



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

FISIOLOGÍA REPRODUCTIVA de los ANIMALES DOMÉSTICOS

1ª edición



COORDINADORES

LUCÍA RANGEL PORTA ■ JUAN H. HERNÁNDEZ MEDRANO

Directorio

Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Enrique Graue Wiechers
Rector

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

Dra. Lucía Rangel Porta
Jefa del Departamento de Reproducción

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



FISIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE LOS ANIMALES DOMÉSTICOS

Autores:

*Myriam Boeta ■ Alberto Balcázar S. ■ José Luis Cerbón ■ Juan H. Hernández Medrano
Joel Hernández Cerón ■ Rosa María Páramo Ramírez ■ Antonio I. Porras Almeraya
Lucía Rangel ■ Brenda Salgado ■ Javier Valencia ■ Luis Zarco*

Coordinadores: Lucía Rangel y Juan H. Hernández Medrano

Primera edición, 5 de junio de 2018

DR© 2018, Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad Universitaria, Coyoacán, CP 04510, Ciudad de México

ISBN: 978-607-30-0671-2

"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

El Comité Editorial de la FMVZ reconoce el trabajo que realizaron
la Dra. Arantzatzu Lassala Iruete (FMVZ-UNAM) y la
Dra. Teresa Sánchez Torres-Esqueda del Colegio de postgraduados
como revisoras técnicas de esta obra

Corrección de estilo y revisión de galeras: Dr. Roberto García Bonilla
Seguimiento editorial y gestión legal: Laura Edith Martínez Álvarez
Diseño editorial y formación electrónica: LDCV Rosalinda Meza Contreras
Diseño de portada: LSCA Edgar Emmanuel Herrera López
Fotografías de portada: Joel Hernández Cerón,
Carlos Gutiérrez Aguilar y Europa Meza Serrano.
Interfaz: LDCV Carlos Iván Sánchez Sánchez

El presente libro comenzó como un proyecto de los profesores de la asignatura de Reproducción Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, quienes consideramos que nuestros alumnos necesitaban disponer de unos apuntes que estuvieran actualizados, que fueran atractivos y además de fácil comprensión. Con el tiempo, esos apuntes se convirtieron en esta obra que hoy ofrece a los estudiantes de habla hispana un documento que aborda una de las áreas más completas y fascinantes de la medicina y la producción animal.

Nelson Mandela dijo que "...la educación es el arma más poderosa que puedes usar para cambiar el mundo....", con este pensamiento en mente, es un honor poner a la disposición de los estudiantes y los médicos veterinarios un libro que engloba las áreas fundamentales de la reproducción animal, como son la fisiología, las biotecnologías, el control reproductivo, y los manejos generales para las diferentes especies domésticas.

Cuando asumí la responsabilidad como editora y compiladora de esta obra en realidad no imaginaba el reto que tenía por delante. El tiempo invertido, los aprendizajes adquiridos y la entusiasta participación de los colaboradores, han sido de las actividades más gratas y desafiantes que he desempeñado como docente.

La culminación de este libro demuestra la importancia que representa para cada uno de los participantes nuestra labor como académicos de una de las mejores Universidades a nivel nacional e internacional, así como el compromiso que tenemos por brindar a los futuros veterinarios nuestro apoyo, con el único propósito de generar profesionales altamente capacitados para asegurar la salud y la producción animal.

Agradezco a cada uno de los autores su dedicación y compromiso para la escritura de las unidades que les correspondieron; al Dr. Juan Heberth Hernández Medrano, quien compartió conmigo la revisión inicial de los textos; a la Dra. Arantzazu Lassala Irueste, por su impecable labor en la revisión técnica de la obra, la cual sin duda contribuyó al enriquecimiento del texto, y me motivó para culminar el largo trabajo realizado; a la Dra. Teresa Sánchez Torres-Esqueda quien realizó una última y muy valiosa revisión técnica; al Doctor en Letras Roberto García Bonilla por la cuidadosa e impecable corrección de estilo, así como por el cuidado de la edición; a los ayudantes Andrea López Ramírez, Angélica Escobedo y José Antonio Solano, por su paciencia y ayuda con el trabajo artístico de las imágenes que complementan el escrito; a la LDCV Rosalinda Meza Contreras, por la formación del libro y toda la ayuda brindada para las correcciones finales, así como al MVZ Enrique Basurto Argueta por las facilidades y el apoyo para la terminación del libro. Por último, doy las gracias a las autoridades de la Facultad y a la Universidad, por el apoyo otorgado.

Dra. Lucía Rangel Porta

UNIDAD 1 Anatomía reproductiva	11
<i>Lucía Rangel</i>	
Anatomía del aparato reproductor femenino	12
Anatomía del aparato reproductor masculino	22
UNIDAD 2 Diferenciación sexual	30
<i>Luis Zarco</i>	
Formación inicial de la gónada	32
Sexo cromosómico	33
Diferenciación sexual de los genitales.....	37
Diferenciación sexual del sistema nervioso	39
Conclusión	41
UNIDAD 3 Gametogénesis	44
<i>Luis Zarco</i>	
Espermatogénesis	46
Ovogénesis y foliculogénesis	52
Diferencias entre espermatogénesis y ovogénesis	59
UNIDAD 4 Endocrinología	62
<i>Luis Zarco</i>	
Hormona	63
El sistema endocrino como un sistema de comunicación	65
Clasificación química de las hormonas	71
UNIDAD 5 Endocrinología de la reproducción	78
<i>Luis Zarco</i>	
Hipotálamo.....	79
Hipófisis	84
Glándula pineal	87
Hormonas gonadales.....	87
Hormonas uterinas.....	91
Hormonas placentarias.....	91
UNIDAD 6 Pubertad y estacionalidad reproductiva	93
<i>Javier Valencia</i>	
Pubertad	94
Factores que influyen la pubertad	96
Estacionalidad reproductiva	98
Estacionalidad en el macho	101
UNIDAD 7 Ciclo estral	104
<i>Lucía Rangel</i>	
Control endócrino del ciclo estral	105
Frecuencia de presentación de los ciclos estrales	107
Etapas del ciclo estral.....	109
Duración de los ciclos estrales y particularidades por especie	118
Desarrollo folicular	121
Ovulación	122
Cuerpo lúteo	122
Factores que afectan el ciclo estral.....	124

UNIDAD 8	Comportamiento sexual	131
<i>Lucía Rangel</i>		
	Etapas del comportamiento sexual	132
	Estimulación sexual	133
	Definición del estro	137
	Características del estro	137
	Factores que pueden modificar la manifestación del estro	138
	Duración del estro y su relación con el momento de la ovulación	139
	Mecanismos para atraer al macho	140
	Conducta sexual en los machos	147
	Detección de estros	149
UNIDAD 9	Transporte de gametos, fertilización y segmentación	159
<i>Javier Valencia</i>		
	Transporte del ovocito	160
	Transporte espermático	161
	Capacitación espermática y reacción acrosomal	164
	Consecuencias de la penetración	164
	Desarrollo embrionario	167
	Fertilizaciones atípicas	167
	Gemelos	168
UNIDAD 10	Establecimiento de la gestación	171
<i>Juan H. Hernández Medrano</i>		
	Segmentación y desarrollo embrionario temprano	173
	Implantación	175
	Reconocimiento materno de la gestación	179
	Placentación	181
UNIDAD 11	Endocrinología y diagnóstico de gestación	188
<i>Juan H. Hernández Medrano</i>		
	Placenta y transporte de nutrientes	190
	Diagnóstico de gestación	194
UNIDAD 12	Parto	206
<i>Antonio I. Porras Almeraya</i>		
	Etapas del parto	207
	Endocrinología del parto	209
	Características del parto en las diferentes especies	214
UNIDAD 13	Distocia	224
<i>Alberto Balcázar S.</i>		
	Causas de distocia	225
	Historia y evaluación clínica	227
	Estática fetal	228
	Maniobras obstétricas	230
UNIDAD 14	Puerperio	235
<i>Joel Hernández Cerón</i>		
	Involución uterina	236
	Inicio de la actividad ovárica posparto (ciclicidad)	237

UNIDAD 15 Examen de la capacidad reproductiva del semental	245
<i>Antonio I. Porras Almeraya</i>	
Examen físico general	246
Examen del aparato reproductor	250
Examen de los órganos genitales internos	256
Evaluación del semen.....	257
Pruebas de libido y capacidad de servicio	262
Conclusión del examen de la capacidad reproductiva del semental	263
UNIDAD 16 Inseminación artificial.....	265
<i>Javier Valencia</i>	
Métodos de obtención de semen	266
Evaluación de semen	269
Dilución de semen	275
Criopreservación	276
Descongelamiento	276
Técnica de inseminación artificial	276
UNIDAD 17 Manipulación del ciclo estral.....	284
<i>Luis Zarco</i>	
Inducción de la actividad reproductiva en animales en anestro.....	285
Inducción de actividad reproductiva con progestágenos	287
Inducción de la actividad reproductiva con otras hormonas	296
Inducción de la actividad ovárica mediante la manipulación de las señales fisiológicas	296
Sincronización y programación de estros en animales que están ciclando	303
UNIDAD 18 Superovulación y transferencia de embriones	320
<i>Alberto Balcázar S.</i>	
<i>Myriam Boeta</i>	
Selección de los animales	322
Hormonas empleadas para la superovulación y su mecanismo de acción	323
Factores que afectan los resultados de la superovulación.....	324
Protocolos de superovulación en rumiantes.....	325
Métodos de obtención de embriones.....	327
Evaluación de embriones.....	336
Métodos de transferencia de embriones	340
Criopreservación de embriones.....	342
El descongelamiento.....	345
UNIDAD 19 Ultrasonografía reproductiva en las hembras domésticas	348
<i>Myriam Boeta</i>	
Principios básicos	349
Evaluación ultrasonográfica de la vaca	352
Evaluación ultrasonográfica de la yegua.....	354
Evaluación ultrasonográfica en los pequeños rumiantes.....	365
Evaluación ultrasonográfica de la perra	365
Evaluación ultrasonográfica de la cerda	373

UNIDAD 20	Bovinos productores de leche	378
<i>Joel Hernández Cerón</i>		
	Diagnóstico y tratamiento de las patologías del puerperio	379
	Manejo de las vacas anéstricas	388
	Ayudas para incrementar la eficiencia en la detección de estros	392
	Diagnóstico de gestación	395
	Decálogo para el clínico de la reproducción	397
UNIDAD 21	Bovinos productores de carne	400
<i>Joel Hernández Cerón</i>		
	Manejo reproductivo de las vaquillas	405
	Manejo de la vaca posparto	406
	Manejo del amamantamiento	410
	Programas de empadre	411
	Programas de inducción de la ciclicidad	413
	Programas de sincronización del estro e inseminación artificial	414
	Programas de sincronización del estro e ia a tiempo fijo	417
	Diagnóstico de gestación	417
	Decálogo del clínico de la reproducción en ganado en sistemas de cría o de doble propósito	419
UNIDAD 22	Caninos	421
<i>Rosa María Páramo Ramírez</i>		
<i>Brenda Salgado</i>		
<i>José Luis Cerbón</i>		
	Pubertad	422
	Ciclo estral	422
	Anormalidades del ciclo estral y afecciones reproductivas	423
	Evaluación del ciclo estral	424
	Gestación	426
	Diagnóstico de gestación	426
	Cálculo de la edad de la gestación y la fecha probable de parto	428
	Manejo clínico de la hembra gestante	429
	Parto	429
	Distocia	430
	Neonatos	431
	Cuidado de los cachorros	431
	Macho	433
UNIDAD 23	Porcinos	437
<i>Antonio I. Porras Almeraya</i>		
	Manejo de la hembra primeriza	439
	Manejo de la hembra destetada	440
	Manejo del servicio natural o de la inseminación artificial	441
	Diagnóstico de la gestación	445
	Manejo de la hembra próxima al parto	447
	Manejo de la hembra lactante	449
	Evaluación de la eficiencia reproductiva	450
	Manejo reproductivo del macho	452

UNIDAD 24 Equinos	461
<i>Myriam Boeta</i>	
Evaluación de los órganos genitales externos de la yegua	462
Evaluación de los órganos genitales internos de la yegua	465
Recelado	466
Obtención de semen	468
Evaluación de semen	469
Monta natural	469
Inseminación artificial	470
Diagnóstico de gestación	470
Parto	473
Calor del potro	475
Causas más comunes de infertilidad	475
UNIDAD 25 Pequeños rumiantes	479
<i>Alberto Balcázar S.</i>	
Características reproductivas del macho	480
Características reproductivas de la hembra	487
Control del ciclo estral	490
Tipos de empadre	493
Manejo de un hato lechero	495
Técnicas de diagnóstico de gestación	496
Inducción del parto	497
Distocia	497
UNIDAD 26 Aves	502
<i>Lucía Rangel</i>	
Sexo cromosómico	503
Diferenciación sexual	505
Fertilización y desarrollo embrionario	509
Anatomía del aparato reproductor	512
Desarrollo folicular	518
Espermatogénesis	521
Estacionalidad reproductiva	522
Ciclos ovulatorios y ovoposición	524
Inseminación artificial	527
UNIDAD 27 Felinos	532
<i>Rosa María Páramo Ramírez</i>	
Anatomía	533
Pubertad	534
Ciclo estral	534
Citología vaginal exfoliativa	537
Gestación	537
Diagnóstico de la gestación	538
Pseudogestación	538
Parto	538
Obtención del eyaculado en el gato doméstico	539
Esterilización	540