

Simulación laparoscópica para derivaciones biliodigestivas en un centro de entrenamiento quirúrgico en Quito, Ecuador

Laparoscopic simulation for biliodigestive bypasses at a surgical training center in Quito, Ecuador

Santiago Muñoz-Palomeque¹

Resumen

Introducción: Las anastomosis bilioentéricas constituyen uno de los procedimientos más exigentes en la cirugía hepatobiliar, especialmente mediante abordajes mínimamente invasivos, requiriéndose habilidades laparoscópicas avanzadas. La simulación quirúrgica se ha consolidado como herramienta clave para acortar la curva de aprendizaje y optimizar el rendimiento técnico. **Objetivo:** Describir la factibilidad, reproducibilidad y valor educativo de un modelo de simulación laparoscópica con tejidos biológicos ex vivo para la práctica de anastomosis biliodigestivas, y evaluar el desempeño técnico dentro del entorno simulado. **Métodos:** Se realizó un estudio experimental descriptivo con 50 anastomosis biliodigestivas laparoscópicas simuladas utilizando modelos biológicos ex vivo. Se analizó tiempo operatorio, tipo de anastomosis, material y calibre de sutura, diámetro anastomótico y presencia de fugas mediante prueba hidroneumática. El análisis estadístico incluyó prueba t de muestras independientes (primeros 10 vs. últimos 10 casos), regresión lineal y análisis CUSUM para identificar el punto de inflexión de la competencia quirúrgica. **Resultados:** El tiempo medio de anastomosis fue $33,16 \pm 11,9$ minutos. Predominaron anastomosis término-laterales (98%) con sutura de polipropileno 5-0. Se evidenció una reducción significativa del tiempo operatorio entre bloques inicial y final ($p=0,013$). La regresión lineal mostró una curva de aprendizaje consistente ($y=50,49-0,68x$; $p<0,001$). El análisis CUSUM identificó un punto de inflexión en el caso 19. La tasa de fugas fue del 10% ($n=5$), asociada a errores técnicos identificables y corregibles. **Conclusiones:** La simulación laparoscópica con modelos biológicos de bajo coste es un método útil, reproducible y eficaz para la formación avanzada en anastomosis biliodigestivas, especialmente relevante en entornos con recursos limitados.

Keywords: Derivaciones biliodigestivas, laparoscopia, simulación quirúrgica

Abstract

Introduction: Bilioenteric anastomoses are among the most technically demanding procedures in hepatobiliary surgery. When performed using minimally invasive approaches, they require advanced laparoscopic skills and precise suturing. Surgical simulation has emerged as an important strategy to shorten the learning curve and improve technical performance. **Objective:** To evaluate the feasibility, reproducibility, and educational value of a laparoscopic simulation model using ex vivo biological tissues for training in bilioenteric anastomoses, and to assess technical performance in a simulated environment. **Methods:** A descriptive experimental study was conducted involving 50 simulated laparoscopic bilioenteric anastomoses using ex

1. Departamento de Cirugía, Hospital Metropolitano; Quito, Ecuador;  <https://orcid.org/0000-0001-8040-4379>



Usted es libre de:
Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.

Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente.

Recibido: 29-01-2026

Aceptado: 10-02-2026

Publicado: 28-03-2026

DOI: 10.47464/MetroCiencia/vol34/1/2026/6-25

*Correspondencia autor: acrodriguezpor@gmail.com

vivo biological models. Variables analyzed included operative time, type of anastomosis, suture material and gauge, anastomotic diameter, and the presence of leakage assessed by hydropneumatic testing. Statistical analysis included an independent samples t-test comparing the first 10 and last 10 cases, linear regression to evaluate the learning curve, and cumulative sum (CUSUM) analysis to determine the inflection point of surgical competence. **Results:** The mean anastomosis time was 33.16 ± 11.9 minutes. End-to-side anastomoses predominated (98%), most commonly performed with 5-0 polypropylene sutures. A significant reduction in operative time was observed between the initial and final case blocks ($p = 0.013$). Linear regression demonstrated a progressive improvement consistent with a learning curve ($y = 50.49 - 0.68x$; $p < 0.001$). CUSUM analysis identified an inflection point at case 19. The leakage rate was 10% ($n = 5$), associated with identifiable and correctable technical errors. **Conclusions:** Low-cost laparoscopic simulation using ex vivo biological models represents a feasible, reproducible, and effective training strategy for bilioenteric anastomoses, particularly valuable in resource-limited settings.

Palabras clave: Bilioenteric anastomosis, laparoscopy, surgical simulation.

Introducción

Las derivaciones biliodigestivas son procedimientos quirúrgicos destinados a restablecer el flujo biliar hacia el tracto gastrointestinal mediante una anastomosis entre la vía biliar y el tubo digestivo, generalmente el yeyuno o duodeno. Estas anastomosis incluyen principalmente la hepaticoyeyunoanastomosis, coledocoyeyunoanastomosis y coledocoduodenoanastomosis, siendo la hepaticoyeyunoanastomosis en Y de Roux el estándar de oro en múltiples escenarios clínicos^{1,2}.

Desde el punto de vista técnico, estas anastomosis representan uno de los procedimientos más demandantes de la cirugía hepatobiliar debido al pequeño diámetro del conducto biliar, la fragilidad tisular, la necesidad de sutura precisa (en un solo plano), y el alto impacto clínico de una fuga biliar³. Las lesiones de la vía biliar ocurren en aproximadamente 0,1–1,5% de las colecistectomías laparoscópicas, siendo esta la principal causa de reconstrucción biliodigestiva en centros terciarios⁴. La tasa de complicaciones asociadas a la reconstrucción biliar puede alcanzar el 20–30% en centros con bajo volumen quirúrgico⁵.

Las principales indicaciones para realizar derivaciones biliodigestivas incluyen²:

- Lesiones iatrogénicas de la vía biliar (Strasberg B y E; Bismuth I–V)
- Estenosis benignas posquirúrgicas

- Colangiocarcinoma irresecable
- Tumores periampulares seleccionados
- Colangitis recurrente
- Litiasis intrahepática
- Reconstrucción posterior a resecciones hepáticas mayores
- Trasplante hepático (reconstrucción biliar)

Estas indicaciones están ampliamente descritas por la International Hepato-Pancreato-Biliary Association (IHPBA) y la European Association for Endoscopic Surgery (EAES)^{6–8}. La laparoscopia ha demostrado beneficios claros frente a la cirugía abierta, sobre todo en cuanto a menor pérdida sanguínea, menor estancia hospitalaria, recuperación funcional más rápida y resultados funcionales comparables; sin embargo, su adopción ha sido limitada debido a la complejidad técnica y la larga curva de aprendizaje, estimada entre 30–65 procedimientos para alcanzar competencia quirúrgica en abordajes robóticos con estabilización de resultados y reducción de complicaciones^{9–12}. En estudios similares, el número de casos necesarios para completar la curva de aprendizaje en derivaciones biliodigestivas varía dependiendo de la técnica empleada; estimándose como aproximado para la cirugía abierta de 20 a 40 casos, para la cirugía laparoscópica de 50 a 100 casos para alcanzar una competencia, y

hasta 200 para maestría en procedimientos complejos¹³⁻¹⁵.

Por su parte, la simulación quirúrgica laparoscópica ha demostrado lograr una reducción del tiempo operatorio, una disminución de errores técnicos y una mejora en la coordinación bimanual con un aumento en la seguridad del paciente. La simulación con modelos biológicos *ex vivo* se considera uno de los métodos más efectivos para entrenar anastomosis complejas, especialmente en países con recursos limitados^{16,17}. En la actualidad, las principales sociedades quirúrgicas (SAGES, EAES, ACS) recomiendan la simulación progresiva antes del contacto con el paciente, especialmente para procedimientos hepatobiliares complejos y los estudios refuerzan que la simulación sistemática favorece el aprendizaje activo, el feedback continuo y la transferencia real al entorno clínico¹⁷⁻²⁰.

En base a estas premisas, este estudio presenta y describe la recreación sistemática de la técnica quirúrgica descrita en la literatura para la práctica de anastomosis biliodigestivas mediante un modelo de simulación biológico *ex vivo*, de una manera accesible, reproducible y aplicable en entornos con recursos limitados, evaluando el desempeño técnico dentro del entorno simulado, mediante el análisis del tiempo de confección, calidad anastomótica y presencia de fugas. Cabe aclarar que no se compararon resultados clínicos ni se determinó impacto directo sobre desenlaces en pacientes.

Materiales y Métodos

Se realizó un estudio descriptivo basado en la recolección sistemática de prácticas de simulación realizadas por el autor con el objetivo de autoevaluar su desempeño técnico durante la confección laparoscópica de anastomosis biliodigestivas. Las prácticas fueron efectuadas durante el período correspondiente al final del tercer año y durante el cuarto año de residencia de ciru-

gía general y laparoscópica (R3-R4), tras haber completado entrenamiento previo en simulación laparoscópica básica y sutura intracorpórea. El estudio refleja un proceso de autoevaluación estructurada orientado a identificar errores técnicos y mejorar la destreza quirúrgica. Todas las anastomosis fueron realizadas por un único operador (el autor). El operador contaba con entrenamiento previo en simulación laparoscópica básica, experiencia en sutura intracorpórea, entrenamiento progresivo durante la residencia. No se incluyeron múltiples participantes ni comparación entre operadores. Se diseñó un programa de simulación progresiva para la realización de derivaciones biliodigestivas laparoscópicas, inicialmente con un esquema en material inerte para validar la factibilidad de la práctica [Figura 1], y luego para la práctica se utilizó:

- Intestino de bovino (simulación intestinal del asa yeyunal) [Figuras 2-12]
- Intestino de bovino con reconstrucción tubular (simulaciones iniciales de vía biliar) [Figuras 2-4, 10]
- Tráquea de pollo (simulación de vía biliar rígida) [Figuras 5-6, 9, 11-12]
- Esófago de pollo (simulación alternativa de vía biliar) [Figuras 7-9, 12]
- Suturas polipropileno (Prolene™) y poli-dioxanona (PDS®) con calibre 4-0 a 6-0
- Equipo básico de laparoscopia (caja de simulación de laparoscópica junto con 1 pinza Maryland, 1 pinza Grasper, 1 tijera laparoscópica, 1 porta laparoscópico)

Para la preparación del modelo se procedió a realizar un lavado del intestino con agua común y jabón neutro para desinfección de las muestras, seguido por una segmentación en asas de 15-20 cm, luego, una preparación del conducto simulado con calibración del lumen (en las prácticas iniciales), o de la tráquea en las prácticas avanzadas. Finalmente, se colocó el modelo en la caja laparoscópica sobre un recipiente plástico

desechable para mantener la limpieza y el orden del área de trabajo, y la posterior creación de enterotomía y apertura del conducto simulado con tijera laparoscópica.

Técnica quirúrgica

Se realizaron 50 anastomosis bajo visión laparoscópica en tejidos ex vivo, empleando el siguiente protocolo:

- Posicionamiento del modelo y óptica con identificación del sitio anastomótico y enterotomía en cara antimesentérica.
- Conformación de anastomosis término-lateral predominantemente [Figuras 2-10,12]
- Sutura de cara posterior con puntos simples o continuos [Figuras 2-5, 7-11]
- Sutura de cara anterior con técnica variable (simple o continua) [Figuras 2-5, 7-11]
- Medición del diámetro de la anastomosis [Figura 3-5, 10]
- Prueba hidráulica al finalizar cada anastomosis con retroalimentación del caso [Figuras 2-6, 10-12]

La descripción detallada de la técnica quirúrgica se desglosa posterior a la descripción de las variables evaluadas. Las variaciones técnicas evaluadas incluyen anastomosis término-lateral, sutura continua vs. puntos simples, y el uso de polipropileno 5-0. El tiempo operatorio se midió desde el inicio de la confección de la anastomosis hasta su finalización. La calidad anastomótica fue evaluada por el mismo operador considerando coaptación mucosa adecuada, simetría, ausencia de tensión, y permeabilidad del lumen. La presencia de fugas se evaluó mediante prueba hidroneumática con instilación de solución salina a presión manual moderada a través de agua del grifo. En algunos casos se adicionó también colorante diluido en el agua para confirmar con ma-

yor precisión esta variable. El registro fue realizado por el autor con el propósito de identificar errores técnicos y corregirlos en prácticas subsecuentes. Aunque esta auto-evaluación puede considerarse una fuente potencial de sesgo, el registro sistemático permitió documentar resultados reales del proceso de aprendizaje y evitar estimaciones subjetivas.

Las variables analizadas incluyeron:

- Tiempo operatorio (de confección) [Tabla 1]
- Tipo de reconstrucción [Tabla 2] y técnica de confección de anastomosis [Tabla 3]
- Presencia de fugas de la anastomosis [Tabla 4]
- Diámetro final de la anastomosis (medido con una regla quirúrgica) [Tabla 5]
- Material y tamaño de sutura empleado [Tablas 6 y 7]
- Material de simulación [Tabla 8]

Debido a los recursos limitados de las muestras ex vivo, se aprovechó la longitud de las estructuras para cortar y recrear nuevas anastomosis en las mismas muestras [Figuras 5-7,9,11-12]. No se utilizó ningún animal con fines experimentales directos. Todos los especímenes fueron de consumo alimentario habitual.

Para la correcta confección de la anastomosis bajo los principios quirúrgicos, los pasos para la confección de la anastomosis biliodigestiva se basaron en el libro de cirugía hepatobiliopancreática de Blumberg² y la publicación de Hirano et al.²¹, donde se describe que, una vez preparado el conducto biliar para la derivación, se debe ascender el yeyuno para la futura asa biliar en aproximadamente 20 a 40 cm desde el ángulo de Treitz con una longitud de asa de aproximadamente 50 a 70 centímetros de largo, y tras haber realizado la enterotomía en el borde antimesentérico, se inicia la confección de la anastomosis (termino-

lateral o latero-lateral) en la cara posterior con suturas interrumpidas de una sola capa con material monofilamento absorbible 4-0 o 5-0. Para mantener una visión favorable durante las anastomosis de múltiples conductos, los puntos se introducen en serie comenzando desde el lado más dorsal hacia el lado ventral.

A diferencia de lo descrito donde se menciona que las agujas se deberían pasar a través del yeyuno a un intervalo de 1–2,5 mm desde adentro hacia afuera y a través del conducto biliar desde afuera hacia adentro para ser atadas dentro del lumen, en esta práctica se intentó hacerlo de manera contraria logrando así que los puntos queden extraluminales, reduciendo técnicamente el riesgo de estenosis al aplicar lo practicado en futuros casos reales [Figuras 2,5,7,11]. Se perfeccionó la técnica en el transcurso

de los casos, estandarizando la toma de los puntos desde yeyuno hacia conducto biliar para facilitar el ascenso del yeyuno y evitar desgarros de la vía biliar ante maniobras cefalo-caudales que pudieran causar tracción excesiva [Figura 5]. La cara anterior se completó utilizando el mismo tipo material de sutura absorbible de 45 cm de longitud, iniciando en la parte más dorsal y progresando ventralmente. La aguja se pasó a través del yeyuno de afuera hacia adentro y a través de la vía biliar de adentro hacia afuera para anudarse por fuera²¹ [Figura 5]. Con la finalidad de mejorar la destreza quirúrgica se varió el procedimiento en ciertos casos, realizando la sutura de la cara posterior con puntos continuos desde derecha a izquierda del paciente con nudos extraluminales; mientras que la cara anterior en dichos casos se realizó con puntos simples extraluminales caudo-cefálicos.



Figura 1. Esquema de las anastomosis biliodigestivas en material inerte

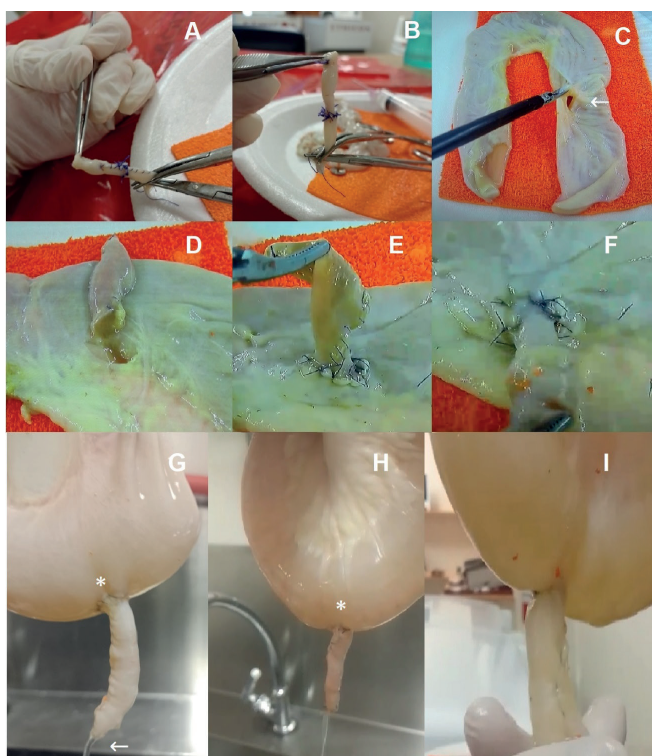


Figura 2. Anastomosis con intestino. A y B: Reconstrucción tubular con intestino bovino. C: Intestino bovino (flecha indica área de enterotomía). D: Cabos a anastomosar. E: Anastomosis termino-lateral, cara anterior. F: Anastomosis termino-lateral, cara posterior. G y H: Prueba hidráulica con anestomosis finalizada (* indica anestomosis permeable y flecha indica flujo de agua a través de la estructura). I: Prueba hidráulica con anestomosis finalizada y compresión de extremo distal (se confirma ausencia de fugas en anestomosis).

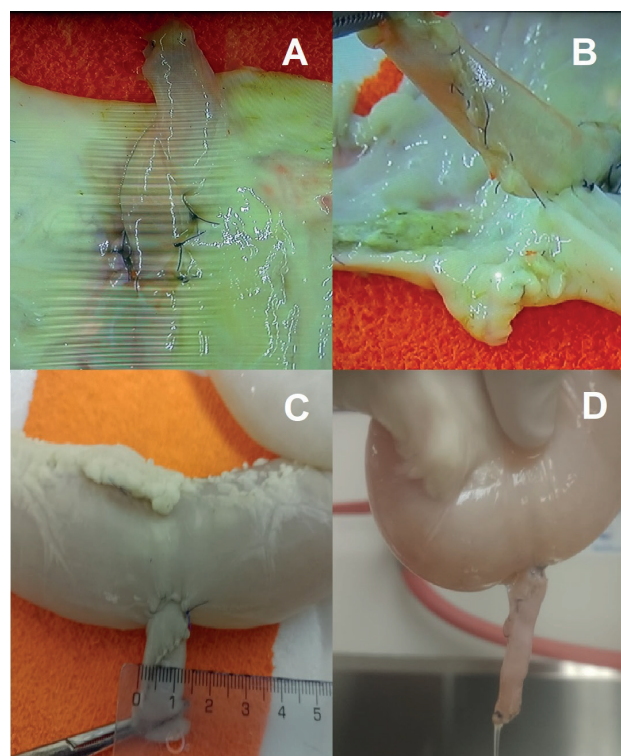


Figura 3. Anastomosis con intestino. A: Cara anterior. B: Angulo lateral izquierdo. C: Anastomosis finalizada (se confirma diámetro de 13 milímetros). D: Prueba hidroneumática con permeabilidad de la luz y ausencia de fugas en anestomosis.

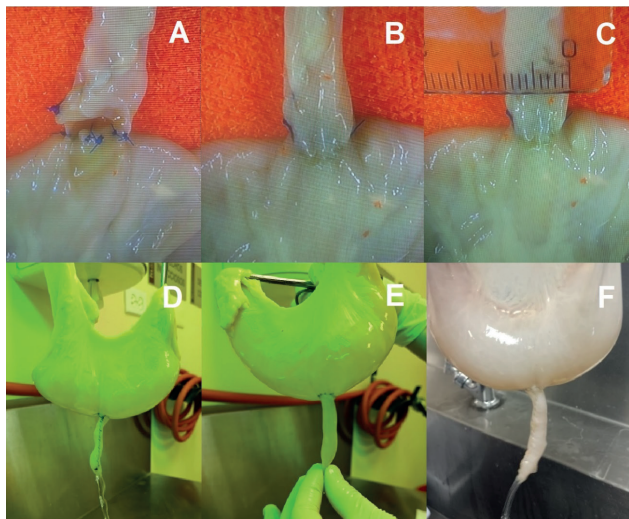


Figura 4. Anastomosis con intestino. A: Cara posterior, puntos simples. B: Cara anterior, puntos continuos. C: Confirmación de diámetro de anastomosis (9 milímetros). D: Prueba hidráulica con confirmación de permeabilidad de la luz. E: Compresión de salida con confirmación de ausencia de fugas de la anastomosis. F: Se confirma persistencia de integridad y paso adecuado del líquido a través de la luz.

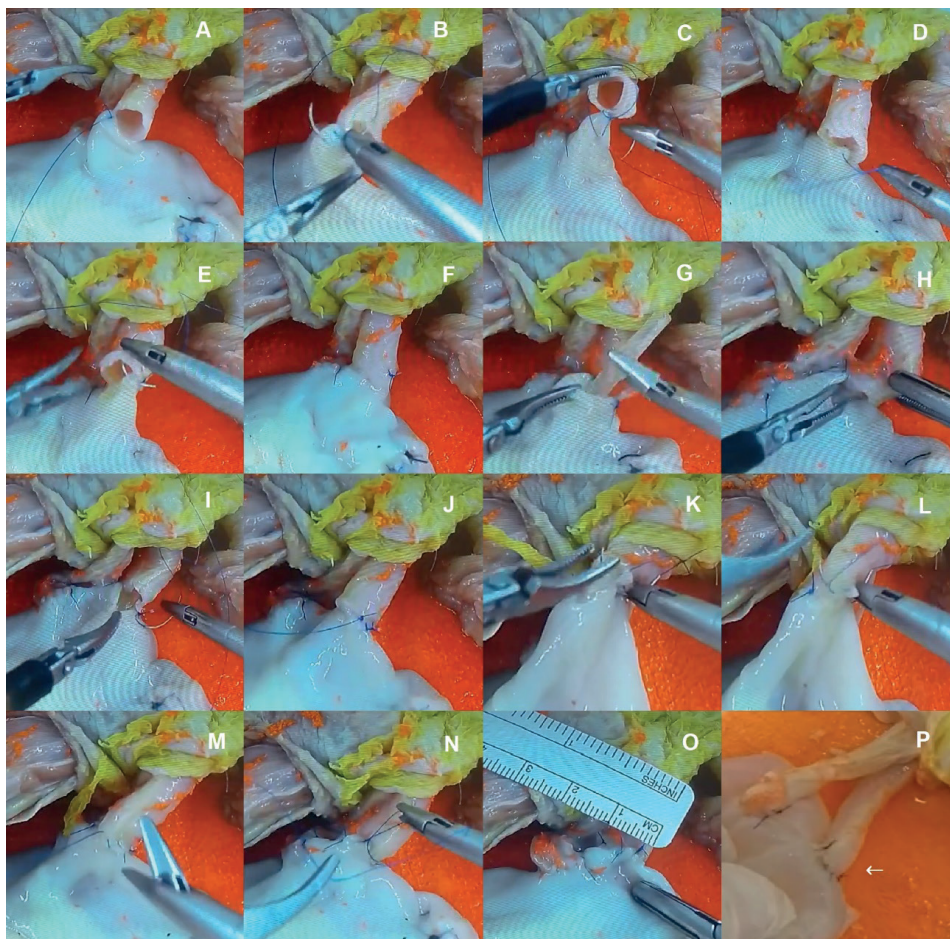


Figura 5. Anastomosis con tráquea. A y B: Colocación de primer punto de cara posterior (inicio en borde derecho). C y D: Continuación de conformación de cara posterior (puntos simples extraluminales). E y F: Se completa conformación de cara posterior. G y H: Colocación de stent intraluminal (sonda Nellaton 8 Fr). I, J: Inicio de cara anterior con punto en ángulo lateral izquierdo. K y L: Continuación de conformación de cara anterior (puntos continuos). M y N: Se completa conformación de cara anterior en ángulo lateral derecho. O: Se confirma diámetro de anastomosis (11 milímetros). P: Prueba hidráulica (flecha indica anastomosis permeable sin evidencia de fuga)

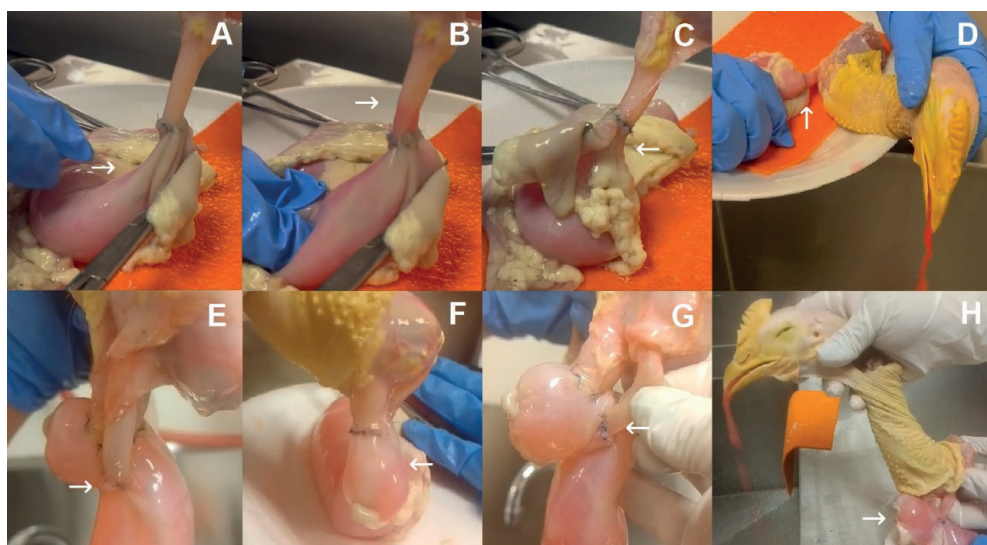


Figura 6. 2 casos de anastomosis con tráquea durante prueba hidráulica con colorante rojo: Caso 1 (A-D), Caso 2 (E-H). Flechas indican nivel del colorante antes y durante compresión del intestino con elevación del nivel hidroaéreo. En imágenes finales (D y H) se evidencia paso adecuado del colorante desde el intestino a través de anastomosis con tráquea y a través de toda la vía aérea superior hasta su salida por la laringe.

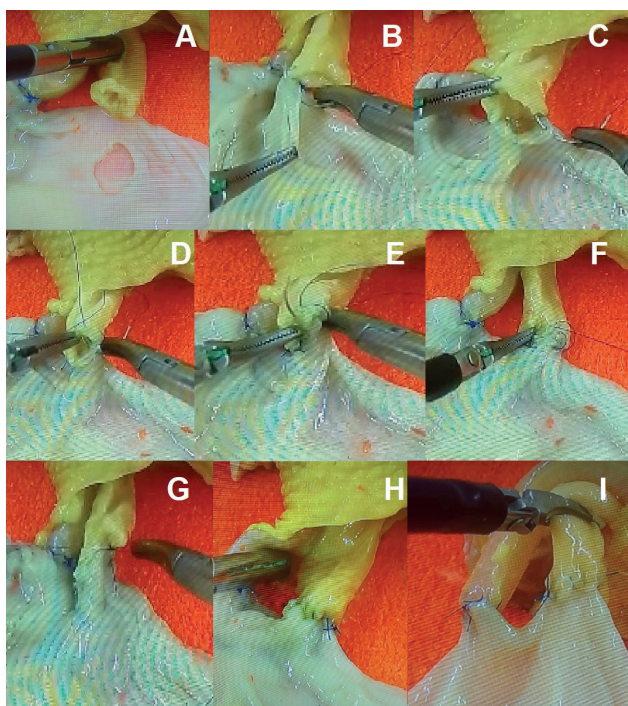


Figura 7. Anastomosis con esófago. A: Cabos a anastomosar. B: Colocación de primer punto de cara posterior (inicio en borde derecho). C y D: Continuación de conformación de cara posterior (puntos simples extraluminales). E: Inicio de cara anterior con punto en ángulo lateral izquierdo. F: Continuación de conformación de cara anterior (puntos continuos). G: Se completa conformación de cara anterior en ángulo lateral derecho. H: Anastomosis finalizada. I: Revisión de anastomosis con esófago (anastomosis con tráquea de una práctica previa a la izquierda)

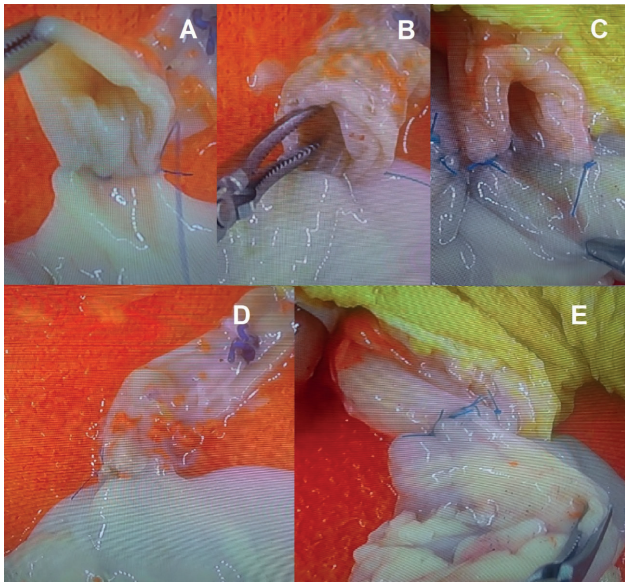


Figura 8. Anastomosis con esófago. A y B: Conformación de cara posterior (puntos continuos). C: Cara posterior finalizada. D y E: Continuación de cara anterior (Puntos simples).

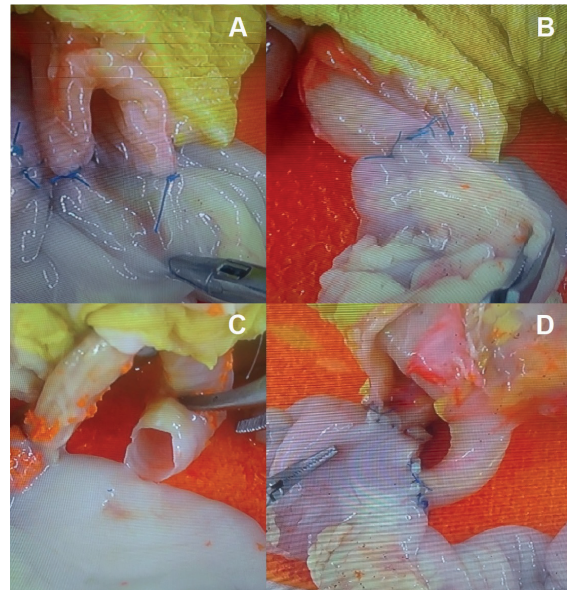


Figura 9. Anastomosis laparoscópicas. A: Esófago-yeyuno anastomosis (cara posterior, puntos continuos). B: Esófago-yeyuno anastomosis (cara anterior, puntos simples). C: Traqueo-yeyuno anastomosis (cara posterior, puntos continuos). D: Traqueo-yeyuno anastomosis (cara anterior, puntos simples).

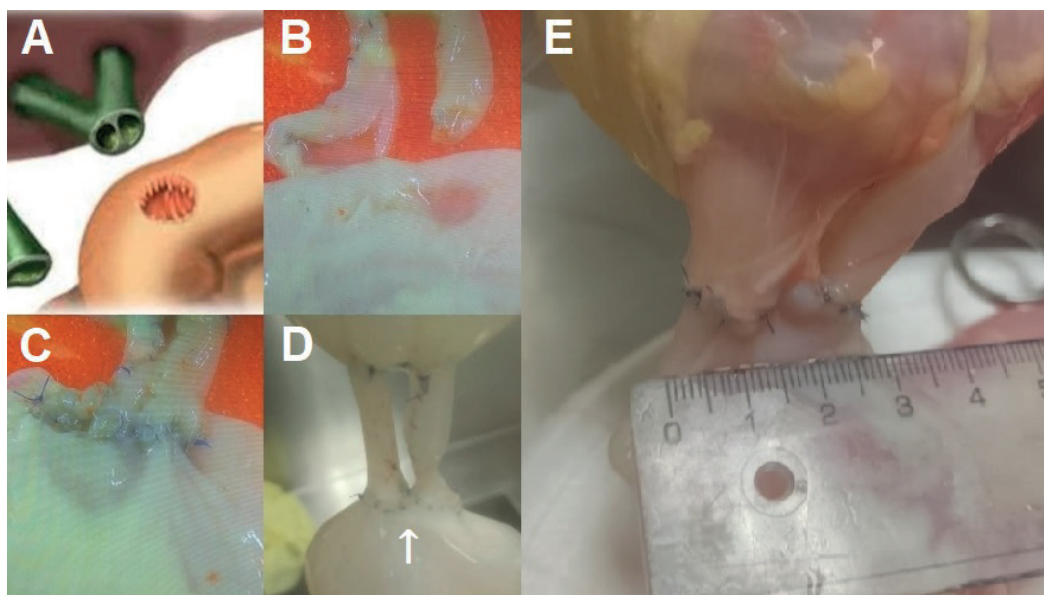


Figura 10. Anastomosis con simulación de doble afluyente biliar. A: Esquema gráfico de la anastomosis. B: Simulación de cabos de conducto hepático derecho e izquierdo a anastomosar. C: Anastomosis finalizada. D: Prueba hidráulica (flecha confirma permeabilidad de anastomosis y ausencia de fugas). E: Revisión de anastomosis y medición de calibre.

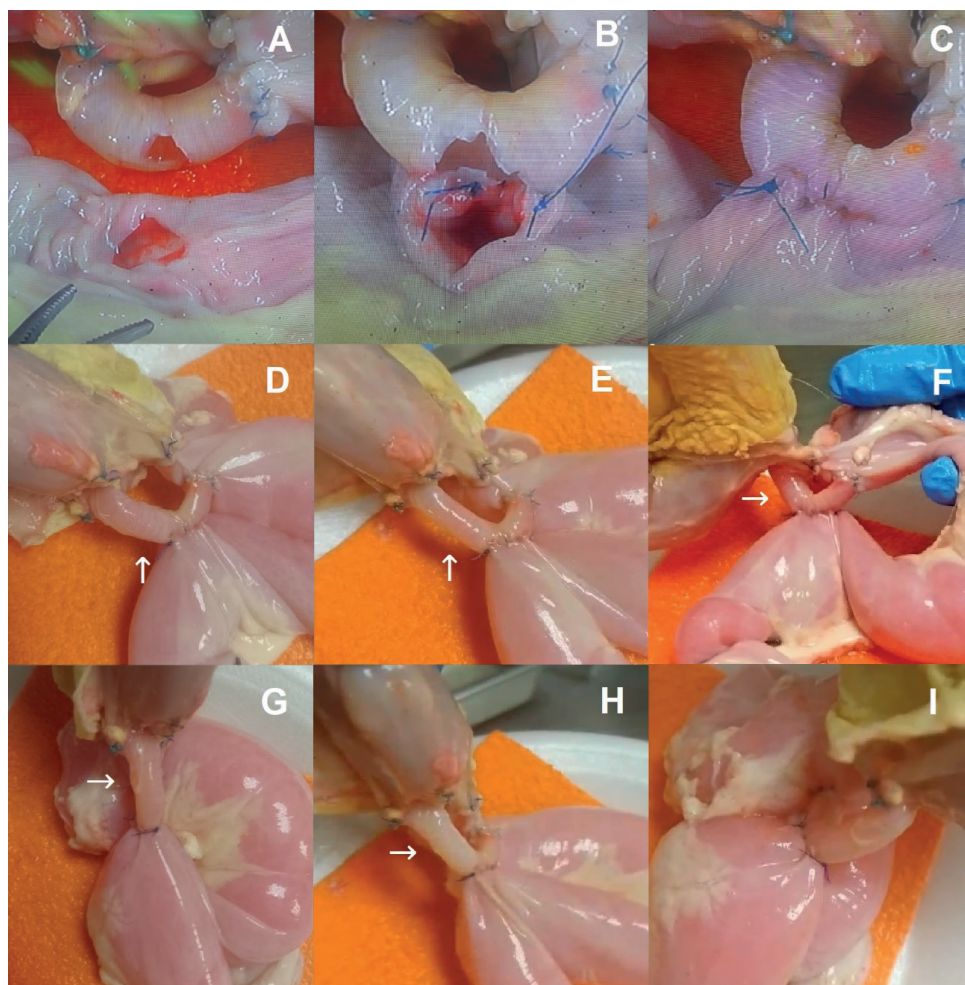


Figura 11. Anastomosis con técnica latero-lateral. A: Cabos a anastomosar (enterotomía y traqueotomía laterales). B: Conformación de cara posterior (puntos simples extraluminales). C: Conformación de cara anterior (puntos continuos). D-I: Confirmación de permeabilidad y ausencia de fuga en anastomosis con colorante rojo (flechas señalan niveles hidroaéreos y se puede apreciar coloración de la mucosa traqueal que cambia con la presencia de líquido intraluminal en imágenes D, F y G)

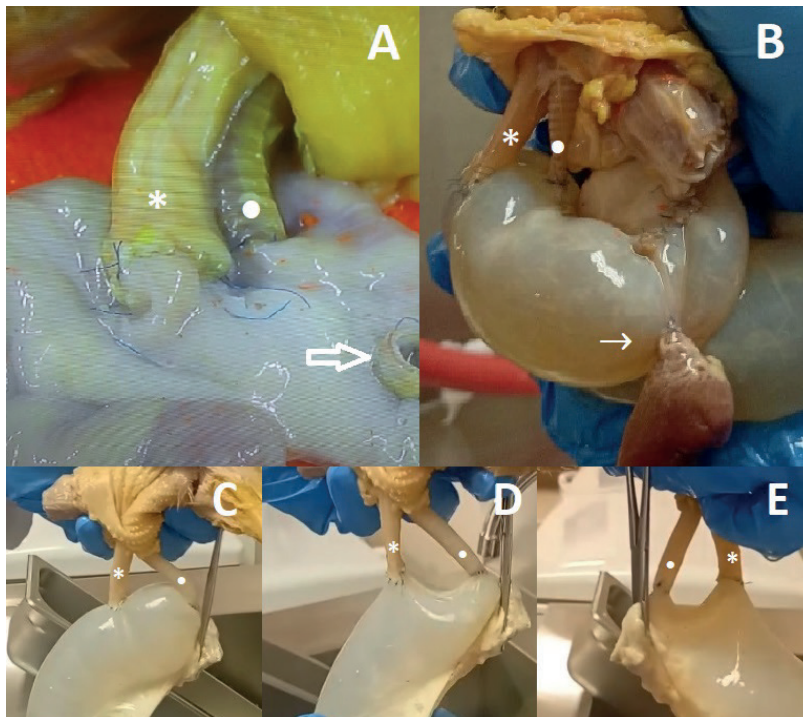


Figura 12. A-E: Confiración de resultados en casos varios de anastomosis individuales de tráquea (●) y esófago (*). A: Flecha indica muñón de práctica previa en el mismo intestino. B: Flecha indica anastomosis bronquio-yeyunal (esta anastomosis no se incluyó en el registro de los casos). C-E: Prueba hidráulica con confirmación de permeabilidad y ausencia de fugas.

Finalmente, se aplicó estadística analítica en la cual se aplicó la prueba T de muestras independientes en los primeros 10 casos frente a los últimos 10 casos, seguido por una regresión lineal de los 50 datos en orden cronológico, y un análisis CUSUM (suma acumulativa) para identificar el punto de inflexión de la competencia quirúrgica.

Resultados

Se analizaron 50 anastomosis. Dentro de los resultados principales se destacan el tiempo medio de anastomosis de $33,16 \pm 11,9$ minutos, con una mediana de 28,5 minutos y un intervalo de confianza del 95% entre 29,8 y 36,5 minutos; con un diámetro promedio de 11,4 milímetros, una mediana de 11,0 milímetros, y un índice de fugas del 10% (5 casos) [Tablas 1 y 4]. El análisis comparativo mediante prueba t de muestras independientes evidenció una disminución

estadísticamente significativa del tiempo quirúrgico medio entre los primeros y los últimos casos de 26,4 minutos (IC 95%: 18,6–34,2; $p=0,013$), lo que respalda la existencia de una curva de aprendizaje asociada al entrenamiento progresivo [Tabla 9]. Este hallazgo fue concordante con los resultados del análisis de regresión lineal y del modelo CUSUM. La regresión lineal en orden cronológico demostró una curva de aprendizaje significativa ($y=50.49-0.68x$), reflejando la eficiencia del modelo biológico aplicado, y demostrando una reducción promedio de 0,68 minutos por procedimiento ($p < 0.001$) a través de los 50 casos, lo cual se refleja a su vez en un éxito educativo [Figura 13]. Por otro lado, el análisis CUSUM (suma acumulativa) identificó el punto de inflexión de la competencia quirúrgica en esta práctica en el caso 19 con un período de transición hasta el caso 26, tras lo cual se constató una estabilización de la técnica [Figura 14].

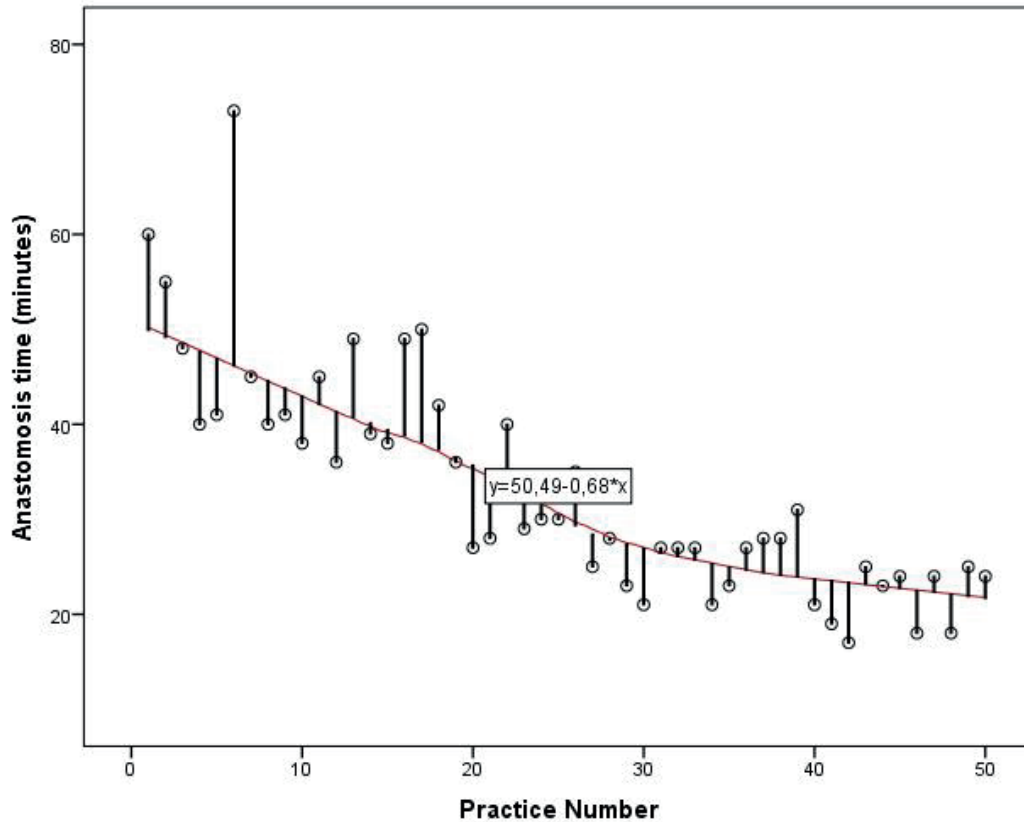


Figura 13. Regresión Lineal con evidencia de la curva de aprendizaje y la reducción promedio del tiempo del procedimiento.

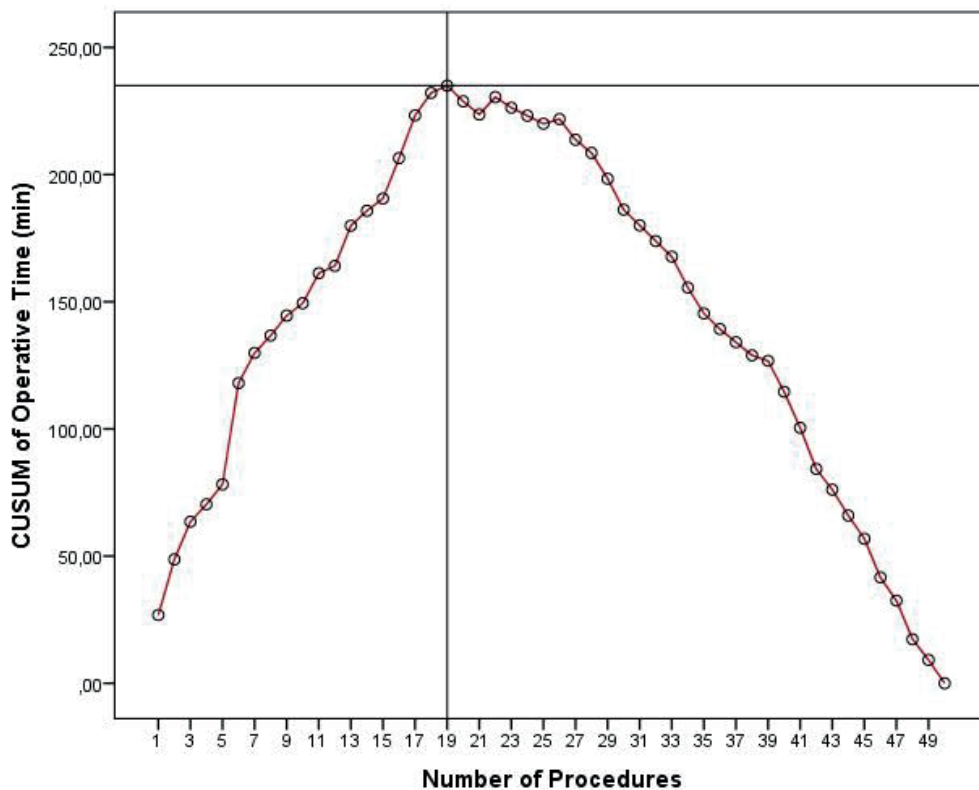


Figura 14. CUSUM. Curva de aprendizaje para anastomosis bilio-digestivas laparoscópicas (Punto de inflexión compatible con la superación de la curva de aprendizaje inicia en el caso 19).

El tipo más frecuente de anastomosis fue la término-lateral (98%) [*Tabla 2*], siendo el tipo de sutura más utilizada la de polipropileno (Prolene™) en un 98% [*Tabla 6*], con el tamaño más común de 5-0 en el 60% de los casos [*Tabla 7*]. El 90% de las anastomosis fueron herméticas, validando la efectividad del modelo. El diámetro promedio de anastomosis fue de 11,4 mm con una desviación estándar de 3,32mm y rango entre 7-30mm [*Tabla 5*], lo que concuerda con el diámetro de una vía biliar dilatada (>6mm en pacientes sin colecistectomía y >8mm en pacientes colecistectomizados), y que corresponde con los criterios habituales para una exploración de vía biliar laparoscópica (>8-10mm), cumpliendo la premisa de simular un entorno lo más parecido a la realidad.

Como hallazgo relevante se describe el caso 6 [*Figura 10*], en el cual se realizó una anastomosis compleja con doble conducto biliar simulado, unificando ambos conductos y realizando una anastomosis final de 30 mm, lo que aumentó significativamente el tiempo quirúrgico (73 min) y modificó los promedios generales. Adicionalmente, en el caso 20 [*Figura 11*] se efectuó una anastomosis latero-lateral utilizando material de tráquea e intestino con técnica habitual y duración de 27 minutos.

Con respecto a las complicaciones de fugas de la anastomosis, cabe destacar que estas ocurrieron en los siguientes casos:

- Caso 10: punto anterior excesivamente separado
- Caso 15: falta de punto final en cara anterior
- Caso 16: defecto de cierre en ángulo derecho
- Caso 32: sección accidental del hilo de sutura continua posterior en el ángulo derecho, al momento de ampliar la boca intestinal
- Caso 37: fuga en ángulo izquierdo

Todas las fugas se asociaron a errores técnicos corregibles, principalmente en casos iniciales de distancia entre puntos finales en los ángulos, y en casos tardíos, daños accidentales en las suturas durante maniobras complejas, los cuales fueron detectados al final de cada práctica, resaltando el valor formativo del modelo y poniendo de relieve la evolución del criterio quirúrgico. Los hallazgos reflejan el desempeño técnico dentro del entorno simulado y no deben interpretarse como equivalentes a resultados clínicos reales.

Tabla 1. Duración de la anastomosis

Duración de la anastomosis		
Tiempo (minutos)	Frecuencia	Porcentaje
17	1	2,0
18	2	4,0
19	1	2,0
21	3	6,0
23	3	6,0
24	3	6,0
25	3	6,0
27	5	10,0
28	4	8,0
29	1	2,0
30	2	4,0
31	1	2,0
35	1	2,0
36	2	4,0

38	2	4,0
39	1	2,0
40	3	6,0
41	2	4,0
42	1	2,0
45	2	4,0
48	1	2,0
49	2	4,0
50	1	2,0
55	1	2,0
60	1	2,0
73	1	2,0
Total	50	100,0

Media 33.16 minutos \pm 11,9 con mediana de 28,5 minutos (IC 95%: 29,8-36,5 minutos)

Tabla 2. Tipo de anastomosis

Tipo de anastomosis		
	Frecuencia	Porcentaje
Termino-Lateral	49	98,0
Latero-Lateral	1	2,0
Total	50	100,0
21	3	6,0

Tabla 3. Confección de bordes de anastomosis

Confección de bordes de anastomosis				
	Cara posterior		Cara anterior	
Tipo de puntos	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Puntos Simples	38	76,0	13	26,0
Puntos Continuos	12	24,0	37	74,0
Total	50	100,0	50	100,0

Tabla 4. Fugas en la anastomosis

Fugas en la anastomosis		
	Frecuencia	Porcentaje
Si	5	10,0
No	45	90,0
Total	50	100,0

Tabla 5. Diámetro de la anastomosis (milímetros)

Diámetro de la anastomosis (milímetros)		
	Frecuencia	Porcentaje
7	1	2,0
8	2	4,0
9	7	14,0
10	12	24,0
11	11	22,0
12	4	8,0
13	5	10,0
14	3	6,0
15	4	8,0
30	1	2,0
Total	50	100,0
Media 11,44 mm \pm 3,32 mm, con mediana 11,0 mm (7-30mm)		

Tabla 6. Material de sutura

Material de sutura		
	Frecuencia	Porcentaje
Polipropileno (Prolene™)	49	98,0
Polidioxanona (PDS®)	1	2,0
Total	50	100,0

Tabla 7. Tamaño de sutura

Tamaño de sutura		
	Frecuencia	Porcentaje
4-0	5	10,0
5-0	30	60,0
6-0	15	30,0
Total	50	100,0

Tabla 8. Material de práctica para simulacion de via biliar

Material de práctica para simulacion de via biliar		
	Frecuencia	Porcentaje
Reconstrucción tubular (intestino bovino)	19	38,0
Tráquea de Pollo	25	50,0
Esófago de Pollo	6	12,0
Total	50	100,0

Tabla 9. Material de práctica para simulacion de via biliar

Análisis T para muestras independientes		
	Primeros 10 casos	Últimos 10 casos
Tiempo promedio	48,1	21,7
Desviación estándar	11,31	3,26
Valor p	0.013	

Discusión

Las derivaciones biliodigestivas constituyen uno de los procedimientos reconstructivos más complejos dentro de la cirugía hepatobiliar, debido tanto a la delicadeza anatómica de la vía biliar como por las consecuencias clínicas asociadas a una anastomosis defectuosa. Su ejecución adecuada exige precisión técnica, orientación espacial adecuada, manipulación tisular delicada y dominio de la sutura intracorpórea, lo que explica la pronunciada curva de aprendizaje descrita en la literatura¹⁻³.

Estas reconstrucciones se emplean principalmente en el manejo de lesiones iatrogénicas de la vía biliar, estenosis benignas o malignas, reconstrucción postresección hepática y como parte del tratamiento del colangiocarcinoma y de complicaciones biliares postquirúrgicas. La hepaticoyeyunoanastomosis en Y de Roux continúa siendo la técnica de referencia debido a su menor incidencia de colangitis, estenosis y necesidad de reintervención en comparación con otras derivaciones como la coledocoduodenoanastomosis^{2,3,6}.

Desde el punto de vista técnico, la confección adecuada de la anastomosis requiere exposición óptima, alineación sin tensión, preservación vascular del conducto biliar y una sutura precisa, factores que resultan especialmente desafiantes en el abordaje mínimamente invasivo²¹. Diversos estudios han demostrado que la curva de aprendizaje para realizar una hepaticoyeyunoanastomosis abierta oscila entre 20 y 30 procedimientos, mientras que para la vía laparoscópica puede extenderse de 40-60 casos hasta 100, dependiendo de la experiencia previa del cirujano en sutura intracorpórea avanzada^{9,10,14,22}. En cirugía robótica, aunque la ergonomía mejora, la curva de aprendizaje sigue siendo considerable y depende del volumen del centro y del acceso a simulación estructurada^{10,15}. En este contexto, la simulación adquiere un papel fundamental como método de entrenamien-

to previo, permitiendo al cirujano desarrollar habilidades técnicas sin riesgo para el paciente. Estudios controlados han demostrado que la práctica en simuladores reduce significativamente el tiempo operatorio, la tasa de errores técnicos y las complicaciones postoperatorias^{16,23}.

Los resultados de esta serie respaldan el valor de la simulación como herramienta formativa. El tiempo promedio de anastomosis (33 minutos) y su mediana (28 minutos) se encuentran dentro de los rangos reportados en modelos experimentales similares e incluso por debajo de los tiempos descritos en cirujanos en etapas iniciales de entrenamiento¹⁷. Asimismo, la tasa de fugas del 10% es comparable con la reportada en modelos experimentales y series clínicas tempranas, donde se describen valores entre 8 y 15% durante las fases iniciales de aprendizaje¹⁷. La identificación precisa de los errores técnicos que condujeron a las fugas (incluyendo separación excesiva de puntos, defectos en los ángulos de la anastomosis y fallas en la continuidad de la sutura) evidencia el alto valor pedagógico del modelo, al permitir reconocer fallas reproducibles y corregibles antes de enfrentarse a un escenario clínico real. El caso número seis, en el que se simuló una reconstrucción con doble conducto hepático y posterior unificación para crear una anastomosis común, representó un escenario de alta complejidad técnica comparable al observado en lesiones tipo Bismuth IV o reconstrucciones posthepatectomía mayor. El incremento significativo del tiempo quirúrgico (73 minutos) y del diámetro final de la anastomosis (30 mm) influyó en los valores promedio, pero aportó un valor formativo significativo al reproducir una de las situaciones más exigentes de la cirugía hepatobiliar. Este tipo de entrenamiento avanzado ha sido recomendado por la IHPBA en centros de referencia²⁴.

El predominio del uso de sutura monofilamento (Prolene™) y calibres finos (5-0 y 6-0) coincide con las recomendaciones actua-

les, que destacan su menor reacción inflamatoria y menor riesgo de estenosis tardía. No obstante, de encontrarse disponible, el uso de monofilamento absorbible como el PDS® resulta la mejor elección para la práctica clínica²⁵. La práctica con estos materiales en simulación permite desarrollar control de tracción y manipulación segura con instrumental laparoscópico. Asimismo, la combinación de sutura continua y puntos separados refleja la práctica clínica habitual, donde se busca equilibrio entre hermeticidad, velocidad y control de tensión [26]. Más que demostrar impacto clínico directo, los hallazgos confirman que la simulación laparoscópica con modelos biológicos de bajo costo:

- es reproducible y de utilidad educativa,
- permite adquirir destrezas avanzadas,
- optimiza la precisión técnica,
- facilita la identificación y corrección de errores técnicos

Estos resultados respaldan las recomendaciones actuales que promueven la simulación estructurada dentro de los programas formales de formación quirúrgica, particularmente en cirugía hepatobiliar y pancreática^{7,8}. Asimismo, cabe recalcar el valor del presente estudio como una herramienta reproducible en centros de entrenamiento quirúrgico para la formación y/o perfeccionamiento del cirujano, especialmente en contextos donde el acceso a simulación avanzada puede ser limitado.

Tabla 10. Comparación con la literatura

Comparación con la literatura		
Variable	Frecuencia	Porcentaje
	Literatura	Seria actual
Fugas	8-15%	10%
Tiempo operatorio	40-90 min	33 min
Éxito técnico	>90%	90%
Uso simulación	Recomendado	Aplicado

Conclusiones

La simulación laparoscópica con modelos biológicos *ex vivo* constituye un método factible, reproducible y de bajo costo para la práctica de anastomosis biliodigestivas complejas. El modelo de simulación presentado en este estudio permite recrear de forma sistemática los desafíos técnicos inherentes a estas reconstrucciones y evaluar el desempeño técnico dentro de un entorno simulado seguro. Los tiempos operatorios obtenidos, la adecuada configuración del diámetro anastomótico y la baja tasa de fugas reflejan una progresión favorable del desempeño técnico del operador durante el proceso de entrenamiento, lo cual evidencia el valor de la simulación como herramienta de aprendizaje deliberado. Asimismo, la

identificación sistemática de errores técnicos permitió un análisis objetivo del desempeño y facilitó su corrección en prácticas subsecuentes. La recreación de escenarios complejos, como la anastomosis con doble conducto hepático, permitió reproducir condiciones de alta exigencia técnica similares a las observadas en reconstrucciones biliares complejas, fortaleciendo la capacidad de resolución quirúrgica y la toma de decisiones técnicas.

Si bien la captación y valoración de los resultados por parte del mismo autor podría considerarse como limitante del estudio ante un potencial sesgo de observación, estos resultados concuerdan y respaldan los datos ya conocidos acerca de la utilidad práctica y educativa de la simulación en un entorno

quirúrgico, por lo cual se recomienda que, en escenarios donde se disponga de un tutor o evaluador externo con experiencia, se proceda siempre con una evaluación independiente y retroalimentación estructurada para enriquecer el proceso formativo y fortalecer la validez de los resultados en futuros estudios. Asimismo, la implementación de programas estructurados de simulación laparoscópica avanzada puede constituir una herramienta valiosa dentro de la formación en cirugía general y hepatobiliar, especialmente en contextos donde el volumen quirúrgico real es limitado y el margen de error clínico es mínimo.

Este estudio aporta evidencia que respalda el uso de modelos biológicos accesibles

y fácilmente reproducibles como alternativa válida para el entrenamiento quirúrgico avanzado, particularmente en países de ingresos medios donde la simulación de alta fidelidad no siempre está disponible. Finalmente, debe enfatizarse que el estudio se limita a un modelo ex vivo sin evaluación de resultados clínicos reales; por tanto, los hallazgos reflejan competencia técnica dentro del entorno simulado y no permiten inferir directamente impacto clínico.

Conflicto de interés

El autor declara no tener conflictos de interés.

Bibliografía

1. **Strasberg SM, Hertl M, Soper NJ.** An analysis of the problem of biliary injury during laparoscopic cholecystectomy. *J Am Coll Surg.* 1995 Jan;180(1):101–25. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8000648/>
2. **Blumgart's Surgery of the Liver, Biliary Tract and Pancreas, 2-Volume Set [Internet].** 2022. Disponible en: <https://shop.elsevier.com/books/blumgarts-surgery-of-the-liver-biliary-tract-and-pancreas-2-volume-set/jarnagin/978-0-323-69784-2>
3. **Stewart L, Way LW.** Bile duct injuries during laparoscopic cholecystectomy. Factors that influence the results of treatment. *Arch Surg.* 1995 Oct;130(10):1123–8; discussion 1129. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7575127/>
4. **Booij KAC, de Reuver PR, Yap K, van Dieren S, van Delden OM, Rauws EA, et al.** Morbidity and mortality after minor bile duct injury following laparoscopic cholecystectomy. *Endoscopy.* 2015 Jan;47(1):40–6. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25532112/>
5. **Marichez A, Adam JP, Laurent C, Chiche L.** Hepaticojejunostomy for bile duct injury: state of the art. *Langenbecks Arch Surg.* 2023 Feb 27;408(1):107. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36843190/>
6. **Calabrese EC, Slater BJ, Awad Z, Ayloo S, Bonds M, Broucek J, et al.** SAGES-AHPBA 2025 guideline for the surgical management of bile duct injury following cholecystectomy. *Surg Endosc.* 2026 Jan 1;40(1):1–17. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41266841/>
7. **Overby DW, Apelgren KN, Richardson W, Fannelli R,** Society of American Gastrointestinal and Endoscopic Surgeons. SAGES guidelines for the clinical application of laparoscopic biliary tract surgery. *Surg Endosc.* 2010 Oct;24(10):2368–86. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20706739/>
8. **Eikermann M, Siegel R, Broeders I, Dziri C, Fingerhut A, Gutt C, et al.** Prevention and treatment of bile duct injuries during laparoscopic cholecystectomy: the clinical practice guidelines of the European Association for Endoscopic Surgery (EAES). *Surg Endosc.* 2012 Nov;26(11):3003–39. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23052493/>
9. **Wakabayashi G, Cherqui D, Geller DA, Buell JF, Kaneko H, Han HS, et al.** Recommendations for laparoscopic liver resection: a report from the second international consensus conference held in Morioka. *Ann Surg.* 2015 Apr;261(4):619–29. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25742461/>
10. **Huang XT, Wang XY, Xie JZ, Cai JP, Chen W, Chen LH, et al.** Learning curves of resection and reconstruction procedures in robotic-assis-

- ted pancreatoduodenectomy by a single surgeon: a retrospective cohort study of 160 consecutive cases. *Gastroenterol Rep.* 2023 Jul 26;11:goad042. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37502197/>
11. **Sudan R, Bennett KM, Jacobs DO, Sudan DL.** Multifactorial analysis of the learning curve for robot-assisted laparoscopic biliopancreatic diversion with duodenal switch. *Ann Surg.* 2012 May;255(5):940–5. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22504193/>
 12. **Teixeira A, Jawad M, Ghanem M, Sánchez A, Petrola C, Lind R.** Analysis of the Impact of the Learning Curve on the Safety Outcome of the Totally Robotic-Assisted Biliopancreatic Diversion with Duodenal Switch: a Single-Institution Observational Study. *Obes Surg.* 2023 Sep;33(9):2742–8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37440110/>
 13. **Pernar LIM, Robertson FC, Tavakkoli A, Sheu EG, Brooks DC, Smink DS.** An appraisal of the learning curve in robotic general surgery. *Surg Endosc.* 2017 Nov;31(11):4583–96. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28411345/>
 14. **Kuemmerli C, Toti JMA, Haak F, Billeter AT, Nickel F, Guidetti C, et al.** Towards a Standardization of Learning Curve Assessment in Minimally Invasive Liver Surgery. *Ann Surg.* 2024 Jun 26;281(2):252–64. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38920042/>
 15. **Mechanick JI, Apovian C, Brethauer S, Timothy Garvey W, Joffe AM, Kim J, et al.** Clinical Practice Guidelines for the Perioperative Nutrition, Metabolic, and Nonsurgical Support of Patients Undergoing Bariatric Procedures - 2019 Update: Cosponsored by American Association of Clinical Endocrinologists/American College of Endocrinology, The Obesity Society, American Society for Metabolic and Bariatric Surgery, Obesity Medicine Association, and American Society of Anesthesiologists. *Obesity.* 2020 Apr;28(4):O1–58. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31682518/>
 16. **Atesok K, Satava RM, Marsh JL, Hurwitz SR.** Measuring Surgical Skills in Simulation-based Training. *J Am Acad Orthop Surg.* 2017 Oct;25(10):665–72. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28953081/>
 17. **Dehabadi M, Fernando B, Berlingieri P.** The use of simulation in the acquisition of laparoscopic suturing skills. *Int J Surg.* 2014;12(4):258–68. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24503123/>
 18. **Keller DS, Curtis N, Burt HA, Ammirati CA, Collings AT, Polk HC, et al.** EAES/SAGES evidence-based recommendations and expert consensus on optimization of perioperative care in older adults. *Surg Endosc.* 2024;38(8):4104–26. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38942944/>
 19. **Schlegel C, Zureikat AH.** The Role of Simulation in Attaining Proficiency in Minimally Invasive Hepatopancreatobiliary Surgery. *J Laparosc Adv Surg Tech.* 2021 May 1;31(5):561–4. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33989062/>
 20. **Chiriguaya Savinovich CD, Mora Medina AA, Cortez Méndez RJ, Chiriguaya Savinovich CD, Mora Medina AA, Cortez Méndez RJ.** Implementación de la enseñanza basada en simuladores en la formación quirúrgica: mejores prácticas y consideraciones claves. *Más Vita Rev Cienc Salud.* 2025 Sep;7(3):95–106. Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S2665-01502025000300095&script=sci_abstract
 21. **Hirano S, Tanaka E, Tsuchikawa T, Matsumoto J, Shichinohe T, Kato K.** Techniques of biliary reconstruction following bile duct resection (with video). *J Hepato-Biliary-Pancreat Sci.* 2012 May;19(3):203–9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22081253/>
 22. **Cai X, Li Z, Zhang Y, Yu H, Liang X, Jin R, et al.** Laparoscopic liver resection and the learning curve: a 14-year, single-center experience. *Surg Endosc.* 2014 Apr;28(4):1334–41. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24399518/>
 23. **Hernández-Irizarry R, Zendejas B, Ali SM, Farley DR.** Optimizing training cost-effectiveness of simulation-based laparoscopic inguinal hernia repairs. *Am J Surg.* 2016 Feb;211(2):326–35. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26644038/>
 24. **Jeyarajah DR, Berman RS, Doyle M, Geervarghese SK, Posner MC, Farmer D, et al.** Consensus Conference on North American Training in Hepatopancreatobiliary Surgery: A Review of the Conference and Presentation of Consensus Statements. *Ann Surg Oncol.* 2016 Jul;23(7):2153–60. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26932708/>
 25. **Pereira F, Venales Y, Salazar F, Pereira F, Venales Y, Salazar F.** Detalles técnicos de la doble anastomosis hepático-yeyuno en Y de Roux, con base en la descripción de un caso. *Rev Colomb Cir.* 2019 Jun;34(2):179–84. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-75822019000200179

26. Lillemoe KD, Melton GB, Cameron JL, Pitt HA, Campbell KA, Talamini MA, et al. Postoperative bile duct strictures: management and outcome in the 1990s. *Ann Surg.* 2000 Sep;232(3):430–41. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10973393/>

Cómo citar: Muñoz-Palomeque S. Simulación laparoscópica para derivaciones biliodigestivas en un centro de entrenamiento quirúrgico en Quito, Ecuador. *MetroCiencia* [Internet]. 30 de marzo de 2026;34(1):6-25. Disponible en: <https://doi.org/10.47464/MetroCiencia/vol34/1/2026/6-25>