



Anónimo

# **Notas de las clases de Fisiología y Anatomía Animal 2002**

2003 - Reservados todos los derechos

Permitido el uso sin fines comerciales

**Anónimo**

# **Notas de las clases de Fisiología y Anatomía Animal 2002**

PRIMERA PARTE

Introducción.

Pilares básicos de la producción animal:

- Nutrición
- Reproducción
- Manejo
- Sanidad

Manejo: es la aplicación en la práctica de los conocimientos teóricos de diferentes áreas.

Sin reproducción no hay producción, por eso debemos conocer los distintos aspectos que afectan el proceso reproductivo.

Fertilidad, se puede definir a un individuo como fértil desde el punto de vista productivo, como el individuo capaz de dejar descendencia.

En producción animal nos interesa, desde el punto de vista del animal:

- Vaca: 1 cría al año
- cerda: 2.3 – 2.5 partos al año
- oveja: 80 – 130% de parición

Ahora desde el punto de vista del rebaño, podemos decir que un rebaño es fértil cuando:

- Rebaño de carne: 1 cría / vaca / año, con un 90% o más de parición, es decir el 90% o más de las vacas del rebaño paren.
- Rebaño lechero: 1 cría / vaca / 400 días o menos, con un 90% o más de parición
- Cerdas : 2,3 – 2,5 partos al año con más de 7 lechones por parto y con un 90% o más de parición

El proceso reproductivo está influenciado por factores indirectos como la sanidad, manejo, alimentación, etc., y directamente por el proceso neuroendocrino.

Reproducción hembra.

Generalidades:

Partes del aparato reproductor:

Dos ovarios con función endocrina (hormonas) y citógena (producción de óvulos)  
Son glándulas pares situadas normalmente detrás de los riñones.

Poseen una porción medular o zona vascular (donde se desarrollan los folículos) y una corteza o zona parenquimatosa.

Cuenta con dos trompas uterinas que presentan (internamente) una mucosa ciliada recubierta submucosa que a su vez está rodeada de musculatura lisa circular y presentando finalmente, en la parte más externa una capa conectiva cubierta de peritoneo. Las trompas en su extremo proximal al ovario presentan el infundíbulo, que es una estructura en forma de embudo encargada de captar al óvulo al momento de ser liberado.

Luego de las trompas encontramos el útero en el que distinguimos : como continuación de las trompas los cuernos luego el cuerpo y por último el cuello del útero.

El útero es formado por:

- la mucosa más interna o endometrio cuya vascularización y grosor varían con las hormonas
- una capa de músculo liso o miometrio
- y una capa de serosa externa o ectometrio

En el cuello se distinguen robustos esfínteres (en el vacuno son 3) de músculo liso que normalmente están cerrados y que en conjunto con las secreciones mucosas evitan las posibles infecciones.

Más exteriormente encontramos la vagina que es el conducto del parto y el órgano receptor del pene y por último la vulva que corresponde a la parte más externa de la vagina. La unión vagina-vulva está marcada por el orificio uretral externo (micción)

Fisiología:

En la hembra el proceso reproductivo es un fenómeno cíclico, que implica cambios físicos. Por esto podemos clasificar las hembras en:

- menstruales: presentan menstruación, implica cambios fisiológicos e histológicos marcados
- estrales: presentan estro, celo o calor, implica cambios fisiológicos e histológicos pero estos últimos no tan marcados

El estro se puede definir como el periodo del ciclo estral donde se produce la aceptación del macho y se caracteriza generalmente por la presencia de uno o más folículos maduros en el ovario, acompañado esto además por cambios fisiológicos y psicológicos en la hembra.

Según el tipo de ciclicidad tenemos hembras:

- poliestricas : varios estros durante el año
- monoestricas: uno o rara vez dos estros al año

dentro de las poliestricas tenemos:

- poliestricas típicas: presentan ciclos estrales durante todo el año ej: vaca, cerda.
- poliestricas estacionales: presentan ciclos estrales durante una determinada época del año, las hay de día corto ej: cabra, oveja y las de día largo ej: yegua

El ciclo estral lo podemos dividir en:

- proestro: donde se registra un gran crecimiento folicular, caracterizado por niveles elevados de FSH y estrógenos (E2).
- estro o celo: la hembra se encuentra receptiva del macho; normalmente hay presencia de 1 o + folículos maduros en el ovario.
- metaestro: caracterizado por la reorganización de tejidos; hay crecimiento y maduración del cuerpo lúteo por lo que empiezan a subir los niveles de progesterona (P4) y se produce la proliferación del endometrio.
- diestro: caracterizado por la presencia de un cuerpo lúteo funcional, lo que implica niveles altos de P4

También podemos hacer otra división:

- fase folicular: donde hay activo crecimiento folicular
- fase ovulatoria: donde se produce la ovulación
- fase luteal: desde la ovulación hasta a regresión del cuerpo lúteo

En el macho no hay comportamiento cíclico y la diferencia se presenta a nivel hipotalámico, ya que la hembra posee dos núcleos neuronales uno tónico y otro cíclico responsables de la secreción de GNRH que actúa sobre la adenohipófisis produciendo la liberación de FSH y LH tónicas y de LH cíclica.

Tomando como ejemplo al bovino (vaca) tenemos:

- la ovulación se produce 10-12 horas después del estro
- la fase luteal se inicia cuando se libera el óvulo hasta el día 16
- si hay gestación no se produce regresión del cuerpo lúteo
- si no hay gestación el cuerpo lúteo regresa el día 16

Para las hembras poliestricas estacionales luego de la última regresión del último ciclo se produce un anestro estacional (periodo donde no se presentan ciclos estrales)

Cuando regresa el cuerpo lúteo se produce un descenso de la P4 y una subida de los E2 y de la LH cíclica o fásica y 8 a 10 horas después se produce la ovulación.

Durante la fase folicular cuando la P4 está baja los E2 pierden la capacidad que tienen de hacer feedback negativo sobre la LH, característico de la fase luteal, actuando positivamente (feedback positivo) sobre ella, sensibilizando al hipotálamo para que produzca más GNRH que provoca mayor liberación de LH.

Los E2 estimulan el desarrollo de receptores foliculares LH para que respondan mejor.

La FSH se mantiene baja en la fase luteal y aumenta en la folicular, para de nuevo en la misma fase disminuir producto de la inhibina, esto es muy importante ya que el folículo a ser ovulado debe dominar sobre los otros.

Folículos:

Los folículos son los que contienen el gameto femenino.

En la etapa prenatal a nivel ovárico hay gran actividad proliferativa, y el número de folículos a producirse queda determinado al momento de nacer (en esta etapa son folículos primordiales o primordios foliculares)

En la etapa pre-puberal el crecimiento de los primordios continúa pero no ocurre ovulación, que ocurre por primera vez en la pubertad.

Resumen de las etapas del desarrollo folicular (en total son alrededor de 10 etapas):

- folículo primordial: óvulo + 1 capa de células
- folículo secundario: óvulo + 2 capas de células, la granulosa y la teca-interna, ambas con función endocrina
- .....
- folículo X: óvulo + 2 capas de células la granulosa y la teca-interna, ambas con función endocrina + cavidad antracica o antro que está lleno de líquido con E2
- .....
- folículo X: óvulo + 2 capas de células la granulosa y la teca-interna, ambas con función endocrina + cavidad antracica o antro que está lleno de líquido con E2 + teca externa que no tiene función endocrina

El oocito va quedando anclado, ya no está en el centro del folículo, y está rodeado por células de la granulosa formando el cúmulo ooforo, todo este conjunto de estructuras + las mencionadas anteriormente componen a un folículo maduro de DeGraaf

Al producirse la ovulación las células de la granulosa se multiplican y diferencian para dar origen al cuerpo lúteo.

Al revisar las estructuras presentes en el ovario podemos distinguir muchos folículos en etapa 1 o 2 u otra pero muy pocos de DeGraaf (esto varía dependiendo de la prolificidad de la especie)

Hormonas: (colesterol....P4....Andrógenos.....E2)

Hormonas de la reproducción:

FSH:

- estimula el crecimiento y desarrollo folicular
- estimula la producción de E2 por los folículos y la producción de inhibina que tiene presenta feedback negativo sobre FSH

LH:

- estimula el crecimiento y desarrollo folicular
- estimula la producción de E2 por los folículos
- estimula la diferenciación celular que genera al cuerpo lúteo
- estimula la producción y secreción de P4
- estimula el proceso de ovulación

E2:

- estimular el crecimiento de los genitales y del aparato reproductor, además de participar en su mantención
- estimular el desarrollo de las características sexuales secundarias.
- estimular el desarrollo de la glándula mamaria
- estimular el crecimiento y desarrollo folicular
- estimular la contractibilidad de la musculatura uterina
- estimular el comportamiento sexual de la hembra: Cambios fisiológicos y psicológicos  
ej : aceptación del macho, aumento en las secreciones cervicales, enrojecimiento de la vulva, aumento de la micción, aumento de la actividad física (la hembra anda inquieta), etc.

P4:

- inhibir las contracciones de la pared uterina y entregar las condiciones para la implantación del huevo (proliferación del endometrio)
- estimular el crecimiento y desarrollo de la glándula mamaria
- mantención de la gestación

Comentarios prácticos:

La madurez fisiológica desde el punto de vista reproductivo (pubertad) habilita al animal para producir gametos y reproducirse pero no debe hacerlo hasta alcanzar la madurez zootécnica que es la conjunción de un peso y edad (determinados por la raza), es decir un desarrollo corporal adecuado que le permiten al animal sobrellevar la monta, la gestación, el parto y la lactancia sin comprometer su vida reproductiva posterior.

Por lo anterior los animales deben separarse, machos de hembras, al acercarse la pubertad, ej: en bovinos de carne raza Hereford: 6-8 meses de edad, con 160-200 kilos de peso vivo, para ser encastadas las hembras (dependiendo del sistema de alimentación) a los 14-15 meses con 300-320 kilos de peso vivo (madurez zootécnica)

El celo en la vaca dura 24 horas y la parte más fértil es la segunda mitad de la segunda mitad del celo, ya que la ovulación se produce +- 8 a 10 horas después del estro.

Esto tiene fuertes implicancias prácticas en la detección de celo necesaria para manejos como la inseminación artificial.

Reproducción macho:

Partes del aparato reproductor:

- dos testículos, contenidos normalmente en el escroto. En el caso de los peces, los testículos están en la cavidad abdominal.

Partes del testículo:

- parénquima testicular, donde se encuentran los lóbulos piramidales donde están los tubulos seminíferos, donde distinguimos las espermatogonias, las células de Leydig (exteriores al tubulo) y las células de Sertoli (interiormente)
- túnica albugínea que rodea exteriormente los testículos
- epidídimo
- conductos deferentes
- glándulas sexuales accesorias: glándulas vesiculares, próstata y glándulas de Cowper, que en su conjunto aportan el plasma seminal.
- Pene.

Los testículos al igual que los ovarios cumplen una función endocrina y citógena.

Vía de salida de los espermios: tubulos seminíferos, tubulos rectos, conductillo deferente, epidídimo, conducto deferente, uretra intrapelviana, uretra extrapelviana (pene) que realiza la depositación de los espermios.

Fisiología:

Funciones de la testosterona:

- estimular el crecimiento y desarrollo de las gónadas y glándulas sexuales accesorias
- desarrollar las características sexuales secundarias del macho
- estimular la espermatogénesis; diferenciación celular de espermatogonia a espermio
- estimula el deseo sexual en el macho y su comportamiento (libido)
- estimula el crecimiento del tejido muscular y movilización del tejido adiposo (los E2 en la hembra también cumplen esta función pero de forma menos potente)

El macho al igual que la hembra es inactivo sexualmente hasta que alcanza la pubertad que es cuando puede producir un eyaculado fértil.

En los tubulos seminíferos es en donde se desarrolla la espermatogénesis.

Dentro el tubo, cerca de la capa de tejido conectivo (+ exteriormente) tenemos las células germinales o espermatogonias, luego los espermatocitos primarios (células + diferenciadas) luego los secundarios, las espermátidas y por último en el lumen del tubulo los espermios.

El tubulo cuenta con musculatura lisa que ayuda al desplazamiento de los espermios hacia el epidídimo.

Las células de la vía espermática están rodeadas por las células de Sertoli o células nodrizas que bajo la acción de la FSH sintetizan proteínas que promueven la espermatogénesis en las espermatogonias, sintetizan inhibina y ABP.

Fuera de los tubulos encontramos las células de Leydig que bajo la acción de la LH secretan testosterona.

Función de las hormonas:

LH:

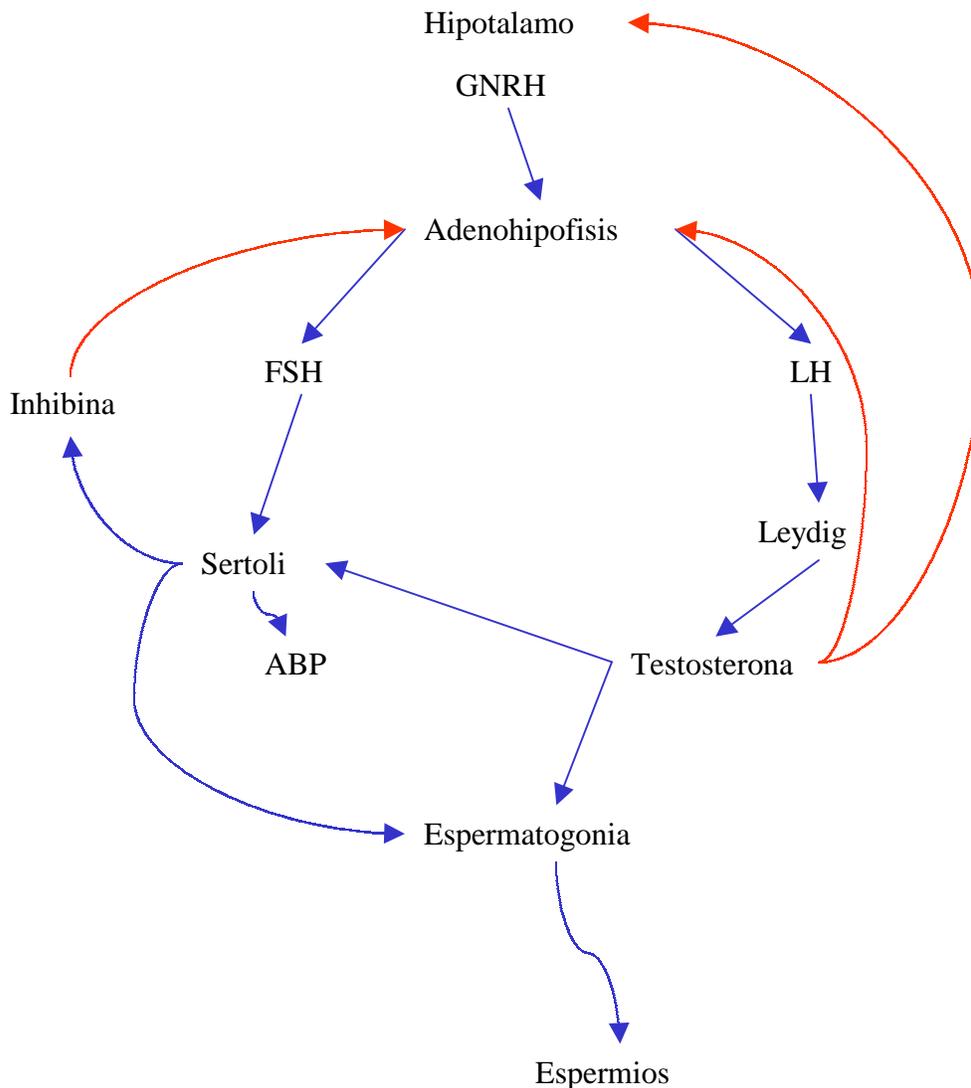
- sobre las células de Leydig, estimular la síntesis y secreción de testosterona

FSH:

- sobre las células de Sertoli, estimular la síntesis de ABP (proteína ligante de andrógenos) e inhibina

La ABP captura la testosterona con los objetivos de: impedir que salga en grandes cantidades desde los tubulos y prolongar su vida media

Parte de la testosterona va a los tubulos y el resto va al resto de los tejidos a cumplir sus otras funciones.



En flechas de color azul las acciones de tipo estimulador (feedback positivo)

En flechas de color rojo las acciones de tipo inhibidor (feedback negativo)

### **Cruza – Monta – Servicio – Encaste.**

Un macho sano en un grupo de hembras receptivas tiene como objetivo el reproducirse.

Para que haya monta debe haber una hembra en celo y producirse la excitación del macho para que se produzca la erección y protrucción el pene.

El comportamiento previo a la monta depende de la especie habiendo generalmente un cortejo.

En los bovinos se produce el Flehmen, que es cuando el toro olfatea los genitales de una hembra “en celo” y este estira el cuello y levanta el labio superior.

Esto produce estímulos corticales que generan como respuesta una vaso dilatación de las arteriolas del pene aumentando el flujo de sangre y disminuyendo su drenaje (esto es más importante en el potro) produciéndose un aumento en longitud y diámetro del pene generando la erección y la protrucción del mismo.

En os animales que cuentan con músculo retractor del pene (toro y carnero), se produce la relajación de este, se relaja la “S” peniana y se protruye el pene.

Hay que considerar como detalle práctico, que al excitarse el macho, los espermios suben a las ampollas de Henle, que son una dilatación de los conductos deferentes y por estar ubicadas en el abdomen del animal la temperatura circundante es mayor, por lo que sí un macho, solo si va cumplir con todo el servicio debe excitarse por que si no por efecto de la temperatura la calidad del eyaculado baja. (los proceso febriles también bajan la calidad del eyaculado)

Desde el inicio de la espermatogénesis hasta que los espermios están maduros en el epidídimo transcurren +- 65-70 días, en donde el proceso de maduración dura +- 45 días (que se incluyen en el plazo total de 65-70 días)

La cantidad de espermios inmaduros que deberían salir en un buen eyaculado no debe superar el 1%, si es más es por que el animal esta sobre exigido.

El bovino deposita en el trasfondo vaginal.

El potro pasado el cuello del útero al igual que el verraco (cerdo)

	Toro	Carnero	Verraco	Potro	Trucha
Volumen (cc)	4-8	1-3	250	70	20-30
Conc. Esp. (*10 <sup>6</sup> /cc)	1000	3000	100	120	7-15

Fecundación, gestación y parto.

Supuestos: monta exitosa y óvulo captado por las trompas.

Luego que los espermios son depositados deben superar una serie de barreras:

- el cuello del útero (si corresponde), acá ocurre una selección de espermios, baja el número en el orificio cervical externo
- luego en el útero ocurre la capacitación espermática: se separan del plasma seminal, aumenta su motilidad y hay activación de ciertos procesos metabólicos de membrana
- luego siguen avanzando y nuevamente hay una reducción del número en la unión útero-tubárica

La trompa ayuda al avance, en sentidos contrarios de los gametos.

Luego al “aproximarse” el espermio al óvulo (en el tercio superior de la trompa) se produce la reacción acrosómica que implica la liberación del contenido acrosomal, que tiene como función la digestión del cúmulo ooforo.

Se produce contacto de la zona pelucida con la membrana acrosomal interna y hay un cambio conformacional de las proteínas de la zona pelucida, que evita la entrada de otros espermios (evita la poliespermia que genera un huevo no viable)

Gestación.

El huevo comienza a avanzar hacia el útero.

Los espermios que siguen de largo caen en la cavidad abdominal y son atacados por las células inmunológicas.

El huevo +- en 3 a 8 días llega el útero y la implantación (contacto endometrio-huevo) no comienza de inmediato; ocurre +- a los 10 días (en bovinos)

La hembra debe saber fisiológicamente que está preñada; el huevo secreta una proteína que inhibe la regresión del cuerpo lúteo (no se transforma en cuerpo blanco, no regresiona)

Durante la gestación el cuerpo lúteo se mantiene produciendo P4 que disminuye la contractibilidad uterina.

En la medida que avanza la gestación la placenta también produce P4 que ayuda a mantener bajas las contracciones.

En la primera parte (primeros 2/3) de la gestación se produce principalmente hiperplasia, división celular por lo que los requerimientos de la madre son relativamente bajos (se genera el 25% del peso al nacer)

El último tercio de preñes es muy demandante de nutrientes ya que se registra principalmente hipertrofia (crecimiento en tamaño) del feto (se produce el 75% del peso al nacer)

Parto.

Lo podemos dividir en tres etapas (rangos habituales):

- dilatación del cuello del útero: 2-6 horas
- expulsión del feto: ½-1 hora
- expulsión de anexos placentarios: 4-5 horas (hasta 12 h si no es retención de placenta)

Desde que aparecen las primeras partes del feto (al exterior) no debe transcurrir más tiempo, o si no se transforma en un parto con dificultad o distocia y hay que intervenir (la intervención siempre debe retrasarse lo más posible)

25% de los problemas al parto son por culpa de la madre el resto por mala posición del ternero.

Hormonas.

La señal del parto la da el feto produciendo cortisol que gatilla la caída de la P4 y el aumento de E2 que inician las contracciones.

Las contracciones producen un estímulo hipotalámico que provoca la liberación de oxitocina que aumenta la frecuencia y vigor de las contracciones.

Cuando la P4 alcanza niveles muy bajos se genera la síntesis y liberación de gelatina que relaja el cuello del útero y la sínfisis púbica y se produce el inicio de la expulsión del feto. La placenta se rompe generalmente cuando se dilata el cuello del útero, ahí comienza la expulsión.

Además del cambio hormonal, hay un cambio conductual, la hembra se aísla, sé hecha.

En un parto normal una hembra debería parir sola y sin ayuda.

---

**Facilitado por la Universidad de Chile**

Sútese como **voluntario** o **donante** , para promover el crecimiento y la difusión de la **Biblioteca Virtual Universal**.

Si se advierte algún tipo de error, o desea realizar alguna sugerencia le solicitamos visite el siguiente [enlace](#).

