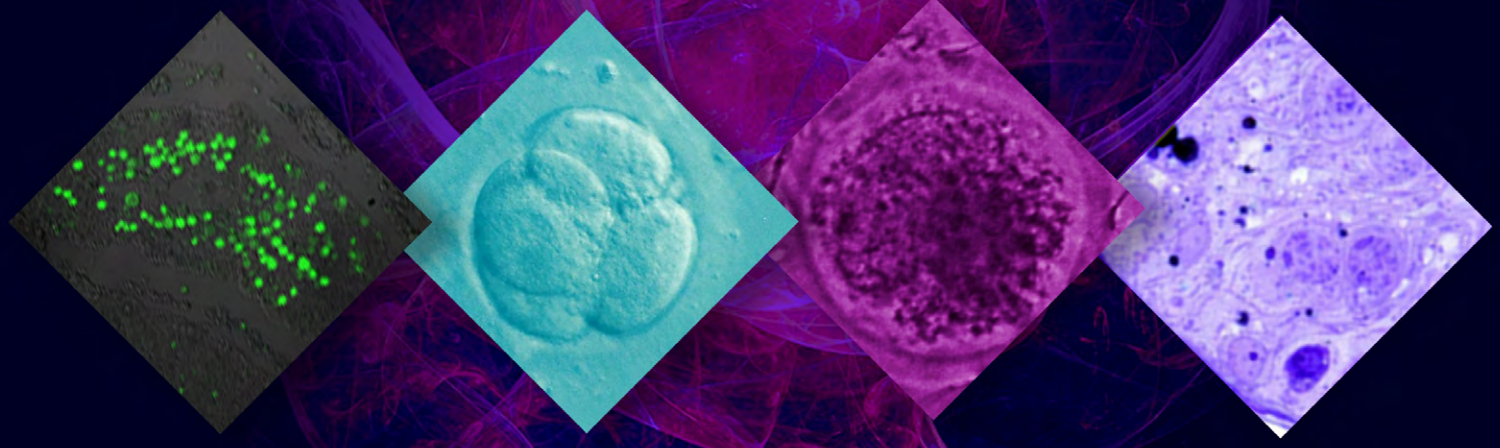
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia



Embriología Veterinaria

Coordinadores: Santiago René Anzaldúa Arce • Luis David Zepeda Domínguez

DIRECTORIO

Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas

Rector

Dra. Patricia Dolores Dávila Aranda

Secretaria General

Mtro. Hugo Concha Cantú

Abogado General

Mtro. Tomás Humberto Rubio Pérez

Secretario Administrativo

Dra. Diana Tamara Martínez Ruiz

Secretaria de Desarrollo Institucional

Lic. Raúl Arcenio Aguilar Tamayo

Secretario de Prevención, Atención y Seguridad Universitaria

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Dr. Francisco Suárez Güemes

Director

Dr. Jorge Hernández Espinosa

Secretario General

LC Enrique López Martínez

Secretario Administrativo

Dr. José Ángel G. Gutiérrez Pabello

Secretario de Vinculación y Proyectos Especiales

Dr. Enrique Jesús Delgado Suárez

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

Embriología Veterinaria

Santiago René Anzaldúa Arce
Luis David Zepeda Domínguez
Coordinadores

Santiago René Anzaldúa Arce • Manuel Espinosa Pedroza†
Oscar Gutiérrez Pérez • María de Lourdes Juárez Mosqueda
Raúl Ocádiz Tapia • Icela Palma Lara
Mario Pérez Martínez • María Cristina Ríos Mas
Rosa María Vigueras Villaseñor • Luis David Zepeda Domínguez
Autores

Primera edición, 15 de noviembre de 2023.

DR© 2023, Universidad Nacional Autónoma de México.
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, Ciudad de México.

ISBN: 978-607-30-8354-6

Hecho en México.

Esta edición y sus características son propiedad de la UNAM.

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

El Comité Editorial de la FMVZ de la UNAM reconoce el trabajo que realizó el **Dr. Pedro Nicolás Velázquez**, Laboratorio 1: Cultivo de Tejidos de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México, como revisor técnico de esta obra.

Se agradece a la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) de la UNAM por el apoyo recibido para la publicación de la presente obra a través del Proyecto PAPIME PE 204605.

Agradecimiento a la **Maestra Glandy Horita González** por su participación en la corrección de estilo y revisión de galera.

Índice general

Capítulo 1. Generalidades 14
Mario Pérez Martínez
Introducción 15
Conceptos básicos 17
Niveles de organización de la materia 18
Bibliografía 19

Capítulo 2. Espermatogénesis 20
Rosa María Vigueras Villaseñor
Oscar Gutiérrez Pérez
Introducción 21
Origen de las células germinales primordiales 21
Epitelio seminífero 22
Fases de la espermatogénesis 25
Células de Sertoli 26
Espermatogonias 28
Espermatocitos 28
Meiosis I 31
Meiosis II 35
Espermátidas y espermiogénesis 36
Células mioides y membrana basal 39
Ciclo del epitelio seminífero 41
Regulación de la espermatogénesis 43
Características especie-específicas
de la espermatogénesis en los animales domésticos 44
Alteraciones de la espermatogénesis 46
Bibliografía 49

Capítulo 3. Fecundación 51
María de Lourdes Juárez Mosqueda
Introducción 52
Concepto de fertilización....52
Fecundación....53
Consecuencias biológicas de la fecundación en relación con el restablecimiento del material genético propio de la especie, la determinación del sexo, la variación individual en las especies y el inicio de la segmentación....61
Concepto de huevo o zigoto y clasificación....64
Bibliografía 66

Capítulo 4. Segmentación....67
Icela Palma Lara
Raúl Ocádiz Tapia
Introducción 68
Segmentación 69
Segmentación en mamíferos 77
Blastocisto 80
Bibliografía 82

Capítulo 5. Gastrulación 85
Luis David Zepeda Domínguez
Introducción 86
Formación del disco bilaminar a partir del embrioblasto....86
Proceso para la formación del saco vitelino y el amnios 88
Formación de la línea primitiva, surco primitivo y nudo o nodo primitivo....90
Mecanismo de formación y distribución de las tres hojas blastodérmicas....91
Destino de las hojas blastodérmicas 93
Localización, constitución y relaciones de las membranas bucofaríngea y cloacal....94

Formación de la prolongación notocordal 94
Conducto neuroentérico y sus posibles funciones.....95
Notocorda y sus funciones 95
Bibliografía 97

Capítulo 6. Adquisición de la forma corporal.....99
Luis David Zepeda Domínguez
Introducción 100
Mecanismos a través de los cuales el embrión adquiere su forma corporal: neurulación, diferenciación del mesodermo, tubulación. 100
Principales estructuras que derivan del ectodermo 107
Principales estructuras que derivan del mesodermo 107
Principales estructuras que derivan del endodermo 107
Bibliografía 108

Capítulo 7. Anexos extraembrionarios 109
Santiago René Anzaldúa Arce
Introducción 110
Anexos extraembrionarios presentes en los animales domésticos 110
Origen embrionario del saco vitelino: formación y funciones 111
Origen embrionario del amnios o cavidad amniótica: formación y funciones 113
Origen embrionario del alantoides o cavidad alantoidea: formación y funciones 116
Bibliografía 118

Capítulo 8. Implantación y placentación..... 119
Santiago René Anzaldúa Arce
Introducción 120
Implantación 120
Concepto de implantación 120
Blastocisto y proceso de implantación 120
Requisitos para la implantación 121

Fases de la implantación 121
Tipos de implantación en las diferentes especies domésticas: central, excéntrica e intersticial 123
Cambios endometriales previos a la implantación 124
Formación de la membrana exocelómica y el mesodermo extraembrionario 125
Modificaciones del trofoblasto para la formación del corion 127
Relación que guardan los anexos embrionarios con el embrión y el corion para la clasificación de la placentación amniocoriónica y alantocoriónica en las especies domésticas 128
Clasificación anatómica 129
Clasificación histológica de las placentas 134
Tipos de placenta desde el punto de vista histológico 134
Tipos de placenta anatómica e histológica en especies domésticas 136
Medidas zootécnicas aplicadas a los neonatos en especies domésticas, en relación con el tipo de placenta 137
Bibliografía 138

Capítulo 9. Origen embrionario de los cuatro tejidos básicos y formación del sistema nervioso 140
Luis David Zepeda Domínguez
Introducción 141
Origen embrionario del tejido epitelial y ejemplos 141
Origen embrionario del tejido conjuntivo y ejemplos 142
Origen embrionario del tejido muscular y ejemplos 143
Origen embrionario del tejido nervioso y ejemplos 144
Desarrollo embrionario del sistema nervioso central y sistema nervioso periférico 144
Bibliografía 154

Capítulo 10. Aparato cardiovascular 155
Manuel Espinosa Pedroza ✝
Introducción 156
Origen embrionario del corazón 156
Desarrollo del corazón: cordones cardiacos, tubos cardiacos, bulbo cardiaco 157
Desarrollo de aurículas y ventrículos 160
División del conducto auriculoventricular 162
División de la aurícula 163
Destino del seno venoso 163
División del ventrículo 163
División del tronco arterioso 164
Derivados de los arcos arteriales aórticos o branquiales 165
Trayecto de la circulación fetal 166
Cambios en el aparato cardiovascular al nacer 168
Bibliografía 170

Capítulo 11. Aparato branquial 171
María Cristina Ríos Mas
Introducción 172
Arcos faríngeos (branquiales) 172
Otros derivados de la faringe primitiva 177
Bibliografía 180

Capítulo 12. Formación de la cara y el paladar 181
María Cristina Ríos Mas
Introducción 182
Formación de la cara 182
Formación del paladar 184
Formación de los ojos 186
Formación de los oídos 188
Formación de la lengua 189
Formación de los dientes 191
Bibliografía 193

Capítulo 13. Aparato respiratorio 194
María Cristina Ríos Mas
Introducción 195
Formación de tráquea y laringe 195
Formación de los pulmones 197
Bibliografía 200

Capítulo 14. Sistema endocrino 201
Santiago René Anzaldúa Arce
Introducción 202
Desarrollo embrionario de la hipófisis 202
Desarrollo embrionario de la glándula adrenal 205
Bibliografía 209

Capítulo 15. Embriología del sistema urinario 210
Luis David Zepeda Domínguez
Introducción 211
Desarrollo embrionario del riñón 212
Pronefros 212
Mesonefros 213
Metanefros (yema ureteral y masa metanefrógena) 214
Derivados de la yema ureteral 215
Derivados de la masa metanefrógena 216
Formación de la vejiga urinaria: tabique urorrectal
y seno urogenital 218
Bibliografía 222

Capítulo 16. Embriología del sistema reproductor 224
Luis David Zepeda Domínguez
Introducción 225
Desarrollo de testículos y ovarios: gónadas indiferentes 225
Desarrollo de los conductos genitales masculinos. 237
Desarrollo de los conductos genitales femeninos 240
Malformaciones congénitas del sistema urogenital:
hermafroditismo, seudohermafroditismo masculino,
seudohermafroditismo femenino. 248
Bibliografía 250

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo de la Dirección General de Asuntos del Personal Académicos (DGAPA) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) para la realización de esta obra como parte del Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza (PAPIME) PE204605 DGAPA-UNAM, titulado: **Proyecto de Apoyo a la Docencia de las materias de: Biología Celular Veterinaria, Biología Tisular y Embriología, del nuevo Plan de estudios**, siendo responsable el Dr. Santiago René Anzaldúa Arce.

Agradecemos el apoyo de la Maestra Glandy Horita González por su invaluable participación en la corrección de estilo y revisión de galeras de toda la obra.

A Rosalinda Meza Contreras y a Carlos Iván Sánchez Sánchez, del Departamento de Diseño Gráfico y Editorial de la Secretaría de Vinculación y Proyectos Especiales de la FMVZ-UNAM, por su valiosa participación como diseñadora editorial e ilustrador, respectivamente, que enriquecen la propuesta visual y didáctica de esta obra.

Agradecemos el apoyo del Departamento de Publicaciones de la Secretaría de Vinculación y Proyectos Especiales de la FMVZ- UNAM; de manera particular a la MVZ Laura Edith Martínez Álvarez por todo su apoyo a lo largo del desarrollo y terminación de esta obra.

Agradecemos el apoyo de la jefatura del Departamento de Morfología; de manera particular al Dr. Jorge Hernández Espinosa y a la Dra. Martha Beatriz Trejo Salas.

Presentación

El personal académico del Departamento de Morfología presenta esta tercera obra integrante de una serie de tres libros de textos electrónicos que cubren ampliamente los contenidos programáticos de las asignaturas de Biología Celular Veterinaria, Biología Tisular y Embriología Veterinaria. El resultado de este esfuerzo se hace posible gracias 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-UNAM), quien aprobó el proyecto, brindándole amplio respaldo.

El presente libro compendia los conocimientos que un estudiante de licenciatura en medicina veterinaria y zootecnia debe dominar sobre el tema de Embriología son proporcionados por académicos de la UNAM con varios años de experiencia en este campo del saber. La principal aportación de esta obra es destacar los procesos morfológicos que permiten el desarrollo embrionario de los diferentes órganos, aparatos y sistemas, mediante ilustraciones comprensibles y detalladas. Además, se mencionan las principales alteraciones en el desarrollo, que tendrán aplicación en otras asignaturas como Patología y Clínica. Cabe señalar que algunos temas tienen particular interés en el ámbito veterinario y estos son destacados al final de algunos capítulos.

Esta obra cubre el programa de la asignatura correspondiente en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, por lo que es un libro de consulta obligada para el estudiante de licenciatura. De igual forma, abarca temas generales que harán comprensibles los procesos del desarrollo embrionario para alumnos de carreras afines a la medicina y la salud. No es un libro sobre Biología del desarrollo en el que se prioricen los mecanismos moleculares y genéticos que participan en los procesos embrionarios; para este fin específico existen otras obras que pueden complementar los procesos embrionarios descritos en el libro.

Los autores agradecemos el apoyo e interés, así como la amplia colaboración de las instancias involucradas en el desarrollo de la presente obra: al Comité Editorial, al Departamento de Publicaciones, al Departamento de Diseño Gráfico y Editorial y a la jefatura del Departamento de Morfología, todos ellos pertenecientes a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de esta Máxima Casa de Estudios.

Ciudad Universitaria, 14 de diciembre de 2023.

Dr. Santiago René Anzaldúa Arce
Dr. Luis David Zepeda Domínguez
Coordinadores Científicos

Capítulo 1

Generalidades

Mario Pérez Martínez

Capítulo 1

Generalidades

Mario Pérez Martínez

Introducción

La biología del desarrollo es la disciplina científica que estudia los procesos espacio-temporales que dirigen el desarrollo embrionario y fetal en condiciones normales y patológicas.

En los últimos 20 años, el estudio de la morfogénesis en las distintas especies animales ha permitido identificar numerosos genes que participan en la regulación de los cambios morfológicos que ocurren en la segmentación, gastrulación y la adquisición de la forma corporal.

Las primeras descripciones detalladas del desarrollo normal se efectuaron en embriones de pollo. En este modelo se ha aprendido mucho de la dinámica celular que se presenta en las etapas tempranas del desarrollo, debido a la facilidad de su manipulación en el laboratorio. De igual manera, el uso de lechones como modelos animales en la experimentación ha contribuido al avance de la embriología y la teratología.

En las aportaciones recientes de la embriología experimental se ha logrado diferenciar células troncales en distintos tipos celulares desde el punto de vista evolutivo, al introducirlas en un receptor distante, como es el caso de la generación de quimeras interespecies por agregación de 8 células de embriones de oveja y cabra.

La sobrevivencia embrionaria es un factor de gran importancia que afecta la producción y la eficiencia económica en todos los sistemas de producción de carne y de leche. En los rumiantes, la muerte embrionaria temprana es la principal causa de pérdida de gestaciones. Específicamente en los bovinos, la pérdida embrionaria ocurre generalmente antes del día 16 posfertilización,

Comprar ahora

- $100.00 (MN) Estudiantes y comunidad UNAM
- $150.00 (MN) Público en general

Solicítalo al correo electrónico:

fmvzlibreria@gmail.com

Fecha de aparición: 15 de diciembre de 2023.
Fecha de término 7 de diciembre de 2023.

Editada por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
Departamento de Diseño Gráfico y Editorial
de la Secretaría de Vinculación y Proyectos Especiales:
Avenida Universidad 3000, Ciudad Universitaria,
Coyoacán, 04510, México, Ciudad de México.
Formación y composición tipográfica
en tipo Din Pro y Mrs Eaves XL Serif.

Medio electrónico: internet
Tamaño: 35 MB
Formato: PDF