

## EL CONEJO COMO MODELO EXPERIMENTAL DE ENTRENAMIENTO EN CIRUGÍA LAPAROSCÓPICA PEDIÁTRICA

Alejandro José Hernández Rivero (\*), Carolina Isabel Illaraza Pérez (\*\*),  
Argenis Ismael Chaparro Madriz (\*\*\*), Edickson Enrique Castellano Sáez (\*\*\*\*),  
Gustavo Adolfo Imery Patiño (\*\*\*\*\*), Héctor Eduardo Cantele Prieto (\*\*\*\*\*),  
Eduardo Troconis Troconis (\*\*\*\*\*)

Recepción: 15/1/2012  
Aceptación: 20/3/2012

### RESUMEN

La cirugía laparoscópica ofrece nuevos retos para el cirujano pediatra, de ahí la necesidad de lograr un adecuado entrenamiento antes de intervenir directamente a los pacientes. Se han diseñado distintos modelos para el entrenamiento, tanto In vitro, como In vivo.

**Objetivo:** Evaluar la utilidad del conejo como modelo experimental de entrenamiento en cirugía laparoscópica pediátrica

**Métodos:** Se incluyeron en el estudio 19 conejos de la especie *Oryctolagus cuniculus*, 16 hembras y 3 machos. Se realizaron 65 procedimientos quirúrgicos de nivel I, II y III, distribuidos de la siguiente manera: 16 laparoscopias diagnósticas, 12 esterilizaciones, 12 ooforectomías, 8 apendicetomías, 10 gastrostomías, 2 rafias gástricas, 2 gastroenteroanastomosis y 3 anastomosis intestinales. El tiempo medido para realizar la laparoscopia diagnóstica incluyó la colocación y fijación de los tres trocares, así como la revisión sistemática de todos los cuadrantes de la cavidad abdominal. El tiempo del resto de los procedimientos se cronometró sin tomar en cuenta la colocación de los trocares.

**Resultados:** Los promedios de tiempo para realizar cada procedimiento quirúrgico fueron: laparoscopia diagnóstica: 29,17 min., esterilización: 4,33 min., ooforectomía: 4,47 min., apendicetomía: 22,17 min., gastrostomía: 32,10 min., rafia gástrica: 15,05 min., gastroenteroanastomosis: 49,05 min. y anastomosis intestinal: 106,67 min. Los costos del material quirúrgico, anestésico y conejos, se estimó en 160 BsF por cada animal, para un total de 3040 BsF invertidos.

**Conclusiones:** El conejo constituye un adecuado modelo para entrenamiento en cirugía laparoscópica pediátrica, ya que es posible realizar y simular un gran número de procedimientos quirúrgicos, además de ser económico y disponible.

**Palabras clave:** Cirugía laparoscópica pediátrica, Modelos de entrenamiento, Modelo animal conejo.

### THE RABBIT AS AN EXPERIMENTAL MODEL FOR TRAINING IN PEDIATRIC LAPAROSCOPIC SURGERY

#### SUMMARY

Laparoscopic surgery offers new challenges for the general surgeon and pediatric surgeon, hence the need for an adequate training before intervening patients directly. There are different models designed in vitro as well as in vivo.

**Objectives:** To evaluate the utility of the rabbit as an experimental model for pediatric laparoscopic surgery training

**Methods:** Nineteen rabbits of the species *Oryctolagus cuniculus* were included in the study, 16 females and 3 males. Sixty five surgical procedures of Level I, Level II and Level III were distributed as follows: 16 diagnostic laparoscopies, 12 surgical sterilizations, 12 oophorectomy, 8 appendectomies, 10 gastrostomies, 2 gastric sutures, 2 gastroenteroanastomosis and 3 intestinal anastomosis. The measured time to perform the diagnostic laparoscopy included the placement and trocars fixation as well as the rabbit systematic revision of all abdominal cavity quadrants, while the time for the remaining procedures was timed without considering the placement of the trocar. The average times for each surgical procedure were: diagnostic laparoscopy: 29.17 min., surgical sterilization: 4.33 min., oophorectomy: 4.47 min., appendectomy: 22.17 min., gastrostomy: 32.10 min., gastric suture: 15.05 min., gastroenteroanastomosis: 49.05 min., and intestinal anastomosis: 106.67 min. The cost of surgical material, anesthetics and rabbits, was estimated in 160 BsF per animal involved, for a total investment of 3.040 BsF. We conclude that the rabbit is an adequate model for pediatric laparoscopic surgery training because it is possible to simulate a large number of surgical procedures, besides its low costs and availability.

**Key Words:** Pediatric laparoscopic surgery, Training models, Rabbit animal model

- (\*) Cirujano Pediatra. Adjunto adscrito al Servicio de Cirugía Pediátrica del Hospital Universitario de Caracas, Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- (\*\*) Cirujano Pediatra. Adjunto adscrito al Servicio de Cirugía Pediátrica del Hospital Universitario de Caracas, Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- (\*\*\*) Cirujano General. Adjunto adscrito al Servicio de Cirugía IV del Hospital Universitario de Caracas, Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- (\*\*\*\*) Gineco-obstetra. Ambulatorio Dr. Patrocinio Peñuela Ruiz, IVSS, Los Jardines del Valle, Caracas.
- (\*\*\*\*\*) Cirujano General. Adjunto adscrito al Servicio de Cirugía General del Hospital Dr. Leopoldo Manrique Terrero (Periférico de Coche), Caracas.
- (\*\*\*\*\*) Cirujano General. Adjunto Docente, Jefe de Servicio de Cirugía IV del Hospital Universitario de Caracas, Director Curso de Ampliación de Cirugía laparoscópica, Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- (\*\*\*\*\*) Cirujano Pediatra. Docente adscrito al Instituto de Cirugía Experimental, Universidad Central de Venezuela, Caracas.

Autor Corresponsal: Dr. Alejandro José Hernández Rivero  
Telf.: 0416-8203213 / 0212-6067481 - 3734536 correo:ajhri968@gmail.com

La cirugía laparoscópica ha supuesto un gran avance médico en los últimos 20 años. Muchos cirujanos han tenido que aprender nuevos conceptos y ésto ha significado para muchos profesionales un gran motivo para mejorar su entrenamiento y formación. La tendencia a realizar cirugía mínimamente invasiva ha dado lugar a que los cirujanos desarrollen cambios en sus técnicas quirúrgicas, adoptando la vía laparoscópica en casi todas ellas (1).

En las dos últimas décadas se ha producido un crecimiento explosivo del número de procedimientos en cirugía laparoscopia. Sin embargo no ha existido una suficiente formación y entrenamiento de los cirujanos, lo que ha dado lugar a muchas complicaciones innecesarias.

Todo este avance quirúrgico supone un reto para los nuevos cirujanos, los cuales deben alcanzar la curva de aprendizaje óptima mediante simuladores o animales de experimentación antes de comenzar su casuística en pacientes.

La Cirugía Pediátrica no escapa de este gran adelanto en el campo quirúrgico, sin embargo, son muy pocos los centros hospitalarios de nuestro medio que cuentan con entrenamiento laparoscópico para los residentes de esta especialidad.

El auge que adquiere este abordaje quirúrgico a finales de los años ochenta y principios de los noventa, motivó a desarrollar métodos tanto *in vitro* como *in vivo* (modelos animales de entrenamiento laparoscópico), con la finalidad de poder adquirir las destrezas necesarias para realizar procedimientos quirúrgicos sencillos y complejos en humanos. Es así como aparecen modelos de entrenamiento *in vitro* sencillos como la “caja negra”, hasta llegar a los simuladores virtuales los cuales son de alto costo y de difícil acceso (2).

En cuanto a los modelos de entrenamiento con animales, se ha constituido un gran arsenal de variedad para tal fin. Así se describen modelos con ratas, perros, conejos y cerdos entre otros. (3-6). De todos estos, el cerdo y el conejo son los más utilizados debido a la gran similitud anatómica de estos animales con respecto a la del hombre (7,8).

Sin duda alguna el mejor método de entrenamiento laparoscópico es la tutoría intraoperatoria, sin embargo, el tiempo quirúrgico y el riesgo de complicaciones aumenta, haciendo surgir cuestionamientos éticos y financieros, que limitan aun más el acceso a la capacitación de este tipo de cirugía (9).

El conejo (*Oryctolagus cuniculus*), constituye un animal de fácil crianza y mantenimiento, de bajo costo y de alta disponibilidad en nuestro medio. Se ha empleado en los últimos tiempos como modelo de experimentación quirúrgica tanto en procedimientos abiertos como laparoscópicos (5,8,10,11). Además, por su tamaño, puede simular las mismas condiciones que encontraría el cirujano pediatra a la hora de realizar este abordaje quirúrgico.

El siguiente estudio se realizó tomando como modelo de entrenamiento al conejo, con la finalidad de alcanzar una adecuada curva de aprendizaje, desarrollando todos los principios básicos de la cirugía laparoscópica, así como intentando ejecutar algunos procedimientos quirúrgicos de la práctica diaria del cirujano general y especialmente del cirujano pediatra tales como laparoscopia diagnóstica, toma de biopsias y muestras; simulación de apendicectomía, colecistectomía, esterilización quirúrgica, ooforectomía, gastrostomía, rafia gástrica e intestinal, anastomosis intestinal, simulación de funduplicatura, nefrectomía y resección colónica.

## MÉTODOS

Se incluyeron en el presente estudio un total de 19 conejos de la especie *Oryctolagus cuniculus*, raza Nueva Zelanda, 16 de sexo femenino y 3 de sexo masculino, cuyos pesos variaban de 2000 grs a 3000 grs y que fueron obtenidos del bioferio del instituto venezolano de investigaciones científicas (IVIC) ubicado en Altos de Pipe, Estado Miranda. Estos fueron debidamente preparados para los procedimientos quirúrgicos por el personal del instituto de cirugía experimental de

la universidad central de Venezuela, en el periodo comprendido desde junio de 2010 hasta octubre de 2011. Los procedimientos a realizar fueron divididos en tres niveles, según el grado de complejidad, tomando como referencia lo descrito por Cantele y Méndez (12). El Nivel I incluye procedimientos tales como laparoscopia diagnóstica, toma de muestras y de biopsias, así como esterilización quirúrgica. El Nivel II abarca procedimientos de más complejidad como lo son la apendicectomía, la colecistectomía, la ooforectomía y la esplenectomía. Cirugías como la anastomosis intestinal, la colectomía, la funduplicatura y la cardiomiectomía de Heller constituyen procedimientos avanzados de Nivel III.

La anestesia fue inducida con la combinación de ketamina intramuscular (50 mg/kg de peso) y xylazine intramuscular (6 mg/kg de peso), según esquema de The institutional animal care and use committee de Harvard medical school (13).

A los 10 primeros conejos, que fueron de sexo femenino se les realizó abordaje laparoscópico con tres trocares, el primero de 10 mm, ubicado a 2 cm por debajo del apéndice xifoides en la línea media y por el cual fue introducida la óptica de 0° previa realización de neumoperitoneo con CO<sub>2</sub>, fijándose la presión de insuflación a 8 mmHg y un flujo de 6 lts/seg. El segundo trocar de 10 mm fue colocado bajo visión laparoscópica a nivel de flanco izquierdo y el cual se utilizó para los instrumentos de agarre y el aplicador de clips. El tercer trocar de 5 mm fue colocado a nivel de flanco derecho y se utilizó para los instrumentos de disección, tijera y Endoloop. Todos los trocares fueron fijados a la pared abdominal mediante sutura en jareta con seda 2.0 (Figura 1). A todos estos se les realizaron procedimientos de nivel I y nivel II tales como laparoscopia diagnóstica, esterilización quirúrgica bilateral, ooforectomía bilateral y apendicectomía (Figura 2).

A los 9 últimos conejos, que fueron 3 de sexo masculino y 6 de sexo femenino se les realizó abordaje con cuatro trocares, los tres primeros en la posición descrita con anterioridad, colocándose el cuarto trocar de 5 mm a nivel de la fosa iliaca izquierda y el cual sirvió para la utilización de instrumentos de agarre (Figura 3). En estos 9 animales se intentó realizar procedimientos de nivel III, lográndose hacer gastrostomía, rafia gástrica, gastroenteroanastomosis y la confección de anastomosis intestinal termino-terminal.

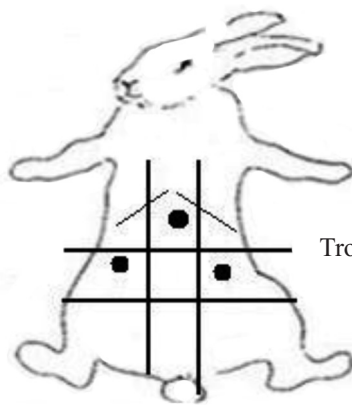
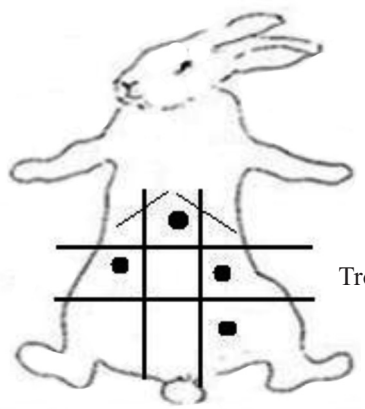


Figura 1  
Trocares nivel I y nivel II



**Figura 2**  
Ligadura de mesoapéndice con clip



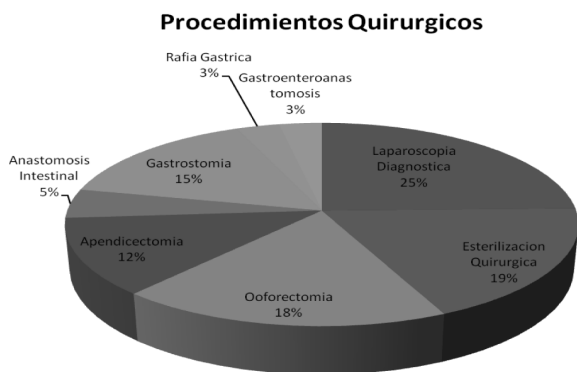
**Figura 3**  
Trocares nivel III

Se tomó el tiempo por separado de cada uno de los procedimientos quirúrgicos realizados y se calcularon valores promedios y porcentuales.

Todos los conejos fueron sacrificados al culminar cada sesión quirúrgica.

**RESULTADOS**

En total se realizaron 65 procedimientos quirúrgicos, distribuidos de la siguiente manera: 16 laparoscopias diagnósticas, 12 esterilizaciones quirúrgicas, 12 ooforectomías, 8 apendicetomías, 10 gastrostomías, 2 rafias gástricas, 2 gastroenteroanastomosis y 3 anastomosis intestinales termino-terminal (Figura 4).



El tiempo medido para realizar la laparoscopia diagnóstica incluyó la colocación y fijación de los tres trocares, así como la revisión sistemática de todos los cuadrantes de la cavidad abdominal del conejo; en tanto que el tiempo del resto de los procedimientos se cronometró sin tomar en cuenta la colocación de los trocares.

Los promedios de tiempo para realizar cada procedimiento se especifican en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Tiempos promedio de cirugía

Procedimiento quirúrgico	Tiempo promedio
Laparoscopia diagnóstica	29,17 min
Esterilización quirúrgica	4,33 min
Ooforectomía	4,47 min
Apendicectomía	22,17 min
Gastrostomía	32,10 min
Rafia gástrica	15,05 min
Gastroenteroanastomosis	49,05 min
Anastomosis intestinal	106,67 min

Fuente: Datos propios.

De todos los procedimientos quirúrgicos de nivel II, sólo pudo realizarse la ooforectomía y la apendicectomía. La colecistectomía no fue posible realizarla ya que esta se encuentra empotrada al lóbulo hepático y posee paredes extremadamente finas que imposibilitan su disección (Figura 5)



**Figura 5**  
Vesícula biliar

Con respecto a la esplenectomía, el bazo es un órgano muy pequeño y adosado al estómago, lo cual imposibilita localizarlo en la mayoría de las veces.

En cuanto a los procedimientos de nivel III, la gastrostomía, la rafia gástrica, así como la gastroenteroanastomosis se realizaron de manera adecuada, no pudiéndose ejecutar la cistostomía debido a lo delgado y friable de sus paredes. De manera mucho más laboriosa se lograron completar tres anastomosis intestinal termino-terminal previa disección y ligadura del meso y resección de un segmento de aproximadamente 5 cm de longitud en cada una de ellas.

En referencia a los costos, tanto del material quirúrgico, anestésico y de los conejos, se pudo estimar un precio de

aproximadamente 160 BsF por cada animal intervenido, para un total de 3040 BsF invertidos para realizar el presente trabajo. Un frasco ampolla de ketamina alcanza para anestesiarse a tres conejos, mientras que un solo frasco ampolla de xylazine alcanza para anestesiarse nueve conejos aproximadamente (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Costos del material empleado

Material	Costo en BsF (Precio unitario)
Conejo	10 BsF
Ketamina (amp 10 gr)	120 BsF
Xylazine (amp 20 mgr)	80 BsF
Sutura Seda 2 – 0	50 BsF
Liga clip (6/Cartridge)	50 BsF

Fuente: Datos propios

## DISCUSION

La Cirugía laparoscópica ofrece cada día nuevos retos para el cirujano general y en especial para el cirujano pediatra, de ahí la necesidad de lograr un adecuado entrenamiento antes de intervenir directamente a los pacientes. Es así como a través del tiempo se han diseñado distintos modelos para el entrenamiento, tanto In vitro, como In vivo. Actualmente se utilizan como modelos In vitro las cajas de entrenamiento, los simuladores virtuales en tres dimensiones y la cirugía robótica, teniendo estos un alto costo (14)

Los modelos animales tienen la ventaja de que el cirujano actúa directamente sobre órganos reales y por tanto debe desarrollar destrezas para su manipulación, causando el menor daño posible. Quizás los modelos animales más utilizados en la actualidad sean el cerdo y el conejo, debido a la gran similitud de ciertas zonas anatómicas de estos animales con respecto a la del hombre (5-8). Sin embargo, haciendo una comparación entre ambos, el conejo presenta algunas ventajas con respecto al cerdo, ya que su costo es muchísimo menor y es mucho más fácil de mantener y de alimentar. Una desventaja que presenta el conejo, según nuestra experiencia al realizar el presente trabajo, es lo pequeño de su cavidad abdominal, lo cual dificultó realizar algunos procedimientos, así como abordar el retroperitoneo. No obstante, se ha descrito este animal como modelo de entrenamiento para nefrectomía (5), y está documentado como un excelente modelo en cirugía laparoscópica pediátrica (8); siempre y cuando se cuente con el instrumental adecuado, principalmente una óptica de 5 mm.

En líneas generales el conejo constituye un buen modelo para entrenamiento en procedimientos quirúrgicos de nivel I y nivel II, tales como laparoscopia diagnóstica, esterilización quirúrgica, ooforectomía y apendicectomía, según nuestra experiencia. La colecistectomía es prácticamente imposible realizarse en el conejo, debido a lo pequeño que es la vesícula biliar, lo muy delgado de su pared y de su ubicación, ya que prácticamente está envuelta por el parénquima hepático.

En cuanto a la esplenectomía en el conejo, igualmente el bazo es muy pequeño y de difícil localización ya que en la mayoría de las veces se encuentra hacia la cara posterior del fundus gástrico, lo que dificulta su ubicación a la hora de realizar la laparoscopia.

De los procedimientos quirúrgicos programados para el nivel III de entrenamiento laparoscópico, la gastrostomía y la rafia gástrica se realizaron sin mayores inconvenientes. La gastroenteroanastomosis fue lograda en dos ocasiones, mientras que solo se pudo llevar a cabo la anastomosis intestinal en tres oportunidades. Ambos procedimientos son de difícil realización debido a lo pequeño de la cavidad abdominal, lo cual dificulta la triangulación, así como la realización de nudos intracorpóreos. Sin embargo, si se cuenta con un instrumental ( trocares y pinzas ) con poco uso y una óptica de 30°, el procedimiento puede simplificarse más y se lograría una adecuada curva de aprendizaje.

La cirugía laparoscópica del hiato esofágico en el conejo es casi imposible realizarse, ya que el diafragma es sumamente delgado y al momento de realizar cualquier tipo de disección a ese nivel, se produce la ruptura del mismo y el consecuente neumotórax que en la mayoría de las veces es fatal de manera inmediata para el conejo.

A pesar de esto, se describe en el conejo la realización de funduplicatura de Nissen al fijar un asa intestinal a nivel de la pared abdominal en la fosa iliaca izquierda con asistencia laparoscópica, simulando esófago y que es rodeada por otra a modo de estómago. Mediante este modelo se practican endosuturas y endonudos (8).

En cuanto a la realización de cistostomía en el conejo, es casi imposible lograrla, debido a lo delgado y friable de las paredes de este órgano.

Con el paso de las dos últimas décadas, la cirugía laparoscópica ha logrado un gran desarrollo y en muchas oportunidades desplazó a la cirugía abierta como método de primera elección en la mayoría de las patologías quirúrgicas. Así mismo la cirugía robótica está alcanzando un gran auge actualmente. Por tanto es necesario que los nuevos cirujanos en formación, en todas las especialidades, desarrollen habilidades en este tipo de abordaje terapéutico. La cirugía pediátrica no escapa a esta realidad. De todas las limitantes que presenta la realización de procedimientos laparoscópicos en pediatría, es sin duda el tamaño de la cavidad abdominal del niño la que mayormente prevalece. Es allí donde está el protagonismo que tiene el modelo animal conejo, ya que es posible desarrollar habilidades In vivo antes de realizar cirugía laparoscópica de manera segura y eficiente en pacientes pediátricos. En este modelo pueden realizarse o simularse una gran cantidad de procedimientos quirúrgicos pediátricos tales como laparoscopia diagnóstica, apendicectomía, ooforectomía, gastrostomía, nefrectomía y rafia intestinal.

Con el venir de los años, todos los centros de especialización en cirugía pediátrica del país deberían desarrollar programas de entrenamiento tanto In vitro como In vivo, para así

lograr una adecuada formación de profesionales que estén en la capacidad de realizar procedimientos laparoscópicos de los tres niveles de complejidad en el paciente pediátrico.

#### REFERENCIAS

1. Saade C, Benítez P, Aponte R. Historia del diagnóstico y tratamiento de la apendicitis aguda. *RFM*, 2005; 28(1): 75-78.
2. Rodríguez-Covarrubias F, Martínez L, Gabilondo B. Simulador computarizado de inmersión virtual, como modelo de inicio de entrenamiento de laparoscopia urológica. *Actas Urol Esp*. 2006; 30(8): 819- 823.
3. Costa V, Oliveira F, Oliveira L, Carreira M, Guimaraes P. An experimental model of laparoscopic esplenectomy in rats. *Acta Cir Bras*. 2003; 18 (6): 553 – 556.
4. Petroianu A, Neto R. Esplenectomia Subtotal por Via Laparoscópica em Cães. *Rev. Col. Bras. Cir*. 2006; 33 (5): 305 – 310.
5. Molinas C, Binda M, Mailova K, Koninckx P. The rabbit nephrectomy model for training in laparoscopic. *Human Repro* 2004; 19(1): 185 – 190.
6. Rosen M, Williams C, Jin J, McGee M, Schomisch S, Marks J et al. Laparoscopic versus open-component separation: a comparative analysis in a porcine model. *The American Journal of Surgery* 2007; 194: 385 – 389.
7. Tosolini P, Berni A, Juarez S, Vásquez H, Torres R. Utilización de cerdos en cirugía colorrectal asistida por laparoscopia como modelo experimental: citado 20 sep 2011. Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/cyt2006/03-Medicas/2006-M-090.pdf>
8. Dolz A, Castro J, Martínez J. Simulación de cirugía laparoscópica en modelo animal conejo: citado 5 nov 2011. Disponible en: <http://www.revistapediatria.cl/vol6num3/pdf/cirugia166.pdf>
9. Delgado T, Pinto A, Franco P. Entrenamiento laparoscópico en un modelo para prácticas domiciliarias. *Rev Per Urol* 2007; 16(1): 11 – 14.
10. Miquilarena R, Coronel P, Arocha R, Troconis E, Navas H. Cierre del muñón apendicular con Ligasure en conejos. Un reporte preliminar. *Rev Venez Cir* 2006; 59 (1): 8 - 11.
11. Tapia J, León B, García J, Jiménez J, Baños C, García J. Gastrostomía por laparoscopia en el conejo, como propuesta quirúrgica educativa. *Ciruj Gen* 2007; 29 (1): 37-41.
12. Cantele H, Méndez A. Implementación de un programa de formación en cirugía laparoscópica. En: Cantele-Prieto H, Sanchez-Ismayel A, (editores). *Cirugía Laparoscópica Básica y Avanzada*. Primera edición. Edit. Disinlimed C.A. Caracas 2010. pp. 3-11
13. *Guide for the Care and Use of Laboratory Animals*: Citado 17 nov 2011. Disponible en: <http://www.nap.edu/catalog/5140.html>
14. Heinrichs L. Laparoscopy simulators for training basic surgical skills, tasks, and procedures. En: Nezhat C, Nezhat F, Nezhat C, (editores). *Operative gynecologic laparoscopy and hysteroscopy*. Tercera edición. Cambridge University Press 2008. pp: 552 – 561.