

# **Revista del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias**

Volumen  
*Volume*

**15**

Número  
*Number*

**2**

Octubre-Diciembre  
*October-December*

**2002**

*Artículo:*

**Arterias caninas preservadas como  
material didáctico para la realización  
de anastomosis vasculares**

Derechos reservados, Copyright © 2002:  
Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias

**Otras secciones de  
este sitio:**

- ☞ Índice de este número
- ☞ Más revistas
- ☞ Búsqueda

***Others sections in  
this web site:***

- ☞ *Contents of this number*
- ☞ *More journals*
- ☞ *Search*



**Medigraphic.com**

# Arterias caninas preservadas como material didáctico para la realización de anastomosis vasculares

Avelina Sotres-Vega\*  
J. Raúl Olmos-Zúñiga\*  
Rogelio Jasso-Victoria\*  
Luis Miguel Gutiérrez-Marcos\*  
Armando Franco-Oropeza\*  
Patricio Santillán-Doherty†

**Palabras clave:** Bioprótesis arteriales, cirugía vascular, entrenamiento quirúrgico, microcirugía, preservación.  
**Key words:** Arterial bioprostheses, vascular surgery, surgical training, microsurgery, preservation.

## RESUMEN

**Introducción:** En los cursos de entrenamiento vascular macro y microquirúrgico los alumnos que asisten a los departamentos de Investigación en Cirugía Experimental del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias y del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubirán”, utilizan tubos de plástico rígido de diferente calibre como material didáctico para realizar anastomosis vasculares. Utilizar este tipo de material sintético, dista mucho de la textura original que presenta un vaso sanguíneo.

**Objetivo:** Evaluar el uso de segmentos vasculares arteriales preservados como material introductorio para la realización macro y microquirúrgica de anastomosis vasculares.

**Material y métodos:** Procuramos segmentos vasculares arteriales de aorta toracoabdominal, arteria pulmonar, femorales y carótidas de caninos que fueron sometidos a fin de estudio, los cuales fueron preservados y utilizados como biomaterial didáctico para la realización de prácticas de anastomosis vasculares macro y microquirúrgicas.

**Resultados:** Procuramos un total de 36 segmentos vasculares arteriales y éstos fueron divididos en dos grupos de estudio. Grupo I ( $n=18$ ) las arterias fueron sometidas a liofilización y Grupo II ( $n=18$ ) las arterias se criopreservaron, posteriormente fueron cortadas en segmentos de 1cm y al azar se les proporcionaron a los cirujanos para la realización de anastomosis vasculares, se les encuestó si estos vasos presentaban consistencia y textura similar o igual a la de un vaso normal y cuál de los dos mostraba mayor resistencia al paso de la aguja, así como cuál se rasgaba más fácilmente.

**Conclusiones:** Los segmentos vasculares arteriales de diferente calibre preservados, fueron un material biológico adecuado para el entrenamiento vascular macro y microquirúrgico de textura y

\* Departamento de Investigación en Cirugía Experimental.  
INER.

† Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubirán”.

Correspondencia:  
A. Sotres-Vega. Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias. Calzada de Tlalpan 4502, colonia Sección XVI. México, D.F., 14080  
Correo electrónico: avesotve@yahoo.com

Trabajo recibido: 05-VI- 2002; Aceptado: 25-VI- 2002

## **consistencia muy similar a los vasos sanguíneos normales.**

### **ABSTRACT**

**Introduction:** Students in vascular surgery and microsurgery courses in the departments of experimental surgery of the Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias and the Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubirán” use plastic tubes with different caliber as didactic material to perform vascular anastomosis. This plastic material has very different texture when is compared to an actual blood vessel.

**Objective:** To evaluate the usage of preserved arterial segments in the training of surgical and micro-surgical procedures of vascular anastomosis.

**Material and methods:** Canine arterial segments with variable diameter were obtained from thoracoabdominal aorta, pulmonary artery, femoral arteries and carotid arteries. All arteries were preserved. Students performed vascular anastomoses using preserved arteries and they answered some questions about texture, consistency and the force of the suture through the wall of the preserved vessel in comparison with a normal vessel.

**Results:** Thirty-six arterial segments were obtained; 18 arteries were preserved using dried-freezing and 18 were cryopreserved; then, 1-cm segments were obtained and randomly supplied to the students for the vascular anastomosis procedure. They were asked if these vessels had consistency and texture similar to a normal vessel and which was more resistant.

**Conclusion:** The preserved arterial segments demonstrated to be a suitable biological material for surgical or microsurgery training that presented both texture and consistency similar to normal vessels.

## **INTRODUCCIÓN**

Cuando se utilizan injertos vasculares para realizar cirugías de reemplazo de vasos sanguíneos, se requiere de experiencia quirúrgica en el manejo de los mismos y en la realización de las anastomosis. Sin embargo, este tipo de procedimientos siempre son realizados por el médico adscrito y no por el estudiante en formación. Con estas limitaciones en la práctica, el especialista en formación debe complementar sus destrezas en modelos experimentales, con el fin de que las prácticas de dichas habilidades en estos modelos ayuden a mejorar su preparación corriendo y complementando sus conocimientos y destrezas, lo que se traducirá en un acierto para sus actividades clínicas. En los laboratorios de Investigación en Cirugía Experimental del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias y del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubirán”, para los cursos de entrenamiento vascular macro y microquirúrgico, los alumnos utilizan tubos de plástico de diferente calibre como un

material didáctico para realizar anastomosis vasculares, pues aunque existen prótesis vasculares comerciales elaboradas con diferentes materiales como por ejemplo dacrón, politetrafluoroetileno, silastic, o teflón entre otros, en nuestro medio, su costo es elevado lo que limita su acceso en muchas ocasiones incluso para los pacientes que requieren de la aplicación de alguna de ellas en forma clínica. En nuestra experiencia, utilizar este tipo de material sintético dista mucho de la textura y consistencia original que presenta un vaso sanguíneo por lo que decidimos procurar y preservar mediante liofilización y criopreservación segmentos vasculares arteriales de caninos que son sometidos a fin de estudio en los diferentes proyectos de investigación que se llevan a cabo en este laboratorio y utilizarlos como material didáctico para las primeras prácticas de anastomosis vasculares de vasos de gran, mediano y pequeño calibre con el fin de que el cirujano en formación tenga la oportunidad de realizar su entrenamiento vascular con un vaso sanguíneo de textura y consistencia parecida a la de un vaso real y, cuando tenga que reemplazar vasos sanguíneos con cualquier tipo de prótesis, evitar las complicaciones técnicas que se presentan en los primeros procedimientos de este tipo realizados por un médico sin experiencia.

Con este trabajo no pretendemos evaluar el efecto de los métodos de preservación utilizados sobre la integración estructural ni el mantenimiento de las propiedades contráctiles de los segmentos vasculares, tampoco comparar qué método de preservación es mejor ya que eso es parte de otras investigaciones, únicamente reportamos su uso como material didáctico en el entrenamiento vascular macro y microquirúrgico.

**Objetivo:** Evaluar la utilidad de preservar segmentos vasculares arteriales caninos de diferentes calibres y regiones anatómicas para utilizarlos como material didáctico en la realización *ex vivo* de anastomosis vasculares macro y microquirúrgicas.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Animales de experimentación**

Los segmentos vasculares se obtuvieron de seis perros mestizos sin importar el sexo o la edad, con un peso entre 15 y 25kg los cuales, en forma previa a la procuración de las arterias fueron utilizados en otros proyectos de investigación que no dañaron la estructura de los vasos sanguíneos ni tampoco fueron sometidos a cirugía vascular y concluyeron su “tiempo de estudio”. Estos animales fueron tratados de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-ZOO-062-99 para el Uso y Cuidado de Animales de Experimentación<sup>1</sup> y con la *Guide for Use and Care of Animals Laboratory*<sup>2</sup>. Los perros fueron anestesiados con hidrocloruro de xilacina (Rompun, Bayer, D.F., México) a dosis de 0.1 mg/kg y 6 mg/kg de propofol (Recofol, PISA, Guadalajara, México) IV mezclados en la misma jeringa, fueron intubados con una sonda orotraqueal y conectados

a un ventilador de volumen (Harvard Apparatus, Boston MA, USA), posteriormente durante todo el procedimiento quirúrgico se mantuvo la anestesia con isofluorano al 3.5% (VCM Anesthesia Machine, Yorkshire, England).

Para la realización de este trabajo se obtuvieron y procuraron segmentos de arterias carótidas, femorales, aorta torácica y abdominal, así como de arteria pulmonar desde su salida del corazón.

### Obtención de los segmentos vasculares arteriales

**Técnica quirúrgica:** Todos los animales se colocaron sobre la mesa de cirugía en posición decúbito dorsal, se llevó a cabo antisepsia y asepsia de las regiones cervical, torácica, abdominal e inguinal y se procedió a la obtención de los vasos sanguíneos.

Para la obtención de las carótidas se realizó una incisión por la línea media del cuello, se localizaron ambas arterias, las cuales fueron disecadas desde su salida de la región craneal hasta su entrada a la cavidad torácica y fueron referidas. Las femorales se obtuvieron después de llevar a cabo una incisión en la región inguinal y parte interna de la pierna que, se disecaron desde su salida en la ingle hasta el inicio de la articulación femoro-tibio-patellar y también fueron referidas.

Se realizó esternotomía media para la obtención de la arteria pulmonar y aorta torácica, para la aorta abdominal se llevó a cabo una laparotomía media. Se disecó todo el trayecto de la aorta desde su salida del corazón hasta su llegada a las ilíacas y fue referida. Al finalizar la disección de todas las arterias a cada uno de los animales se les administró heparina a dosis de 20UI por kg de peso y dos minutos después todos los animales fueron sometidos a eutanasia con una sobredosis de pentobarbital sódico, se procedió a la sección y obtención de todos los segmentos arteriales disecados. La arteria pulmonar se obtuvo desde su salida del corazón hasta su división en cada lóbulo pulmonar después de extraer el bloque cardiopulmonar una vez que, el animal fue sometido a eutanasia.

Se procuraron un total de 36 segmentos vasculares arteriales, los cuales fueron divididos en dos grupos de preservación.

**Grupo I (n=18):** Las arterias obtenidas y procuradas fueron preservadas mediante liofilización.

**Grupo II (n=18):** Inmediatamente después de su obtención y procuración las arterias fueron sometidas a criopreservación.

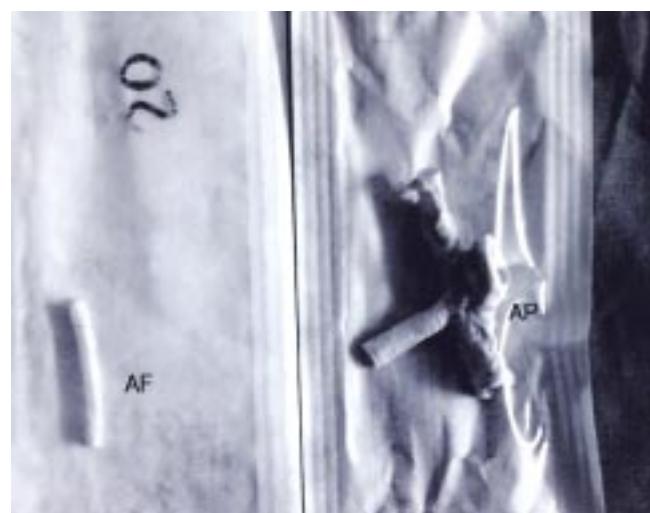
### Preservación de los segmentos vasculares arteriales

**Procuración.** Inmediatamente después de la procuración de los segmentos vasculares arteriales se procedió a procesarlos de manera individual. Cada uno de los segmentos vasculares se lavó con 10 mililitros de una solución salina fisiológica (PISA) que contenía 10,000U de heparina (Inhepar, PISA), 1g de estreptomicina (Sulfestrep,

PISA) y 1,000,000 U penicilina (PISA) por cada litro de solución. Con ayuda de un catéter se lavó el lumen de cada segmento vascular con aproximadamente 5mL de la solución heparinizada para retirar los coágulos y los restos de tejido adyacente. Sobre un campo estéril se realizó una disección fina del segmento vascular y cuando fue necesario, se utilizó un microscopio para microcirugía. Una vez concluido esto, registramos la longitud del segmento vascular arterial y el diámetro interno. Acto seguido los segmentos vasculares se preservaron al azar mediante liofilización o criopreservación.

### Liofilización

Concluida la procuración, el segmento vascular arterial se colocó dentro de un tubo de polipropileno que contenía medio CS-C (SIGMA Co), que se almacenó durante 24 horas a 4°C. Posteriormente y dependiendo del calibre interno de cada uno de los segmentos vasculares, se introdujo una cánula de silicon (LIFEMED) en el interior del vaso. Esta cánula, tenía un diámetro aproximado al calibre interno del injerto vascular arterial y su función fue mantener la estructura tubular del segmento vascular arterial durante el proceso de liofilización. Una vez colocada la cánula, el segmento vascular se colocó dentro de un matraz Erlenmeyer que se tapó y selló con papel parafilm para su almacenamiento a una temperatura de -70°C durante 24 horas para su congelación. Transcurrido el tiempo de congelación, el matraz se colocó en una liofilizadora (Free Dry System, Freezone 6, Labconco) a una temperatura de -43°C y con una presión de vacío  $<300 \times 10^{-3}$  B durante el tiempo necesario para liofilizar el segmento vascular. Obtenido el injerto vascular arterial liofilizado, se esterilizó con gas y se mantuvo almacenado a temperatura ambiente durante el tiempo necesario hasta el momento de ser utilizado como



**Figura 1.** Muestra una arteria femoral (AF) y de una arteria pulmonar (AP) que fueron liofilizadas y esterilizadas con gas antes de ser anastomosadas.

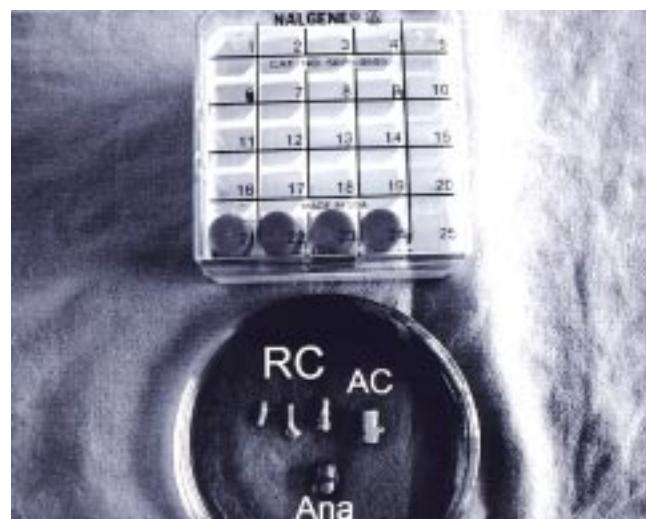
material didáctico en las prácticas de anastomosis vasculares (Figura 1). Antes de llevar a cabo las prácticas de anastomosis en estos vasos, cada segmento vascular fue rehidratado al ser sumergido en solución salina normal (NaCl 0.9%) durante 15 minutos<sup>5-9</sup>.

### Criopreservación

Después de la procuración, el injerto vascular arterial se colocó dentro de un criotubo que contenía medio CS-C (SIGMA, Co) adicionado con un agente crioprotector (dimetilsulfóxido, SIGMA, Co) y fue mantenido durante 24 horas a 4°C. Transcurrido este tiempo, el criotubo se almacenó a una temperatura de -35°C durante 72 horas y posteriormente se almacenó a una temperatura de -70°C durante 72 horas. Posterior a ello, el criotubo se colocó dentro de un contenedor de nitrógeno líquido durante el tiempo necesario, hasta el momento de realizar la práctica de cirugía vascular (Figura 2). Previo a la realización de las anastomosis, todos los segmentos vasculares fueron descongelados sobre una cámara de hielo seco y posteriormente en un baño de agua a 37°C, finalmente cada arteria fue lavada con solución salina normal<sup>8-12</sup>.

### Uso de los segmentos vasculares

Todas las arterias liofilizadas o criopreservadas fueron cortadas en segmentos de 1cm, las cuales se dividieron al azar para las prácticas de anastomosis vasculares y se les proporcionaron a un total de 23 alumnos que han rotado por este departamento de investigación quirúrgica y que ya habían suturado vasos sanguíneos en animales de ex-



**Figura 2.** Se pueden observar los criotubos en los que se mantienen almacenados en nitrógeno líquido los segmentos arteriales de pequeño calibre. En el interior de la caja de Petri se muestran segmentos de una arteria carótida (AC) criopreservada y una anastomosis (Ana) realizada por microcirugía en las ramas colaterales (RC) de una arteria femoral criopreservada.

perimentación. Dentro de estos alumnos se incluyeron médicos cirujanos tanto de servicio social como especialistas y médicos veterinarios que actualmente cursan la maestría en medicina y cirugía.

A cada uno de los médicos se les proporcionó una carótida, femoral, una rama de la arteria pulmonar, un segmento de aorta y una rama colateral de arteria femoral para anastomosis microvascular, todas de 1cm de longitud para que realizaran una anastomosis término-terminal en cada una de ellas utilizando puntos separados y polipropileno (Prolene, Ethicon New Jersey, USA) del calibre que requiriera cada vaso y a todos ellos se les preguntó si estos vasos presentaban consistencia y textura similar, igual o ninguna a la de un vaso normal, cuál de los dos mostraba mayor resistencia al paso de la aguja, así como cuál se rasgaba más fácilmente y los datos fueron anotados.

### RESULTADOS

Procuramos un total de 36 segmentos vasculares arteriales, 6 aortas que incluyeron su porción tanto torácica como abdominal, 6 arterias pulmonares, 12 arterias femorales y 12 arterias carótidas, el 50% de los segmentos procurados ( $n=18$ ) se preservaron mediante liofilización y los otros 18 se criopreservaron. Ninguno de los vasos sanguíneos que se obtuvieron presentaron alteraciones macroscópicas aparentes en su estructura y la longitud promedio (cm) de los segmentos vasculares procurados y preservados fueron: 6.83cm para las aortas toracoabdominales, 3.83cm para las arterias pulmonares, 5.23cm para las arterias femorales y 9.12cm para las arterias carótidas. Los diámetros promedio (cm) de los segmentos vasculares procurados y preservados fueron: 0.97cm para las aortas toracoabdominales, 0.55cm para las arterias pulmonares, 0.15cm para las arterias femorales y 0.23cm para las arterias carótidas (Tabla I). En todos los segmentos vasculares utilizados se observó permeabilidad del 100%. La opinión de los realizadores de las anastomosis acerca de la textura y la consistencia de las arterias preservadas fue que 95.5% mostraron una textura y una consistencia similar a la de los vasos normales que habían operado en animales (ratas); únicamente un cirujano (4.65%) opinó que ninguna de las arterias preservadas presentaba textura ni consistencia parecida a la de un vaso normal. En cuanto a la resistencia de las paredes para el paso de la aguja durante la realización de la sutura del vaso, en el 100% de los casos la opinión de los cirujanos fue que el 100% de las arterias utilizadas (tanto liofilizadas como criopreservadas), mostraron resistencia moderada al paso de la aguja. Ninguna (0%) de las arterias presentó rasgadura alguna durante la realización de la práctica quirúrgica (Tabla II).

### DISCUSIÓN

En México, existen varios centros de especialización quirúrgica en donde el laboratorio de cirugía experimental juega un papel invaluable e insustituible en la educación

**Tabla I. Segmentos vasculares arteriales liofilizados y criopreservados. Datos promedio de longitud y diámetro.**

Segmento vascular	(n)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Liofilización (n)	Criopreservación (n)
Aorta toracoabdominal	6	6.83	0.97	3	3
Arteria pulmonar	6	3.83	0.55	3	3
Arteria femoral	12	5.23	0.15	6	6
Arteria carótida	12	9.12	0.23	6	6

**Tabla II. Muestra el porcentaje de las opiniones de los cirujanos que realizaron anastomosis en los vasos arteriales liofilizados criopreservados al compararlos con una arteria normal.**

	Grupo I (arterias liofilizadas)			Grupo II (arterias criopreservadas)		
vs Arteria normal	Igual	Similar	Ninguna	Igual	Similar	Ninguna
Textura	0	95.65%	4.35%	0	95.65%	4.35%
Consistencia	0	95.65%	4.35%	0	95.65%	4.35%
Resistencia	-	-	100%	-	-	100%
Rasgadura	-	-	100%	-	-	100%

e investigación y siempre es necesario hacer mención de los modelos experimentales, los cuales son diferentes a los que se utilizan en otras áreas de la investigación biomédica<sup>13</sup>. Para la educación e investigación quirúrgica se ha propuesto utilizar modelos de computadora u otro tipo de modelos artificiales como lo son los maniquíes, sin embargo, éstos son de poca utilidad por diferentes razones como es: evaluar las respuestas al manejo pre, trans y posquirúrgico<sup>14</sup>.

En este estudio, procuramos y preservamos mediante liofilización y criopreservación segmentos vasculares arteriales caninos con el fin de utilizarlos como material didáctico para las prácticas de anastomosis de vasos sanguíneos de gran, mediano y pequeño calibre para que el cirujano en formación complemente sus destrezas del entrenamiento quirúrgico utilizando un vaso sanguíneo de textura y consistencia parecida a la de un vaso normal. De acuerdo con las respuestas de los cirujanos que realizaron las anastomosis en nuestros vasos preservados, creemos que éstos representan una buena opción didáctica como un biomaterial aplicable para la realización de las prácticas a la cirugía vascular macro y microquirúrgica ya que es un material de origen biológico que después de ser preservado por cualquiera de los dos métodos, mantiene su arquitectura, textura y consistencia muy similar a la de un vaso arterial normal. Además de que se obtienen segmentos arteriales vasculares de diferente calibre y longitud de animales de fin de estudio, es posible realizar varias prácticas en un mismo segmento en forma previa a la utilización de otros modelos experimentales como la rata que se utilizan con frecuencia para esto; y aunque los vasos preservados presentaron una resistencia ligeramente mayor

al paso de la aguja durante la realización de la sutura, ésta fue mínima cuando se les comparó con un vaso arterial normal.

## CONCLUSIONES

Los segmentos vasculares arteriales de diferente calibre independientemente del método utilizado para su preservación son un material biológico adecuado que, puede utilizarse como material didáctico durante el entrenamiento vascular macro y micro quirúrgico para la realización de anastomosis.

## REFERENCIAS

1. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de animales de laboratorio de la Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999. Diario Oficial de la Federación. Diciembre 6, 1999. Estados Unidos Mexicanos.
2. Guide for the care and use of laboratory animals. USA. Department of Health and Human Services. Public Health Service. National Institutes of Health Rev 1985.
3. Goodman A, Goodman L, Rall T, Murad F. Las bases farmacológicas de la terapéutica. Buenos Aires, Argentina: Médica Panamericana, 1987.
4. Memories of the Course of Animal Anesthesia and Models of the 12th Annual Meeting and 1st International Conference of the Academy of Surgical Research. University of Muenster Department of Surgery. Muenster, Germany, October, 1996.
5. Rey L. Basic aspects and future trends in the Freeze-Drying of pharmaceuticals. Dev Biol Stand 1992;74:3-8.
6. Pratt MF, Schneider JG. Microsurgical application of Freeze-Dried arterial allografts. Laryngoscope 1986;96:625-629.

7. Pratt MF, Shneider JG, Galey FR. *Experimental Freeze-Dried microarterial allografts in rabbits*. Arch Otolaryngol Head Neack Surg 1987; 113:953-958.
8. Chow SP, So YC, Chan CW. *Experimental microarterial grafts: Freeze-Dried versus autografts*. Br J Plast Surg 1983;36:345-347.
9. Pratt MF, Schneider JG, Norris MS. *Microsurgical application of Freeze-Dried venous allografts*. Microsurgery 1985; 6:211-218.
10. Schweinitzer M. *Cryopreservation: A useful technique for storing tissues for pharmacological investigations*. TIPS 1988;9:221-223.
11. Mestres AC, Mulet J, Pomar JL. *Large caliber cryopreserved arterial allografts in vascular reconstructive operations*. Ann Thorac Surg 1995;60:105S-107S.
12. Mitchell NR, Jonas AR, Schoen F. *Structure-Function correlations in cryopreserved allograft cardiac valves*. Ann Thorac Surg 1995;60:108S-113S.
13. Arch E, Saltijeral J, Zarco I, Poblano A. *El uso y producción de modelos animales en la investigación científica biomédica*. Animales de experimentación 1996;1:10-12.
14. Santillán-Doherty P, Jasso-Victoria R, Sotres-Vega A, Olmos-Zúñiga R, Vanda B. *El animal de laboratorio*. Rev Inst Nal Enf Resp Mex 1995;8:243-248.

