para el esófago. De este modo, el modelo tenía más apoyo estructural y disminuía las posibilidades de que se rompiera en esas secciones.

Asimismo, el montaje de la piel se modificó engrosando las mejillas para evitar desgarros al mover la mandíbula. Se identificaron secciones de la piel que eran demasiado finas, por lo que se engrosaron añadiendo material en esos lugares concretos. En la Fig. 11 se muestran varios ángulos del modelo felino.



Fig. 11 Vistas frontal, lateral y posterior del modelo de intubación felino que demuestran la orientación de la garganta, la conexión de inflado del manguito en la parte caudal de la tráquea, la montura y varios otros rasgos. (Fuente: Smith, 2017)

2.5.3. Resultados de la aplicación de un modelo de intubación endotraqueal

El modelo de intubación endotraqueal felino desarrollado por Smith (2017) fue probado para determinar su uso potencial futuro en la enseñanza de esta técnica en la escuela de Veterinaria de Ontario. El objetivo del estudio fue obtener la opinión de los usuarios sobre la estética y el uso del modelo, así como también

determinar los aspectos del modelo que fueron aceptados por ser efectivos, o que necesitaron mejoras. Se planteó la hipótesis de que el modelo sería, en general, eficaz para enseñar intubación endotraqueal en gatos y que sería ventajoso incorporarlo al plan de estudios de la escuela de Veterinaria de Ontario.

El cuestionario utilizado en la encuesta incluyó preguntas categorizadas en la escala de Likert y también preguntas de respuesta libre. La escala empleada en este estudio consistió en clasificar las características del modelo como 1: malo, 2: regular, 3: medio, 4: bueno y 5: excelente". Esto significó que en opinión de los participantes los resultados más cercanos a 5 en cada pregunta habían cumplido sus objetivos.

Las características cuyos resultados se acercan a 1 no habían cumplido las expectativas de los participantes. Las preguntas evaluadas en la sección de la escala Likert del cuestionario preguntaron específicamente sobre **1)** la movilidad, **2)** la estética, **3)** la precisión anatómica y **4)** la retroalimentación de varias características que se expresaron como importantes en un estudio previo con modelos de intubación caninos.

Participaron 15 personas en el estudio, la experiencia de ellas varió entre neófitos a expertos en la técnica. Como ejemplo, algunos de las respuestas específicas se describen a continuación. En la pregunta "¿Hay algún otro punto de su opinión sobre el modelo que no esté en la lista anterior y que quiera mencionar? Si es así, ¿cuáles son?", el 20% de los encuestados no respondió, e indicó que el modelo era demasiado seco para intubar y que necesitaba párpados. El 10% de los encuestados indicó que la estética externa podía mejorarse, que las cuerdas vocales eran demasiado rígidas, que no había esófago para intubar, que, en general, el modelo era demasiado rígido y que debían añadirse puntas para las orejas.

En respuesta a la pregunta de texto libre "¿Por qué cree que este modelo sería útil para utilizarlo la escuela de Veterinaria de Ontario para enseñar a los estudiantes la intubación de un gato?", el 47% de los encuestados indicó claramente que el modelo sería muy útil para la enseñanza de la técnica.

Asimismo, algunos participantes (20%) indicaron que el ángulo de la epiglotis no era lo suficientemente alto y que la apertura era demasiado amplia. El 10% de los participantes apuntó que los cartílagos aritenoides estaban demasiado separados, que el tubo endotraqueal no encajaba, que la mandíbula estaba demasiado suelta, que el modelo era en general demasiado rígido y que la comprobación del sellado era buena.

Los encuestados concluyeron que lograron los resultados del aprendizaje, aunque hubo problemas particulares con la movilidad de la mandíbula y la lengua, así como con el tacto de la lengua. También comentaron que el material era rígido y que resultaba difícil hacer la intubación. Estos problemas podrían solucionarse con diferentes mecanismos y la inserción de una mandíbula parcial.

El resto de los comentarios fueron a menudo de opinión y variaban en función de la dificultad que el participante consideraba que debía tener el modelo. Muchas de estas diferencias de opiniones, como el ángulo de la epiglotis, podían resolverse empleando un diseño modular. Esto permitiría que el modelo tuviera partes intercambiables que aumentarían la dificultad de la intubación. Los estudiantes podrían practicar con este modelo y aumentar sus habilidades con el tiempo, gracias a la adición de piezas intercambiables.

Se expresaron muchos comentarios positivos sobre el modelo, especialmente en cuanto a su precisión anatómica, la movilidad, la capacidad de inflado del manguito y la facilidad de uso. Muchos participantes determinaron que el modelo era útil para incluirlo en el plan de estudios de la escuela de Veterinaria de Ontario. A pesar de la gran variedad de opiniones sobre los detalles específicos del modelo, la mayoría de los participantes concluyeron que sería una buena adición en la fase actual de desarrollo, sin necesidad de mejoras adicionales.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ubicación de la investigación

La presente investigación se realizó en la Clínica Veterinaria de la Universidad Católica de Cuenca, la cual geográficamente se encuentra ubicada en la Panamericana Norte Km 2 ½, en la ciudad de Cuenca, provincia del Azuay-Ecuador con las siguientes coordenadas: Latitud: -2.897015, Longitud: -78.976678 y a una Altitud de 2472 metros msnm.

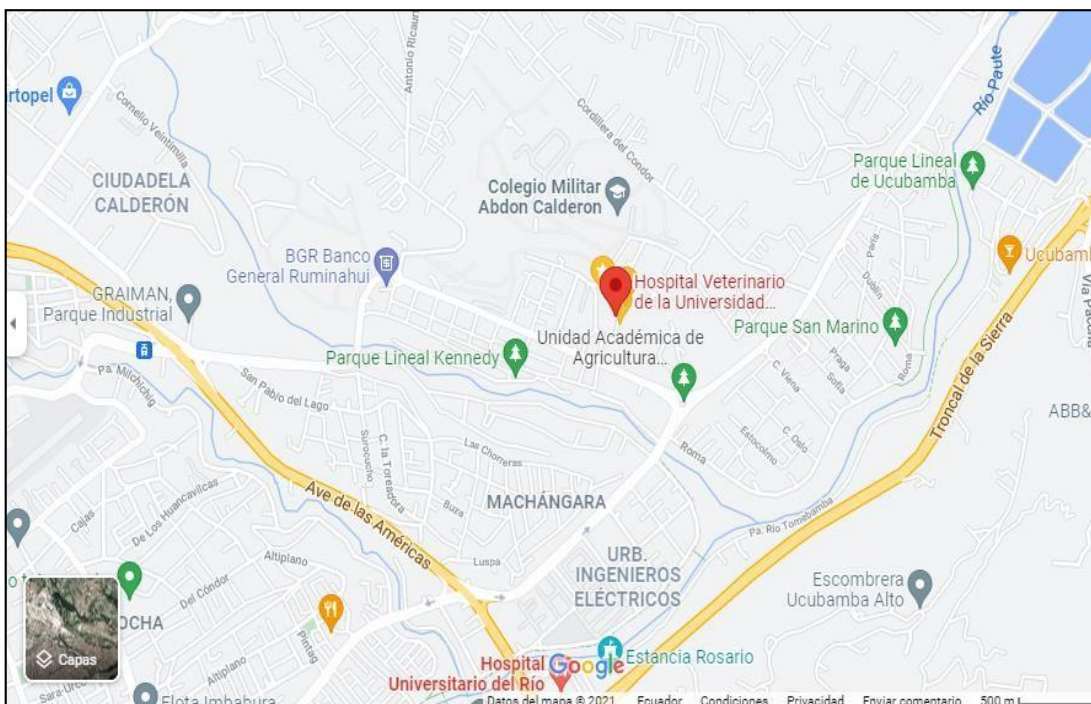


Fig. 12 Ubicación geográfica del lugar de investigación

3.2. Materiales

3.2.1. Materiales físicos

Para llevar a cabo esta investigación fueron utilizados diferentes materiales como registro de paciente, guantes estériles, esfero, etiquetas, cuaderno de apuntes, cámara fotográfica, monitor de constantes fisiológicas, bocete, mesa, jaulas, mascarilla, jeringas de insulina, balanza, tubos endotraqueales. También se utilizaron un equipo de anestesia, tomógrafo, impresora 3D, materiales para

la impresión 3D, una base de madera para soportar los modelos, etc.

3.2.2. Materiales químicos

Se utilizaron algunos fármacos como Maleato de Acepromacina, Xilacina, Ketamina.

3.2.3. Materiales biológicos

Con el fin de diseñar e imprimir los modelos anatómicos 3D para intubación endotraqueal se utilizaron cuatro animales sanos. En el Cuadro 3 se indican las características de los animales considerados en el estudio.

Cuadro 3. Animales utilizados para diseñar el modelo anatómico de intubación endotraqueal

Animal	Tipo de cráneo	Peso (kg)
Caninos		
<i>Bulldog Inglés</i>	Braquicefálico	15
<i>Mestizo</i>	Dolicocefálico	12
<i>Boston Terrier</i>	Mesocefálico	13
Felino		
<i>Mestizo</i>	Braquicefálico	2

3.3. Diseño del modelo para intubación endotraqueal

El propósito de la investigación fue diseñar e imprimir modelos anatómicos 3D para el entrenamiento de la intubación endotraqueal en perros y gatos. Se utilizaron animales con cráneos de distinto tipo Fig. 12, lo cual implica diferentes grados de dificultad para la intubación endotraqueal (Molina y García, 2017) en la práctica diaria de la medicina veterinaria.

Para poder hacer el diseño digital del modelo anatómico, a cada animal se le realizó una tomografía computarizada (TC) con un equipo Toshiba, *Asteion 4*, Japón, la cual se enfocó en el estudio de las diferentes estructuras anatómicas de la cabeza, con el fin de obtener detalles específicos de la anatomía de cada tipo de cráneo. Esta información se utilizó posteriormente para el diseño digital del modelo.

Para ello, los animales fueron anestesiados con el siguiente protocolo:

clorhidrato de ketamina (Ketonal 100; 100 mg/ml), dosis intravenosa de 6 mg/kg de peso; Xilacina (Xilacina 20; 20 mg/ml), dosis intramuscular de 2 mg/kg; Acepromacina (Acedan; 10 mg/ml), dosis intramuscular de 0.1 mg/kg.



Fig. 13 Morfología externa de la cabeza (visión frontal y perfil) de caninos de diferentes razas. (Fuente: Eguren, 2019)

3.4. Materiales e impresión del modelo para intubación endotraqueal

Una vez obtenidas las imágenes tomográficas, se enviaron a la empresa Axis Impresión Médica 3D, en la cual un técnico especialista diseñó los modelos digitales de las estructuras anatómicas que recrearon la cavidad bucal, laringe y tráquea de los animales descritos en el Cuadro 3, utilizando la información suministrada.

La impresión 3D se realizó con dos materiales: 1) el ácido poliláctico (PLA), que es un filamento termoplástico fabricado a base de recursos renovables como el almidón de maíz, raíces de tapioca o caña de azúcar. El PLA tiene resistencia a la tracción y buena calidad de la superficie. Es excelente para modelos y prototipos que requieren detalles estéticos, a diferencia de otros materiales de la industria, que están hechos principalmente a base de petróleo.

El PLA es uno de los materiales más populares de la industria, por ser no contaminante. La parte externa del modelo endotraqueal se imprimió en este material; 2) el poliuretano termoplástico (TPU) es un tipo de elastómero que se destaca por ser muy fuerte y durable, tener gran flexibilidad, resistencia al desgarrar, al desgaste, a la corrosión, fuerza y dureza. Además, es un material altamente versátil con propiedades de caucho y plástico para una gran variedad de aplicaciones (León *et al.*, 2019). Este material se utilizó para estructuras internas del modelo.

3.5. Prueba del modelo de caninos y felinos para intubación endotraqueal

Una vez terminado el diseño digital, se imprimieron los componentes internos y externos con los materiales descritos en el apartado anterior. Luego se ensamblaron y los modelos anatómicos para intubación endotraqueal se sometieron a prueba.

Este procedimiento consistió, en primer lugar, en que estudiantes de la carrera de Medicina Veterinaria de la Universidad Católica de Cuenca (n = 41) y médicos veterinarios (n = 80), estudiantes de la maestría en Medicina Veterinaria mención Clínica y Cirugía en Especies Pequeñas, de la misma universidad, probaron la intubación endotraqueal en los modelos caninos y felino, fabricados para tal fin.

En segundo lugar, los participantes en la prueba contestaron una encuesta de 5 preguntas, cuyas opciones de respuesta estaban categorizadas en la escala de Likert (Castejón & Alaminos, 2006), del 1 al 5, en la cual 1 significaba “totalmente en desacuerdo” y 5 “totalmente de acuerdo”. Se incluyó también una opción para sugerencias con una respuesta corta, las mismas que se describen en el Cuadro 4.

3.6. Variables y análisis de datos

3.6.1. Criterios de inclusión

Caninos: braquicefálico, dolicocefálico y mesocefálico, sanos y de buena condición corporal, de raza diversa, con peso según su grupo genético y edad (adultos jóvenes a adultos).

Gatos: animales mestizos, mayores de dos años, sanos y de buena condición corporal, peso de dos kilos o más.

3.6.2. Análisis de datos

La encuesta fue elaborada y gestionada a través del software de administración de encuestas *Google Forms*, el cual no solo sirvió como plataforma para la elaboración y administración de la encuesta, sino también que procesó y graficó los datos. Los datos fueron procesados mediante estadísticos descriptivos, y analizados con la prueba Chi-Cuadrado del programa *IBM SPSS Statistics*.

Cuadro 4. Preguntas formuladas en el cuestionario para evaluar la intubación endotraqueal con modelos impresos en 3D en caninos y felinos

Nro.	Pregunta
1	¿El modelo Anatómico impreso en 3D facilita la comprensión del proceso de intubación endotraqueal en felinos y caninos?
2	¿El modelo anatómico impreso en 3D es didáctico y fácil de utilizar?
3	¿El modelo anatómico impreso en 3D es útil para el estudio de la intubación endotraqueal en felinos y caninos?
4	¿El modelo anatómico impreso en 3D es anatómicamente similar a felinos y caninos reales?
5	Si usted ha participado en procesos de entubación en su vida profesional ¿El proceso realizado en el modelo anatómico impreso en 3D de felinos y caninos se asemeja al procedimiento real?
6	Sugerencias

CAPÍTULO IV

4.1. RESULTADOS

La Fig. 14 muestra los modelos digitales de los animales incluidos en la fabricación de modelos impresos en 3D para practicar la intubación endotraqueal en caninos y felinos.



Fig. 14 Imágenes en diferentes ángulos de los modelos digitales de canino braquicefálico (panel A), mesocefálico (panel B), dolicocefálico (panel C) y del felino (panel D).

En el Anexo 1 se muestran fotografías de los modelos impresos para practicar la intubación endotraqueal de los diferentes caninos y del felino considerados en el estudio. En la Fig. 15 se muestran los resultados de la primera pregunta. Se aprecia que 105 encuestados (86,8%) estuvieron totalmente de acuerdo en que el modelo anatómico impreso en 3D facilitó la

compresión del proceso de intubación endotraqueal en felinos y caninos.

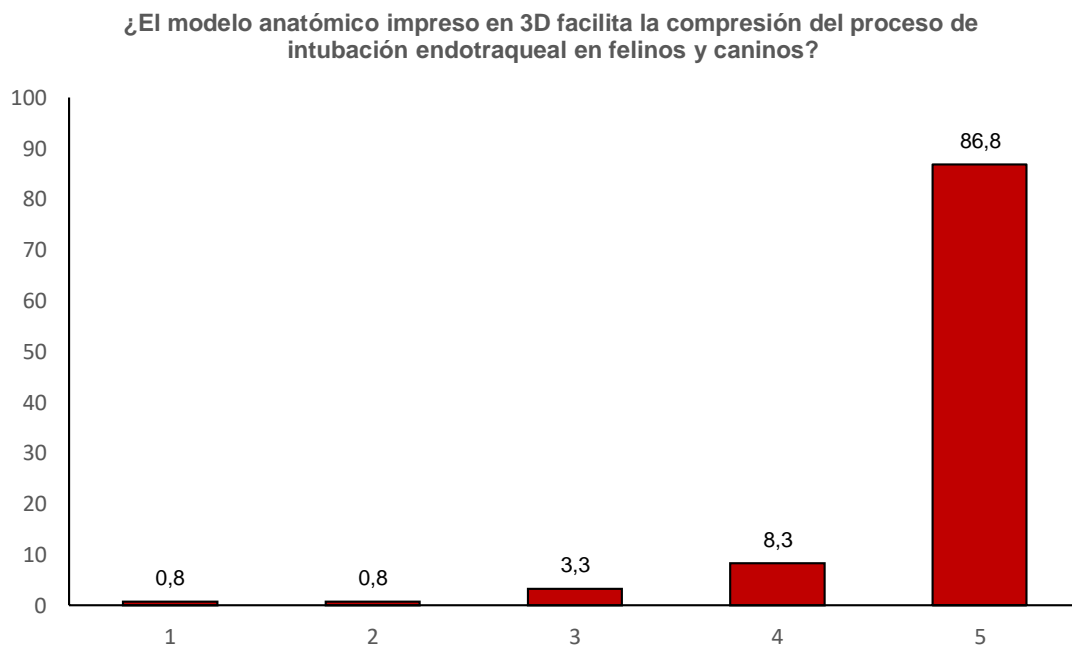


Fig. 15 Resultados a la primera pregunta de la encuesta de satisfacción (5 es diferente a 1, 2, 3 y 4; $P < 0,01$)

La Fig. 16 indica los resultados de la encuesta a la segunda pregunta. De las 121 personas encuestadas, 15 respondieron estar de acuerdo (12,4%) y 105 indicaron estar totalmente de acuerdo (83,5%) con el postulado que señala al modelo anatómico impreso en 3D como didáctico y fácil de utilizar.

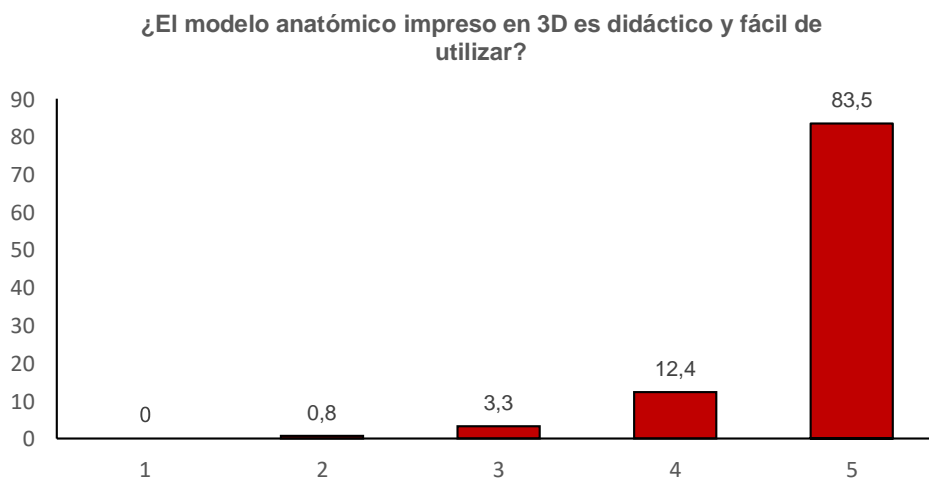


Fig. 16 Resultados a la segunda pregunta de la encuesta de satisfacción (5 es diferente a 1, 2, 3 y 4; $P < 0,01$)

Un alto porcentaje (111/121; 91.8%) de los estudiantes incluidos en la

encuesta de satisfacción manifestaron que el modelo anatómico impreso en 3D fue útil para practicar la intubación endotraqueal en felinos y caninos Fig. 17.

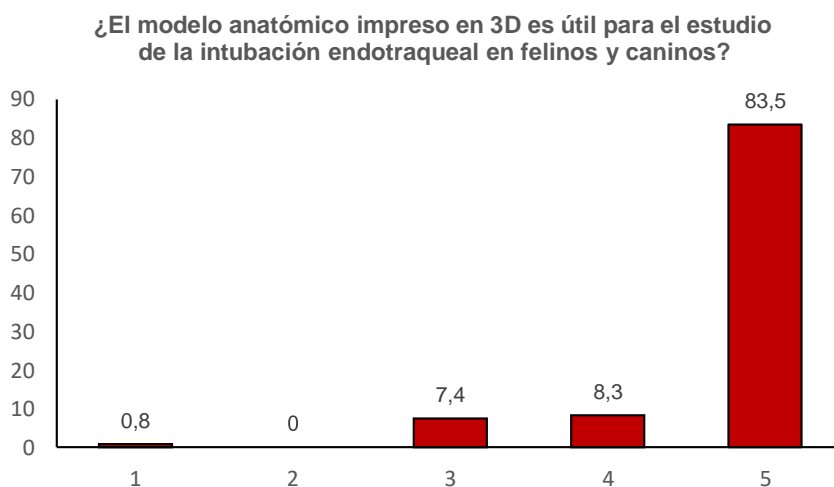


Fig. 17 Resultados a la tercera pregunta de la encuesta de satisfacción (5 es diferente a 1, 2, 3 y 4; $P<0,01$)

De igual modo, 86,8% (105/121) de los estudiantes encuestados indicaron que el modelo anatómico impreso en 3D era anatómicamente similar a felinos y caninos reales. No obstante, 5,8% (7/121) de personas no estuvieron de acuerdo con ello Fig. 18.

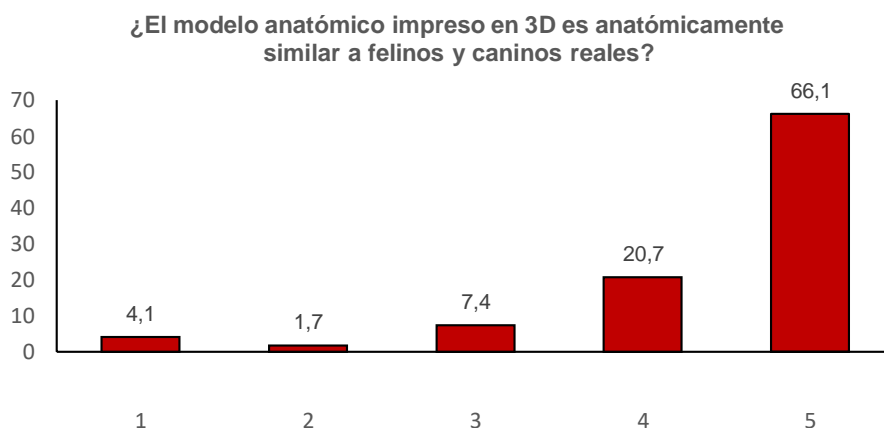


Fig. 18 Resultados a la cuarta pregunta de la encuesta de satisfacción (5 es diferente a 1, 2, 3 y 4; $P<0,01$)

En respuesta a la quinta pregunta Fig. 19, 4,2% (5/121) de los encuestados estuvieron en desacuerdo en que la intubación endotraqueal efectuada en el modelo 3D de caninos y felinos era semejante al procedimiento real, y 8,3% (10/121) de ellos tuvieron una posición neutral. Sin embargo, una gran mayoría (87,6%; 106/121) indicaron estar satisfechos con el modelo en ese aspecto.

Si usted ha participado en procesos de entubación en su vida profesional ¿El proceso realizado en el modelo anatómico impreso en 3D de felinos y caninos se asemeja al procedimiento real?

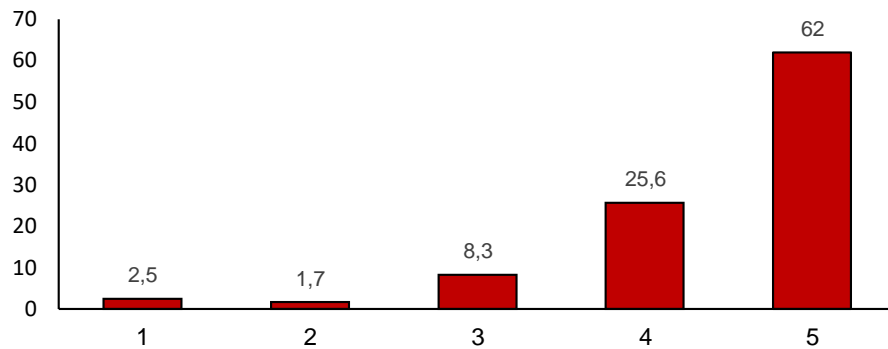


Fig. 19 Resultados a la quinta pregunta de la encuesta de satisfacción (5 es diferente a 1, 2, 3 y 4; $P < 0,01$)

En la respuesta al comentario de opinión (pregunta 6), 50/121 encuestados (41,3%) no expresaron ninguna opinión, 4/121 (3,3%) señalaron la conveniencia de hacer estos modelos 3D en otras especies, 6/121 (4,9%) cuestionaron el material de la lengua y la epiglotis, indicando que fuera de un material más retráctil. Además, se hicieron otros comentarios entre los que destacan la necesidad de incluir un mayor número de modelos y diferentes tamaños para practicar la intubación endotraqueal en estas especies.

En definitiva, una proporción importante de los encuestados expresaron satisfacción con los modelos probados, y acotaron que su implementación como estrategia de aprendizaje y entrenamiento en esta técnica en los estudiantes de veterinaria sería muy provechoso.

CAPÍTULO V

5.1. DISCUSIÓN

Tal como se ha expresado con antelación, la mayoría de los participantes del presente estudio (86,8%) han asentado que el modelo anatómico impreso en 3D facilita la comprensión del proceso de intubación endotraqueal en caninos y felinos, en este sentido Jones *et al.* (2017) han apuntado que el empleo de modelos anatómicos y simuladores mejora la experiencia y confianza en el personal.

Los hallazgos alcanzados en el presente trabajo respecto a la mayor comprensión del procedimiento de intubación endotraqueal pueden contribuir a reducir el tiempo requerido para realizarlo con éxito, el cual tiende a ser mayor en el estudiante según han enunciado Langton & Blevins (2021). Conviene destacar que, la influencia positiva ejercida en el personal a través de la implementación del modelo anatómico respecto a la comprensión de la intubación endotraqueal, son develadas también por Reipen *et al.* (2018), quienes aseveran que tales herramientas interactivas generan promueven la adquisición de conocimientos teóricos y prácticos.

Ahora bien, debe informarse que cerca de la totalidad de la población estudiada (95,9%) sostiene que el modelo anatómico impreso en 3D resulta didáctico y fácil de utilizar, tal como lo han indicado Harris *et al.* (2020) quienes afirman que en su investigación los participantes indicaron que el modelado anatómico es una herramienta práctica y segura.

El 91,8% de los encuestados ha señalado que el modelo anatómico impreso en 3D para la intubación endotraqueal de perros y gatos es útil para practicar tal procedimiento, lo cual resulta idóneo puesto que tal como lo manifiestan Manrique *et al.* (2020) es necesario que el personal se encuentre capacitado para realizar el procedimiento de forma correcta, favoreciendo el incremento en la tasa de supervivencia y reducción del riesgo del paciente.

Bustamante *et al.* (2019) también ha conseguido determinar que la mayoría

de los alumnos (94%) aseveran que la implementación de modelos anatómicos es útil en el desarrollo de la habilidad necesaria para realizar a intubación endotraqueal en animales. También Reipen *et al.* (2018) ha documentado resultados proporcionales a los del presente estudio, puesto que observó que una fracción cercana a la totalidad de su población (70%) ha manifestado la facilidad que caracteriza el empleo y reconocimiento de estructuras anatómicas mediante el uso del modelado anatómico.

Ahora bien, la proporción de participantes que han indicado en el presente trabajo que el modelo anatómico es útil en la enseñanza de la técnica resulta superior a la evidenciada por Smith (2017), quien la ha precisado en 47%.

El 86,8% de los individuos participantes de la investigación ha puntualizado que el modelo anatómico impreso en 3D para la intubación endotraqueal resulta anatómicamente similar, resultado semejante al expuesto por Nejamkin *et al.* (2020) quien ha detallado que la fidelidad anatómica ha sido establecida en 7,7/10 en su estudio.

Gran proporción de los sujetos incluidos en el trabajo de investigación (87,6%) pormenoriza que el procedimiento realizado con el modelo anatómico impreso en 3D resulta similar al efectuado habitualmente, este hallazgo es relevante puesto que tal como lo enuncian Park *et al.* (2019), la intubación fallida puede provocar compromiso del estado de salud del animal e incluso, la muerte. También Vizcaino (2020), Molina & García (2017), Brown (2007) y Laredo & Belda (2000) detallan un importante número de consecuencias que pueden derivarse del procedimiento de la intubación endotraqueal.

En general, los participantes han coincidido en especificar que el modelo anatómico impreso en 3D para la intubación endotraqueal de caninos y felinos es de provecho, lo cual se asemeja a los señalamientos de Reipen *et al.* (2018) quienes advierten que es necesario poner en marcha métodos novedosos que permitan fomentar la destreza y habilidad requerida para realizar procedimientos como la intubación endotraqueal.

Otro de los autores que postulan el provecho que resulta del empleo de modelados anatómicos son Musk *et al.* (2017), tales investigadores sostienen

que tal beneficio se deriva de la reducción de los costes y cuestionamientos de índole ética por el empleo de animales vivos.

Nejamkin *et al.* (2020) añade como ventaja el hecho de velar por el bienestar del animal al reducir el empleo de estos en las prácticas de intubación endotraqueal, lo cual le genera estrés al perro o gato; por otra parte, estos autores han logrado resultados que se aproximan a los alcanzados en el presente trabajo, puesto que advierten que el empleo de modelados anatómicos resultan ventajosos en especial en etapa de pregrado.

Debe resaltarse la importancia que reviste el empleo de modelos anatómicos según la perspectiva de Buis *et al.* (2016) quien hace alusión a la intubación difícil y a la necesidad de cumplir con una curva de aprendizaje que incluye realizar la intubación endotraqueal en 50 oportunidades para adquirir la competencia requerida.

CAPÍTULO VI

6.1. CONCLUSIONES

- Se describió el procedimiento de intubación endotraqueal en caninos y felinos, de forma que sea realizado exitosamente sin que represente un riesgo para el paciente. La mala praxis durante la intubación endotraqueal, que es frecuente cuando la persona no ha sido adecuadamente entrenada, puede acarrear problemas de salud en el animal, que van desde complicaciones leves hasta graves, e incluso la muerte.
- Se diseñaron digitalmente 4 modelos anatómicos didácticos en 3D para intubación endotraqueal, los cuales fueron representativos de diferentes tipos de animales que rutinariamente recurren al servicio veterinario. Así, se diseñaron modelos de caninos con cráneos braquicefálico, dolicocefálico y mesocefálico, y uno de felino (braquicefálico).
- Los modelos anatómicos 3D, caninos y felino, se imprimieron exitosamente. Para la parte exterior del modelo de intubación endotraqueales se utilizó el ácido poliláctico, mientras que en las partes internas del modelo endotraqueal se empleó en poliuretano termoplástico.
- La prueba de modelo, por parte de estudiantes y profesionales de la medicina veterinaria, resultó en un conjunto de opiniones favorables al modelo de intubación endotraqueal. La gran mayoría expresó satisfacción con este, y estuvieron de acuerdo en que permitió recrear el procedimiento con bastante similitud, todo ello contribuye en facilitar la adquisición de competencias procedimentales en la práctica de intubación endotraqueal.
- Para finalizar, debe indicarse que tomando en consideración los hallazgos de la investigación, se puede aseverar que se comprueba la hipótesis de investigación ya que la impresión de modelos anatómicos en 3D para intubación endotraqueal de felinos y caninos mestizos, representa un recurso didáctico idóneo para que estudiantes y docentes lleven a cabo de manera efectiva la intubación endotraqueal.

6.2. RECOMENDACIONES

Finalizada la investigación se pueden realizar las siguientes recomendaciones:

- Que se imprima un número acertado de modelos didácticos 3D para la enseñanza y entrenamiento de la intubación endotraqueal de felinos y caninos mestizos, empleando modelos de diferente tamaños y especies no incluidas en este estudio.
- Que se mejoren ciertos aspectos, como la flexibilidad y consistencia de la lengua y la epiglotis, para hacer el modelo más ajustado a las características anatómicas y funcionales del animal vivo.
- Emplear otros materiales disponibles en el mercado para componentes particulares del modelo, y la inclusión de mecanismos que imiten, por ejemplo, el movimiento de la glotis y de los cartílagos aritenoides.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Adshead, S. (2011). Cuffed endotracheal intubation in cats. *The Veterinary Nurse*, 9, 510-517.
- Alderson, B., Senior, J., & Dugdale, A. (2006). Tracheal necrosis following tracheal intubation in a dog. *Journal of small animal practice*, 47(12), 754-756.
- Aprea, A., & Giordano, A. (2017). *Manual de endoscopía veterinaria*.
- Baeza, F. (2009). Introducción. *Rev Chil Anest*, 38(2), 71-74.
- Bednarski, R., Grimm, K., Harvey, R., Lukasiv, V., Penn, W., Sargent, B., & Spelts, K. (2011). AAHA anesthesia guidelines for dogs and cats. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 6, 377-385.
- Bird, A., Bird, D., & McMillan, M. (2019). Aspects of in vivo endotracheal tube intracuff pressure in cats. *Veterinary anaesthesia and analgesia*, 6(1), 55-63.
- Brodbelt, D. (2010). Feline anesthetic deaths in veterinary practice. *Topics in companion animal medicine*, 25(4), 189-194.
- Brown, C. (2007). Endotracheal intubation in the dog. *Lab Animal*, 36(2), 23-24.
- Buis, M., Maissan, I., Hoeks, S., Klimek, M., & Stolker, R. (2016). Defining the learning curve for endotracheal intubation using direct laryngoscopy: A systematic review. *Resuscitation*, 99, 63-71.
- Bustamante, R., García, V., Canfrán, S., & Aguado, D. (2019). Uso de simuladores y vídeos sobre procedimientos básicos en anestesia: Satisfacción del alumnado. *VetDoc. Revista de Docencia Veterinaria*, 3, 131-132.
- Castejón, J., & Alaminos, A. (2006). *Escalamiento: Medida de las actitudes, opiniones, sentimientos y percepciones*. Marfil.

[https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/20331/1/Elaboraci%
c3%b3n,%20an%
c3%a1lisis%20e%20interpretaci%
c3%b3n.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/20331/1/Elaboraci%c3%b3n,%20an%c3%a1lisis%20e%20interpretaci%c3%b3n.pdf)

- Cebrián, E., & Benito, J. (2008). *Intubación en el gato. Servicio de Anestesiología Hospital Clínico Veterinario* [Universidad Complutense de Madrid]. <http://webs.ucm.es/info/secivema/docs%20anestesia%20pdf/GUIAS-ANESTESIA-PDF/39-proced-intubagatos-NR.pdf>
- Clause, M., Nejamkin, P., Bulant, C., Genaro, A., Landivar, F., Del Sole, M., & Clause, A. (2020). A low-cost portable simulator of a domestic cat larynx for teaching endotracheal intubation. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 47(5), 676-680.
- Cruz, I. (2001). La maniobra de intubación endotraqueal (IE). *Consulta Difus Vet*, 9, 63-68.
- Eguren, J. (2019). *Síndrome del perro braquicefálico: Actualización en su fisiopatología, diagnóstico y tratamiento* [Tesis de Grado, Universidad De La República]. <https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/2714/FV-34007.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Eichel, J., Korb, W., Schlenker, A., Bausch, G., Brehm, W., & Delling, U. (2013). Evaluation of a training model to teach veterinary students a technique for injecting the jugular vein in horses. *Journal of veterinary medical education*, 40(3), 288-295.
- Eldridge, L. (2021). *What Is an Endotracheal Tube? Purpose, Placement, and Possible Risks*. <https://www.verywellhealth.com/endotracheal-tube-information-2249093>
- Hackmann, C., Dos-Reis, D., & de-Assis, A. (2019). Digital revolution in veterinary anatomy: Confection of anatomical models of canine stomach by scanning and three-dimensional printing (3D). *Int. J. Morphol*, 37(2), 486-490.

- Harris, R., O'Reilly, M., & Baillie, S. (2020). Evaluation of an endotracheal intubation model and practical for training veterinary nursing students. *Veterinary Nursing Journal*, 35(2), 42-45.
- Helmes, A. M., & Barrón, J. C. E. (2018). Historia y actualidades del manejo de la vía aérea. ¿ Realmente ya no existe la vía aérea difícil? *Rev Mex Anest*, 41(1), 158-161.
- Hofmeister, E., Trim, C., Kley, S., & Cornell, K. (2007). Traumatic endotracheal intubation in the cat. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 34(3), 213-216.
- Izquierdo Pardo, J., Pardo Gómez, M., & Izquierdo Lao, J. (2020). Modelos digitales 3D en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias médicas. *Medisan*, 24(5), 1035-1048.
- Jones, J., Rinehart, J., & Englar, R. (2019). The effect of simulation training in anesthesia on student operational performance and patient safety. *Journal of veterinary medical education*, 46(2), 205-213.
- Jones, J., Rinehart, J., Spiegel, J., Englar, R., Sidaway, B., & Rowles, J. (2017). Development of Veterinary Anesthesia Simulations for Pre-Clinical Training: Design, Implementation, and Evaluation Based on Student Perspectives. *Journal of Veterinary Medical Education*, 45(2), 1-9. <https://doi.org/10.3138/jvme.1016-163r>
- Kim, S., Kwon, J., Kim, Y., Lee, H., Seo, H., Lim, S., Joo, S., Seo, D., Kim, W., & Hong, S. (2018). Impact of a custom-made 3D printed ergonomic grip for direct laryngoscopy on novice intubation performance in a simulated easy and difficult airway scenario—A manikin study. *PLoS One*, 13(11), 1-10.
- Lahoz, T., Relancio, L., Aldaz, I., Calvo, R., Escudero, M., & Ibañez, R. (2021). Revisión bibliográfica sobre intubación endotraqueal, complicaciones y papel del equipo de enfermería. *Revista Sanitaria de Investigación*, 2(4). <https://revistasanitariadeinvestigacion.com/revision-bibliografica-sobre->

intubacion-endotraqueal-complicaciones-y-papel-del-equipo-de-enfermeria/

- Langton, S., & Blevins, M. (2021). The time required to achieve endotracheal intubation in dogs: A comparison of veterinary students and qualified veterinary surgeons. *Veterinary anaesthesia and analgesia*, 48(5), 745-748.
- Laredo, A., & Belda, M. (2000). Accidentes y complicaciones en anestesia de pequeños animales (I). *Anales de Veterinaria (Murcia)*, 16, 89-100.
- León, M., Marcos-Fernández, A., & Rodríguez-Hernández, J. (2019). Impresión 3D con materiales elástoméricos. *Revista de Plásticos Modernos*, 118(747), 6-15.
- López, P., Mayo, A., Rutllant, L., & López, B. (2018). *Atlas de los músculos del perro*. Associação Brasileira das. <http://repositorio.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/620/1/Atlas%20de%20los%20musculos%20del%20perro%20-verso-espanhol---2018.o.pdf>
- Manabe, H., Murakami, M., Kendall, A., & Fulkerson, C. (2021). Tracheal stenosis following endotracheal intubation in a dog. *The Canadian Veterinary Journal= La Revue Veterinaire Canadienne*, 62(12), 1289-1291.
- Manrique, D., Pardo, L., Bermúdez, M. T., & Velásquez, G. (2020). *El proceso de intubación endotraqueal desde la Atención Prehospitalaria en Colombia: Eficacia y necesidad de realizarlo* [Trabajo de Titulación, Universidad CES].
https://repository.ces.edu.co/bitstream/10946/4480/1/1020493953_2020.pdf
- Molina, D., & García, G. (2017). Efectividad de factores predictivos de intubación en caninos. *Revista MVZ Córdoba*, 22(1), 5683-5693.
<https://doi.org/10.21897/rmvz.928>

- Musk, G., Collins, T., & Hosgood, G. (2017). Teaching veterinary anesthesia: A survey-based evaluation of two high-fidelity models and live-animal experience for undergraduate veterinary students. *Journal of Veterinary Medical Education*, 44(4), 590-602.
- Navarro, F. P. (2002). Tratamiento multidisciplinario de la obstrucción de la vía aérea I. Introducción. *Gaceta Médica de México*, 138(5), 427-428.
- Nejamkin, P., Clause, M., Bullant, C., Genaro, A., Clause, A. S., & del Sole, M. (2020). Simulador de laringe para enseñanza de la intubación orotraqueal en felinos. *Revista Docencia Veterinaria*, 3. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/154008/CONICET_Digital_Nro.c9b370de-236a-414d-b40d-28fa8e9ef498_M.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Nutt, L., Webb, W., Prosser, K., & Defarges, A. (2014). Management of dogs and cats with endotracheal tube tracheal foreign bodies. *The Canadian Veterinary Journal*, 55(6), 565-568.
- Oberoi, G., Eberspächer-Schweda, M., Hatamikia, S., Königshofer, M., Baumgartner, D., Kramer, A., & Unger, E. (2020). 3D printed biomimetic rabbit airway simulation model for nasotracheal intubation training. *Frontiers in Veterinary Science*, 952.
- Park, L., Price-Williams, S., Jalali, A., & Pirzada, K. (2019). Increasing access to medical training with three-dimensional printing: Creation of an endotracheal intubation model. *JMIR Medical Education*, 5(1).
- Reipen, L., Riestra, C., Reséndiz, M., Zúñiga, A., & Tena, E. (2018). *Evaluación de aprendizaje procedimental significativo para intubación orotraqueal: Abordajes didácticos, simulados y clínicos en un modelo porcino*. 26-31.
- Riaño Benavides, C. (2014). Breve análisis del ejercicio profesional en clínica y cirugía de pequeñas especies animales. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 27(2), 63-64.

- Serna, M., Paz, D., & Mariscal, M. (2012). Descripción de los Tubos Endotraqueales. *AnestesiaR*. <https://anestesiario.org/2012/descripcion-de-los-tubos-endotraqueales/>
- Smith, C. (2017). *The Development and Evaluation of a Novel Feline Intubation Model* [Tesis de Maestría, University of Guelph]. <http://hdl.handle.net/10214/12111>
- Su, Z., Li, S., Zhou, Z., Chen, X., Gu, Y., Chen, Y., Zhong, C., Zhong, M., & Zhong, N. (2017). A canine model of tracheal stenosis induced by cuffed endotracheal intubation. *Scientific Reports*, 7(1), 1-9.
- Tramón, I. A. (2016). *Intubación endotraqueal asistida por ultrasonografía en perros* [Trabajo de Grado, Universidad Austral de Chile]. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2016/fvt771i/doc/fvt771i.pdf>
- Unzueta, M. A. (2016). *Ventilación mecánica en anestesia*. <https://www.academia.cat/files/425-11316-DOCUMENT/VentilaciomecanicaDra.Unzueta.pdf>
- Valliyate, M., Robinson, N., & Goodman, J. (2012). Current concepts in simulation and other alternatives for veterinary education: A review. *Veterinarni medicina*, 57(7), 325-337.
- Vizcaino, E. (2020). *Efecto de la técnica empleada en la presión de inflado del balón de pneumotaponamiento del tubo endotraqueal en el perro* [Trabajo Final de Grado, Universidad de Zaragoza]. <https://zaguan.unizar.es/record/94657/files/TAZ-TFG-2020-2417.pdf>
- Yates, D., & Holgate, A. (2020). Cuffed endotracheal tubes in cats. *Companion Animal*, 25(3), 1-3.

X. ANEXOS



Anexo 1. Fotografías de modelo 3D impreso de canino braquicefálico. Nótese la sonda de intubación endotraqueal, el laringoscopio y la pala.



Anexo 2. Fotografías de modelo 3D impreso de canino dolicocefálico.



Anexo 3. Fotografías de modelo 3D impreso de felino.



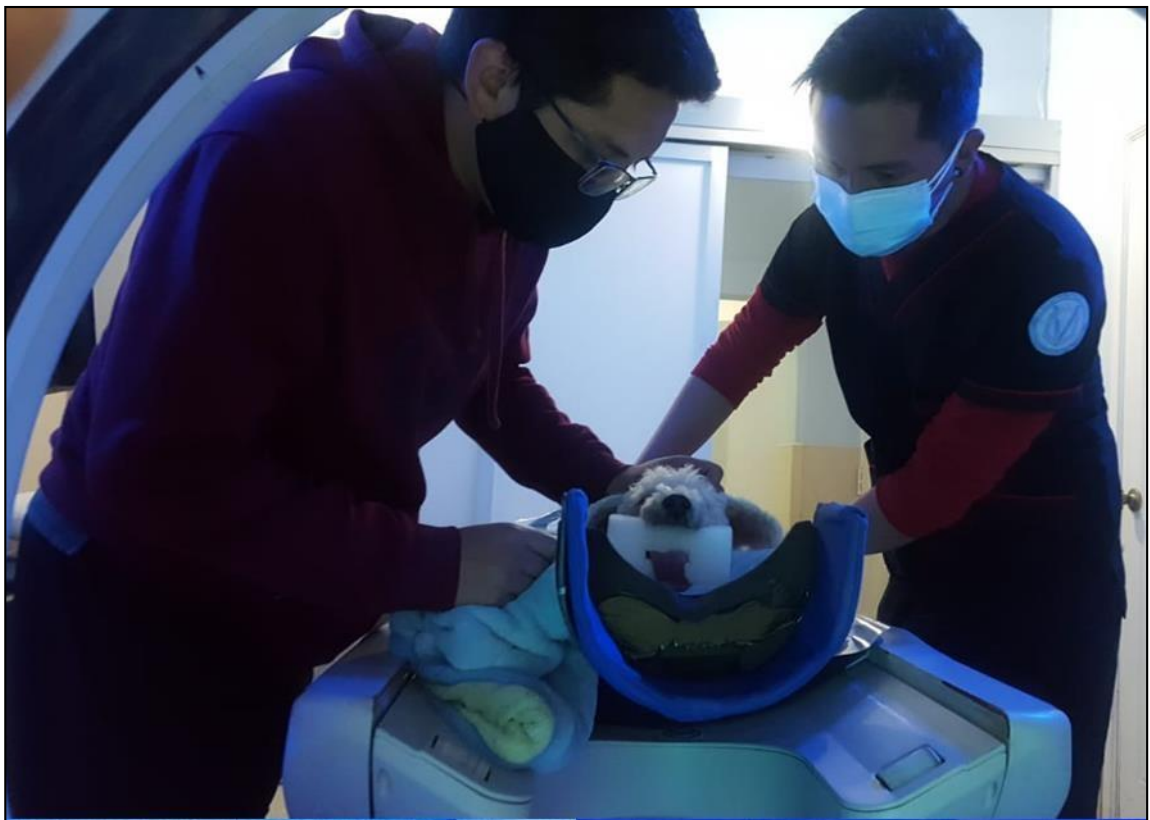
Anexo 4. Fotografía de operadores realizando la maniobra de intubación endotraqueal en uno de los modelos didácticos 3D.



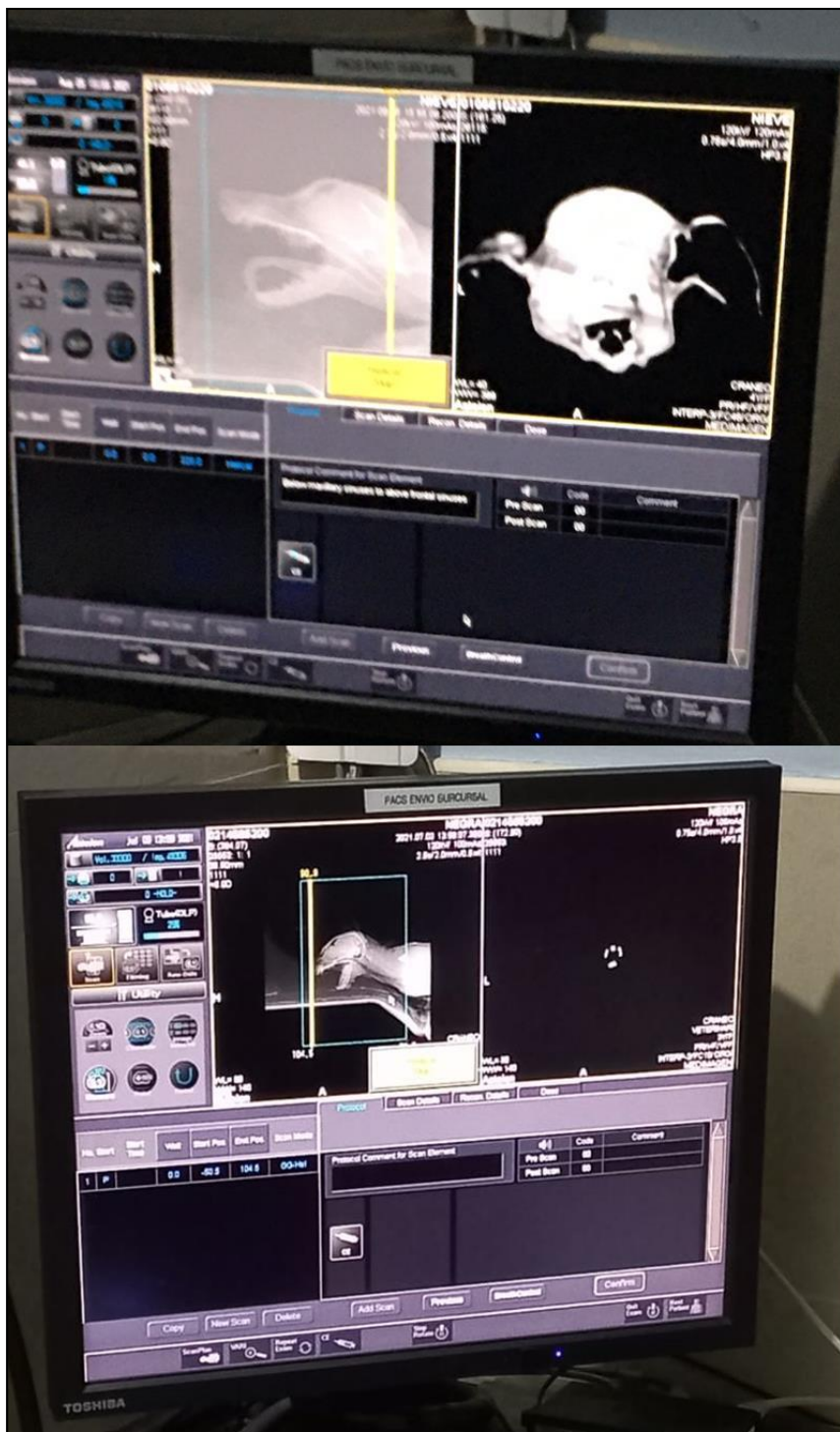
Anexo 5. Fotografías de un operador realizando la maniobra de intubación endotraqueal en uno de los modelos didácticos 3D estando parado y sentado.



Anexo 6. Fotografía de los investigadores con los 4 modelos didácticos 3D para intubación endotraqueal en caninos y felinos.



Anexo 7. Fotografías que muestran el momento en que un canino va a ser sometido a una tomografía.



Anexo 8. Fotografías que muestran el proceso de diseño digital de un modelo 3D canino para intubación endotraqueal.



Anexo 9. Fotografías de los investigadores y del diseñador de los modelos digitales didácticos 3D para intubación endotraqueal. Nótese el modelo digital en la pantalla y el modelo impreso en la mano del diseñador.

Franco David Morales Jara portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0105810220** y **Carlos Xavier Zhishpun Picón** portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0106446271**. En calidad de autores y titulares de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación “Impresión de modelos anatómicos didácticos en 3D para intubación endotraqueal para felinos y caninos mestizos”, de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizamos además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, **18 de abril de 2021**



F:

Franco David Morales Jara

C.I. **010581022**



F:

Carlos Xavier Zhishpun Picón

C.I. **0106446271**