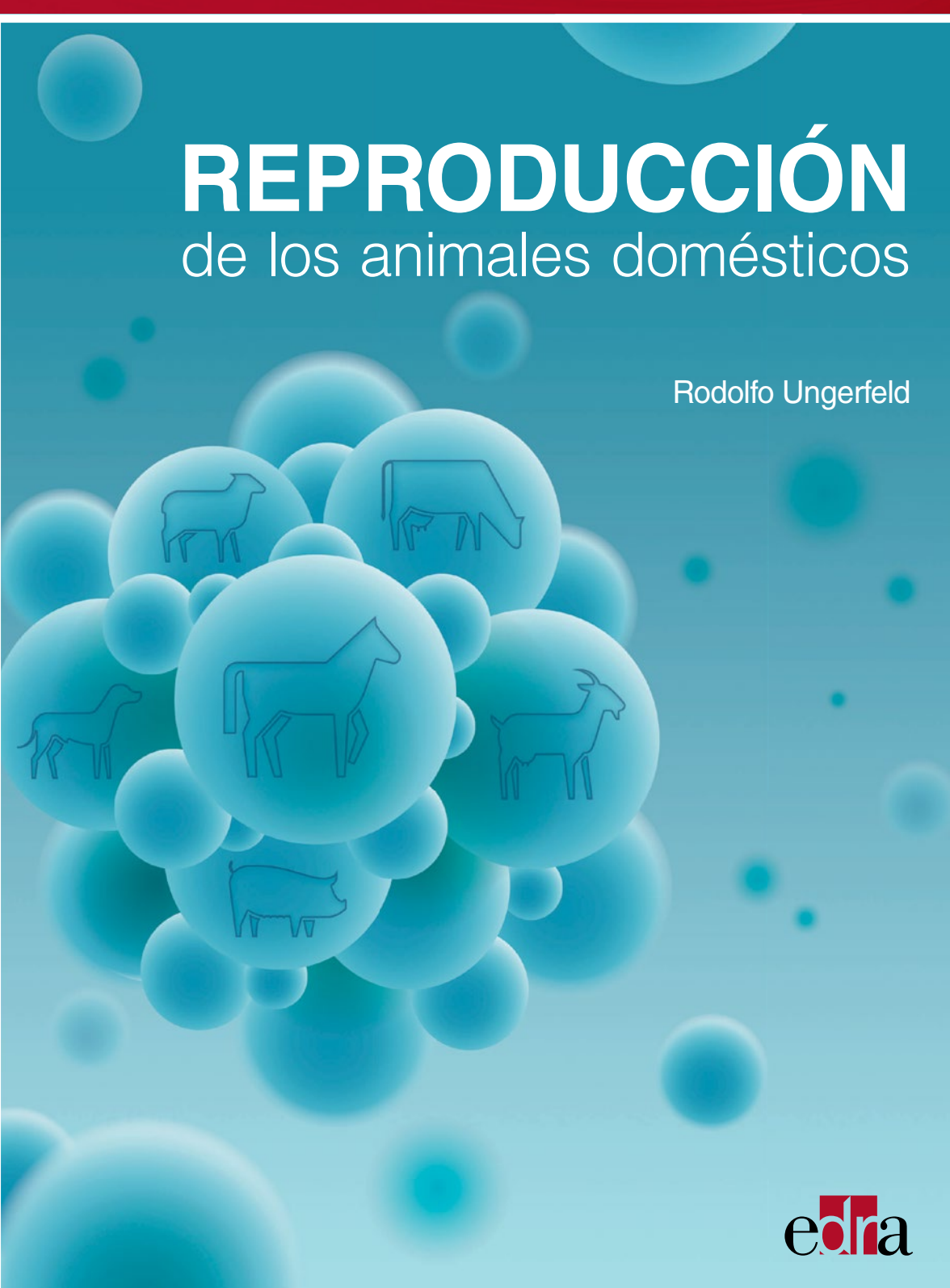


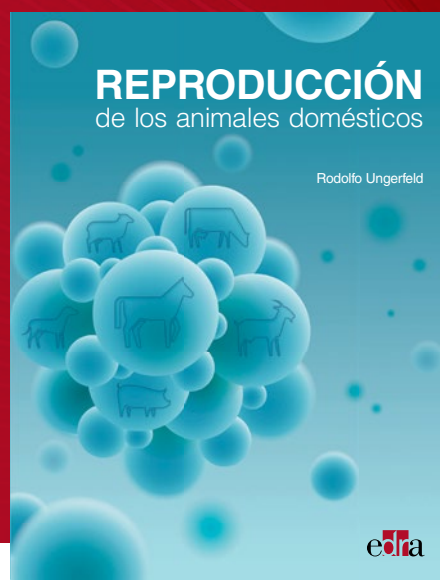
DOSIER DE PRESENTACIÓN

REPRODUCCIÓN de los animales domésticos

Rodolfo Ungerfeld



Reproducción de los animales domésticos



Este es un libro único por varios motivos: el contenido se aborda de forma sintética y amena, está plenamente actualizado, y ha sido desarrollado por autores referentes en su campo. La mayoría de los libros sobre reproducción animal están más dirigidos al uso de tecnologías o biotecnologías, por lo que contienen poca información sobre la biología reproductiva y existe un vacío en el material disponible.

PÚBLICO OBJETIVO:

- * Estudiantes de veterinaria.
- * Veterinarios especialistas en reproducción animal.
- * Veterinarios especialistas en producción animal.
- * Veterinarios especialistas en animales de compañía.
- * Auxiliares veterinarios.
- * Técnicos en producción animal.

FORMATO: 18,9 × 24,6 cm

NÚMERO DE PÁGINAS: 256

ENCUADERNACIÓN: tapa rústica

ISBN: 978-84-18339-26-4

FECHA DE PUBLICACIÓN: julio 2020

PVP

49 €



Autor

RODOLFO UNGERFELD

Licenciado en biología por la Universidad de la República (Uruguay), y doctorado (PhD) por la Universidad Sueca de Ciencias Agrarias (SLU) en Uppsala, Suecia. Profesor titular de fisiología en la Facultad de Veterinaria (Universidad de la República, Uruguay). Autor de más de 200 artículos en revistas científicas de referencia y varios capítulos de libros. Miembro del comité editorial de *Animal*, *Animal Production Science*, *Theriogenology*, *Acta Veterinaria Scandinavica* y *Veterinaria* (Uruguay). En 2002 publicó en Uruguay una primera versión de "Reproducción en los animales domésticos".



PUNTOS CLAVE:

- Obra muy completa y actualizada con un enfoque único en su género.
- Contiene amplia información sobre biología reproductiva, frente a otras obras que se centran solo en la tecnología y biotecnología.
- Elaborada por más de 50 autores de referencia procedentes de 12 países de Europa, Latinoamérica, Norteamérica, y Australia.
- Contenidos transversales para todas las especies, con una sección dedicada a las particularidades de cada especie por separado.

Presentación de la obra

«El control de la reproducción animal es (...) una de las claves para la domesticación de las diversas especies actualmente utilizadas en la producción animal. Particularmente durante los últimos setenta años, los avances científicos y técnicos de la investigación en el campo de la estimación del valor genético de los animales de granja, así como en las técnicas de control reproductivo, incluida la inseminación artificial (IA), han permitido progresos formidables». (Philippe Chemineau, Director Emérito de Investigación, INRAE, CNRS, Université François Rabelais, IFCE, Francia).

Este libro proporciona al veterinario o estudiante interesado en los procesos reproductivos de los animales domésticos todos los conocimientos disponibles sobre la materia, expuestos de una forma amena, didáctica, y plenamente actualizada. En su desarrollo han participado autores expertos procedentes de 12 países, lo que lo enriquece notablemente, ya que se han abordado numerosas técnicas y tecnologías, así como las particularidades reproductivas de especies y sistemas de explotación procedentes de diversas partes del mundo.

La obra incluye los aspectos más básicos y generales sobre la reproducción de los animales domésticos, como son la endocrinología reproductiva y la fisiología de la hembra y el macho, expuestos de forma transversal. También profundiza en temas que no se encuentran en otros libros sobre reproducción animal, como son el comportamiento reproductivo, la influencia del clima o la altitud y la alimentación, para continuar con otros transversales como la gestación y el posparto, o la pubertad. La parte final del libro incluye capítulos específicos sobre la reproducción de cada especie, profundizando en las características particulares de cada una.

El autor

Rodolfo Ungerfeld

Rodolfo Ungerfeld se licenció en biología por la Universidad de la República (Uruguay), donde además realizó una maestría en fisiología. Posteriormente obtuvo un doctorado (PhD) en la Universidad Sueca de Ciencias Agrarias (SLU) en Uppsala, Suecia. Actualmente es profesor titular de fisiología en la Facultad de Veterinaria (Universidad de la República, Uruguay). Trabaja en temas de reproducción y comportamiento en rumiantes, incluyendo trabajos en ovinos, caprinos, bovinos y rumiantes silvestres, incluyendo cérvidos. Hasta 2020 ha sido autor de más de 200 artículos en revistas científicas de referencia y varios capítulos de libros. Es miembro del comité editorial de *Animal*, *Animal Production Science*, *Theriogenology*, *Acta Veterinaria Scandinavica* y *Veterinaria* (Uruguay). Ha participado en actividades de investigación y enseñanza en colaboración con grupos de investigación de Argentina, Brasil, República Checa, Chile, España, Francia, Japón, México, Turquía y Venezuela, ha impartido cursos y dirigido a estudiantes de posgrado de varios de esos países. Ha sido evaluador de programas de posgrado o investigadores para instituciones de México, Paraguay y Venezuela. En 2002 publicó en Uruguay una primera versión de "Reproducción en los animales domésticos".



Colaboradores

Gustavo M. Somoza L Biol, PhD (Argentina)
 William Pérez MSc, PhD (Uruguay)
 Andrés Vera Cedeño MV, MSc (Ecuador)
 Gabriel Amílcar Bo MV, MVS, PhD (Argentina)
 Alejo Menchaca DMTV, MSc, PhD (Uruguay)
 Marcelo Ratto MV, MSc, PhD (Chile)
 Alejandro Bielli DMTV, MSc, PhD (Uruguay)
 Jorge Gil-Laureiro DMTV, MSc, PhD (Uruguay)
 Julián Santiago-Moreno LV, PhD (España)
 Lucía Martínez Fresneda LV, PhD (España)
 Belén Martínez Madrid LV, PhD (España)
 Adolfo Toledano Díaz LV, PhD (España)
 Cristina Castaño LV (España)
 Antonio López-Sebastián LV, PhD (España)
 John P. Kastelic DVM, MS, PhD, ACT (Canadá)
 Guilherme Rizzoto MV (Canadá)
 José Alberto Delgadillo MVZ, MSc, PhD (México)
 Luis Ángel Zarazaga LV, PhD (España)
 Rodolfo Luzbel de la Sota MV, MSc, PhD, DECAR (Argentina)
 Laura Vanina Madoz MV, PhD (Argentina)
 María Jaureguiberry MV, PhD (Argentina)
 Luis Ernesto Quintero MVZ (Argentina)
 Francisco Sales MV, PhD (Chile)
 Óscar A. Peralta MV, MSc, PhD (Chile)
 Víctor H. Párraguez MV, MSc, PhD (Chile)
 Charles E. Roselli AB, PhD (Estados Unidos)

Peter Chenoweth BVSc, PhD, DACT, MANZCVSc (Australia)
 Antonio Landaeta-Hernández (Venezuela)
 Agustín Orihuela (México)
 Joanna Maria Gonçalves Souza-Fabjan MV, MSc, PhD (Brasil)
 Ribrio Ivan Tavares Pereira Batista Biol, MSc, PhD (Brasil)
 Jeferson Ferreira da Fonseca MV, MSc, PhD (Brasil)
 Pascal Mermillod Biol, MSc, PhD (Francia)
 Claudio Barbeito MV, PhD (Argentina)
 Raquel Pérez-Clariget DMTV, MSc, PhD (Uruguay)
 Frederic Lévy MSc, PhD, HDR (Francia)
 Raymond Nowak PhD, HDR (Francia)
 Germán Ariel Domínguez MV (Argentina)
 Santiago Corva MV (Argentina)
 Santiago Pérez Wallace Vet, PhD (Argentina)
 María Alejandra Stornelli MV, PhD (Argentina)
 María Cecilia Stornelli MV, PhD (Argentina)
 Romina Núñez Favre MV, PhD (Argentina)
 Felipe Zandonadi Brandão MV, MSc, PhD (Brasil)
 Maria Emilia Franco Oliveira MV, MSc, PhD (Brasil)
 Eunice Oba MV, MSc, PhD (Brasil)
 Viviane Maria Codognoto MV, MSc (Brasil)
 Ana Alonso DVM (Argentina)
 Graciela Chaves DVM (Argentina)
 Marcelo Miragaya DVM, MSc, PhD (Argentina)
 Joaquín Gadea LV, PhD (España)

Índice de contenidos

1. Endocrinología reproductiva

Principales hormonas vinculadas a la reproducción
El eje hipotálamo-hipofisario en los mamíferos

2. Fisiología de la reproducción en la hembra

Anatomía de los órganos genitales femeninos
Fisiología del ciclo estral y la ovulación
Fisiología del cuerpo lúteo y la luteolisis
Dinámica folicular en los bovinos
Dinámica folicular en los pequeños rumiantes
Especies con ovulación inducida

3. Fisiología de la reproducción en el macho

Anatomía de los órganos genitales masculinos
Control hormonal de la actividad testicular
El espermatozoide: de la espermiación al semen
Fisiología del semen
Termorregulación testicular

4. Influencias ambientales en la reproducción

Estacionalidad sexual o reproductiva
Estímulos sociosexuales y reproducción
Influencias de la alimentación en la reproducción
Efectos del estrés sobre la reproducción
Estrés calórico y reproducción
Efectos de la altitud sobre la reproducción

5. Comportamiento reproductivo

Control neuroendocrino del comportamiento sexual
Conducta sexual del toro
Comportamiento sexual de los carneros y los machos cabríos
Jerarquía, dominancia y comportamiento sexual en los machos
Comportamiento sexual en las hembras y cópula

6. Pubertad y gestación

Fisiología de la pubertad
Fertilización y desarrollo embrionario temprano
Reconocimiento materno de la preñez
Endocrinología de la gestación
Placenta y placentación en los mamíferos domésticos
Programación fetal de la actividad reproductiva por subnutrición

7. Parto y posparto

Endocrinología y mecanismo de parto
Establecimiento de la relación madre-cría en ovinos: determinantes sensoriales y fisiológicos
Anestro posparto en la vaca de carne
Anestro posparto en la vaca lechera

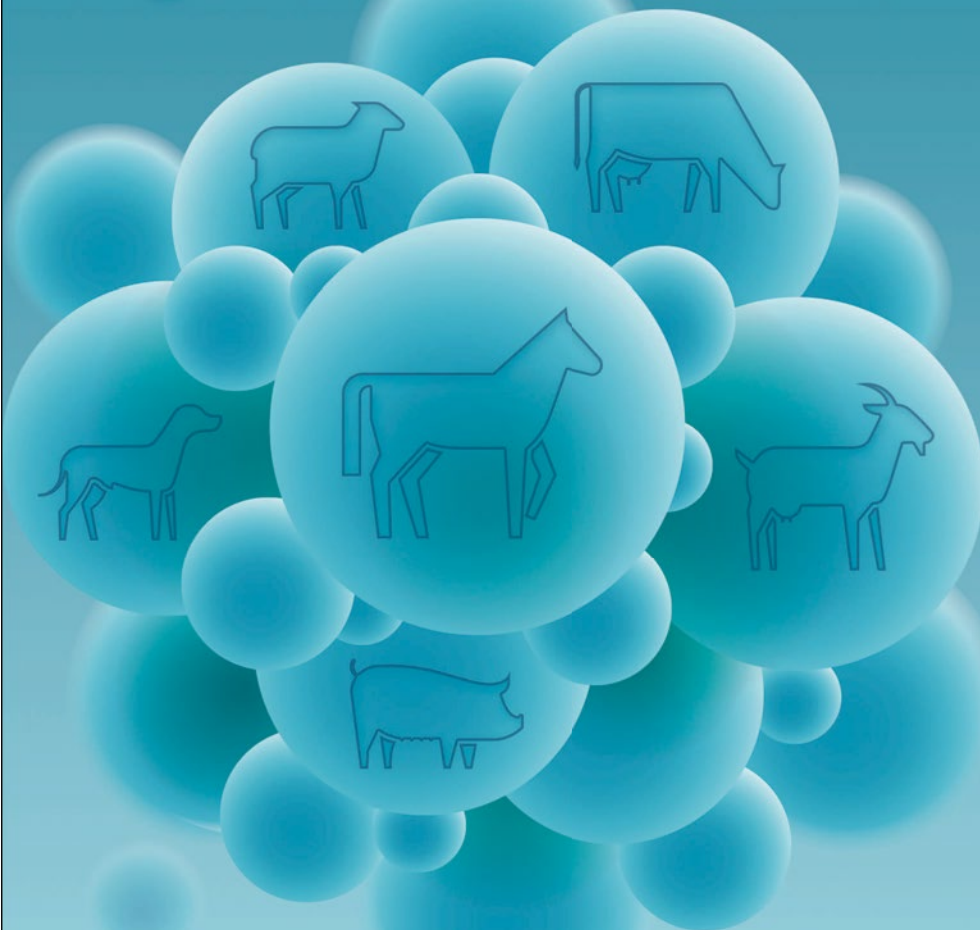
8. Fisiología reproductiva comparada

Fisiología reproductiva de los caninos
Fisiología reproductiva de los felinos
Aspectos reproductivos de los bovinos de carne
Fisiología reproductiva de la vaca lechera
Fisiología reproductiva de los ovinos
Fisiología reproductiva de los caprinos
Principales características reproductivas de los búfalos
Fisiología reproductiva de los equinos
Fisiología reproductiva de la especie porcina
Fisiología reproductiva de los camélidos sudamericanos

REPRODUCCIÓN

de los animales domésticos

Rodolfo Ungerfeld



edra

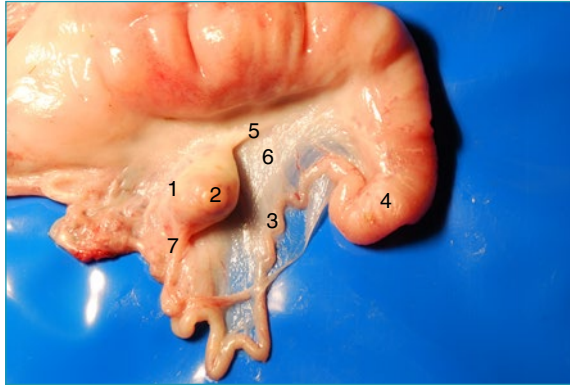


FIGURA 3.5. Vista dorsal de la parte craneal izquierda de los órganos reproductivos de la oveja. 1. Ovario derecho. 2. Cuerpo lúteo. 3. Tuba uterina. 4. Cuerno uterino. 5. Ligamento propio del ovario. 6. Mesosálpinx. 7. Fimbria ovárica.

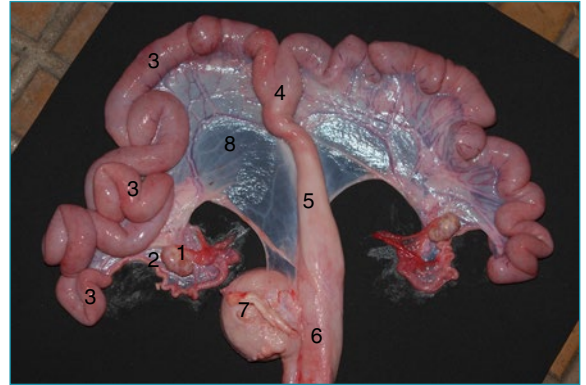


FIGURA 3.6. Vista dorsal del aparato reproductor de la cerda. 1. Ovario izquierdo. 2. Tuba uterina. 3. Cuerno del útero. 4. Cuerpo del útero. 5. Cuello del útero. 6. Vagina. 7. Vejiga urinaria. 8. Mesometrio.

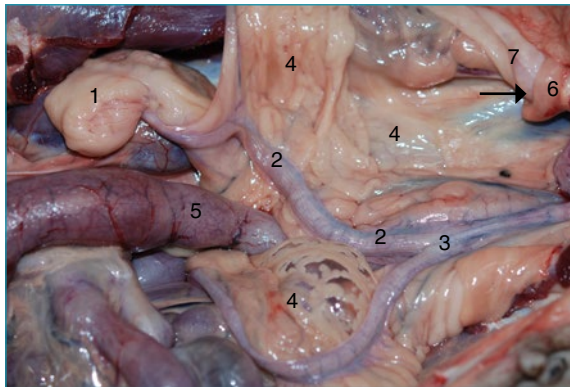


FIGURA 3.7. Vista ventral de la cavidad abdominal de una perra parcialmente eviscerada en la que se muestran los órganos reproductivos *in situ*. 1. Ovario en bolsa ovárica cargada de grasa. 2. Cuerno uterino. 3. Cuerpo uterino. 4. Mesometrio. 5. Colon descendente. 6. Grasa cerrando el anillo vaginal. 7. Proceso vaginal del peritoneo. La flecha señala el anillo vaginal.

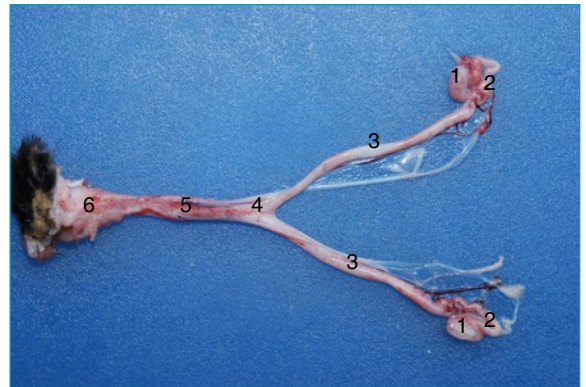


FIGURA 3.8. Aparato genital aislado de la gata, vista dorsal. 1. Ovarios. 2. Tubas uterinas. 3. Cuernos uterinos. 4. Cuerpo del útero. 5. Cuello del útero. 6. Vagina.

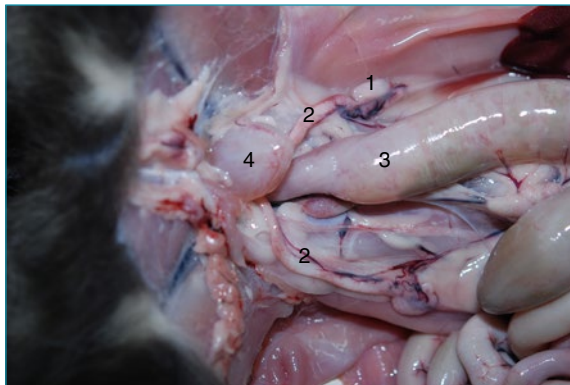


FIGURA 3.9. Vista ventral *in situ* de los órganos genitales de la gata. 1. Ovario derecho. 2. Cuernos del útero. 3. Colon descendente. 4. Vejiga urinaria.

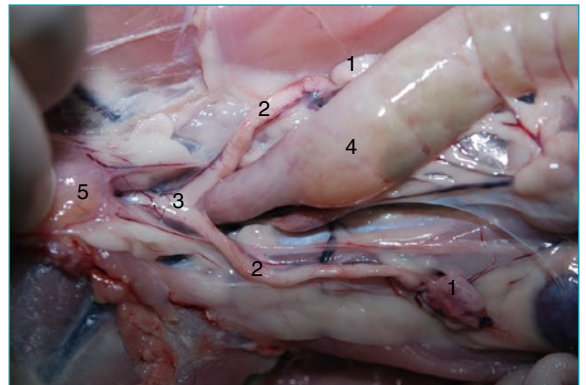


FIGURA 3.10. Vista ventral *in situ* de los órganos genitales de la gata. 1. Ovarios. 2. Cuernos del útero. 3. Cuerpo del útero. 4. Colon descendente. 5. Vejiga urinaria.

OVARIOS

Los ovarios de los mamíferos domésticos son ovals o redondos, de consistencia firme, a veces nodulares o tuberculados como resultado de la presencia de folículos que sobresalen. Son mucho más pequeños que los testículos de las mismas especies y, al igual que los testículos, no guardan una proporción constante con el tamaño corporal. Los ovarios de los animales domésticos generalmente están situados en la región sublumbar, caudalmente a los riñones, aproximadamente en el lugar en donde se originaron en el embrión. Sin embargo, en la cerda y los rumiantes hay una migración caudal, comparable al descenso testicular en el macho, por lo que en estas especies los ovarios se encuentran en la entrada a la cavidad pelviana.

Una gran hoja de peritoneo llamada ligamento ancho sostiene al tracto genital. La parte craneal de este ligamento se fija al ovario y se conoce como mesovario. En él, los vasos sanguíneos y linfáticos y los nervios pasan al ovario, al cual entran por el hilio. El mesovario se fija en el ovario por el borde mesovárico. El borde opuesto se denomina borde libre. El extremo del ovario asociado al comienzo de la tuba uterina es el extremo tubárico. El opuesto es el extremo uterino, el cual se conecta por medio del ligamento propio del ovario con el cuerno uterino ipsilateral. Las superficies del ovario que se encuentran entre ambos bordes se llaman superficies medial y lateral, aunque en el animal vivo no siempre se orientan en estas direcciones.

La forma y el tamaño de los ovarios se presentan en la [tabla 3.1](#) y las [figuras 3.11-3.16](#), aunque en los animales sexualmente maduros cambian de forma, tamaño y peso según la etapa del ciclo estral ([fig. 3.17](#)). Excepto en la yegua, los ovarios se componen de una zona externa densa, una zona parenquimatosa y una zona central.

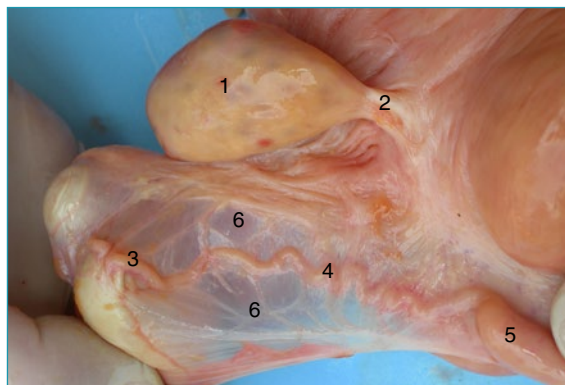


FIGURA 3.11. Ovario y tuba uterina de la vaca. 1. Ovario. 2. Ligamento propio del ovario. 3. Ampolla de la tuba uterina. 3. Istmo de la tuba uterina. 5. Cuerno del útero. 6. Mesosálpinx.

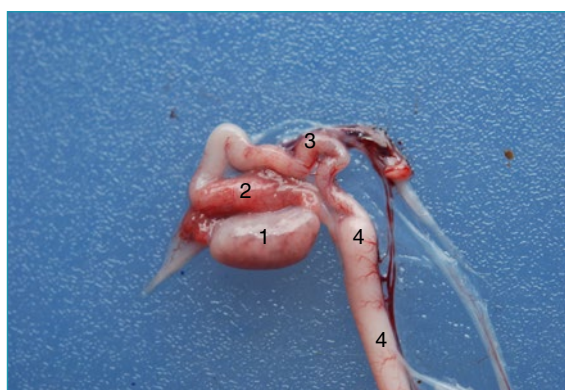


FIGURA 3.12. Ovario, tuba uterina y parte craneal del cuerno uterino de la gata. 1. Ovario. 2. Ampolla de la tuba uterina. 3. Istmo de la tuba uterina. 4. Cuerno uterino.

TABLA 3.1. Forma, localización y tamaño de los ovarios de las hembras domésticas.

Especie	Forma	Localización	Longitud (cm)
Canino	Ovals y nodulares	Caudal a los riñones	2
Equino	Arriñonados	Sublumbar	5 a 8
Bovino	Redondeados	Entrada pelviana	3
Ovino	Redondeados	Entrada pelviana	1,5
Suino	Cilíndricos y tuberculados	Entrada pelviana	5

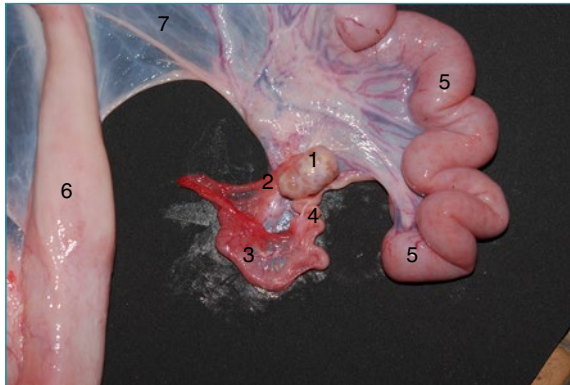


FIGURA 3.13. Vista dorsal de las partes craneales del aparato reproductor de la cerda. 1. Ovario derecho. 2. Fimbria ovárica. 3. Ampolla de la tuba uterina. 4. Istmo de la tuba uterina. 5. Cuerno del útero. 6. Cuello del útero. 7. Mesometrio.

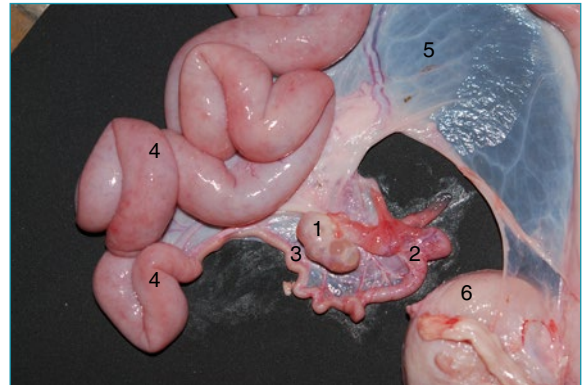


FIGURA 3.14. Vista dorsal de las partes craneales del aparato reproductor de la cerda. 1. Ovario izquierdo. 2. Ampolla de la tuba uterina. 3. Istmo de la tuba uterina. 4. Cuerno del útero. 5. Mesometrio. 6. Vejiga urinaria.

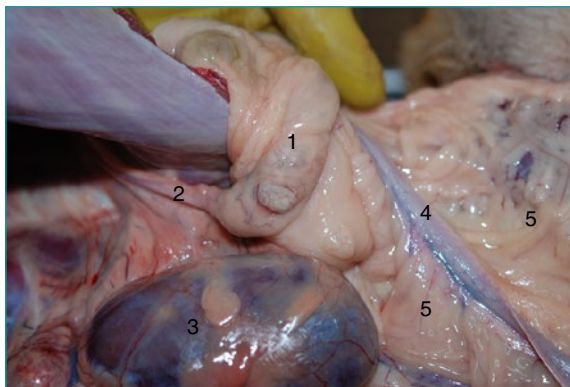


FIGURA 3.15. Ovario y parte craneal del útero de la perra. 1. Ovario en bolsa ovárica cargada de grasa. 2. Ligamento suspensor del ovario. 3. Riñón. 4. Cuerno del útero. 5. Mesometrio.



FIGURA 3.16. Ovario de la gata.



FIGURA 3.17. Ovario de vaca con un cuerpo lúteo (izquierda) y con el cuerpo lúteo seccionado (derecha).

TUBA UTERINA

La tuba uterina es un tubo angosto, muscular y, por lo general, muy sinuoso, con tres partes: infundíbulo, ampolla e istmo (fig. 3.18). El extremo ovárico de la tuba uterina está formado por el infundíbulo, una estructura en forma de embudo, de pared fina, situada cerca del polo craneal del ovario. El borde libre es deflecado o festoneado y los flecos (fimbrias) toman contacto con la superficie del ovario. Algunas fimbrias están fijadas de manera permanente al ovario (fimbrias ováricas). Cerca del centro del infundíbulo se encuentra la pequeña abertura abdominal de la tuba, que en su primer tramo, la ampolla, es relativamente amplia. El resto de la tuba, llamada istmo, es angosta. La tuba desemboca en el cuerno uterino a través de la abertura uterina, la cual, en la perra y la yegua, se encuentra sobre una pequeña papila. La unión de la trompa y el cuerno del útero es gradual en las hembras de los rumiantes y los cerdos, y brusca en las de los caballos y los perros. La tuba uterina es muy tortuosa y, en consecuencia, mucho más larga que la distancia que hay entre el ovario y el cuerno uterino.

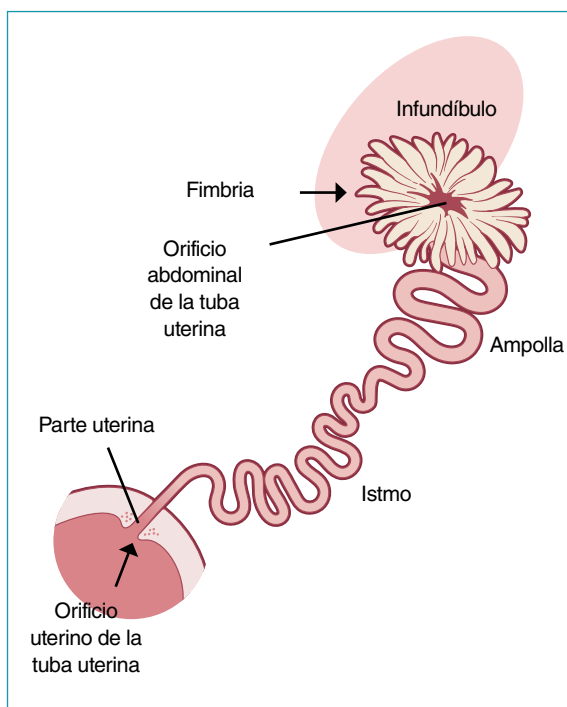


FIGURA 3.18. Esquema de la trompa uterina de la yegua.

ÚTERO

El útero es la parte del tracto que muestra las diferencias más notables entre las distintas especies (figs. 3.1, 3.3, 3.6 y 3.8). Aunque en los animales domésticos varía tanto en forma como en organización interna, está compuesto de un cuello, un cuerpo y dos cuernos uterinos. Los cuernos están conectados a las tubas uterinas y se extienden hasta la proximidad de los ovarios.

El cuello o cérvix es la parte más caudal del útero, al cual conecta con la vagina. Es una estructura cilíndrica con una pared gruesa y firme, formada por músculo liso y tejido fibroso denso, y funciona como un esfínter del útero (fig. 3.19). La luz del cuello, el canal cervical, es angosta y se extiende desde el orificio uterino interno hasta el orificio uterino externo, conectando la luz del cuerpo uterino con la de la vagina. La porción caudal del cérvix se llama porción vaginal y se proyecta una corta distancia en la vagina, salvo en la cerda.

El cuerpo del útero es un tubo muscular simple de longitud variable. Generalmente es un segmento bastante pequeño en las especies domésticas; es más largo en la yegua. La división interior no siempre es clara externamente debido a la presencia de un tabique interno.

Los dos cuernos uterinos, como el cuerpo, son tubos musculares que divergen desde el extremo craneal del

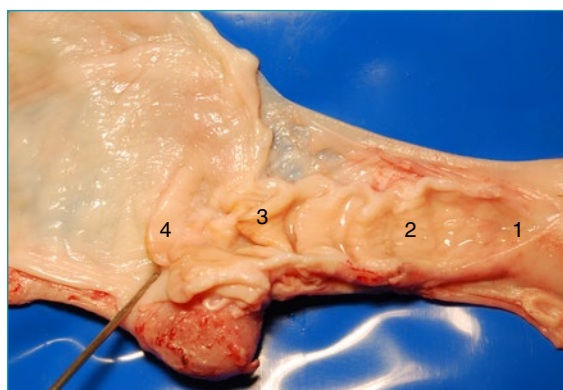


FIGURA 3.19. Vista dorsal tras realizar una incisión sagital dorsal del cuello uterino de la oveja. 1. Posición del orificio uterino interno. 2. Uno de los anillos más craneales del cuello uterino. 3. Anillo de parte más caudal del cuello uterino. 4. Anillo caudal del cuello uterino en la ubicación del orificio uterino externo. La sonda señala el fórnix vaginal.

cuerpo uterino. Son bastante rectos en los carnívoros y en la yegua, pero espiralados en la cerda y los rumiantes. En algunas especies hay uno o dos pliegues peritoneales situados entre los extremos caudales de los cuernos, llamados ligamentos intercornuales.

La mayor parte del útero de los mamíferos domésticos se encuentra en la cavidad abdominal, aunque el cérvix está dentro de la cavidad pelviana, interpuesto entre el recto y la vejiga. Tiene una serie de anillos cartilaginosos internos cuya cantidad y disposición varían con la especie. El cuerpo y los cuernos típicamente se localizan dentro del abdomen por encima de la masa intestinal. En la yegua y la vaca, todo el útero y los ovarios se pueden palpar por vía rectal. El cuerpo y los cuernos del útero están suspendidos por medio de los ligamentos anchos derecho e izquierdo (mesometrio), los cuales son homólogos al mesoducto deferente y al pliegue genital del macho. Surgen de la pared dorsolateral de la cavidad pelviana y del techo de la cavidad abdominal y contienen cantidades sustanciales de músculo liso formando bandas planas u hojas musculares. Los vasos sanguíneos y linfáticos y los nervios llegan al útero en el mesometrio y entran en él a lo largo del borde mesométrico. El acúmulo de estos vasos y nervios, y el tejido conectivo laxo en el que están incluidos a lo largo del borde mesométrico, se llama parametrio.

VAGINA

La vagina es un tubo de paredes delgadas, relativamente larga, distensible a lo largo y a lo ancho. Se extiende de forma longitudinal ocupando una posición mediana dentro de la cavidad pelviana. Está relacionada dorsalmente con el recto y ventralmente con la vejiga urinaria y la uretra. En su mayor parte es retroperitoneal. El extremo craneal de la vagina está ocupado por la porción intravaginal del cérvix, alrededor del que la luz de la vagina forma un receso anular conocido como fórnix vaginal.

La unión de la vagina y del vestíbulo está supuestamente señalada en los animales vírgenes por un pliegue mucoso transversal (himen). Este está bien desarrollado en la potranca y en la cerda joven, pero incluso en ellas rara vez es prominente. La región de unión es menos distensible que las porciones craneal y caudal del tracto genitourinario. A ese nivel se encuentra el orificio uretral externo en el piso del vestíbulo.

VESTÍBULO

Dado que el vestíbulo se desarrolla desde la parte ventral de la cloaca, pertenece tanto al sistema urinario como al genital. Se extiende hasta los labios de la vulva y es mucho más corto que la vagina. Sus paredes son menos elásticas que las paredes vaginales y en reposo se juntan, reduciendo el lumen a una hendidura vertical. La uretra se abre sobre el suelo directamente caudal al himen. En el piso del vestíbulo de la cerda y la vaca está la entrada al divertículo suburetral, un saco ciego corto ventral al orificio uretral externo. Las glándulas vestibulares producen una secreción mucosa que lubrica la vagina durante el coito y el parto. Las secreciones emitidas durante el estro (ver cap. 4) estimulan sexualmente a los machos.

VULVA Y CLÍTORIS

La vulva es la parte terminal y externa del tracto genital femenino. Consiste en los labios derecho e izquierdo, que se unen en las comisuras dorsal y ventral. Entre los labios está la hendidura vulvar, la cual conduce al vestíbulo. La comisura ventral de la vulva encierra al clítoris, el homólogo del pene.

Fisiología del ciclo estral y la ovulación

Rodolfo Ungerfeld

El ciclo estral es un conjunto de eventos que se repiten sucesivamente en un periodo de tiempo que siempre es el mismo para cada especie (tabla 4.1). Se considera como primer día del ciclo el del celo, aunque esta es una convención debido a que es un evento fácilmente identificable, y al repetirse los eventos podría tomarse como inicio cualquiera de ellos arbitrariamente (fig. 4.1). Según la especie de que se trate, los ciclos se repiten sucesivamente en el animal no preñado durante todo el año (es el caso de las especies poliéstricas no estacionales: vaca, cerda) o durante un periodo del año (especies poliéstricas estacionales: oveja, yegua), o suceden de forma aislada, con un solo ciclo separado por un tiempo variable del siguiente (especies monoéstricas: perra, gata) (figs. 4.2 y 4.3).

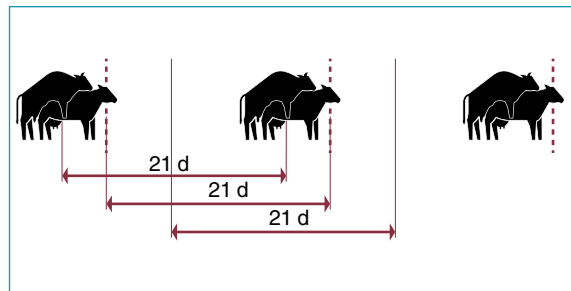


FIGURA 4.1. Arbitrariamente se considera como inicio del ciclo el día del celo, aunque cualquier evento del ciclo se repite sucesivamente.

TABLA 4.1. Duración del ciclo estral y sus fases en diferentes especies.

Hembra de la especie	Ciclo estral (d)	Duración de la fase luteal (d)	Celo
Vaca	21	15-17	8-18 h
Oveja	17	13-14	22 (20-36) h
Cabra	21	15-17	20 (12-36) h
Cerda	21	14-15	50 (12-96) h
Yegua	21	12	7 (2-12) d
Perra	80-115	60-75	7 d

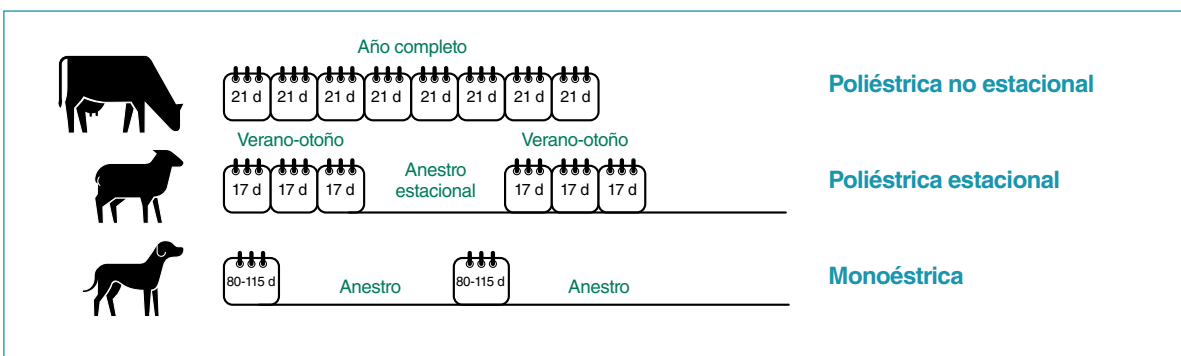


FIGURA 4.2. Ejemplos de especies poliéstricas no estacionales y estacionales y monoéstricas. Cada cuadrado representa un ciclo estral.

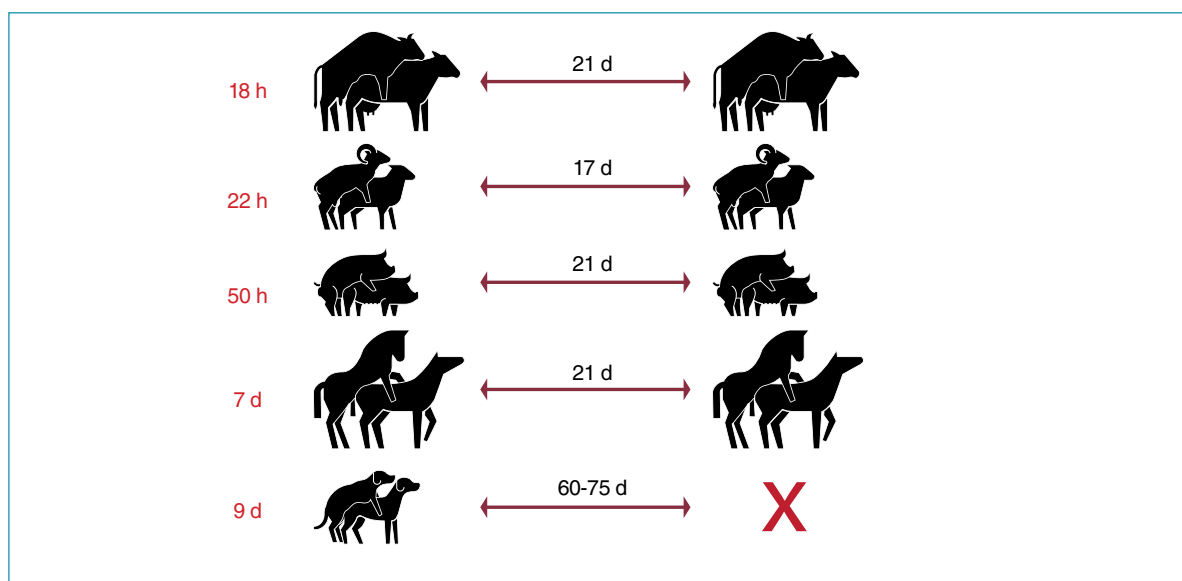


FIGURA 4.3. Representación de los momentos en que se manifiestan los celos en función del tipo y duración del ciclo estral.

Si bien en algunos estudios se separa el ciclo estral en cuatro etapas (tabla 4.2), desde el punto de vista funcional puede dividirse en una fase folicular y una fase luteal (tablas 4.1 y 4.2), según si hay o no un cuerpo lúteo activo. La fase luteal dura entre el 50 % y el 75 % del ciclo, y durante esta se mantiene alta la concentración de progesterona, mientras que durante la folicular aumenta la de estrógenos (fig. 4.4). En la figura 5 se muestran los principales cambios hormonales durante el ciclo estral de la oveja.

El ciclo estral resulta de la coordinación, fundamentalmente, de cuatro órganos (hipotálamo, hipófisis, ovarios y útero), los cuales se comunican en gran medida (aunque no exclusivamente) a través de hormonas. Las principales

hormonas involucradas son la GnRH, secretada por el hipotálamo; la LH y la FSH, secretadas por la hipófisis; el estradiol, la inhibina y la progesterona, de origen ovárico; y la $PGF_{2\alpha}$, secretada por el útero (ver caps. 1 y 2). También participan en la regulación, aunque con menor importancia, otras hormonas, como la prolactina o los andrógenos.

FASE FOLICULAR Y OVULACIÓN

Durante esta fase se produce el desarrollo folicular final y el celo, durante el que se produce el pico de LH que induce la ovulación.

TABLA 4.2. Etapas del ciclo estral y agrupamiento de estas en fase folicular y fase luteal.

Etapa	Comportamiento	Desde/hasta	Fase
Proestro	Señales de búsqueda activa de los machos (proceptividad)	Comienzo de la luteolisis-comienzo de la receptividad	Folicular
Estro	Celo (receptividad)	Periodo de receptividad	
Metaestro	Cesa la receptividad	Final de receptividad-cuerpo lúteo formado/funcional	Luteal
Diestro	No receptiva, rechaza a los machos	Cuerpo lúteo funcional	

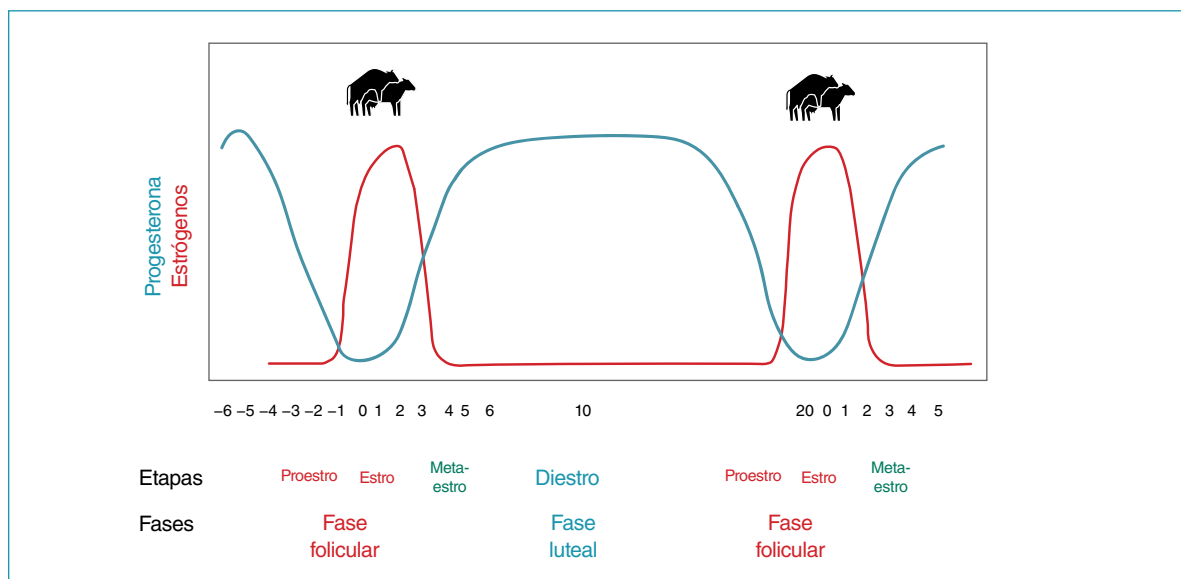


FIGURA 4.4. Concentraciones de progesterona (azul) y estrógenos (rojo) durante las etapas y fases del ciclo estral bovino.

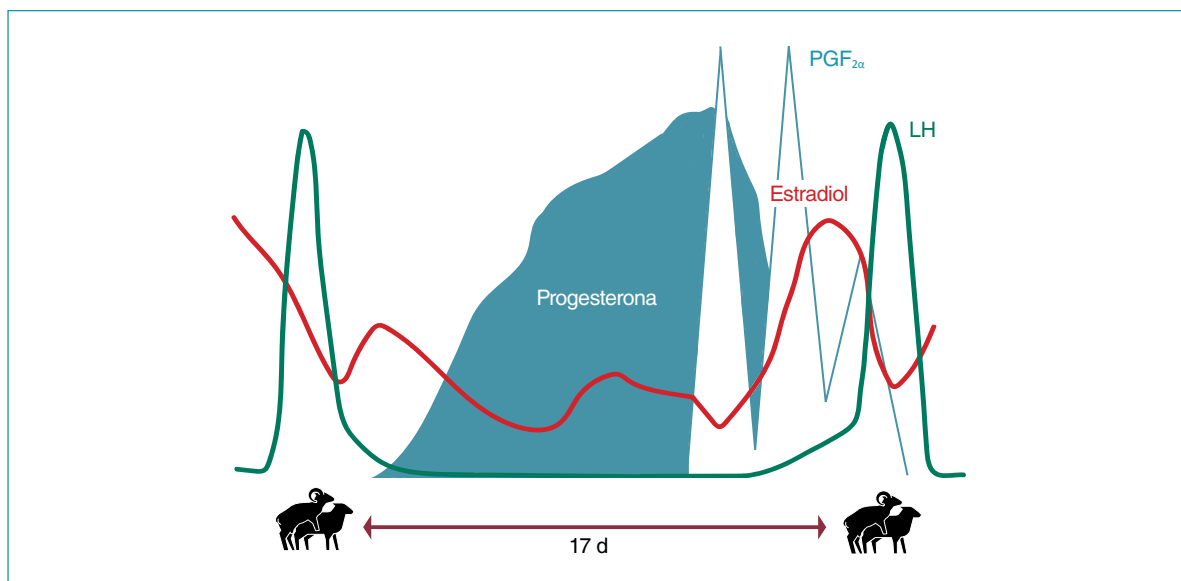


FIGURA 4.5. Principales cambios hormonales durante el ciclo estral de la oveja. LH: hormona luteinizante; PGF_{2α}: prostaglandina F_{2α}.

Pico de hormona luteinizante (LH)

Cuando el cuerpo lúteo regresa (luteolisis, ver cap. 5), se incrementa la frecuencia de pulsos de la LH, al tiempo que se eleva paulatinamente la concentración basal de esta hormona. Finalmente, esta se incrementa hasta ser de 20 a 80 veces mayor que la concentración basal durante un período de 6-12 h (fig. 4.6). Este aumento, conocido como el

pico de LH, es el desencadenante de la ovulación y determina la ruptura del folículo preovulatorio y la liberación del ovocito. El momento de la ovulación respecto al celo varía entre especies e incluso de acuerdo a diversos factores ambientales en la misma especie, pero el tiempo desde el pico de LH hasta la ovulación es bastante homogéneo para cada especie. El pico de LH puede desencadenarse de forma

espontánea, lo que ocurre en la mayor parte de las especies domésticas, o inducida (gata y camélidos, ver cap. 8).

La presencia o ausencia de progesterona determina que la retroalimentación entre los estrógenos y el eje hipotálamo-hipofisario sea negativa o positiva (fig. 4.7). Durante la fase luteal, mientras la concentración de progesterona es alta, los estrógenos inhiben la secreción de GnRH y LH. En cambio, una vez que regresa el cuerpo lúteo y cae la progesterona, la retroalimentación entre la GnRH y la LH, por un lado, y los estrógenos, por otro, es positiva en las especies de ovulación espontánea, como la vaca, la oveja, la cabra o la yegua. Es decir, que ante cada pulso de GnRH la hipófisis responde con un pulso de LH, y el folículo crece y responde secretando estrógenos. Los estrógenos determinan que se produzca rápidamente un nuevo pulso de LH, el cual inducirá un nuevo incremento de estrógenos. A su vez, los estrógenos incrementan la sensibilidad de la hipófisis a la GnRH, lo que finaliza con el pico de LH. Actualmente se considera que los estrógenos ejercen su efecto estimulador en ambas regiones, tanto en el hipotálamo, estimulando la secreción de GnRH, como en la hipófisis, estimulando directamente la secreción de LH. Finalmente, dado que el pico de LH determina la ovulación, cae la concentración de estrógenos, finaliza el celo y comienza a organizarse un nuevo cuerpo lúteo. Por tanto, el propio folículo es el que desencadena los mecanismos que lo destruirán (o sea, la ovulación).

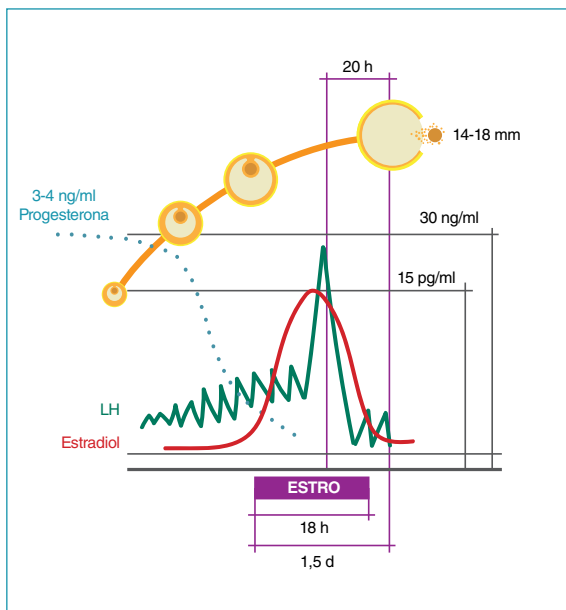


FIGURA 4.6. Desarrollo folicular y cambios hormonales durante la fase folicular bovina; LH: hormona luteinizante.

Secreción de hormona folículoestimulante (FSH)

Los mecanismos que controlan la secreción de FSH durante el ciclo estral no están tan claramente dilucidados como aquellos que determinan la liberación de LH. El incremento en la concentración preovulatoria de FSH parece estar gobernado por los mismos mecanismos que determinan el pico de LH, es decir, un estímulo de la secreción de la GnRH causado por un retrocontrol positivo con los estrógenos ováricos. De todas formas, el incremento en la concentración de FSH es anterior al de la LH. La información obtenida hasta el momento indica que el estímulo de los estrógenos se produce exclusivamente en el hipotálamo, ya que, si se bloquea la liberación de GnRH, no se produce el incremento de FSH estimulado por los estrógenos.

Cambios en el folículo preovulatorio y ovulación

Inmediatamente antes de la ovulación ocurren cambios en el folículo que determinan que las células de la granulosa pierdan su capacidad de secretar estrógenos y comiencen a producir y liberar progesterona, al mismo tiempo que se debilita la pared del folículo de forma que esta se rompa y

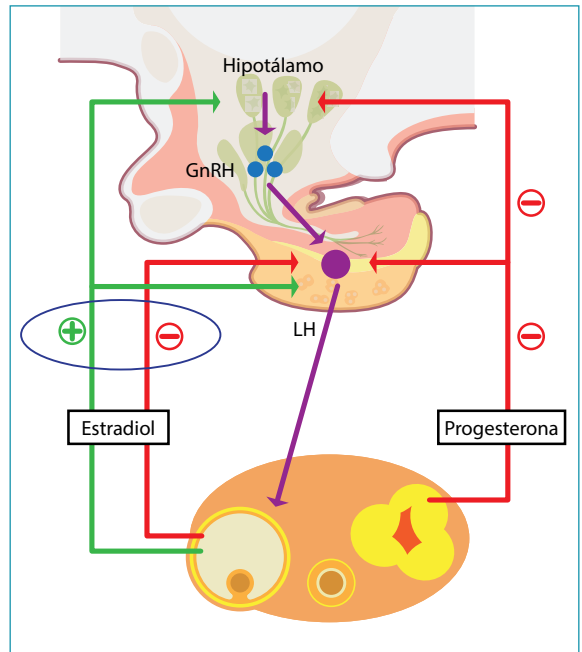


FIGURA 4.7. Retroalimentación entre los estrógenos secretados por el folículo ovárico y el eje GnRH-LH. La retroalimentación puede ser negativa en presencia de un cuerpo lúteo (y, por tanto, progesterona), o positiva, cuando el cuerpo lúteo regresa. GnRH: hormona liberadora de gonadotropinas; LH: hormona luteinizante.

La fuerza editorial de Grupo Asís

Grupo Asís, a través de sus sellos editoriales Edra y Servet, se ha convertido en una de las compañías de referencia en el sector editorial de las ciencias de la salud a nivel mundial. Más de 15 años de experiencia en edición de contenidos especializados avalan su trabajo. Con una gran difusión nacional e internacional, las obras de su catálogo pueden encontrarse en multitud de países y ya han sido traducidas a más de ocho idiomas entre los que se encuentran el inglés, francés, portugués, alemán, italiano, turco, japonés y ruso. Su sello de identidad es un gran equipo multidisciplinar compuesto por doctores, licenciados en ciencias de la salud y bellas artes y diseñadores especializados y con un gran conocimiento del medio en el que desarrollan su labor. Cada título se somete a un trabajo técnico y exhaustivo de revisiones, verificaciones y análisis que permite crear obras con un diseño único y un excelente contenido.



Centro Empresarial El Trovador, planta 8, oficina I
Plaza Antonio Beltrán Martínez, 1 • 50002 Zaragoza (España)
Tel.: +34 976 461 480 • Fax: +34 976 423 000 • www.grupoasis.com