

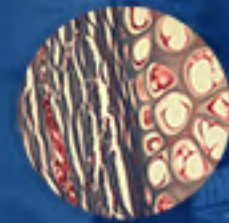
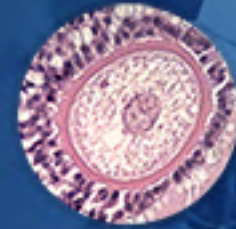
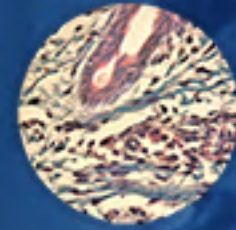


Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

# B

# Biología

# Tisular





## Directorio

### UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Dr. Enrique Luis Graue Wiechers  
*Rector*

Dr. Dr. Leonardo Lomelí Vanegas  
*Secretario General*

Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez  
*Secretario Administrativo*

Dr. Alberto Ken Oyama Nakagawa  
*Secretario de Desarrollo Institucional*

Mtro. Javier de la Fuente Hernández  
*Secretario de Atención a la Comunidad Universitaria*

Dra. Mónica González Contró  
*Abogada General*

### FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Dr. Francisco Suárez Güemes  
*Director*

Dr. José Ángel G. Gutiérrez Pabello  
*Secretario General*

LAE José Luis Espino Hernández  
*Secretario Administrativo*

Dr. Francisco A. Galindo Maldonado  
*Secretario de Vinculación y Proyectos Especiales*

Dr. Gabriel E. García Peña  
*Jefe del Departamento de Publicaciones*

MVZ Enrique Basurto Argueta  
*Jefe del Departamento de Diseño Gráfico y Editorial*



Universidad Nacional Autónoma de México • Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia



# B

# Biología

# Tisular

**COORDINADOR:** Santiago René Anzaldúa Arce

**AUTORES:**

- Santiago René Anzaldúa Arce • Manuel Espinosa Pedroza • Alberto Fouilloux Morales • Jorge Hernández Espinosa •
- María de Lourdes Juárez Mosqueda • Raúl Ocadiz Tapia • Mario Pérez Martínez • Olivia Rodríguez Morales • Rosa María Viguera Villaseñor •
- Héctor Villaseñor Gaona • Luis David Zepeda Domínguez •



---

Primera edición, 8 de enero de 2018

DR© 2018, Universidad Nacional Autónoma de México  
Ciudad Universitaria, Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México

ISBN: 978-607-02-9854-7

"Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización  
escrita del titular de los derechos patrimoniales."

Hecho en México / Made in Mexico

Se agradece al Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza (PAPIME) PE-204605,  
junto con la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) de la UNAM por su aprobación y apoyo a lo  
largo de la vigencia del Proyecto para la realización de este libro.

El Comité Editorial de la FMVZ reconoce el trabajo que realizó el Dr. Rafael Hernández González, Consejo para la Evaluación  
de la Educación del Tipo Medio Superior, A. C. (Copeems) y FMVZ-UNAM, como revisor técnico de esta obra.

*Corrección de estilo:* Marcela Chapou Videgaray

*Diseño de portada:* LSCA Edgar Emmanuel Herrera López

*Diseño editorial y formación electrónica:* LDCV F. Avril Braulio Ortiz

*Ilustraciones:* LDCV Nimbe Saézn Martínez

*Integración multimedia:* LDCV Carlos Iván Sánchez Sánchez

**Revisión de pruebas y Gestiones legales:** Laura Edith Martínez Álvarez



## Agradecimientos

Los autores desean agradecer a todas las personas que de diferentes formas contribuyeron en la realización y publicación del libro *Biología Tisular*.

Al Dr. Rafael Hernández González, autor de *Morfología Veterinaria 3. Tejido muscular y nervioso* (México: UNAM, 1985), por permitir incluir en la presente obra dos figuras referentes a las terminaciones nerviosas del tejido muscular estriado esquelético extrafusal y a la unión miotendinosa.

Al Dr. Manuel Espinosa Pedroza por su aportación de esquemas para ilustrar el capítulo 15 y al Ing. Alonso Torres Dimas por la elaboración de los esquemas incluidos en el capítulo 14.

Al MVZ Rodrigo Ontiveros Tlachi por la toma de micrografías que ilustran los capítulos 4, 6, 9 y 12; y a Edgar Daniel Cervantes Áreas por el diseño de los esquemas que incluye el capítulo 5.

Al MVZ Enrique Basurto Argueta por su gentil colaboración en la edición de la mayoría de las micrografías tomadas por el coordinador de esta edición digital.

Al Jefe del Departamento de Morfología, el Dr. Jorge Hernández Espinosa por su apoyo en la culminación para la producción digital de la primera edición de este libro electrónico.

Al Jefe del Departamento de Publicaciones, el Dr. Gabriel E. García Peña, a la Dra. Silvia Buntinx Dios (Jefa del Departamento hasta mayo 2016) y a los colaboradores de este Departamento, en especial a la M. en C, MVZ Laura Edith Martínez Álvarez por la supervisión e interés mostrado a lo largo de la elaboración del libro.

Al Jefe del Departamento de Diseño Gráfico y Editorial, el MVZ Enrique Basurto Argueta y a su equipo de diseñadores por el trabajo editorial y el apoyo permanente hasta la publicación de esta obra, especialmente a la LDCV Nimbe Sáenz y a la LDCV Avril Braulio.



# Contenido



**SEMBLANZAS** ..... 8

**PRESENTACIÓN** ..... 11

**CAPÍTULO 1. Introducción a la biología tisular  
y a los cuatro tejidos básicos**  
*Jorge Hernández Espinosa*  
..... 12

**CAPÍTULO 2. Tejido epitelial**  
*Jorge Hernández Espinosa*  
..... 14

**CAPÍTULO 3. Tejido conjuntivo**  
*Raúl Ocadiz Tapia , María de Lourdes Juárez Mosqueda*  
..... 30

**CAPÍTULO 4. Tejido muscular**  
*Luis David Zepeda Domínguez*  
..... 69

**CAPÍTULO 5. Tejido nervioso**  
*Rosa María Viguera Villaseñor*  
..... 97

**CAPÍTULO 6. Organografía microscópica  
del sistema nervioso**  
*Alberto Fouilloux Morales*  
..... 112



## **CAPÍTULO 7. Esplacnología**

*Héctor Villaseñor Gaona*

.....125

## **CAPÍTULO 8. Aparato cardiovascular**

*Manuel Espinosa Pedroza*

.....132

## **CAPÍTULO 9. Sistema linfoide**

*Mario Pérez Martínez, Olivia Rodríguez Morales*

.....141

## **CAPÍTULO 10. Aparato respiratorio**

*Manuel Espinosa Pedroza*

.....156

## **CAPÍTULO 11. Aparato digestivo**

*Mario Pérez Martínez, Jorge Hernández Espinosa*

.....162

## **CAPÍTULO 12. Glándulas endocrinas**

*Santiago René Anzaldúa Arce, Héctor Villaseñor Gaona*

.....182

## **CAPÍTULO 13. Aparato urinario**

*Raúl Ocadiz Tapia*

.....213

## **CAPÍTULO 14. Aparato reproductor masculino**

*Luis David Zepeda Domínguez, Santiago René Anzaldúa Arce*

.....224

## **CAPÍTULO 15. Aparato reproductor femenino**

*Luis David Zepeda Domínguez, Santiago René Anzaldúa Arce*

.....240

## **CAPÍTULO 16. Organografía microscópica del sistema integumentario**

*Alberto Fouilloux Morales, Héctor Villaseñor Gaona*

.....257



## Semblanzas

### Santiago René Anzaldúa Arce

*(Coordinador)*

Tiene la licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, una maestría en Ciencias (Biología Celular) y el doctorado en Ciencias (Biología), todos por la UNAM. Es investigador nacional nivel I dentro del Sistema Nacional de Investigadores por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt). Es profesor titular B de tiempo completo, definitivo en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. En el ámbito de la docencia imparte las asignaturas de “Biología Celular, Biología Tisular y Biología Molecular”, a nivel licenciatura y de posgrado, recientemente solo para el programa de posgrado imparte la asignatura de “Fundamentos de células troncales, ingeniería tisular y medicina regenerativa”. Su línea de investigación la dedica al estudio de los cambios celulares y moleculares en el aparato reproductor femenino de los mamíferos en diferentes condiciones hormonales. Fue jefe del Departamento de Morfología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, para el periodo 2012-2016. En su haber ha sido autor de varios artículos científicos y capítulos de libros, asimismo ha fungido como coordinador de libros de texto.

### Manuel Espinosa Pedroza

Tiene la licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia por la UNAM, cuenta con un Diplomado en Docencia por la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Aragón de la UNAM. Es profesor asociado C definitivo en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, donde imparte los cursos de “Biología Celular Veterinaria, Biología Tisular y Temas Selectos de Biología: Embriología”.

### Alberto Fouilloux Morales

Licenciado en Medicina Veterinaria y Zootecnia por la UNAM, cuenta con dos Diplomados, uno en Microscopia Electrónica por la Universidad de Costa Rica y otro diplomado en docencia por la Facultad de Estudios Superiores Aragón de la UNAM. Además cuenta con un diplomado en Enseñanza de la Medicina por la Facultad de Medicina de la UNAM. Es técnico académico asociado B de tiempo completo y profesor de asignatura A en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. En el ámbito de la docencia imparte las asignaturas de licenciatura “Anatomía Veterinaria I, Anatomía Veterinaria II, Biología Tisular y Temas Selectos de





Biología: Embriología”. Se ha dedicado a la docencia desde hace 25 años. Actualmente es el representante del Departamento de Morfología en el Comité de Bibliotecas de la FMVZ-UNAM.

### Jorge Hernández Espinosa

Tiene la licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, una maestría en Ciencias de la Producción y de la Salud Animal ambos estudios por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, es Doctor en Educación (IUIT), cuenta además con una especialidad en Microscopía Electrónica por la Universidad de Costa Rica, un Diplomado en Animales de Laboratorio y un Diplomado en Enfoques y Estrategias para la Enseñanza de la Medicina Veterinaria. Es profesor titular A de tiempo completo, adscrito al Departamento de Morfología en la FMVZ de la UNAM, imparte las asignaturas de “Biología Celular Veterinaria y Biología Tisular” a nivel licenciatura, así como Temas Selectos de Biología Celular: Embriología y Biología Celular en posgrado, ha sido Jefe del Departamento de Morfología en cuatro periodos: septiembre 2004 - febrero de 2005, Marzo 2005 - febrero 2009, marzo 2009 - febrero 2012 y por el periodo a partir de abril 2016 - 2020.

### María de Lourdes Juárez Mosqueda

Licenciada en Medicina Veterinaria y Zootecnia por la UNAM, posee una maestría y doctorado en Ciencias con especialidad en Biología Celular por el CINVESTAV-IPN, así como un posdoctorado por el Oregon National Primate Research Center (ONPRC) de la Oregon Health and Science University (OHSU), USA. Además cuenta con una especialidad en Microscopía Electrónica por la Universidad de Costa Rica; un diplomado en Morfofisiología Veterinaria y otro diplomado en Estrategias de Enseñanza

y Aprendizaje en la Medicina Veterinaria y Zootecnia, los dos últimos por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. Es profesora titular C de tiempo completo, definitivo a nivel de licenciatura y posgrado en la FMVZ, donde imparte las materias de Biología Celular Veterinaria, Biología Tisular y Bioquímica. Su área de interés se centra en la participación del citoesqueleto y la capacidad fertilizante del espermatozoide del mamífero. Es investigadora nacional nivel I en el Sistema Nacional de Investigadores por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) y actual coordinadora de la asignatura de Biología Celular Veterinaria en el Departamento de Morfología de la FMVZ.

### Raúl Ocádiz Tapia

Tiene la licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia y un Diplomado en Medicina, Cirugía y Zootecnia en Pequeñas Especies, ambos por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. Es técnico académico asociado A, adscrito al Departamento de Morfología en la FMVZ de la UNAM, imparte las asignaturas de “Biología Tisular y Embriología” a nivel licenciatura. Ha sido coordinador de la asignatura de Biología Tisular, responsable del área de cómputo del Departamento de Morfología y de la asignación y calendarización de exámenes en línea.

### Mario Pérez Martínez

Tiene la licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia por la UNAM, una maestría en Ciencias (Biología de la Reproducción Animal) por la Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa y un doctorado en Ciencias (Fisiología) por el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) del IPN. Es profesor titular C de tiempo completo, definitivo de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la



UNAM, imparte a nivel licenciatura las asignaturas de “Biología Celular Veterinaria y Biología Tisular” y en el programa de posgrado tiene a su cargo la asignatura de “Temas Selectos de Biología Celular”. Está adscrito al Departamento de Morfología, en el Laboratorio de Biología Tisular de la Reproducción “Rosa Emilia Lavielle”. Es investigador nacional nivel I dentro del Sistema Nacional de Investigadores por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt). Su disciplina de investigación la ha dedicado al estudio de la morfología integrativa de la función reproductiva de los mamíferos domésticos a nivel celular y tisular.

### Olivia Rodríguez Morales

Es egresada de la UNAM, obtuvo su título de licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia. Sus estudios de posgrado los realizó en el Instituto de Biotecnología, donde obtuvo una maestría y un doctorado en Ciencias Bioquímicas, tiene además un Diplomado en Vacunología Veterinaria por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Es candidata del Sistema Nacional de Investigadores. Es investigadora titular “C” en el Instituto Nacional de Cardiología «Ignacio Chávez» y en el ámbito de la docencia, imparte el curso de Biología Celular Veterinaria en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. Se ha dedicado al estudio de la Inmunología Molecular y Proteómica, la Microbiología y la Patogénesis Molecular.

### Rosa María Viguera Villaseñor

Tiene la licenciatura en Biología, la maestría en Ciencias Fisiológicas y el Doctorado en Ciencias Biomédicas por el Instituto de Investigaciones Biomédicas, todos sus estudios en la UNAM. Está a cargo del Laboratorio de Biología de la Reproducción en el Instituto Nacional de Pediatría, sus

líneas de investigación son: Estudio de la fisiopatología de padecimientos reproductivos en la población pediátrica mexicana; Estudio de agentes exógenos sobre la maduración y diferenciación de las células testiculares y Estudio del efecto temporal de agentes exógenos y endógenos sobre el desarrollo de las regiones cerebrales involucradas en la reproducción y en los ritmos circádicos. Es profesora de asignatura A en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, imparte a nivel de posgrado la asignatura de “Tópico selecto en Biología Celular: Bases celulares y endócrinas de la espermatogénesis: gametogénesis y fertilización”. Es autora en diversos artículos científicos, capítulos de libros, artículos en memorias, entre otros. Es investigadora nacional nivel I en el Sistema Nacional de Investigadores por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt)

### Héctor Villaseñor Gaona

Tiene la licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia y un Diplomado en Medicina, Cirugía y Zootecnia en Pequeñas Especies, ambos por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. Es profesor de asignatura A y profesionista titulado C, adscrito al Departamento de Morfología en la FMVZ de la UNAM, imparte la asignatura de “Biología Tisular” a nivel licenciatura. Su área de investigación es la morfología y biología tisular en mastocitos.

### Luis David Zepeda Domínguez

Licenciado en Medicina Veterinaria y Zootecnia por la UNAM. Es profesor de asignatura “A” y “B”, imparte los cursos de Biología Tisular, Biología Celular Veterinaria y Temas Selectos de Biología: Embriología, de esta última funge también como coordinador de la asignatura.



## Presentación

El presente libro forma parte de una serie de tres libros electrónicos que cubren los contenidos programáticos de las asignaturas de Biología Celular Veterinaria, Biología Tisular y Embriología, elaborados por el personal académico del Departamento de Morfología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). El desarrollo de las obras contó con el apoyo del proyecto **PAPIME PE-204605** aprobado por la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) de la UNAM.

En este libro los estudiantes de la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia que cursan la materia de Biología Tisular encontrarán las características funcionales sobre la morfología microscópica básica y los niveles de organización de los tejidos, los órganos, los aparatos y los sistemas de los animales domésticos. De la misma manera, esta información es útil para estudiantes de licenciatura de otras disciplinas biomédicas afines: biólogos, químicos, odontólogos y médicos. En los casos de estudiantes de medicina veterinaria del interior del país, en que la materia de Biología Tisular es de reciente creación, el presente libro constituye una herramienta vital para su formación y enseñanza.

El conocimiento de los principios básicos que conforman la Biología Tisular y el reconocimiento de los cuatro tejidos básicos facilitarán la comprensión de obras más especializadas. Lo anterior hace de esta obra un material de consulta para estudiantes de posgrado (maestría y doctorado).

El contenido teórico de la presente obra se complementa con el *Manual de Laboratorio de Biología Tisular*, en el cual se describen las estructuras histológicas características de los diferentes tejidos y órganos de interés.

A pesar de los esfuerzos realizados en esta primera edición a fin de homogeneizar el contenido de la obra, en cuanto a profundidad y extensión, no es una tarea concluida pues requiere enriquecer sus contenidos en futuras ediciones, para hacer de este libro de texto un material vigente considerando las actualizaciones inherentes a la naturaleza del conocimiento de la Biología Tisular que está en constante cambio.

Los autores agradecemos el apoyo e interés y colaboración de todas las instancias que contribuyeron para la realización de este libro electrónico: a la DGAPA, al Comité Editorial y al Departamento de Publicaciones de la FMVZ de la UNAM; así como a la intervención de todos los profesionales cuyo esfuerzo colectivo permitió la consecución editorial de la presente obra.

Dr. Santiago René Anzaldúa Arce.

*Coordinador*