



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

UNIDAD XOCHIMILCO

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y ANIMAL  
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

VALIDACIÓN DE UN “SIMULADOR TEXTIL DE ÚTERO CANINO” COMO MÉTODO  
DE ENSEÑANZA DE LA TÉCNICA DE ESTERILIZACIÓN DE HEMBRAS (OVARIO  
HISTERECTOMÍA) COMO APOYO A LAS ACTIVIDADES DE SALUD PÚBLICA.

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS

**PRESENTE**

Lic. Melissa García González

**CÓMITE TUTORIAL**

**DIRECTOR**

  
Dr. Ángel Raymundo Lozada Gallegos

**CODIRECTOR**

  
Dr. Juan José Pérez Rivero Cruz y Celis

**ASESORA**

  
Dr. Ivonne Michelle Heuze de Icaza

No. De acta:

Ciudad de México, Enero 2025

## **COMITÉ TUTORAL**

---

### **DIRECTOR**

Dr. Ángel Raymundo Lozada Gallegos

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco  
Departamento de Producción Agrícola y Animal

Profesor Investigador Asociado “D”

### **CODIRECTOR**

Dr. Juan José Pérez Rivero Cruz y Celis

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco  
Departamento de Producción Agrícola y Animal

Profesor Investigador Titular “C”

### **ASESORA**

Dr. Ivonne Michelle Heuze de Icaza

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco  
Departamento de Producción Agrícola y Animal

La Maestría en Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, pertenece al Padrón Nacional de Posgrados de Excelencia del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONAHCYT).

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONAHCYT) otorgó una beca a la estudiante del posgrado de la Maestría en Ciencias Agropecuarias Melissa García González con número CVU-CONAHCYT: 1231858

Jurado designado por la Comisión académica de la Maestría en Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma Metropolitana para la tesis titulada: **“VALIDACIÓN DE UN “SIMULADOR TEXTIL DE ÚTERO CANINO” COMO MÉTODO DE ENSEÑANZA DE LA TÉCNICA DE ESTERILIZACIÓN DE HEMBRAS (OVARIO HISTERECTOMÍA) COMO APOYO A LAS ACTIVIDADES DE SALUD PÚBLICA”**. Que presentó:

Lic. Melissa García González

**JURADO DEL EXAMEN**

**PRESIDENTE**

**SECRETARIO**

**VOCAL**

## Agradecimientos

Al **Dr. Ángel Raymundo Lozada Gallegos**, por haber tenido paciencia y confianza, por guiarme en la escritura de cada una de las palabras de esta tesis, brindarme su apoyo incondicional y tiempo, por compartir conmigo su conocimiento en cirugía y permitirme colaborar en proyectos, clases y congresos. Gracias por creer en mí y mi trabajo.

A la **Dr. Juan José Pérez Rivero Cruz y Celis** por haberme guiado, por su apoyo, confianza, asesoría y por transmitirme sus conocimientos y entusiasmo en el análisis de datos.

A la **Dra. Ivonne Michelle Heuze de Icaza**, por su asesoría, guía, ayuda y tiempo, por compartir su conocimiento en animales de bioterio, el cual me enseñó una nueva perspectiva.

A la **Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco** por brindarme la oportunidad de continuar con mis aspiraciones educativas.

Al **Departamento de Producción Agrícola y Animal**, por permitirme el acceso a sus instalaciones y aportación del material requerido para el cumplimiento de este proyecto.

A la **Universidad Autónoma Metropolitana** por permitirme cursar este posgrado y cumplir mi anhelo profesional de ser Maestra.

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONAHCYT)**, por haberme otorgado la beca para poder realizar el estudio de posgrado.

## Dedicatoria

A mis padres Ernesto y Rocío, por apoyarme en cada uno de mis días, por tenerme paciencia y brindarme amor incondicional, permitiéndome estudiar y dedicarme en lo que me apasiona, por impulsarme a ser siempre mejor persona y profesionista.

A mi hermana Berenice por ser siempre un ejemplo para mí de esfuerzo y dedicación, por brindarme amor en todos los momentos de mi vida, por sus consejos y ser mi mejor amiga.

A mis mascotas, en especial Chicharito y Dingo, quienes me han acompañado en cada una de mis noches de desvelo y me han enseñado cuanto amor, respeto e inteligencia tiene un animal.

A mi amigo Ángel, quien creyó en mí para entrar a este posgrado y me ha impulsado a seguir profundizando en mis estudios, gracias por ser una guía en mi vida profesional y personal.

A mis tíos Bertha y Ofelia, quienes me han apoyado desde mi nacimiento hasta el día de hoy, brindándome su apoyo y amor incondicional.

A mis abuelitas Felipa y Beatriz y a mi tío Armando, quienes hasta el final de sus días creyeron en mí y espero que en el cielo estén orgullosos de todo lo que he logrado.

Gracias a todos por estar siempre conmigo y creer en que puedo superarme día a día.

*“Hasta que no hayas amado a un animal  
Una parte de tu alma seguirá dormida”.*

-Anatole France

## Tabla de contenido

<b>RESUMEN .....</b>	<b>4</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>5</b>
<b>1.-INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>2.- MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>9</b>
2.1 OIE Y LA POBLACIÓN DE PERROS VAGABUNDOS EN EL MUNDO.....	9
2.1.1 <i>El abandono de perros en México y CDMX, un problema histórico y económico.</i> .....	10
2.1.2 <i>Los perros vagabundos como un problema de salud pública.</i> .....	13
2.2 MÉTODOS DE CONTROL POBLACIONAL Y EFICACIA.....	14
2.2.1 <i>Métodos quirúrgicos.</i> .....	14
2.2.2 <i>Métodos no quirúrgicos.</i> .....	14
2.3 SITUACIÓN DEL EMVZ, PMVZ Y RECIÉN EGRESADOS EN RELACIÓN CON SUS COMPETENCIAS EN CIRUGÍAS DE ESTERILIZACIÓN.....	15
2.4 LEYES Y PRINCIPIOS BIOÉTICOS APLICADOS A LA ENSEÑANZA QUIRÚRGICA.....	16
2.4.1 <i>Ley de protección animal, Ley de bienestar animal de la CDMX y su relación con la enseñanza quirúrgica.</i> .....	16
2.4.2 <i>Principio de las 3 R 's.</i> .....	19
2.4.3 <i>Principios bioéticos de Paul Taylor.</i> .....	22
2.5 SIMULADORES EN LA MEDICINA VETERINARIA. ....	24
2.5.1 <i>Simuladores, objetivos y clasificación por fidelidad.</i> .....	26
2.5.2 <i>La enseñanza y los simuladores.</i> .....	28
2.5.3 <i>Validación de simuladores.</i> .....	30
2.6 SIMULADORES PARA LA TÉCNICA DE OVH. ....	31
<b>3. HIPÓTESIS.....</b>	<b>34</b>
<b>4. OBJETIVOS .....</b>	<b>34</b>
4.1 OBJETIVO GENERAL .....	34
4.2 ESPECÍFICOS.....	34

<b>5.-METODOLOGÍA .....</b>	<b>35</b>
<b>5.1 SIMULADOR TEXTIL DE “ÚTERO CANINO”.....</b>	<b>35</b>
<b>5.2.- MODELO EXPERIMENTAL Y GRUPOS DE TRABAJO .....</b>	<b>36</b>
<b>5.2.1 Diseño del modelo experimental para validar el simulador.....</b>	<b>36</b>
<b>5.2.2. Grupos de trabajo .....</b>	<b>36</b>
<b>5.3 PROTOCOLO QUIRÚRGICO DE OVH - TÉCNICA DE TRES PINZAS.....</b>	<b>37</b>
<b>5.4. VARIABLES Y MODELO DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE CON EL SIMULADOR....</b>	<b>38</b>
<b>5.5 ESTADÍSTICA. ....</b>	<b>39</b>
<b>6.- RESULTADOS.....</b>	<b>40</b>
<b>6.1 ETAPA 1- ENTRENAMIENTO CON SIMULADOR .....</b>	<b>40</b>
<b>6.1.1 Tiempo requerido para realizar la técnica quirúrgica. ....</b>	<b>40</b>
<b>6.1.2 Errores cometidos durante la realización de la técnica.....</b>	<b>40</b>
<b>6.1.3 Asesorías requeridas durante el desarrollo de la técnica. ....</b>	<b>41</b>
<b>6.2 ETAPA 2- TÉCNICA DE OVH EN MODELO BIOLÓGICO. ....</b>	<b>42</b>
<b>6.2.1 Tiempo requerido para realizar la técnica quirúrgica. ....</b>	<b>42</b>
<b>6.2.2 Errores cometidos durante la realización de la técnica.....</b>	<b>46</b>
<b>7.- DISCUSIÓN.....</b>	<b>47</b>
<b>8.- CONCLUSIÓN.....</b>	<b>52</b>
<b>9.- BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>53</b>
<b>10.- ANEXOS .....</b>	<b>59</b>

## RESUMEN

La adquisición de habilidades para realizar una ovariohisterectomía (OVH) es fundamental para los estudiantes de medicina veterinaria. Estudios previos han demostrado que el entrenamiento repetitivo en simuladores es la forma más efectiva de desarrollar estas competencias. Sin embargo, los simuladores comerciales suelen ser costosos, lo que limita su accesibilidad y subraya la necesidad de alternativas más económicas. Este estudio evaluó la eficacia de un simulador de bajo costo, elaborado con materiales textiles y de fácil construcción, diseñado para replicar los ovarios y el útero caninos en la formación de estudiantes en la técnica de OVH. Además, se analizó el impacto de la orientación de un tutor en el proceso de aprendizaje.

Los 30 participantes fueron divididos en tres grupos: el primero con simulador y asesoría (CA), el segundo con solo simulador (SA) y tercer grupo sin simulador (SS). Cada estudiante del grupo CA y SA realizó 20 repeticiones de la técnica de OVH de tres pinzas, registrándose el número de errores y el tiempo de ejecución. El grupo CA alcanzó la estabilización en la curva de aprendizaje (con errores mínimos) en la 7<sup>a</sup> repetición y logró el tiempo más rápido en la 6<sup>a</sup>. En contraste, el grupo SA que alcanzó la meseta de aprendizaje en términos de errores mínimos y tiempo más rápido en la 15<sup>a</sup> repetición. Cabe destacar que, en el grupo CA, los estudiantes dejaron de solicitar la orientación del tutor a partir del 11° intento.

Para la segunda etapa de este estudio se realizó la misma técnica en un modelo biológico (*oryctolagus cuniculus*) en donde el grupo CA tuvo un tiempo total de 57.7 minutos con 0-2 errores, el grupo SA 66.4 minutos con 1-4 errores, mientras que el grupo SS 89 minutos con 10-21 errores.

Este simulador de bajo costo se presenta como una herramienta efectiva con o sin asesoría, para la capacitación inicial en técnicas quirúrgicas, permitiendo a los estudiantes practicar el procedimiento de OVH.

## ABSTRACT

The acquisition of skills to perform an ovariohysterectomy (OVH) is essential for veterinary medicine students. Previous studies have shown that repetitive training using simulators is the most effective way to develop these competencies. However, commercial simulators are often expensive, limiting their accessibility and highlighting the need for more cost-effective alternatives. This study evaluated the effectiveness of a low-cost simulator, made with textile materials and easy to construct, designed to replicate canine ovaries and the uterus for training students in the OVH technique. Additionally, the impact of tutor guidance on the learning process was analyzed.

The 30 participants were divided into three groups: the first with a simulator and guidance (SG), the second with only a simulator (OS), and the third without a simulator (NS). Each student in the SG and OS groups performed 20 repetitions of the three-clamp OVH technique, recording the number of errors and execution time. The SG group reached the learning curve stabilization (with minimal errors) by the 7th repetition and achieved the fastest time by the 6th repetition. In contrast, the OS group reached the learning plateau in terms of minimal errors and fastest time by the 15th repetition. Notably, in the SG group, students stopped requesting tutor guidance after the 11th attempt.

In the second stage of this study, the same technique was performed on a biological model (*oryctolagus cuniculus*). The SG group achieved a total time of 57.7 minutes with 0-2 errors, the OS group recorded 66.4 minutes with 1-4 errors, and the NS group required 89 minutes with 10-21 errors.

This low-cost simulator is presented as an effective tool, with or without guidance, for initial training in surgical techniques, allowing students to practice the OVH procedure effectively.

## 1.-INTRODUCCIÓN

Actualmente los animales de compañía, los cuales son una parte importante en la vida de las personas, se definen como aquellos que se encuentran bajo el cuidado humano, compartiendo no solo una cercanía física sino también un vínculo emocional con sus cuidadores. Los responsables de estos animales deben brindarles las 5 libertades del bienestar animal y en el caso de la Ciudad de México, cumplir con los artículos correspondientes establecidos en la Ley de protección animal actualizada en 2023 (Díaz Videla *et al.*, 2016; (Ley de protección a los animales de la Ciudad de México, 2023). Sin embargo, también existe la tenencia irresponsable y en el caso de perros o gatos el descuido y abandono puede conducir a la reproducción no controlada; situación en la que en cada camada aproximadamente el 50% de los cachorros corresponde a hembras, una sola hembra puede generar una descendencia de 67,000 perros o 420,000 gatos en seis años, de los cuales muchos serán abandonados (Gob. Reg. Metropolitano de Santiago, 2012).

La Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), considera que estos animales abandonados representan un problema de salud pública que debe ser controlado (OIE, 2021). Entre los problemas más importantes asociados con los perros en situación de calle, se encuentra la transmisión de enfermedades zoonóticas como: rabia (desde 2019 México fue validado por la OMS como libre de rabia, sin embargo, en 2022 se identificó un caso de rabia humana debido a la mordedura de un gato sin antecedente de vacunación) (Secretaría de Salud, 2024), equinococosis quística, leptospirosis, *Toxocara canis* y *Ancylostoma caninum*, por mencionar algunas. En el caso de las dos últimas enfermedades, su importancia radica en que son producidas por los parásitos más encontrados en lugares públicos de México, ya sea en hábitat natural, urbano y suburbano (Cuzcano *et al.*, 2017; Ramírez *et al.*, 2019; Vélez-Hernández *et al.*, 2012). Se debe tener en cuenta que los altos índices de abandono de perros, aumentan el porcentaje de riesgo de enfermedades zoonóticas en la población mexicana. Además, los perros sin hogar carecen de

bienestar animal y en ocasiones se debe recurrir a la eutanasia de cachorros no planeados cuando no se les puede conseguir un cuidador; por lo que es importante realizar el control reproductivo de la población canina en situación de calle o con propietarios irresponsables (SMPA, 2010).

Existen distintas opciones para lograr este objetivo, dentro de los métodos quirúrgicos se encuentran la ovariohisterectomía (OVH) y la orquitectomía (Peláez *et al.*, 2018). Dentro de los métodos no quirúrgicos, se pueden mencionar los métodos químicos como los progestágenos, sin embargo, el uso de estos puede tener efectos secundarios no deseados como: cambios de conducta, exceso de estimulación del endometrio que da lugar a endometritis o piómetra, enfermedades mamarias como tumores e hiperplasias, y alteraciones pancreáticas. Otra desventaja de los métodos químicos es que deben aplicarse por vía intramuscular durante 1-2 semanas y repetirse cada 2-6 meses (Muñoz *et al.*, 2011), lo que resulta imposible de lograr en la población canina antes mencionada.

Es por esto por lo que la esterilización quirúrgica (OVH en hembras y orquitectomía en machos), es actualmente la opción más confiable ya que es 100% eficaz (OIE, 2021), debido a que es permanente y no requiere de aplicaciones hormonales continuas.

Sin embargo, a pesar de los beneficios de la técnica de OVH como instrumento de control poblacional en perros, esta es una de las cirugías con mayor grado de dificultad para enseñar y aprender. Con relación a esto, un estudio con cirujanos veterinarios de California, Estados Unidos, reveló que más del 60% esperaba que los recién egresados de Medicina Veterinaria tuvieran buenas habilidades quirúrgicas con una supervisión mínima requerida, especialmente en procedimientos quirúrgicos comunes como la OVH; sin embargo, el 17% de los empleadores sentían que los recién egresados presentaban deficiencias en su capacidad para realizar procedimientos quirúrgicos de rutina ( OVH y orquitectomía). Por otro lado, con relación al entrenamiento quirúrgico, en Australia se encontró que, entre los estudiantes de medicina veterinaria, el 41% tuvo la oportunidad de

realizar una OVH en un gato, y el 75% tuvo la oportunidad de realizar una OVH en un perro; mientras que como recién egresados, más del 95% tuvieron que realizar una OVH sin supervisión de un experto (Read, 2016). Por lo anterior, consideramos importante que los estudiantes de licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia desarrollen el entrenamiento adecuado y supervisado en el procedimiento quirúrgico de OVH, que los califique para ser responsables de ejecutar dicho procedimiento, asegurando el bienestar del animal y la preservación de la salud pública (SMPA, 2010).

No obstante, la enseñanza y entrenamiento de los alumnos también enfrentan el reto de la ética y el bienestar animal, por lo que en las etapas iniciales del aprendizaje de cualquier técnica quirúrgica se debe evitar el uso de animales vivos (Kirk *et al.*, 2018); debido a esto, los modelos artificiales de simulación quirúrgica son una herramienta complementaria para el entrenamiento médico quirúrgico (Molina *et al.*, 2012). Sin embargo, los simuladores de OVH disponibles en el mercado tienen un costo elevado de compra (por ejemplo, \$135.00 dólares por un simulador de útero y \$32,490.00 dólares por un simulador que reproduce toda la cavidad abdominal) y de reposición de las partes utilizadas por cada práctica (hasta \$37.00 dólares) (Annandale *et al.*, 2019; Young *et al.*, 2019). Estos costos determinan que el presupuesto de las universidades públicas no permita su adquisición. (Annandale *et al.*, 2019).

Por las razones anteriores, en este trabajo de investigación se evaluó la eficacia del uso de una herramienta textil de simulación de útero canino, para la enseñanza de la técnica de OVH, de fabricación casera estandarizada y bajo costo, en el entrenamiento de estudiantes del módulo Técnicas y Terapéutica Quirúrgicas de la licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia impartida en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. El modelo antes mencionado fue diseñado durante el periodo del Programa de Emergente de Educación Remota adoptado a partir de pandemia por SARS COV-2, y tiene la característica de poder ser entregado en línea a los alumnos, para así construirlo y practicar desde casa, además de permitir supervisarlos en línea o de manera presencial para enriquecer

la retroalimentación de conocimientos y habilidades quirúrgicas (Arcadio Castillo, 2021).

## 2.- MARCO TEÓRICO

### 2.1 OIE y la población de perros vagabundos en el mundo.

La Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), considera que los perros vagabundos y asilvestrados forman parte de los grandes problemas de salud pública, sanidad y bienestar animal. Sin embargo, también tienen impacto en el aspecto socioeconómico, ambiental, político e incluso religioso en algunos países (OIE, 2021).

En el *Código sanitario para animales terrestres* elaborado por la OIE en 2011, se menciona que el fomento de la propiedad responsable de los perros puede reducir considerablemente el número de perros vagabundos y la incidencia de enfermedades zoonóticas (OIE, 2011).

Dado que la ecología canina está vinculada a las actividades humanas, para que el control de la población de perros resulte eficaz debe acompañarse de cambios en el comportamiento humano: educación en la tenencia responsable por parte de los propietarios (OIE, 2011).

Un aspecto importante para definir es el significado de un perro vagabundo, por lo que se considera de 4 tipos: perro errante con propietario, pero de “libre vigilancia”, perro errante sin propietario y perro asilvestrado (perro doméstico que nació en las calles y no ha tenido acercamiento ni depende directamente de un ser humano). En cuanto al responsable de un perro, se define como aquella persona que acepta y se compromete a cumplir una serie de obligaciones dimanantes de la legislación vigente, encaminadas a satisfacer las necesidades comportamentales, ambientales y físicas de un perro; así como a prevenir los riesgos (agresión, transmisión de enfermedades o heridas) que el animal pueda presentar para la comunidad, para otros animales o para el medio (OIE, 2021).

De igual forma, el código sanitario de la OIE hace mención de elementos que se deben considerar para establecer programas eficaces de control de la población canina como lo son: registro de los perros y concesión de autorización a los criadores, vacunación contra la rabia y otras medidas de prevención de enfermedades zoonóticas (medicina preventiva), procedimientos quirúrgicos veterinarios (esterilizaciones), control de transporte de perros y gatos (viajes nacionales e internacionales), control de perros peligrosos, reglamentación sobre la cría y venta de perros, reglamentación sobre perreras y residencias caninas, así como obligaciones de los propietarios y las administraciones en materia de bienestar animal (OIE, 2011).

#### 2.1.1 El abandono de perros en México y CDMX, un problema histórico y económico.

El abandono y la sobre población de perros vagabundos en México es un problema que existe desde la época del Virreinato en 1792. Año en el que era tal la cantidad de perros en las calles de Ciudad de México, que el virrey Villagigedo ofreció 4 pesos por cada ciento de perros cazado; resultando en la eliminación de más de 20 mil perros vagabundos (Ávila, 2007). La siguiente gran cacería de perros fue en 1819-1820, época en la que las inundaciones en distintas regiones provocaron que gran parte de la población canina vagabunda migrara a la Ciudad de México, por lo que el gobierno ordenó a los guardias nocturnos matar a cien perros cada noche, resultando en la muerte de 1,326 en una semana. Por último, en 1853, Santa Ana realizó el control de la población canina estableciendo recompensa por cada perro vagabundo cazado y a la tenencia de perros de casa le impuso un impuesto mensual de un peso (Exbalin, 2014).

Desde ese entonces el gobierno mexicano ha buscado opciones para controlar la población de perros vagabundos, por ejemplo, en el oficio **CCMX/UEFP/75/2019** publicado en la gaceta del Gobierno del Distrito Federal con fecha del 19 de Marzo de 2019 se establece que en el periodo de 1994-2000 se realizaron un total de 147 mil esterilizaciones a perros y gatos. Esta campaña de control inició debido al

exceso de perros vagabundos en el país, en la cual las cirugías se realizaron con apoyo de grupos protectores de animales y escuelas veterinarias locales en los Servicios Estatales de Salud (SESA) y el entonces Distrito Federal. Durante esta década también comienzan las *Semanas Nacionales de Vacunación Antirrábica Canina*, en las que en el primer año (1990) se vacunaron 7 millones de animales; mientras que en 1999 se aplicaron 13 millones de vacunas (Congreso de la Ciudad de México, 2019).

Para el año 2001 ya se preveía que el presupuesto destinado para esterilizaciones y vacunas no sería suficiente para cubrir las necesidades de ese año, por lo que se optó por la estrategia de “estabilizar la población canina”; buscando el objetivo de promover que la población propietaria de perros desarrollara comportamientos responsables. Parte de las iniciativas consistieron en aumentar la cantidad de esterilizaciones y vacunas, por lo que se requirió de apoyo interdisciplinario donde la SESA proporcionó insumos para realizar las cirugías, los grupos protectores de animales promovieron la difusión y movilización social, las escuelas de veterinaria apoyaron con cirujanos veterinarios y pasantes, y con capacitaciones en técnicas quirúrgicas. Por otra parte, los municipios realizaron censos de animales en las comunidades para proporcionar las cantidades adecuadas de insumos complementarios. En este periodo de 2001 al 2006 se realizaron 665 mil esterilizaciones en todo el país, de las cuales la federación aportó el 33.8% de insumos (225 mil cirugías) (Congreso de la Ciudad de México, 2019).

En 2007-2012 el gobierno federal incrementó el apoyo en especie a los SESA, aportando insumos para 493,523 esterilizaciones, que junto con los apoyos estatales logró triplicar los recursos disponibles, realizando 1,625,760 esterilizaciones en perros y gatos en todo el país.

Para el 2016, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la población canina era de 23 millones de perros, de los cuales 19.9 millones correspondieron a perros vagabundos y solo 5.4 millones pertenecían a un hogar. Dos de los factores que el gobierno mexicano determinó como influyentes

para estos resultados fueron que las personas que adoptaron un perro no se responsabilizan de ellos debido a cuestiones económicas; además de la falta de educación sobre la necesidad y beneficios de la esterilización de las mascotas (Congreso de la Ciudad de México, 2019).

Con todos estos antecedentes, el 22 de Noviembre de 2012 se puso en práctica el artículo 134 Bis de la Comisión de Presupuesto y cuenta pública, mediante el, se determinó “destinar el 2% del Fondo Adicional del Financiamiento de las Alcaldías de la Ciudad de México a proyectos de inversión en esterilización obligatoria masiva y gratuita de animales no humanos”. Sin embargo, en 2019 se aceptó la modificación de este artículo para destinar solo el 0.1% del presupuesto (Gobierno de la ciudad de México, 2024). De acuerdo con el dictamen por el que se aprueba con modificaciones la iniciativa del artículo 134 Bis, el presupuesto anual y número de perros esterilizados en la ciudad de México se muestra en la Tabla 1:

*Tabla 1 Presupuesto ejercido y esterilizaciones realizadas en el periodo 2012-2019 (Congreso de la Ciudad de México, 2019).*

AÑO	PRESUPUESTO EJERCIDO	ANIMALES ESTERILIZADOS
2012	\$161,000	25,320
2013	\$550,000	31,694
2014	\$1,050,000	49,800
2015	\$415,600	51,210
2016	\$3,926,200	59,344
2017	\$1,971,300	53,864

2018	\$5,763,500	63,051
2019	\$42,818,593	466,942

Actualmente, en el 2024, no se cuenta con datos actualizados relacionados con un censo de perros vagabundos; en su lugar, solamente existen estimaciones de su población; De acuerdo con el INEGI (INEGI, 2021) se estima que hay alrededor de 80 millones de mascotas en México, más de 43.8 millones son perros y 16.2 millones son gatos, sin embargo la Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Pequeñas Especies estima que esto equivale solo al 30% de la población con de hogar, ya que el 70% restante está en situación de calle y esta cifra crece anualmente en un 20% (INEGI, 2021; AMMVEPE, 2018).

#### 2.1.2 Los perros vagabundos como un problema de salud pública.

Entre los problemas más importantes asociados con los perros en situación de calle, se encuentra la transmisión de enfermedades zoonóticas como rabia. Desde 2019, México fue validado como libre de rabia por la OMS; sin embargo, en 2022 se identificó un caso de rabia humana asociado a la mordida de un gato doméstico sin antecedentes de vacunación; y, en 2023 se confirmó la presencia del virus rábico en un canino silvestre (variante asociada al zorro gris) (Secretaría de Salud, 2024).

La rabia es una enfermedad mortal de mamíferos, la cual es causada por un Lyssavirus de la familia Rhabdoviridae, presentándose como una encefalitis de curso agudo. La transmisión ocurre principalmente cuando la saliva de animales infectados entra en contacto con el humano por medio de mordida o arañazo con colmillos que lesionan la piel; o por lamedura sobre piel o mucosas con solución de continuidad. Una vez inoculado el virus, este se replica y se propaga de forma centrípeta hacia la placa neuromuscular y nervios periféricos con una velocidad de 5 a 100 milímetros por día hasta alcanzar el sistema nervioso central, donde se propagará de forma centrífuga por los nervios periféricos hacia otros tejidos (Secretaría de Salud, 2024).

Otras enfermedades zoonóticas asociadas a los perros callejeros son la equinococosis quística, la leptospirosis, la toxocariasis y la ancylostomiasis, por mencionar algunas; siendo las dos últimas las más frecuentes (Salcedo-Jiménez, 2022) debido a que son producidas por los parásitos más encontrados en lugares públicos de México tanto en hábitats naturales, urbanos o suburbanos. En estas enfermedades, la contaminación de los suelos con heces caninas facilita la transmisión de zoonosis, especialmente las causadas por nemátodos intestinales del perro como *Toxocara canis*, la que provoca en el humano el síndrome de larva migratoria visceral y ocular, o el caso de *Ancylostoma caninum*, la que provoca el síndrome de larva migratoria cutánea (Cuzcano *et al.*, 2017; Ramírez *et al.*, 2019; Vélez-Hernández *et al.*, 2012).

## 2.2 Métodos de control poblacional y eficacia.

Una medida para controlar a los perros callejeros y la prevalencia de zoonosis es el control reproductivo de los animales. En este sentido, los métodos de control reproductivo se dividen en dos categorías (quirúrgicas y no quirúrgicas)

### 2.2.1 Métodos quirúrgicos.

En esta categoría se encuentran la Oforosalpingohisterectomía (OVH), que es la cirugía mediante la cual se extirpan los ovarios, cuernos uterinos y el útero en las hembras caninas (Peláez *et al.*, 2018). y la orquiectomía, procedimiento que se refiere a la extirpación quirúrgica de uno o ambos testículos, evitando así la producción de esperma y testosterona (Peláez *et al.*, 2018).

### 2.2.2 Métodos no quirúrgicos.

Estos tienen la función de controlar temporalmente la reproducción de la hembra canina al inhibir la presentación del ciclo estral (Gobello, 2005). En esta categoría, existen distintos tipos de anticonceptivos que pueden provocar este efecto, siendo los progestágenos los más eficaces ya que inhiben la ovulación por ejemplo el

acetato de medroxiprogesterona, poligestona y acetato de megestrol (Muñoz, 2011).

A pesar de que los métodos hormonales son eficientes, su uso puede tener efectos secundarios no deseados como: cambios de conducta, exceso de estimulación del endometrio que desencadena endometritis o piómetra, enfermedades mamarias como tumores e hiperplasias; y, alteraciones pancreáticas. La principal desventaja como método de control de la reproducción es que estos deben aplicarse por vía intramuscular durante 1-2 semanas y repetirse cada 2-6 meses (Muñoz *et al.*, 2011), lo que resulta imposible de lograr en la población de perros vagabundos. Por esta razón, el código sanitario de la OIE hace hincapié en que la esterilización quirúrgica es la indicada para el control de la población canina (OIE, 2021).

## 2.3 Situación del EMVZ, PMVZ y recién egresados en relación con sus competencias en cirugías de esterilización.

Actualmente las campañas de esterilización son apoyadas por médicos veterinarios titulados y pasantes, sin embargo, se debe tener en cuenta que estos pueden carecer de experiencia en las técnicas quirúrgica para el control de la reproducción; un estudio realizado en una población de cirujanos veterinarios de California, Estados Unidos, reveló que se espera que más del 60% de los graduados de medicina veterinaria hubieran adquirido habilidades quirúrgicas que les permitieran desarrollar procedimientos con un requerimiento mínimo de supervisión, especialmente en procedimientos quirúrgicos comunes como la OVH. Sin embargo, el 17% de los empleadores percibió que los recién graduados presentaban deficiencias en su capacidad para realizar procedimientos quirúrgicos de rutina, incluidas la OVH y orquiectomía. En el mismo aspecto, en Australia se encontró que entre los estudiantes de medicina veterinaria, el 41% tuvo la oportunidad de realizar tan solo una OVH en un gato, y el 75% tuvo la oportunidad de realizar solo una OVH en un perro; mientras que como recién egresados, a más del 95% se les solicitó ser capaces de realizar una OVH sin la supervisión de un experto (Read *et al.*, 2016). Por esto es necesaria la supervisión de un experto que los oriente para realizar

dicho procedimiento, asegurando el bienestar del animal, la preservación de la salud pública y respetando las leyes actuales (SMPA, 2010).

## 2.4 Leyes y principios bioéticos aplicados a la enseñanza quirúrgica.

No solo la parte legal es la que se debe tener en cuenta cuando hablamos de la enseñanza en animales. Tradicionalmente se han usado animales para la enseñanza en el campo quirúrgico; Galeno en el siglo II d.C. enseñaba medicina a sus discípulos con vivisecciones en perros, cerdos y macacos, bajo el supuesto de poder entender el funcionamiento del cuerpo humano; las vivisecciones con propósitos educativos cobraron una importancia a mediados del siglo XIX, sin embargo, comenzó a ser una polémica debido a Claude Bernard, quien usó miles de perros conscientes para experimentación en clase. Pero no fue hasta 1876 cuando el gobierno británico aprobó la primera ley en contra de la vivisección. A partir de esto comienza el desarrollo de leyes y principios bioéticos para el uso de animales en el área experimental y académica (Ortiz-Millagn, 2016).

### 2.4.1 Ley de protección animal, Ley de bienestar animal de la CDMX y su relación con la enseñanza quirúrgica.

Al hablar de protección a los animales en la Ciudad de México, lo primero que es importante mencionar es que esta se encuentra regulada por la Ley de Protección animal de la Ciudad de México en la cual se define el término “animal para la investigación científica” el cuál describe a cualquier animal que es utilizado para la generación de nuevos conocimientos, tanto por instituciones científicas como de enseñanza básica y media superior (Gobierno de la Ciudad de México, 2023).

Esta ley también establece que ningún alumno(a) podrá ser obligado(a) a experimentar con animales contra su voluntad; (Bannerman, 1930) y que el profesor(a) correspondiente deberá proporcionar prácticas alternativas para otorgar calificación aprobatoria. Además, menciona que quien obligue a un alumno(a) a

realizar estas prácticas contra su voluntad podrá ser denunciado en los términos de la presente Ley.

Los artículos importantes de esta ley a considerar para el uso de animales en docencia y experimentación son:

**Artículo 39**, el cual señala que las instituciones que mantengan el uso de animales de bioterio, deberán contar con un programa de bienestar animal, de conformidad con lo establecido en el reglamento de la presente Ley, además de los requisitos establecidos en las leyes correspondientes (Gobierno de la Ciudad de México, 2023).

El **Artículo 47**, hace referencia a que los experimentos que se lleven a cabo con animales deberán estar plenamente justificados ante los comités institucionales de bioética, y ademas deberán tomar en cuenta que:

*Los experimentos sean realizados bajo la supervisión de una institución de educación superior o de investigación con reconocimiento oficial y que la persona que dirige el experimento cuente con los conocimientos y la acreditación necesaria; Los resultados experimentales deseados no puedan obtenerse por otros procedimientos o alternativas; Las experiencias sean necesarias para el control, prevención, diagnóstico o tratamiento de enfermedades que afecten al ser humano o al animal; Los experimentos no puedan ser sustituidos por esquemas, dibujos, películas, fotografías, videocintas, materiales biológicos o cualquier otro procedimiento análogo; Se realicen en animales criados preferentemente para tal fin* (Gobierno de la Ciudad de México, 2023).

Finalmente en el **artículo 49**, se hace mención de que ningún particular puede vender, alquilar, prestar o donar animales para que se realicen experimentos en ellos. De igual forma, prohíbe capturar animales abandonados, entregarlos voluntariamente o establecer programas de entrega voluntaria de animales para experimentar con ellos. Los Centros de Atención Canina y Felina o Clínicas

Veterinarias en las Demarcaciones Territoriales no podrán destinar animales para que se realicen experimentos en ellos (Gobierno de la Ciudad de México, 2023).

La Ley General de Bienestar Animal, en el **artículo 62**, del capítulo III, animales para experimentación, menciona que “Quedan prohibidas las prácticas con fines docentes o didácticos en los niveles de educación básica y media superior”, entre ellos la experimentación en animales, refiriéndose a la manipulación, medicación, procedimiento quirúrgico, aplicación de un protocolo de comportamiento, a un animal con el fin de obtener información sobre la anatomía, fisiología, funcionamiento farmacológico o comportamiento de un animal o de los humanos (Gobierno de la Ciudad de México, 2024).

En la misma ley, el **artículo 64**, menciona que las autoridades educativas a nivel Federal y Estatal deberán difundir y promover el uso de métodos de enseñanza que no utilicen animales, permitiendo la modificación para su inclusión en el plan de estudios, como lo indica el **artículo 65**: “Las instituciones educativas de cualquier nivel, estarán obligadas a modificar su plan de estudios de conformidad con esta ley” (Gobierno de la Ciudad de México, 2024). Es importante mencionar que aunque la Ley General de Bienestar Animal 2024 aún no está aprobada en su totalidad en México, se han dado pasos significativos hacia su implementación. Recientemente, el Senado aprobó una reforma constitucional que modifica los artículos 3°, 4° y 73° de la Constitución, estableciendo las bases legales para proteger a los animales, prohibir su maltrato y fomentar su bienestar. Este marco incluye la obligación de crear una Ley General en Materia de Bienestar Animal dentro de los próximos 180 días naturales desde su entrada en vigor, lo cual debe ser precedido por la ratificación de al menos 17 congresos estatales. La reforma introduce cambios como incluir la educación sobre protección animal en los planes de estudio y prohíbe el uso de fauna silvestre en espectáculos, entre otras medidas. Esta iniciativa es celebrada como un avance histórico en la relación entre los humanos y los animales en México.

También dentro de esta ley, se hace mención en el **artículo 66**, que ninguna persona física, moral o gubernamental puede vender, alquilar, prestar o donar animales vivos para que se realicen experimentos en ellos. Finalmente, el **artículo 67**, establece la prohibición de capturar animales abandonados, entregarlos voluntariamente o establecer programas de entrega voluntaria de animales para experimentar con ellos. Los Centros de Adopción y Rescate Animal (CARA's) no podrán destinar animales para que se realicen experimentos con ellos (Gobierno de la Ciudad de México, 2024).

#### 2.4.2 Principio de las 3 R's.

En 1959, los biólogos ingleses W. M. S. Russell y R. L. Burch en su libro *The principles of humane experimental technique* postularon el principio de las “tres Rs”:

- El primer postulado es: **reemplazar**, en este se propone evitar o sustituir el uso de animales, ya sea con reemplazos absolutos (sustitución por cultivos celulares o simuladores anatómicos) o con reemplazos relativos (sustituir vertebrados por animales con una menor percepción del dolor, como insectos, parásitos o bacterias).
- El segundo postulado: **reducir**, se refiere a cualquier estrategia que tenga como resultado el uso de un menor número de animales para obtener información, o la maximización de la información obtenida por animal (compartir órganos), para evitar el uso de otros (Kirk, 2018).
- El tercer postulado: **refinar**, menciona la modificación y mejoramiento de las técnicas experimentales para minimizar el dolor, el sufrimiento y la angustia de los animales, así como para mejorar su bienestar desde su nacimiento hasta la muerte (Gutierrez-Alcalá, 2019; Kirk, 2018).

Sin embargo, de acuerdo con el *Canadian Council on Animal Care* (2024), cuando se habla de la experimentación en animales, el principio de las 3 R's se interpreta de la siguiente manera:

- Reemplazo: Promueve los métodos alternos que eviten o sustituyan el uso de animales, ya sean remplazos absolutos (sustitución de animales por modelos informáticos, modelos in vitro o simuladores), remplazos relativos (sustitución de animales vertebrados, por animales con una menor percepción del dolor, como algunos invertebrados).
- Reducción: alude a las estrategias que tengan como resultado el uso de un menor número de animales para obtener datos suficientes o maximizar la información obtenida por animal, sin comprometer la validez del estudio; limitando o evitando potencialmente el uso posterior de otros animales.
- Refinamiento: Se enfoca en la modificación de la cría de animales o de los procedimientos para minimizar el dolor y angustia, así como garantizar que los animales reciban una vivienda que permita la expresión de comportamientos específicos de la especie, el uso de la anestesia y la analgesia adecuados para minimizar el dolor y entrenar a los animales para que cooperen con los procedimientos para minimizar cualquier angustia.

Estas pautas no solo buscan reducir el daño ético, sino también aumentar la calidad y confiabilidad de los datos obtenidos, al trabajar con animales en condiciones óptimas. A continuación, se destacan los puntos principales de los principios de las 3R's iniciales y los principios aplicados a la experimentación:

*Tabla 2 Principios de las 3 R's aplicados a la reducción del uso de animales en la experimentación inicial y actualizado (nc3rs, 2024).*

	<b>INICIAL</b>	<b>ACTUAL</b>
<b>REEMPLAZO</b>	Evitar o reemplazar el uso de animales en áreas donde se puede sustituir.	Acelerar el desarrollo y uso de modelos y herramientas predictivas, basado en la ciencia y tecnología más reciente, para reemplazar el uso de animales, abordando importantes cuestiones de investigación donde de otro modo, se hubieran utilizado animales.
<b>Reducción</b>	Minimizar el número de animales utilizados de acuerdo con los objetivos científicos.	Experimentos con animales diseñados y analizados apropiadamente que son robustos y reproducibles, y se suman a la base de conocimientos.
<b>Refinamiento</b>	Minimizar el dolor, sufrimiento, angustia o el daño constante que los animales de investigación pueden llegar a sufrir.	Avanzar en el bienestar animal en el laboratorio, explorando las últimas tecnologías <i>in vivo</i> para minimizar el dolor, sufrimiento y angustia, mejorando la comprensión del impacto del bienestar en los resultados científicos.

Finalmente se plantean 5 postulados para la investigación que reflejan en gran parte las 3 R's, y la necesidad de la justificación ética necesaria:

1. Nunca se debe recurrir a la experimentación en casos en los que la observación puede permitirnos la información requerida.

2. No se debe realizar ningún experimento sin un objeto distinto, definido y sin la persuasión, después de la consideración más madura, de que el objeto se alcanzará y producirá un resultado real y sin complicaciones.
3. No se deberán repetir los experimentos innecesariamente.
4. El manejo deberá ser con la menor inflicción posible de sufrimiento.
5. Cada experimento fisiológico debe realizarse en circunstancias que garanticen la debida observación y certificación de sus resultados, y así evitar, en la medida de lo posible, la necesidad de su repetición (Hubrecht, 2019).

#### 2.4.3 Principios bioéticos de Paul Taylor.

El biocentrista estadounidense Paul Taylor en 1986, menciona que no sólo los animales, sino todos los seres vivos, incluidas las plantas, tienen un bien propio o valor inherente; es decir, un valor en sí mismos, y se tiene la obligación de no causar daño a ningún ser viviente, esté o no consciente de si mismo (Taylor, 1986). Adicionalmente, Taylor propuso los siguientes principios relacionados a los animales de experimentación:

- **De proporcionalidad de intereses:** si hay intereses en conflicto entre especies, siempre se debe dar prioridad a las especies vitales sobre las secundarias, independientemente de la especie de que se trate. En consecuencia, se debe ponderar qué tantos beneficios (medidos en valor social y científico) se obtendrán del experimento con animales en contraste con cuánto daño les causará. Si dicho experimento no generará nuevo conocimiento ni beneficiará a las personas o los animales, su interés es secundario; y si causará mucho dolor a los animales, no resulta éticamente aceptable. Por otra parte, si generará conocimiento nuevo para salvar la vida

de personas y/o animales, y el dolor o sufrimiento que causará a los animales es mínimo, resulta éticamente aceptable, pues los intereses vitales de ambas especies se preservan (Gutierrez-Alcalá, 2019).

- **De mínimo daño:** este principio se cumple cuando se aplican los principios de reducción y refinamiento, es decir, cuando se usa la menor cantidad posible de animales y se recurre a técnicas experimentales que disminuirán o evitarán su dolor o sufrimiento.
- **De justicia distributiva:** tanto los seres humanos como los animales deben recibir los beneficios resultantes de la investigación; pero cuando hay que matar a los animales para obtener información, se deben aplicar además el siguiente principio:
- **De justicia retributiva:** se debe retribuir a los animales lo que de ellos se obtiene, proporcionándoles bienestar y enriquecimiento ambiental antes de que mueran.
- **De justicia restitutiva:** si los animales no tienen que morir al final de la investigación, se debe restituir su salud y regresarlos a su grupo en un estado óptimo (Kirk, 2018).

Teniendo en cuenta los principios antes mencionados, la enseñanza y entrenamiento de alumnos también enfrentan el reto de respetar y cumplir con los principios y éticas de bienestar animal; por lo que en las etapas iniciales del aprendizaje de cualquier técnica quirúrgica se debe evitar el uso de animales vivos (kirk *et al.*, 2018), una propuesta para cumplir con esto es que el uso de animales en la enseñanza se postergue hasta que los estudiantes hayan adquirido habilidades manuales y seguridad en las técnicas, así como confianza en sus capacidades y habilidades, con el objetivo de aplicar ese conocimiento en casos reales para beneficio de los animales. Además, se desarrollarán competencias profesionales, sin perder la capacidad de compasión y empatía (kirk, 2018).

Debido a esto, los modelos artificiales de simulación quirúrgica son una herramienta complementaria esencial para el entrenamiento médico quirúrgico (Molina *et al.*, 2012). En este sentido, David Gaba, nombrado como el “Padre de la simulación”,

postuló que la simulación es “*una técnica, no una tecnología, para sustituir o ampliar las experiencias reales con experiencias guiadas, a menudo de inmersión en la naturaleza, que evocan o reproducen aspectos sustanciales del mundo real de una manera totalmente interactiva*” (Gaba, 2007).

## 2.5 Simuladores en la medicina veterinaria.

Los simuladores comenzaron a utilizarse en el área de la salud en las últimas dos décadas. Actualmente han sido de gran ayuda para el aprendizaje y en sistemas de integración en las ciencias básicas y clínicas. Múltiples avances han contribuido al desarrollo de escenarios, modelos y maniquíes de simulación de situaciones fisiológicas y patológicas; entre estos se encuentran avances en la informática, la bioingeniería y las ciencias del aprendizaje y el comportamiento. Además, el desarrollo de nuevas formas de simulación constituye un campo fértil para la investigación y la integración multidisciplinaria. La simulación no reemplaza los escenarios clínicos reales, pero permite que el estudiante aprenda en medios controlados, lo que contribuye a mejorar sus habilidades clínicas y a disminuir la ansiedad ante la realización de un examen o un procedimiento, es decir, la ansiedad que ocurre en la interacción entre el estudiante de las ciencias de la salud, el paciente y los escenarios clínicos reales propiamente dichos (Serrano, 2012).

Según algunos modelos de aprendizaje el porcentaje de la retención de ideas se modifica acorde a las acciones que se realizan, siendo mínimo con el leer y escuchar, medio con la observación, y máximo con la simulación de experiencias reales y la ejecución de actividades. Sin embargo, actualmente los principios éticos no consideran aceptable el avanzar en la curva de aprendizaje mediante el ensayo y error durante los casos clínicos, por lo que es necesario explorar, definir e implementar modelos de entrenamiento del personal de salud con los cuales no se exponga a los pacientes a errores que se pueden prevenir (Serna-Ojeda, 2012).

En la actualidad, numerosos estudios han analizado la eficiencia de los simuladores como instrumentos de entrenamiento para el desarrollo de las habilidades

quirúrgicas y como método para registrar el comportamiento psicomotor de los cirujanos. (Molina, 2012) El aprendizaje con simuladores permite prácticas repetitivas sin colocar en riesgo a los pacientes. Por lo tanto, contribuye a mejorar el cuidado y los desenlaces de estos. Por lo tanto, los simuladores se deben considerar como parte de un conjunto de herramientas complementarias para el entrenamiento y no en competencia con otras tradicionales (McLaughlin, 2002).

Es importante resaltar que la retroalimentación educativa es una de las características más importantes de la educación médica basada en simulación, ya que además de que los simuladores tienen la capacidad de informar sobre el desempeño inmediato, el apoyo de educadores permite adaptar los objetivos de aprendizaje deseados. Por ello, las sesiones de entrenamiento idealmente deben de contar con un instructor clínico. Los simuladores proveen evidencia objetiva de rendimiento, incorporando funciones de seguimiento y mejorando la evaluación del desempeño (Serna- Ojeda, 2012).

Estas herramientas no solo mejoran la destreza técnica y la confianza de los estudiantes, sino que también contribuyen a la reducción del uso de animales en prácticas educativas, alineándose con los principios de las 3R (reemplazo, reducción y refinamiento)

Los simuladores en el área veterinaria han sido muy importantes. En la actualidad, se encuentra disponible en el mercado “Jerry”, un maniquí canino de tamaño natural de aproximadamente 60-70 libras, el cual representa los pulmones y el pulso arterial. Está diseñado para permitir reproducir procedimientos de intubación endotraqueal, compresiones torácicas, maniobras de resucitación boca a hocico, entabillado y vendajes. En su construcción se han integrado estructuras de las vías respiratorias que asemejan a las verdaderas, además el esófago, y epiglotis. También se puede aspirar aire y líquido de la cavidad torácica para simular un trauma, o simular la punción vascular yugular (Dale, 2003).

Otro simulador, desarrollado en 1998 en la Universidad de Glasgow, Reino Unido por el profesor Malcolm Atkinson cumple el objetivo de proporcionar una plataforma basada en la tecnología computacional. Otro simulador muy reconocido es el Haptic Cow®, un sistema de simulación diseñado para enseñar el uso seguro y eficaz de la presión al momento de realizar la palpación rectal durante diagnósticos de gestación en vacas (Baillie et al., 2008).

#### 2.5.1 Simuladores, objetivos y clasificación por fidelidad.

La fidelidad, es una propiedad indispensable para la simulación ya que resulta crucial para la eficacia educativa, es definida como “la capacidad de proyectar la realidad en el escenario simulado” o también como “el grado de similitud entre la situación de entrenamiento y la situación operativa que se simula”. La fidelidad es, hoy en día, una construcción multidimensional y un término difuso (Carvallo, 2017).

La simulación exitosa no se basa en el realismo, sino en el compromiso de los participantes con sus roles logrando una fidelidad conceptual, referida a un diseño de caso simulado que permita desarrollar el razonamiento clínico realista. Para la fidelidad física o ambiental, es necesario un entorno creíble, y la fidelidad emocional o vivencial, requerirá que la actividad simulada reproduzca las complejas sensaciones emotivas de los participantes como si fuesen auténticas (Dieckmann, 2013).

En cuanto a la fidelidad de simuladores, se reconocen dos características principales, cual realista el modelo se ve y se siente (fidelidad de ingeniería) y la capacidad del modelo para realizar los pasos que se realizarían en un animal vivo (fidelidad psicológica). De los dos antes mencionados, la fidelidad psicológica tiene más importancia para respaldar los resultados del aprendizaje. Sin embargo, cuando el campo de simulación se refiere a la fidelidad de los modelos, normalmente se refiere a la fidelidad de la ingeniería (Hunt, 2021).

De acuerdo con las características de ingeniería, los simuladores se dividen en 3 fidelidades:

- **Baja fidelidad:** representan carencia en el realismo, sin embargo, permiten realizar cada uno de los pasos requeridos en la técnica quirúrgica que se realizaría en un animal vivo.
- **Fidelidad intermedia:** permite realizar los pasos de la técnica quirúrgica y proporciona un grado de realismo comparado con un animal vivo.
- **Alta fidelidad:** buscan recrear la fisiología hemodinámica y crear resultados variables que dependen de la habilidad del estudiante para ligar y transectar los vasos sanguíneos (Hunt, 2021).

En relación con las fidelidades antes mencionadas, la integración curricular de simuladores de alta fidelidad (alta ingeniería) acusa dos desventajas importantes: el costo elevado y la evidencia científica de que no genera diferencias significativas al compararlos con escenarios de aprendizaje con baja fidelidad (parece que en ambos casos los resultados positivos son atribuibles más bien a la práctica repetida). Esta falta de claridad en determinar que los escenarios de simulación con alta fidelidad son mejores se presenta porque las investigaciones realizadas carecen de metodologías sólidas de validación (se basan en preguntas de actitud o satisfacción en lugar de apoyarse en herramientas estándares de recopilación de datos), emplean medidas subjetivas y cuestionables, con tamaños de muestra insuficientes, y no ponen atención a la validación de los instrumentos de medición (Sánchez-Hurtado, 2019).

Además, los simuladores no siempre suelen ser tangibles, si no que también existen los de **Realidad Virtual y Aumentada**, plataformas que combinan visualización 3D y escenarios interactivos que permiten practicar diagnósticos y procedimientos quirúrgicos complejos sin riesgos para animales reales. Estas tecnologías están empezando a implementarse más ampliamente para simular anatomías difíciles y procedimientos avanzados. De igual forma, algunas universidades han implementado **Centros de Simulación Veterinaria**. Como ejemplo, la Universidad

Europea Cardenal Herrera en España ha construido instalaciones dedicadas a la formación con simuladores. Esta universidad implementó modelos de simulación que permiten la práctica en áreas como la anestesiología, suturas y extracciones de muestras, promoviendo el aprendizaje autónomo con materiales de apoyo como videos instructivos y guías digitales accesibles mediante códigos QR (Portal Veterinaria, 2023).

En otro aspecto destacable, el uso de simuladores disminuye la fatiga por compasión en alumnos y profesores, la cual está directamente relacionada con síntomas psicológicos como miedo y culpa por tratar directamente con modelos vivo. En este síndrome, se expresan ansiedad, estrés, desesperanza, desinterés, falta de atención y anhedonia, entre otros signos; también puede involucrar síntomas fisiológicos y somáticos como agotamiento, falta de energía, insomnio, problemas gastrointestinales, así como alteraciones en el área social, familiar y académica (Campos, 2015).

### 2.5.2 La enseñanza y los simuladores.

Estos simuladores están transformando la formación veterinaria, ofreciendo un enfoque más ético y tecnológicamente avanzado que beneficia tanto a estudiantes como al bienestar animal.

En el modelo constructivista, hay un enfoque adicional que es relevante en la enseñanza de la cirugía: el aprendizaje experiencial. El aprendizaje que es significativo ocurre porque está situado en experiencias auténticas de la práctica de la cirugía y tiene una dimensión sociocultural en la que las interacciones entre individuos y comunidades influyen en él, es decir, al diseñar una experiencia de aprendizaje quirúrgico, es muy importante tomar en cuenta el contexto práctico y social del mismo, considerando al alumno como una persona que se va legitimando a través de la práctica como miembro activo de una comunidad de cirujanos. La justificación pedagógica para seleccionar el tipo, momento y forma de emplear una herramienta efectiva de aprendizaje, por ejemplo, la simulación, puede ir más allá

del mero desarrollo de una destreza y facilitar un aprendizaje significativo y profundos, dicha experiencia se diseña tomando en cuenta cómo se aplican dichas habilidades en la práctica y qué fuerzas socioculturales le dan contexto (Forteabagón, 2010).

Otro método de aprendizaje es el basado en competencias, en el cual los estudiantes son responsables de su propio proceso educativo. Los alumnos, los tutores y el ambiente de aprendizaje interactúan para lograr los resultados más valiosos del esfuerzo educativo. El tutor funge como apoyo, facilitador y guía estratégico del alumno para establecer y alcanzar objetivos de aprendizaje, ayudando así al alumno en la construcción autorregulada de conocimiento significativo y valioso para la práctica de la cirugía en el mundo real. El tutor tiene un papel insustituible para compartir y contextualizar la experiencia quirúrgica. La tutoría es una herramienta pedagógica efectiva y puede ser el aspecto de mayor impacto educativo en el entrenamiento de un cirujano. El tutor ideal tiene excelente conocimiento y experiencia quirúrgica, entusiasmo, liderazgo, destrezas de comunicación y trabajo en equipo. Es un promotor activo de la curiosidad y el interés por la mejora de la calidad y la investigación; modela competencias no técnicas para el alumno. Sin embargo, va más allá: comprende su papel como pieza catalizadora clave del aprendizaje significativo, profundo y valioso de su alumno (Sánchez-Hurtado, 2019).

Para que la tutoría sea altamente efectiva, se requiere apoyo institucional: ser tutor debe ser una actividad reconocida, fomentada, con desarrollo activo a través de capacitación docente y con apoyo de infraestructura, procesos, recursos y tiempo en el hospital donde se forman cirujanos.

Por otro lado, el diseño de un sistema educativo con simuladores, lleva a una situación controlada, a partir del cual se desarrollan experimentos o se simulan procesos con el fin de entender o evaluar estrategias con las cuales éste pueda ser operado. Por tanto, es la representación de un proceso o fenómeno mediante otro más simple, que permite analizar sus características. La simulación, no sólo se

refiere a la aplicación de diseños tecnológicos por computadora, también se pueden simular procesos de trabajo, un ambiente de aprendizaje, procesos productivos (ej.: textiles, alimentos, juguetes, construcción de infraestructuras por medio de maquetas); hasta simuladores virtuales muy sofisticados, por ejemplo, los que se usan en aeronáutica (Forteabagón, 2010).

### 2.5.3 Validación de simuladores.

Un proceso ideal clásico de validación debería constar de los siguientes pasos: Fidelidad, Verificación/Calibración/Fiabilidad, estrategias subjetivas y objetivas. Las pruebas de inicio tanto de Fidelidad como de Verificación/Calibración/Fiabilidad tecnológica no siempre están descritas de manera explícita en los trabajos de validación de simuladores. Un simulador puede considerarse validado si al menos ha completado satisfactoriamente una validación de cualquiera de los dos grandes bloques de tipo objetivo, es decir, constructiva y/o de criterio (Carvallo, 2017).

Una manera de validar un simulador es mediante la herramienta ligada a la fidelidad la cual debe constar alguna de las siguientes características:

- **Conceptuales metodológicas:** aclarar los términos fidelidad/realismo (consenso etimológico) para su uso estandarizado en los programas de formación en simulación clínica; aportar nuevas dimensiones, unidades y variables de uso sistémico de fidelidad que definan y hagan medibles las diferentes expresiones de realismo pretendido, conseguido y percibido (Dieckmann, 2013).
- **Didácticas:** aportar herramientas validadas para objetivar la recreación de la realidad en los programas de simulación clínica; contrastar las mediciones de fidelidad realizadas con el rendimiento del alumno; contrastar las mediciones de fidelidad con la transferencia al mundo clínico real de lo aprendido (Dieckmann, 2013).
- **Logístico-económicas:** aportar un recurso que permita prever y obtener el verdadero coste/beneficio de la inversión en la reproducción fiel de los

entornos y escenas; aportar un recurso que permita probar la fidelidad de los activos humanos, simuladores humanoides y los entornos empleados por las instituciones; describir la trazabilidad de la fidelidad ingeniera en los productos generados por las empresas biotecnológicas (Dieckmann, 2013).

- **Prospectivas:** pronosticar la trazabilidad de la fidelidad ingeniera en los productos a generar por las empresas biotecnológicas; sentar las bases de la medición de fidelidad/realismo en las simulaciones virtuales con realidades extendidas y mundos virtuales inmersivos (Dieckmann, 2013).
- **Éticas:** posibilitar que los elementos, activos y productos de la simulación sean validados por expertos clínicos y métodos con fundamento científico, reduciendo los sesgos por indefinición o desconocimiento (Dieckmann, 2013).

## 2.6 Simuladores para la técnica de OVH.

Se han diseñado diversos simuladores para la técnica de OVH, con diferentes grados de realismo o de representación de los pasos básicos de la técnica quirúrgica. Entre los modelos de fidelidad intermedia, el desarrollado por Langebaek, (2015) es un simulador de fabricación casera que no requiere de material especializado para su elaboración. En este, el útero está representado con globos y los demás elementos anatómicos con tubos, guantes de látex y ligas. Además, cuenta con video instructivos para detallar su fabricación y uso durante la ejecución de la técnica de OVH. Sin embargo, a pesar de que se pueden replicar todos los pasos de la técnica quirúrgica, y que su fabricación es económica, (\$5 dólares) y rápida (18 minutos), no logra representar con claridad la estructura anatómica de los órganos, y se debe reconstruir por completo para poder realizar nuevas repeticiones de la técnica (Langebaek, 2015).

En 2016, Badman et al. desarrollaron un modelo donde el útero y los ovarios se representaron mediante un cordón elástico en forma de 'Y'. Este modelo simula el desgarro de las arterias uterinas a través de un sistema de imanes, lo que permite saber si los estudiantes aplican demasiada tracción al ligarlas. Sin embargo, no se

describe si el modelo permite desarrollar todos los pasos técnicos necesarios para una cirugía de OVH, ni tampoco el costo o facilidad de fabricación del modelo. Además no está disponible de manera comercial y no se puede acceder a las instrucciones de construcción a través de alguna institución educativa (Badman, 2016).

MacArthur et al (2021) diseñaron un simulador casero de bajo costo con el objetivo de aumentar los niveles de competencia, confianza y conocimiento de la anatomía regional. En este simulador se utilizó un tubo Penrose de silicona para representar al útero y diversos materiales fáciles de encontrar en casa para representar otros órganos como la cavidad abdominal, ovarios, ligamento suspensorio, vejiga, omento y las estructuras de la pared abdominal ventral. Este modelo permite tener un sistema de irrigación funcional para practicar la ligadura de las arterias ováricas. Sin embargo, este diseño de simulador carece de realismo anatómico ya que utiliza materiales como clips para representar los ovarios, además de que no hay acceso a las instrucciones de construcción del modelo (MacArthur, 2021).

En otro trabajo, Annandale *et al.*, (2020) evaluaron la efectividad de un simulador fabricado localmente, como herramienta didáctica para disminuir los tiempos de ejecución de la técnica de OVH. Este simulador representa estructuras, todos contenidos en un recipiente plástico como el aparato reproductor (reemplazable), riñones, bazo, y omentos fabricados en silicona, además de la piel, intestinos y vejiga fabricados con otros materiales. A pesar de que el simulador y el protocolo de entrenamiento que lo acompaña demostraron ser una herramienta útil para la enseñanza de la técnica de OVH, tiene como desventaja que su costo de venta es de 135 dólares (más \$37 dólares por cada repetición práctica al reemplazar el aparato reproductor); además, no está disponible comercialmente (Annandale, 2020).

En la categoría de simuladores de alta fidelidad se encuentra el modelo de Griffon et al, el cual es el primer simulador de OVH diseñado para complementar la enseñanza basada sólo en cadáveres. El simulador incluye riñones, ligamento

suspensorio, ovarios, cuernos y cuerpo uterino (este último fabricado con tubos de hule rojo), la irrigación del órgano se reproduce mediante el uso de tubos de látex de grado médico conectados a una bomba peristáltica, permitiendo mantener una presión del fluido interno similar a la fisiológica. A pesar de que el modelo permite realizar los pasos básicos de la técnica de OVH y simular hemorragias cuando se realiza mal la técnica de ligaduras en las arterias, su fidelidad anatómica es baja. Además, la construcción del modelo es compleja y se presume que costosa (no se dan detalles de costos), lo que limita su reproducción y uso a los centros educativos (Griffon, 2000).

Uno de los modelos más sobresalientes de esta categoría es el modelo SynDaver Surgical Canine, el cual fue desarrollado comercialmente por la empresa SynDaver Labs (Tampa, Florida). Este modelo reproduce el cuerpo completo de un perro y permite hacer cirugías de diversos sistemas, entre ellos, del aparato reproductor de la hembra. En este modelo, el aparato reproductor de la hembra incluye un mesometrio vascularizado, el cual conectado a una bomba reproduce la fisiología hemodinámica del útero y los ovarios. Sin embargo, la adquisición de este modelo tiene limitantes para las instituciones educativas públicas, pues su valor de venta es de \$32,490 dólares (Young *et al.*, 2019; Hunt *et al.*, 2021).

Además de los modelos mencionados, existen diversos simuladores disponibles comercialmente como el modelo SPAY (perro, K9 Ovariohysterectomy) (SPAY K9, Medical expo) (SPAY K9, medical factory), disponible en Colombia y Europa con un costo aproximado de \$138 USD más gastos de exportación al país de interés. En Canadá, Veterinary Simulators Inc. ofrece los modelos UCVM (Read, 2016) a un costo de \$776 dólares y el modelo ROSSie (Read, 2016) a un costo de \$77 dólares, pero estos solo están disponibles en Canadá. Finalmente, el modelo MOOSE (Fahie, 2016), el cual fue diseñado en Pomona, California, pero no se cuenta con información disponible sobre su costo. Cabe señalar que los últimos tres modelos mencionados no están disponibles en México. Estos modelos incluyen en su mayoría órganos de gran realismo anatómico fabricados con silicón, y algunos reproducen la irrigación vascular funcional (Hunt *et al.*, 2021). Sin embargo, a pesar

de que estos modelos cumplen los principales objetivos educativos muy por encima del resto, su costo de venta e importación los hace prácticamente inaccesibles para las universidades públicas. A los precios antes mencionados debemos sumar el costo por la reposición de partes utilizadas por cada práctica (hasta \$37 dólares) (Annandale *et al.*, 2019; Young *et al.*, 2019).

### 3. HIPÓTESIS.

Los alumnos entrenados con el simulador quirúrgico, desarrollarán habilidades psicomotrices para realizar la técnica de OVH en menor tiempo y con mayor precisión en comparación con aquellos sin entrenamiento previo.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 Objetivo general.

Validar la adquisición de competencias psicomotrices con el uso de un “simulador textil de útero canino” para el desarrollo de la técnica quirúrgica de esterilización de hembras (ovariohisterectomía) en estudiantes del módulo Técnicas y Terapéutica Quirúrgicas de la licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia impartida en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

### 4.2 Específicos.

- Elaborar una clase audiovisual para la formación teórica de los alumnos en la técnica de OVH.
- Desarrollar e implementar una herramienta para la evaluación del desempeño quirúrgico de la técnica quirúrgica de OVH en el modelo textil de simulación de útero canino.

- Desarrollar e implementar una herramienta para la evaluación del desempeño quirúrgico de la técnica quirúrgica de OVH en un modelo biológico.
- Comparar la ejecución de la técnica de OVH en el simulador textil de útero canino identificando el requerimiento de un instructor durante el procedimiento.
- Comparar la ejecución de la técnica de ovh en un modelo biológico entre los grupos con y sin entrenamiento previo en el simulador textil de útero canino.

## **5.-METODOLOGÍA.**

### **5.1 Simulador textil de “útero canino”.**

Se utilizó un “simulador textil de útero canino” diseñado por Lozada et al. (2022) desarrollado para mejorar el entrenamiento de alumnos en la técnica de OVH. Este simulador se fabrica en su mayoría con material textil; permitiendo representar el útero y ovarios, las arterias uterinas y ováricas y los ligamentos de interés quirúrgico asociados al aparato reproductor de la hembra. Además, se arma dentro de una caja de cartón que representa la cavidad abdominal y permite reproducir la incisión muscular en la pared ventral. El modelo permite realizar cada uno de los pasos de la técnica de OVH de tres pinzas descritos como esenciales para el desarrollo psicomotriz del alumno, y de manera importante, hace posible que este alcance la meseta de la curva de aprendizaje (tiempo mínimo ideal y técnica sin errores) antes de enfrentarse a un modelo vivo (Lozada et al., 2022).

Otra característica sobresaliente del modelo, el cual fue diseñado durante el periodo de pandemia por la COVID-19, es que permite apoyar y estandarizar la enseñanza y entrenamiento de la técnica por vía remota, mediante el uso de plantillas digitales y video instructivos que pueden obtenerse de manera gratuita por vía electrónica (Lozada, 2022).

## 5.2.- Modelo experimental y grupos de trabajo

### 5.2.1 Diseño del modelo experimental para validar el simulador

El modelo experimental se dividió en dos etapas:

- Etapa 1- Entrenamiento con simulador

Todos los individuos participantes en el estudio (30 estudiantes) recibieron instrucción didáctica sobre la técnica OVH de tres pinzas. Posteriormente, se les impartió una clase audiovisual de 90 minutos sobre cómo realizar el procedimiento, seguida de una sesión de 40 minutos para preguntas y respuestas. También se les proporcionó el manual del simulador “textil de útero canino” con los videos de armado y técnica de OVH en el simulador. Las sesiones didácticas y de preguntas y respuestas fueron dirigidas por el mismo tutor (médico veterinario estudiante de maestría experto en la técnica, construcción y uso del simulador).

Posteriormente, solo los grupos experimentales (20 individuos en dos grupos) realizaron entrenamiento de la técnica de OVH en el simulador textil. Cada uno de los individuos realizó un total de 20 repeticiones de la técnica quirúrgica.

- Etapa 2.- Técnica de OVH en modelo biológico vivo

Posterior al entrenamiento con el simulador, los tres grupos de trabajo desarrollaron la técnica de OVH en un modelo biológico (*oryctolagus cuniculus*). Cada individuo desarrolló una repetición de la técnica en un animal vivo.

### 5.2.2. Grupos de trabajo

Se seleccionaron al azar 30 estudiantes del módulo de Técnicas y Terapéuticas Quirúrgicas del cuarto año de la licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootécnica de la UAM Xochimilco. Ninguno de estos estudiantes tenía experiencia previa en

cirugía. Como parte del programa académico, los estudiantes recibieron instrucción sobre los principios básicos de cirugía y completaron 50 repeticiones de cada uno de los 3 patrones empleados durante una OVH (es decir, ligadura simple, ligadura de transfixión y patrón de sutura continua simple). Estas repeticiones formaron parte de las actividades generales de entrenamiento quirúrgico de los estudiantes y se llevaron a cabo en un trozo de tela, cortado para simular una incisión quirúrgica.

Los estudiantes se dividieron al azar en tres grupos de 10 individuos cada uno, designados como grupo control y dos grupos experimentales: "simulador con asesoría" (**CA**) y "simulador sin asesoría" (**SA**).

Los individuos del grupo Control solo recibieron instrucción teórica y los individuos de los grupos experimentales (SA y CA) recibieron entrenamiento en el simulador, realizando cada uno 20 repeticiones de la técnica OVH, apoyados con el uso del manual y videos instructivos. El grupo CA adicionalmente recibió asesoría personalizada de un tutor durante cada una de las repeticiones. Durante las repeticiones de los grupos SA y CA, se contó con la observación de un mismo tutor para el registro y cuantificación de las variables de evaluación

### 5.3 Protocolo quirúrgico de OVH - técnica de tres pinzas

Se utilizó un protocolo quirúrgico estandarizado para la técnica de OVH de tres pinzas (Lozada, 2022) modificado a partir de la propuesta de Read *et al.*, (2016), el cual se encuentra descrito a detalle en el anexo 1.

El protocolo quirúrgico se dividió en 3 fases:

- Fase 1: Incisión de pared abdominal (piel y línea alba).
- Fase 2: ubicación, sutura y retiro de ovarios (izquierdo y derecho), ligamento ancho y cuello uterino.

- Fase 3: Cierre de la pared abdominal, tejido subcutáneo y piel. Es importante resaltar que la técnica en el simulador solo presenta una capa en la pared abdominal, por lo que no es posible realizar el abordaje y cierre de tres capas.

#### 5.4. Variables y Modelo de Evaluación del aprendizaje con el simulador

Para el desarrollo de la Primera Etapa (Entrenamiento en simulador), se diseñó una Herramienta de Evaluación del Aprendizaje para validar la eficacia del simulador. En esta herramienta se consideró el registro y evaluación de las variables Tiempo, Errores y Número de Asesorías requeridas

Por medio de esta herramienta se realizó la cuantificación del tiempo requerido para realizar la técnica quirúrgica de cada una de las 20 repeticiones por individuo de la técnica de OVH realizadas en el simulador. El registro del tiempo se dividió en 4 fases: 1) tiempo requerido para incidir la pared abdominal, 2) tiempo requerido para realizar la técnica de OVH, 3) tiempo requerido para realizar el cierre de pared abdominal y, 4) tiempo total requerido para la realización del procedimiento quirúrgico.

Para el registro de errores se tomaron en cuenta las 25 competencias que se describen en el anexo 2. Se consideró y cuantificó como un error el no cumplir o desconocer cada una de las competencias antes mencionadas.

Adicionalmente en el grupo CA se cuantificó el número de asesorías requeridas durante el desarrollo de la técnica en el simulador de OVH.

Para la segunda etapa de la evaluación (Técnica de OVH en animal vivo), también se cuantificaron el tiempo y los errores, sin embargo, la “Herramienta de Evaluación del Aprendizaje” se modificó agregando las dos competencias relacionadas con el cierre del tejido subcutáneo y la piel en el animal vivo (28 competencias totales), como se muestra en el anexo 3:

Fase 1: Incisión de pared abdominal (1 competencia), Fase 2: ubicación y manipulación de ovarios (siete competencias por ovario), ligamento ancho (dos competencias) y cuello uterino (seis competencias), Fase 3: Cierre de cavidad abdominal (5 competencias).

## 5.5 Estadística.

Debido a que los datos no son paramétricos, la mediana y el error estándar (SE) se calcularon para el tiempo total que tardaron (minutos) en realizar el procedimiento quirúrgico completo (incisión, OVH y cierre), así como para el número de errores (con un posible máximo de 25 errores para el simulador y 28 para el modelo vivo).

La normalidad de los datos se evaluó utilizando la prueba de Jarque-Bera, seguida de la prueba de Kruskal-Wallis y el cálculo la Desviación Estándar (DE)para cada grupo experimental. Con respecto a las solicitudes de orientación del tutor, se calculó la mediana para el número total de pasos que requieren asistencia, junto con el SE, y se realizó una prueba de Kruskal-Wallis. Se empleó un nivel de significación de  $p < 0,01$ , y se utilizó el software de estadísticas PAST (Hammer, 2001).

Después de obtener los resultados del primer intento, se realizó una prueba de Mann-Whitney U para determinar la diferencia estadística entre los resultados de los dos grupos experimentales (datos no mostrados). Dado que no se encontraron diferencias estadísticas entre los grupos **SA** y **CA** después de la repetición uno, se consideró que ambas poblaciones eran similares en sus habilidades. Por lo tanto, el estudio continuó, con el fin de medir el efecto del entrenamiento con orientación, hasta la repetición 20.

Para el análisis de los datos obtenidos en la cirugía en modelo biológico se realizó una prueba de ANOVA con corrección de homogeneidad y Tukey, obteniendo la Media y desviación estándar de cada uno de los grupos.

## 6.- RESULTADOS

### 6.1 Etapa 1- Entrenamiento con simulador

#### 6.1.1 Tiempo requerido para realizar la técnica quirúrgica.

Con relación al tiempo total empleado para realizar la técnica quirúrgica de OSH, el grupo **SA** la desarrolló en una media de  $67.12 \pm 4.15$  minutos en el primer intento, mientras que en la repetición final (20), la media fue de  $24.59 \pm 1.75$ . Sin embargo, a partir de la quinceava repetición ya no se observó diferencia estadística en la reducción del tiempo (valor de  $p=0.001$ ), por lo que se consideró que este grupo alcanzó la meseta de su curva de aprendizaje a partir de las quince repeticiones, con un tiempo promedio de  $29.09 \pm 2.92$  minutos, reduciendo en un 56% el tiempo de ejecución de la técnica. El grupo **CA** desarrolló la técnica en 60.1 minutos en promedio ( $\pm 2.85$  minutos) en el primer intento, mientras que, en la repetición final, la media fue de  $24.59 \pm 1.75$ . Sin embargo, a partir de la sexta repetición ya no se observó diferencia estadística en la reducción del tiempo (valor de  $p<0.001$ ), considerando así que este grupo alcanzó la meseta de su curva de aprendizaje a partir de las seis repeticiones, con un tiempo promedio de  $28.01 \pm 1.78$  minutos y una reducción de 53.4% en el tiempo de ejecución de la técnica como se muestra en la Tabla 3.

#### 6.1.2 Errores cometidos durante la realización de la técnica.

En cuanto a los errores presentados durante el desarrollo de la técnica, en el grupo SA se observó un promedio de 11.8 ( $\pm 2.32$ ) errores durante la primera repetición, mientras que en la última repetición se obtuvo una media de  $0.4 \pm 0.2$  errores. A partir de la quinceava repetición ya no se observó diferencia estadística en la reducción de errores (valor de  $p<0.001$ ), por lo que se consideró que este grupo alcanzó la meseta de su curva de aprendizaje a partir de las quince repeticiones, con  $0.6 \pm 0.3$  errores como se muestra en la tabla 2. En el grupo CA se observó un promedio de  $16.8 \pm 2.41$  errores durante la primera repetición, mientras que en la última repetición se obtuvo una media de  $0 \pm 0$  errores. A partir del séptimo intento ya no se observó diferencia estadística en la reducción de errores (valor de

$p<0.001$ ), por lo que este grupo alcanzó la meseta de la curva de aprendizaje en la repetición siete, con  $0.4 \pm 0.22$  errores, como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Mediana y Error Estándar (E.E.) para errores y tiempo de evaluación aplicado a los dos grupos (CA-SA).

Variable	1ra Repetición		Repetición de curva de aprendizaje		20va Repetición	
	CA	SA	CA	SA	CA	SA
Tiempo (minutos)	$60.1 \pm 2.85^a$	$67.12 \pm 4.15^b$	$28.01 \pm 1.78^a$	$29.09 \pm 2.92^a$	$24.59 \pm 1.75^a$	$24.59 \pm 1.75^a$
± E.E.						
Errores	$16.8 \pm 2.41^a$	$11.8 \pm 2.32^b$	$0.4 \pm 0.22^a$	$0.6 \pm 0.3^b$	$0^a$	$0.4 \pm 0.2^b$
± E.E.						

Diferentes literales  $p<0.01$  para la prueba de Kruskal-Wallis. CA: Con Asesoría. SA: Sin Asesoría

Tabla 2. En el grupo CA la meseta de la curva de apredizaje en tiempo se alcanzó en la sexta repetición, en errores se alcanzó en la septima repetición; mientras que en el grupo SA se alcanzaron ambas metas en la repetición quince.

#### 6.1.3 Asesorías requeridas durante el desarrollo de la técnica.

Finalmente, el análisis del número de asesorías solicitadas durante las 20 repeticiones del grupo CA mostró que en la primera repetición se solicitó un promedio de 22.5 ( $\pm 1.28$ ) asesorías, y que este número cambia a cero a partir de la repetición 11 (media de  $0.0 \pm 0.3$ ) con una  $p<0.001$ . En este sentido se considera que el grupo alcanzó la meseta de la curva de aprendizaje en la repetición once, como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Medias y Errores Estándar (E.E) para asesorías solicitadas en el grupo CA.

1ra Repetición	Repetición de curva de aprendizaje	20va Repetición
----------------	------------------------------------	-----------------

Variable	Mediana	$\pm$ E.E.	Mediana	$\pm$ E.E.	P	Media na	$\pm$ S.E.	P
Asesoría	22.5	1.28	0.4	0.3	0.001	0	0	<0.01

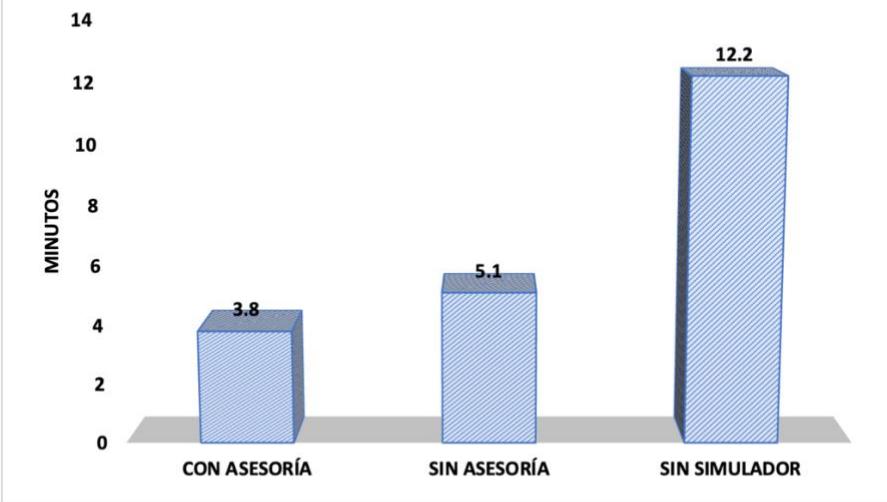
Tabla 4. En la repetición 7 se alcanzó la meseta de la curva de aprendizaje respecto a las asesorías.

## 6.2 Etapa 2- Técnica de OVH en modelo biológico.

### 6.2.1 Tiempo requerido para realizar la técnica quirúrgica.

En la segunda fase de la validación con respecto al tiempo de incisión, la media del grupo CA fue de 3.8 minutos  $\pm$  1.5 minutos, para el grupo SA fue de 5.19 minutos  $\pm$  2.1 y para el grupo control fue de 12.2  $\pm$  3.8, con un valor de p< 0.001 (Figura 1)

**FIGURA 1. TIEMPO DE INCISIÓN EN  
MODELO BIOLÓGICO.**



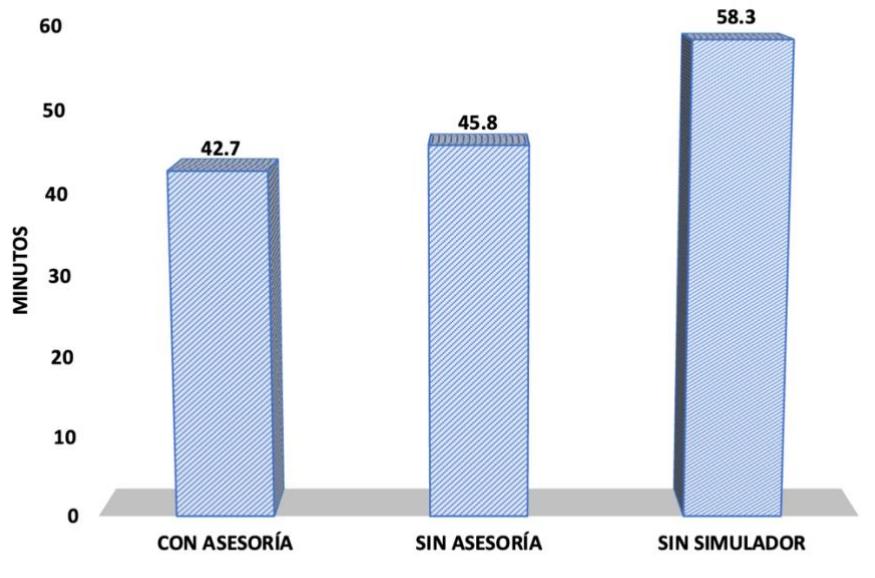
Fuente: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

p<0.000, con prueba ANOVA de un factor.

Figura 1. Comparación de medias de los grupos SA, CA y SS, respecto al tiempo de incisión, teniendo el grupo SS el mayor tiempo (12.2 minutos), y el grupo CA el menor (3.8 minutos).

Respecto al tiempo requerido para la realizar la técnica de OVH se observó un tiempo de  $42.7 \pm 9.4$  minutos para el grupo CA, para el grupo SA se obtuvo  $45.8 \pm 8$  minutos sin asesoría, para el grupo control se obtuvo un tiempo de 58.3 minutos  $\pm 17.7$  con un valor de p>0.01. Como se muestra en la Figura 2

**FIGURA 2. TIEMPO DE LA TÉCNICA DE OVH**



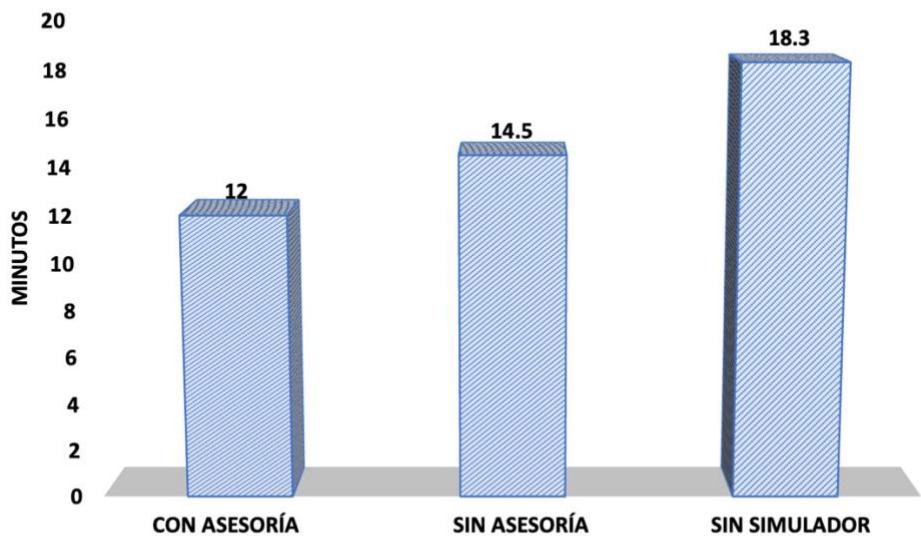
Fuente: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

p<0.081, con prueba Anova de Un factor

Figura 2. Comparación de medias de los grupos SA, CA y SS respecto al tiempo de técnica de OVH, teniendo el grupo SS el mayor tiempo (58.3 minutos), y el grupo CA el menor (47.7 minutos).

Con respecto al tiempo requerido para el cierre de la cavidad abdominal para el grupo CA la media fue de  $3.2 \text{ minutos} \pm 1$ , para el grupo SA fue de  $14.5 \text{ minutos} \pm 2.6$ , para el grupo control fue de  $18.5 \pm 6$ ,  $p < 0.01$  (Figura 3).

**FIGURA 3. TIEMPO REQUERIDO PARA EL CIERRE**



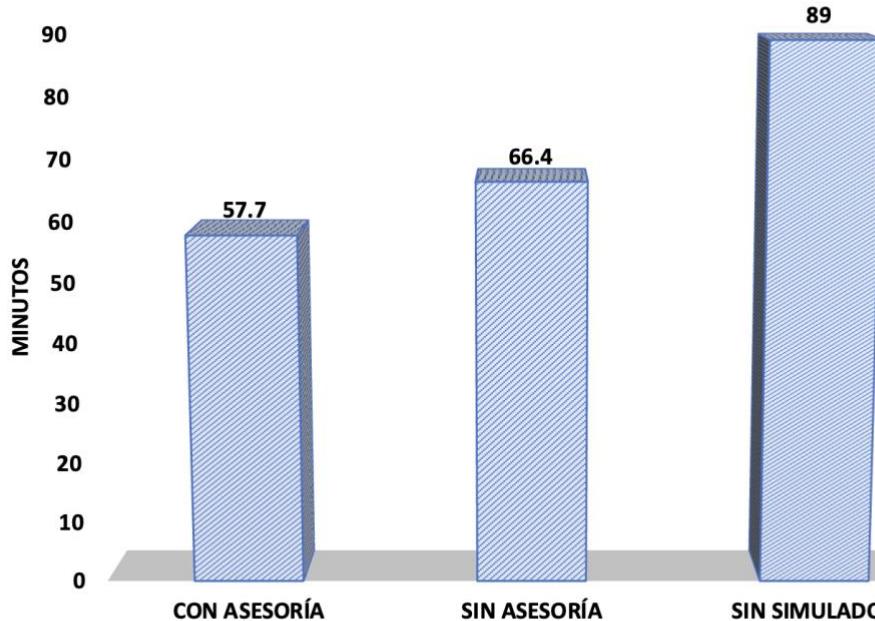
Fuente: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

p<0.010, con prueba Anova de Un factor y corrección Turkey

Figura 3. Comparación de medias de los grupos SA, CA y SS, respecto al tiempo de cierre, teniendo el grupo SS el mayor tiempo (18.3 minutos), y el grupo CA el menor (12 minutos).

Con respecto al tiempo total requerido para la técnica, para el grupo CA fue de 57.7 minutos ± 11.3, para el grupo SA fue de 66.4 minutos ± 9.5, para el grupo control 89 minutos ± 24.6, obteniendo una diferencia significativa entre los grupos experimentales y el grupo control p<0.01 (Figura 4).

**FIGURA 4. TIEMPO TOTAL DE TÉCNICA**



Fuente: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

p<0.010, con prueba Anova de Un factor y corrección Turkey

Figura 4. Comparación de medias de los grupos SA, CA y SS, respecto al tiempo al tiempo total de técnica, teniendo el grupo SS el mayor tiempo (89 minutos), y el grupo CA el menor (57.7 minutos).

#### 6.2.2 Errores cometidos durante la realización de la técnica.

Con respecto a los errores, en el grupo CA el 50% tuvieron 0 errores; el 40%, 1 error y el 10%, 2 errores; el grupo SA el 20% tuvo 2 errores, el 50%, 2 errores, el 20%, 3 errores y el 10% 1 error; en grupo control el 20% tuvo 10 errores, el 10% 20 errores y el 10% 21 errores; con una diferencia significativa entre los grupos experimentales con el grupo control p<0.001, como se muestra en la tabla 4.

Arregla este texto de forma más clara.

Tabla 5. Errores observados según los grupos de enseñanza

Cantidad de Errores	Con asesoría	Sin asesoría	Sin simulador
	Alumnos (%)	Alumnos (%)	Alumnos (%)
0	5 (50)	0	0
1	4 (40)	2 (20)	0
2	1 (10)	5 (50)	0
3	0	2 (20)	0
4	0	1 (10)	0
10	0	0	2 (20)
20	0	0	1 (10)
21	0	0	7 (70)

Fuente: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

p<0.000, con Prueba de Kruskal Wallis

Tabla 5. Comparación de errores cometidos durante toda la técnica de los grupos SA, CA y SS, respecto al tiempo al tiempo total de técnica, teniendo el grupo SS el 70% tuvo 21 errores, el grupo SA tuvo entre 2-3 errores y el grupo CA entre 0-1 error.

## 7.- DISCUSIÓN.

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, cuando los estudiantes practicaron la técnica solo con el simulador (grupo **SA**), requirieron 15 repeticiones para alcanzar el tiempo de rendimiento más rápido (29 minutos). Por el contrario,

cuando los estudiantes, además, reciben asesoría (grupo **CA**), alcanzan la meseta de la curva de aprendizaje después de seis repeticiones (con un tiempo de 28 minutos). Esto representa una mejora muy significativa en la eficiencia, atribuida a la provisión de la asesoría personalizada del tutor a los estudiantes. El tiempo de rendimiento del procedimiento reportado por Hunt et al. fue de 35 minutos, lo cual es similar al reportado en este estudio (29 y 28 minutos para los grupos SA y CA, respectivamente). En este sentido, debe tenerse en cuenta que el tiempo que se tarda en realizar el procedimiento OVH en un simulador, en comparación con el de un animal vivo, puede ser muy diferente, como lo menciona Annandale et al. con tiempo promedio para realizar el procedimiento OVH en un animal vivo (después del entrenamiento en un simulador) de 140 minutos.

El estudio mostró que los estudiantes con orientación realizaron el procedimiento sin errores en el séptimo intento, mientras que los que no tenían orientación necesitaban 15 intentos para alcanzar el mismo nivel de competencia, demostrando que los estudiantes desarrollan habilidades psicomotoras más rápidamente cuando la capacitación en simulación se complementa con la asesoría, sin embargo, el simulador también funciona por sí solo. En diferentes estudios, (Read, 2016; Annandale, 2020; Mac Arthur, 2020), se evaluaron las habilidades psicomotrices de estudiantes entrenados con y sin simuladores al realizar una esterilización; observando que los entrenados previamente con simuladores fueron más eficientes. Sin embargo, en ninguno de los trabajos se utilizaron herramientas cuantitativas, por lo que los resultados se consideran inespecíficos y no aportan datos contundentes en beneficio del uso de simuladores de OVH en el desarrollo de

habilidades psicomotoras (Read, 2016; Annandale, 2020; Mac Arthur, 2020; Faulkner, 1996; Fahie, 2016; Griffon, 2000). Respecto al entrenamiento en simuladores con asesorías, no se ha logrado especificar las características del asesoramiento o número de estas requeridas para alcanzar la curva de aprendizaje. (Read, 2016; Annandale, 2020; Langebaek, 2015).

Badman et al. mencionan que incluyeron una sola asesoría personalizada a cada alumno durante alguna de las repeticiones durante el uso del simulador, pero sin estandarizar el número de repetición en que fue proporcionada, por lo que esta pudo no ser igual de relevante para todos (Badman, 2016).

En este sentido, el presente estudio valida de manera confiable que la integración de asesorías al entrenamiento de los alumnos con el simulador hace más eficiente su aprendizaje, puesto que permite reducir a cero los errores en un menor número de repeticiones. Lo cual concuerda con lo descrito por Corvetto *et al.*, quienes observaron que la práctica asesorada con simuladores de manera repetida permite que el estudiante externe todas sus dudas y que estas sean solucionadas mediante explicaciones detalladas, lo que ayudará a desarrollar confianza durante el procedimiento quirúrgico (Corvetto, 2013).

En este proyecto, se solicitaron 20 asesorías personalizadas en promedio al inicio del ensayo, dejando de requerirlas en la repetición 11; por lo que se puede inferir que es en este momento cuando los alumnos alcanzan su mejor nivel de confianza en habilidades quirúrgicas.

De acuerdo con todo lo mencionado anteriormente, podemos concluir que de manera general los alumnos alcanzarán su nivel de aprendizaje máximo con un mínimo de seis repeticiones y un máximo de 11, punto en el que incluso desarrollarán confianza personal; por lo que se sugiere que el modelo de entrenamiento ideal es de seis repeticiones junto con la orientación del tutor. Sin embargo, cuando la disponibilidad del personal académico es limitada, se debe considerar un modelo mixto, en el que la orientación se combina con la formación independiente. Se necesitan más estudios para determinar la combinación apropiada en una modalidad tan mixta, y cada institución deberá proponer y validar la mejor manera de integrar dicha capacitación con el simulador propuesto en este trabajo.

Con respecto a las cirugías, algunos estudios (Read, 2016; Annandale, 2020, Mac Arthur, 2020), afirman que el entrenamiento previo con un simulador permitirá que el estudiante tenga un mejor desempeño al realizar la técnica en un animal, lo cual se demuestra en esta investigación, ya que el número de errores cometidos durante la técnica en el modelo vivo fueron de 1 a 2 errores totales en los alumnos entrenados con simulador (con y sin asesoría respectivamente), mientras que en los alumnos del grupo control, fue de 16.4 errores totales.

En relación con la construcción de simuladores caseros, Langebabek et al. mencionan que el armado del simulador SimSpay se puede realizar de forma estandarizada, con materiales fáciles de conseguir y de bajo costo; sin embargo, este simulador solo permite realizar una repetición y se tiene que rearmar completamente para realizar más ensayos. En contraste, el simulador textil

evaluado en este trabajo permite desarrollar las repeticiones que sean necesarias reemplazando solo una parte mínima del mismo (Lozada *et al.*, 2022).

En otro ejemplo, Badman *et al.*, (2016) utilizaron el simulador STM, resaltando su bajo costo y fabricación casera; sin embargo, no proporcionan un instructivo ni lista de materiales. En contraste, el modelo descrito en este trabajo incluye un instructivo digital o físico del armado del simulador, plantillas molde para cada una de las piezas, así como video instructivos para el armado, y la realización de la técnica quirúrgica. Permitiendo con esto, que todos los alumnos sean entrenados con un modelo y protocolo estandarizado. Además, este simulador permite cubrir todos los puntos de la técnica quirúrgica de OVH, a pesar de ser de construcción casera. Lo cual, de acuerdo con Red *et al.*, (2016), valida que el entrenamiento con un modelo de baja fidelidad no muestra diferencia significativa a hacerlo con un modelo alta fidelidad, mientras el modelo de baja fidelidad cubra los puntos importantes de la técnica quirúrgica (Hunt, 2021; Kano, 2018).

En cuanto al costo, el simulador descrito tiene un costo de fabricación de \$28.00 dólares (armado inicial y 19 repeticiones más), (Lozada *et al.*, 2022) lo que representa un costo 60% menor que otros simuladores de su misma categoría, como el modelo ROSSie, el cual tiene un valor de \$75.00 dólares (Annandale, 2020).

Se debe tomar en cuenta que, a pesar de ser económico, una de las observaciones más frecuentes por parte de los alumnos al utilizar el simulador textil de útero y ovarios caninos fue el tiempo total requerido para el armado del simulador (entre 6-8 horas), debido lo complejo del armado inicial (coser cada una de las piezas a

mano), así como la poca durabilidad de la caja (al despegar y pegar los diques, solo dura entre 22 a 26 repeticiones), sin embargo también opinan que el aprendizaje adquirido durante el uso compensan el tiempo y esfuerzo invertido en el armado. Adicionalmente se debe considerar que al haber realizado las repeticiones en el simulador y no en un modelo vivo, podemos suponer que el simulador disminuyó la exposición del alumnado y personal académico a la fatiga por compasión (Campos, 2015), sin embargo se sugiere que en trabajos futuros se implemente una evaluación objetiva sobre la disminución de la presentación de este síndrome.

## 8.- CONCLUSIÓN.

El simulador textil de útero y ovarios caninos representa una herramienta económica y estandarizada que permite replicar todos los pasos de una OVH con técnica de tres pinzas, lo cual lo hace ideal para capacitar estudiantes de medicina veterinaria en la etapa primaria de su aprendizaje quirúrgico. De manera sobresaliente, se estableció una curva de aprendizaje para el entrenamiento de esta técnica con simuladores y que las asesorías personalizadas reducen el número de repeticiones requeridas para alcanzarla. Así mismo se demostró que el entrenamiento con un simulador previo a la práctica con un modelo vivo, permitirá reducir notablemente el número de errores y el tiempo en la cirugía.

## 9.- BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Pequeñas Especies. (2018). Reporte de Jornada “la medicina veterinaria y el bienestar animal 2018”. J AMMVEPE.
- Annandale A, Scheepers E, Fosgate GT. (2024). The effect of an ovariohysterectomy model practice on surgical times for final- year veterinary students' first live-animal ovariohysterectomies. J Vet Med Educ. 47(1):44-55.
- Au Yong J, Case J, Kim S, Verpaalen V, McConkey M. (2019). Survey of instructor and student impressions of a high-fidelity model in canine ovariohysterectomy surgical training. Vet Surg. 49:975-984.
- Ávila J. (2007). Voces y ladridos: Ensayo sobre los perros de la ciudad de México, siglos XVIII y XIX (Tesis de doctorado). México: Universidad Iberoamericana de México
- Badman M, Tullberg M, Höglund OV, Hagman R. (2016). Veterinary student confidence after practicing with a new surgical training model for feline ovariohysterectomy. J Vet Med Educ. 43 (4):427-433
- Baillie S, Crossan A, Forrest N, May S. (2008). Developing the “Ouch-o-Meter” to Teach Safe and Effective Use of Pressure for Palpation, LNCS 5024, pp. 912-917.
- Carvallo G, Aymamí G, Luebbert A. (2017). Formación basada en competencias: un enfoque orientado al aprendizaje. Pearson. Ciencia Psicológica, 8(2), 1-19. ISSN: 2250-5490. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=333147069001>
- Congreso de la Ciudad de México. (2021) Iniciativa con proyecto de decreto por el que se adicionan un artículo al código penal para el Distrito Federal, en materia de abandono animal. Disponible en: <https://www.congresocdmx.gob.mx/media/documentos/10614da616026d42c4f3eb1049722bdd1f1d7ab.pdf>
- Corvetto M, Bravo M, Montaña, Rodrigo U, Escudero E, Boza C, Varas J, Dagnino J. (2013). Simulación en educación médica: una sinopsis. Revista

médica de Chile, 141(1), 70-79. <https://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872013000100010>

- Cuzcano M, Chiappe F, Astete M, León C, Falcón P. (2017). Tenencia de perros y su crianza en el Asentamiento Humano La Paz y la Urbanización ENACE de la provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, Perú. Salud tecnol. vet., 5, 15-23.
- Dale V, Johnston P, Sullivan M. (2003). Learning and Teaching Innovations in the Veterinary Undergraduate Curriculum at Glasgow, JVME, pp. 221-225.
- DASIE Surgical Training Tools. DASIE™: Dog Abdominal Surrogate for Instructional Exercise Disponible en: <http://www.dasiesurgery.ca/DASIE/DASIE.html> Google Scholar
- Díaz M, Olarte M. (2016). Animales de compañía, personalidad humana y los beneficios percibidos por los custodios. PSIENCIA. Revista Latinoamericana de Ciencia Psicológica, 8(2),1-19. ISSN: 2250-5490. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=333147069001>
- Dieckmann P, Manser T, Wehner T, Rall M. (2013). Reality and fiction cues in medical patient simulation: an interview study with anesthesiologists. Journal of Cognitive Engineering and Decision Making. 1: 148-68.
- Exbalin A. (2014). “Perros asesinos y matanzas de perros en la ciudad de México (siglos XXI-XVIII)”. Relaciones: Estudios de Historia y Sociedad, 131: 91-111.
- Fahie M, Cloke A, Lagman M, Levi O, Schmidt P. (2016) Training veterinary students to perform ovarioectomy using theMOOSE spay model with traditional method versus the dowling spay retractor. J Vet Med Educ. 43(2):176-183.
- Faulkner H, Regehr G, Martin J, Reznick R. (1996). Validation of an objective structured assessment of technical skill for surgical residents. Acad Med.71:13635. <https://doi.org/10.1097/00001888-199612000-00023>
- Fortea M. (2010). Metodologías Didácticas para la Enseñanza/Aprendizaje de Competencias. Unitat de Suport Educatiu (USE). Universidad Jaume I, España

- Gaba S. (2007). The future of simulation in healthcare. *Simul Healthc*, 2:126-135.
- Gobierno de la ciudad de México. (2024) Consejería jurídica de servicios legales: “Ley de Protección y Bienestar de los animales de la Ciudad de México”. Buscador de leyes y reglamentos del gob de CDMX. N. 1349 Bis. Disponible en:  
<https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/index.php/leyes/leyes/305-leydeproteccionalosanimalesdeldistritofederal#ley-de-protección-y-bienestar-de-los-animales-de-la-ciudad-de-méxico>
- Gobierno de la Ciudad de México. (2023). Ley de protección a los animales de la Ciudad de México. Gaceta oficial de la Ciudad de Mexico.  
<https://www.congresocdmx.gob.mx/media/documentos/19078e2d6b6bd459d8636cb980f5f1d8fb6a1647.pdf>
- Gobierno Regional Metropolitano de Santiago. (2012). Manual de tenencia responsable de mascotas. Chile: Gobierno de Chile. Disponible en:<http://www.cuidadoconelperro.cl/wp-content/uploads/2015/08/Manual-TRM-WEB.pdf>
- Griffon D, Cronin P, Kirby B, Cottrell D. Evaluation of a hemostasis model for teaching ovariohysterectomy in veterinary surgery. *Vet Surg*. 2000;29(4):309-316.
- Gutierrez-Alcalá R. Alternativas experimentales al uso de animales en laboratorios. *Gaceta UNAM*. 2019
- Hammer O, Harper D, Ryan P. (2001). Past: Paleontological statistics software package for education and- data analysis.
- Hunt JA, Simons MC, Anderson S. (2021) If you build it, they will learn: A review of models in veterinary surgical education. *Veterinary Surgery*.  
<https://doi.org/10.1111/vsu.13683>
- INEGI. (2021). Resultados de la primera encuesta nacional de bienestar autorreportado (enbiare).

[https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EstSocio demo/E\\_NBIARE\\_2021.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EstSocio demo/E_NBIARE_2021.pdf)

- Kano N, Collere F, Laube L, de Stedile SO, Carareto R. (2018). Perception of students about a low-cost model for training ovariosalpingohysterectomy in small animals. *Pubvet.* 12 (5):1-8.
- Kirk RGW. (2018) Recovering the principles of humane experimental technique: The 3Rs and the Human Essence of Animal Research. *Sci Tech Hum Val.* 2018;43: 622-648.
- Langbaek R, Toft N, Eriksen T. (2015). The SimSpay student perceptions of a low-cost build-it-yourself model for novice training of surgical skills in canine ovariohysterectomy. *J Vet Med Educ.* 42(2):166-171.
- Gobierno de la Ciudad de México. (2023). Ley de protección a los aniales de la Ciudad de México, Gaceta oficial de la Ciudad de Mexico. <https://www.congresocdmx.gob.mx/media/documentos/19078e2d6b6bd459d8636cb980f5f1d8fb6a1647.pdf>
- Lozada A, Pérez-Rivero J, Herrera J. (2022). La simulación como una herramienta para la adquisición de habilidades quirúrgicas elementales. *Modelo de ooforosalpingohisterectomía (OSH).* México: Programa editorial Ciencias Biológicas y de la Salud
- MacArthur S, Johnson M, Colee J. (2020). Effect of a spay simulator on student competence and anxiety. *J Vet Med Educ.* 48:115- 128. <https://doi.org/10.3138/jvme.0818-089r3>
- Martin J, Regehr G, Reznick R, MacRae H, Murnaghan J, Hutchison C, Brown M. (1997). Objective structured assessment of technical skills (OSATS) for surgical residents. *Br J Surg.* 84:273-8. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2168.1997.02502.x>
- Martínez, José L, Silveira E, Gómez T, González Y, Fernández D, Bécquer L. (2012). Los simuladores y los modelos experimentales en el desarrollo de habilidades quirúrgicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias de la Salud. *Revista Electrónica de Veterinaria,* 13(6), 1-23.

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63624434013>

- McLaughlin S, Doezeema D, Sklar D. (2002). Human simulation in emergency medicine training: a model curriculum. *Acad Emerg Med.* 9(11):1310-1318.
- Molina L, Silveira E, Heredia D, Fernández D, Bécquer L, Gómez T, González Y, Castro M. (2012). Los simuladores y los modelos experimentales en el desarrollo de habilidades quirúrgicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias de la Salud. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 13(6), 1-23.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63624434013>
- Organización Mundial de Sanidad Animal. (2021). Competency Guidelines for Veterinary Paraprofessionals. Collection Normes et lignes directrices
- Ortiz-Millán G. (2026). Víctimas de la educación. La ética y el uso de animales en la educación superior. *Rev. de la Educación Superior*.  
<https://doi.org/10.1016/j.resu.2016.01.010>.
- Pelaez M, Echevarría L, Soler-Tovar D, Falcón N. (2018). Métodos de contracepción en el control poblacional de perros: un punto de vista de los médicos veterinarios de clínica de animales de compañía.  
[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj5zLX\\_1vT2AhU6kmoFHQ9dBSEQFnoECA4QAw&url=https%3A%2F%2Frevistas.upch.edu.pe%2Findex.php%2FSTV%2Farticle%2Fview%2F3459%2Fpdf&usg=AOvVaw17q0HSIvnzJGUb0r03cU\\_7](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj5zLX_1vT2AhU6kmoFHQ9dBSEQFnoECA4QAw&url=https%3A%2F%2Frevistas.upch.edu.pe%2Findex.php%2FSTV%2Farticle%2Fview%2F3459%2Fpdf&usg=AOvVaw17q0HSIvnzJGUb0r03cU_7)
- Ramírez-Rubio L, García-Cueto O, Tinoco-Gracia L, Quintero-Núñez M, Cueto-González S, Trasviña-Muñoz E. (2019). Frecuencia de huevos de toxocara canis en parques públicos de Mexicali, Baja California, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 35(3), 589-595. Epub 21 de agosto de 2020.<https://doi.org/10.20937/rica.2019.35.03.06>
- Read EK, Vallevand A, Farrell RM. (2016) Evaluation of veterinary student surgical skills preparation for ovariohysterectomy using simulators: a pilot study. *J Vet Med Educ*: ibc-188468
- Sánchez-Hurtado A, Usón-Gargallo A, Enciso S, Sánchez-Peralta, S, Sánchez-Fernández J, Sánchez-Margallo F. (2019). Validación en simulación

laparoscópica. Consideraciones metodológicas y de diseño / Validity studies in laparoscopic simulation. Methodology and design considerations.

- Secretaría de salud. Manual de procedimientos estandarizados para la vigilancia epidemiológica de rabia humana. (2024). [https://epidemiologia.salud.gob.mx/gobmx/salud/documentos/manuales/27\\_Manual\\_VE\\_RabiaenHumano\\_2023.pdf](https://epidemiologia.salud.gob.mx/gobmx/salud/documentos/manuales/27_Manual_VE_RabiaenHumano_2023.pdf)
- Serna-Ojeda J, Borunda-Nava D, Dominguez-Cherit G. (2012). Simulation in medicine; The situation in Mexico. Cirugía y cirujanos.
- Serrano P, Nava JA, Rodríguez A, Páez JH. (2012). Evaluación del desarrollo de habilidades y destrezas quirúrgicas en cirugía de catarata por residentes e instructores, empleando el Simulador de Cirugía EyeSi® Rev Mex Oftalmol. 2012; 84(1):19-24
- SPAY - Simulador de ovariohisterectomía by Rescue Critters | MedicalExpo [en línea], (2023). MedicalExpo - El marketplace B2B del equipamiento médico: material médico-sanitario, imagenología médica, mobiliario para hospitales, equipos de laboratorio, etc. [Consultado el 11 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://www.medicalexpo.es/prod/rescue-critters/product-112502-745833.html>
- Synthetic Humans for Medical Simulation. (2023). SynDaver | Synthetic Humans for Medical Simulation. [Consultado el 11 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://syndaver.com>
- Taylor P. (1986). Respect for Nature, Princeton: Princeton University Press.
- Vélez-Hernández L., Reyes-Barrera K., Rojas-Almaráz D., Calderón-Oropeza M., Cruz-Vázquez J., Arcos-García J. (2012). Riesgo potencial de parásitos zoonóticos presentes en heces caninas en Puerto Escondido, Oaxaca. 02 de Abril de 2022, de Universidad del Mar. San Pedro Mixtepec. <http://dx.doi.org/10.21149/spm.v56i6.7389>
- Veterinary Simulator Industries. (2023). Veterinary Simulator Industries. [Consultado el 11 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://www.vetsimulators.com/products>

## 10.- ANEXOS

### Anexo 1: Protocolo de simulación quirúrgica.

- **Incisión en la pared abdominal en 2 pasos.**

- 1) Hacer una inciso punción.
- 2) Ampliar con tijeras craneal y caudalmente hasta llegar a 2.5 cm de cada borde, protegiendo los órganos internos.

- **Localización y manipulación del pedículo ovárico derecho en 6 pasos.**

- 1) Para localizar el pedículo ovárico derecho hay que encontrar la bifurcación de los cuernos uterinos y seguir el cuerno uterino derecho hasta encontrar el ovario correspondiente. Elevar el tejido fuera de la cavidad y verificar que corresponda al cuerno uterino identificando la presencia de las arterias uterinas, las cuales están paralelas al cuerno.
- 2) Tomar la porción craneal del ligamento propio entre los dedos pulgar e índice, con ayuda de una gasa y traccionarlo caudomedial mente para romperlo por completo. De manera alternativa, una vez visualizado, se transecta por completo con las tijeras.
- 3) Si es necesario, para retraer el ovario y cuerno uterino fuera de la cavidad, se desgarra el mesovario sin dañar la vasculatura ovárica.

4) Para el pinzamiento de los vasos ováricos:

- Aplicar disección romana con tijeras o pinzas de hemostasia en el mesovario, para crear ventanas paralelas (craneal y caudalmente) al paquete vascular.
- Seguir la técnica de las tres pinzas, para ello hay que colocar tres pinzas hemostáticas de manera perpendicular a los vasos sanguíneos del pedículo y de la línea de incisión, dejando unos pocos milímetros de espacio y alternando la dirección de los mangos entre ellas. Verificar que la pinza proximal al ovario no involucre ninguna porción de este.

5) Para hacer la ligadura del pedículo ovárico hay que retirar la pinza más cercana a la pared dorsal de la cavidad y colocar una ligadura circunferencial en la muesca que se genera en el tejido. Colocar una ligadura de transfixión por debajo de la segunda pinza.

6) Para la transección del pedículo ovárico hay que cortar por completo el pedículo entre las dos pinzas restantes, para ello hay que usar el bisturí apoyado sobre el borde de la pinza más cercana a la incisión. Sin involucrar los vasos sanguíneos, se toma el muñón con las pinzas para tejido y se retira la pinza del pedículo para verificar la ausencia de hemorragia. Regresar el muñón a su posición anatómica y nuevamente se verifica la ausencia de hemorragia.

• **Localización y manipulación del pedículo ovárico izquierdo en 6 pasos.**

1) Para localizar el pedículo ovárico izquierdo se sigue el cuerno uterino izquierdo, al tiempo que se desgarra el ligamento ancho con las manos,

hasta llegar a la bifurcación uterina. Una vez localizado el cuerno uterino izquierdo se sigue cranealmente hasta localizar el ovario izquierdo.

2) A partir de aquí, se continúa con los demás pasos de la técnica de transección del pedículo del modo descrito para el lado derecho, incluyendo el desgarro del ligamento ancho.

- **Localización del cérvix.**

1) Tomar ambos ovarios y cuernos uterinos, sin retirar las pinzas hemostáticas, y reflejarlos caudalmente. Localizar el cérvix caudalmente al cuerpo uterino: a la palpación se siente firme.

- **Manipulación del pedículo uterino en 3 pasos.**

1) Primero se pinza el cuerpo del útero, para lo cual se deben colocar tres pinzas hemostáticas en la región craneal al cérvix y caudal a la bifurcación uterina; deben ubicarse de manera perpendicular al cuerpo y a la incisión abdominal.

2) Para ligar el cuerpo uterino se retira la pinza más cercana al cérvix y se coloca una ligadura circunferencial en la muesca que genera en el tejido. Ligar por separado cada arteria uterina y finalmente se coloca una ligadura de transfixión en el cuerpo uterino.

3) Con el bisturí apoyado sobre el borde craneal de la pinza más cercana al cérvix, se secciona por completo el cuerpo del útero haciendo el corte entre las dos pinzas restantes. Con las pinzas para tejido se toma el muñón por

el cérvix, sin involucrar los vasos sanguíneos, y se retira la pinza hemostática restante. Hay que verificar la ausencia de hemorragia antes de liberar el pedículo en el abdomen.

- **Pasos finales**

1) Verificar la ausencia de hemorragia en los pedículos ováricos y uterino.

2) Verificar la ausencia de gasas dentro de la cavidad abdominal.

3) Cerrar la pared abdominal. Para ello, se efectúa un patrón continuo simple en la capa única del simulador.

**Anexo 2: Herramienta para la evaluación del desarrollo de la técnica quirúrgica en el simulador.**

¿El alumno realizó la competencia indicada?	Sí	No
<b>Incisión</b>		
1. La incisión está en la ubicación y longitud correcta (Cicatriz umbilical hasta síntesis del pubis).		
TIEMPO TARDADO EN INCISIÓN.		
<b>Técnica de OVH:</b> <b>Localización del pedículo ovárico derecho.</b>		
2. Localiza de forma segura y eficiente el cuerno y ovario derechos. Identifica el pedículo ovárico derecho.		
3. Localización del ligamento suspensorio derecho, ruptura del ligamento suspensorio derecho y exteriorización adecuada del pedículo ovárico derecho.		

4. Elaboración de la ventana de forma segura en el ligamento ancho en la ubicación y dirección correcta. Demuestra un manejo delicado de los tejidos.		
5. Coloca las 3 pinzas de acuerdo con la técnica.		
6. Coloca una ligadura segura en la ranura creada por la pinza más proximal (la más proximal a la pared del cuerpo o más distal del ovario). Realiza los nudos de manera correcta.		
7. Coloca una ligadura de transfixión segura por encima de la primera ligadura (proximal al ovario). Realiza los nudos de manera correcta		
8 Corte seguro del pedículo entre pinza 1 y 2, sin dañar órganos y revisa sangrado.		
<b>Localización del pedículo ovárico izquierdo</b>		
9. Localiza de forma segura y eficiente el cuerno y ovario izquierdos. Identifica el pedículo ovárico izquierdo.		
10. Localización del ligamento suspensorio izquierdo. Ruptura del ligamento suspensorio derecho y exteriorización adecuada del pedículo ovárico izquierdo.		
11. Elaboración de la ventana de forma segura en el ligamento ancho en la ubicación y dirección correcta. Demuestra un manejo delicado de los tejidos.		
12. Coloca las 3 pinzas de acuerdo con la técnica.		
13. Coloca una ligadura segura en la ranura creada por la pinza más proximal (la más proximal a la pared del cuerpo o más distal al ovario). Realiza los nudos de manera correcta y no hay sangrado.		
14. Coloca una sutura de transfixión segura por encima de la primera ligadura (más proximal al ovario). Realiza los nudos de manera correcta y no hay sangrado.		
15. Corte seguro del pedículo entre pinza 1 y 2, sin dañar órganos? Revisar sangrado		
<b>Ligamento ancho.</b>		
16. Desgarra el ligamento ancho del lado derecho aplicando hemostasia y manejo delicado de tejidos.		
17. Desgarra el ligamento ancho del lado izquierdo aplicando hemostasia y manejo delicado de tejidos.		
<b>Localización del cérvix.</b>		
18. Localiza el cuello uterino de forma eficiente y correcta.		
19. Craneal al cuello uterino pero caudal a la bifurcación uterina, coloca las 3 pinzas de acuerdo con la técnica.		

20. Coloca la ligadura circunferencial segura en el lugar, donde la pinza de hemostasia más proximal al cuello uterino ha creado una ranura en el tejido.		
21. Coloca una ligadura simple en cada uno de los vasos del útero.		
22. Coloca una sutura de transfixión segura.		
23. Corte seguro del pedículo entre pinza 1 y 2, sin dañar órganos. Verificando la ausencia de hemorragia en el pedículo uterino.		
<b>TIEMPO TARDADO EN REALIZAR TÉCNICA</b>		
<b>Cerrar la pared del cuerpo.</b>		
24. Espaciado entre suturas adecuada (5-10 mm). Continuo simple.		
25. Nudo inicial y final en tejido sano. Correcto afrontamiento de los bordes.		
<b>TIEMPO TARDADO EN CIERRE DE PARED</b>		

**Anexo 3: Herramienta para la evaluación del desarrollo de la técnica quirúrgica en el simulador.**

¿El alumno realizó la competencia indicada?	Sí	No
<b>Incisión</b>		
1. La incisión está en la ubicación y longitud correcta (Cicatriz umbilical hasta síntesis del pubis).		
TIEMPO TARDADO EN INCISIÓN.		
<b>Técnica de OVH:</b>		
<b>Localización del pedículo ovárico derecho.</b>		
2. Localiza de forma segura y eficiente el cuerno y ovario derechos. Identifica el pedículo ovárico derecho.		
3. Localización del ligamento suspensorio derecho, ruptura del ligamento suspensorio derecho y exteriorización adecuada del pedículo ovárico derecho.		
4. Elaboración de la ventana de forma segura en el ligamento ancho en la ubicación y dirección correcta. Demuestra un manejo delicado de los tejidos.		
5. Coloca las 3 pinzas de acuerdo con la técnica.		

6. Coloca una ligadura segura en la ranura creada por la pinza más proximal (la más proximal a la pared del cuerpo o más distal del ovario). Realiza los nudos de manera correcta.		
7. Coloca una ligadura de transfixión segura por encima de la primera ligadura (proximal al ovario). Realiza los nudos de manera correcta		
8 Corte seguro del pedículo entre pinza 1 y 2, sin dañar órganos y revisa sangrado.		
<b>Localización del pedículo ovárico izquierdo</b>		
9. Localiza de forma segura y eficiente el cuerno y ovario izquierdos. Identifica el pedículo ovárico izquierdo.		
10. Localización del ligamento suspensorio izquierdo. Ruptura del ligamento suspensorio derecho y exteriorización adecuada del pedículo ovárico izquierdo.		
11. Elaboración de la ventana de forma segura en el ligamento ancho en la ubicación y dirección correcta. Demuestra un manejo delicado de los tejidos.		
12. Coloca las 3 pinzas de acuerdo con la técnica.		
13. Coloca una ligadura segura en la ranura creada por la pinza más proximal (la más proximal a la pared del cuerpo o más distal al ovario). Realiza los nudos de manera correcta y no hay sangrado.		
14. Coloca una sutura de transfixión segura por encima de la primera ligadura (más proximal al ovario). Realiza los nudos de manera correcta y no hay sangrado.		
15. Corte seguro del pedículo entre pinza 1 y 2, sin dañar órganos? Revisar sangrado		
<b>Ligamento ancho.</b>		
16. Desgarra el ligamento ancho del lado derecho aplicando hemostasia y manejo delicado de tejidos.		
17. Desgarra el ligamento ancho del lado izquierdo aplicando hemostasia y manejo delicado de tejidos.		
<b>Localización del cérvix.</b>		
18. Localiza el cuello uterino de forma eficiente y correcta.		
19. Craneal al cuello uterino pero caudal a la bifurcación uterina, coloca las 3 pinzas de acuerdo con la técnica.		
20. Coloca la ligadura circunferencial segura en el lugar, donde la pinza de hemostasia más proximal al cuello uterino ha creado una ranura en el tejido.		

21. Coloca una ligadura simple en cada uno de los vasos del útero.		
22. Coloca una sutura de transfixión segura.		
23. Corte seguro del pedículo entre pinza 1 y 2, sin dañar órganos. Verificando la ausencia de hemorragia en el pedículo uterino.		
<b>TIEMPO TARDADO EN REALIZAR TÉCNICA</b>		
<b>Cerrar la pared del cuerpo.</b>		
24. Espaciado entre suturas adecuada (5-10 mm). Continuo simple.		
25. Nudo inicial y final en tejido sano. Correcto afrontamiento de los bordes.		
26. Sutura de espacio subcutáneo. Espacio entre suturas adecuado. Patrón en X.		
27. Sutura subdérmica. Correcto afrontamiento de bordes.		
28. sutura de piel. Espacio entre suturas adecuado. Simple discontinuo. Correcto afrontamiento de bordes.		
<b>TIEMPO TARDADO EN CIERRE DE PARED</b>		

## Anexo 4. Artículo publicado con resultados de la primera etapa de la validación del simulador.



Research Article

# Assessment of a Low-cost Canine Uterine Simulator as a Tool for Teaching the Ovariohysterectomy Technique to Veterinary Students

Alternatives to Laboratory Animals  
2024, Vol. 52(6) 316–325

© The Author(s) 2024



Article reuse guidelines:  
[sagepub.com/journals-permissions](https://sagepub.com/journals-permissions)  
DOI: 10.1177/02611929241285392  
[journals.sagepub.com/home/alt](https://journals.sagepub.com/home/alt)



Melissa García González<sup>1</sup> ●, Juan José Pérez Rivero Cruz y Celis<sup>2</sup> ●,  
Ivonne Michelle Heuze de Icaza<sup>1,2</sup> ● and Ángel Raymundo Lozada Gallegos<sup>2</sup> ●

### Abstract

The acquisition of skills to perform an ovariohysterectomy (OVH) is crucial for veterinary medicine students. It has been demonstrated that the most effective way to develop these skills is through repetitive training on simulators. Unfortunately, commercial simulators are expensive, limiting their use and highlighting the need for the development of more cost-effective alternatives. This study aimed to assess the effectiveness of a low-cost, easily constructed textile-based simulator for the canine ovaries and uterus in training veterinary students on the OVH technique. The impact of tutor guidance on student learning was also assessed. Participants were divided into two groups: simulator and tutor guidance (SG) and simulator only (SO). Each student performed 20 repetitions of the three-clamp OVH technique, and the number of errors and execution time were quantified. The SG group reached the learning curve plateau in terms of minimum errors on the 7th repetition and attained the fastest time on the 6th repetition. The SO group reached the learning curve plateau in terms of minimum errors and attained the fastest time both on the 15th repetition. From individuals in the SG group, there were no requests for tutor guidance from the 11th attempt. This low-cost simulator is ideal for training veterinary students in the early stages of surgical learning, as it effectively facilitates learning the OVH procedure without the use of live animals.

### Keywords

canine, clinical skills, humane education, learning curve, model, non-animal, ovariohysterectomy, OVH, simulator, spay, surgical training, veterinary education

### Introduction

The primary method of canine population control involves the surgical technique of canine ovariohysterectomy (OVH).<sup>1</sup> However, recent graduates in veterinary medicine lack the skill and confidence to perform this procedure without expert assistance.<sup>2</sup> Therefore, veterinary surgical training at university should include classes to enable students to acquire the psychomotor skills and confidence necessary for executing this technique. It has been demonstrated that the most efficient methodology for learning this type of technique involves repetitive practice to achieve a learning curve plateau, as mentioned in Ericsson's theory of 'deliberate practice'.<sup>3</sup> However, the use of live animals for this purpose is not compatible with the principles of the Three Rs (*replacement, reduction and refinement*).<sup>4</sup>

Despite surgical training simulators being an available alternative to the use of animals for learning and developing psychomotor skills, cost remains the main barrier to their

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Coyoacán, Mexico

<sup>2</sup>Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, Coyoacán, Mexico

This article is part of the Virtual Special Collection on *Humane Teaching Approaches*.

### Corresponding author:

Ángel Raymundo Lozada Gallegos, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, Calz. del Hueso 1100, Coapa, Villa Quietud., Coyoacán 04960, Mexico.  
Email: [engelg@hotmail.com](mailto:engelg@hotmail.com)