

INSTITUTO NACIONAL TECNOLÓGICO
DIRECCIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL

MANUAL DEL PROTAGONISTA **REPRODUCCIÓN ANIMAL**



ESPECIALIDAD: AGROPECUARIA
NIVEL DE FORMACIÓN: TÉCNICO GENERAL

BIENVENIDA DEL PROTAGONISTA

El manual de “Reproducción Animal” está asociado a la unidad de competencia: *Aplicar el manejo reproductivo en el ganado mayor y menor para mejorar la producción preservando el medio ambiente y sus recursos.*

Este manual está dirigido a los Protagonistas que cursan la especialidad del Técnico General Agropecuario con el único fin de facilitar el proceso enseñanza aprendizaje durante su formación.

El propósito de este manual es proporcionar al Protagonista una fuente de información técnica que le ayudará a mejorar su proceso de enseñanza aprendizaje.

Este manual está conformado por seis unidades didácticas:

1. Generalidades de la Reproducción Animal
2. Anatomía y fisiología del aparato reproductor de hembra y macho
3. Reproducción en hembra y macho
4. Inseminación artificial
5. Gestación y Parto
6. Mejoramiento genético

Cada unidad del manual ha sido estructurada de la siguiente manera:

- Objetivo de la unidad
- Contenido
- Actividades
- Autoevaluación

En los contenidos se presenta la información general, científica y técnica, que necesita saber el protagonista para el desarrollo de las unidades.

Al final de todas las unidades encontrará:

- Anexos
- Glosario
- Índice de tablas y figuras
- Para saber más
- Bibliografía

Esperamos que logres con éxito culminar esta formación, que te convertirá en un profesional Técnico en Reproducción Animal y así contribuir al desarrollo del país.

RECOMENDACIONES



Para iniciar el trabajo con el manual, debes estar claro que siempre tu dedicación y esfuerzo te permitirán adquirir las capacidades del Módulo Formativo. Al comenzar el estudio de las unidades didácticas debes leer detenidamente las capacidades/objetivos planteados, para que identifiques cuáles son los logros que se proponen.



Analiza toda la información consultada y pregunta siempre a tu instructor cuando necesites aclaraciones.



Amplía tus conocimientos con los links y la bibliografía indicada u otros textos que estén a tu alcance.



Resuelve responsablemente los ejercicios de autoevaluación y verifica tus respuestas con los compañeros e instructor.



Prepara el puesto de trabajo según la operación que vayas a realizar, cumpliendo siempre con las normas de higiene y seguridad laboral.



Durante las prácticas en el campo, se amigable con el Medio Ambiente y no tires residuos fuera de los lugares establecidos.



Recuerda siempre que el cuidado y conservación de los equipos y herramientas, garantizan el buen desarrollo de las clases y que en el futuro los nuevos Protagonistas harán uso de ellas.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Aplicar diferentes técnicas de manejo reproductivo en animales en las diferentes especies.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- a. Explicar las generalidades de la reproducción animal a través de ejemplos.
 - b. Identificar en base a criterio técnico las estructuras anatómicas del aparato reproductor de la hembra y el macho de las diferentes especies de ganado mayor y menor.
 - c. Explicar la fisiología del aparato reproductor de la hembra y el macho en las diferentes especies de ganado mayor y menor.
 - d. Explicar las características fisiológicas del ciclo estral en las hembras de las diferentes especies.
 - e. Explicar los procesos que se dan durante la fecundación de un óvulo en las diferentes especies.
 - f. Realizar métodos de control y sincronización del celo en hembras bovinas.
 - g. Aplicar técnica de inseminación artificial en bovino y porcino según procedimientos establecidos.
 - h. Explicar la fisiología de la gestación y parto en los animales domésticos.
 - i. Realizar diagnóstico de gestación en hembras a través de la técnica de palpación rectal.
 - j. Seleccionar con criterio técnico hembras y machos para el mejoramiento genético del hato.
-

ÍNDICE

Unidad I: Generalidades de la Reproducción Animal	1	Unidad III: Reproducción en hembra y macho	21
1. Introducción a la reproducción animal	1	1. Pubertad y madurez sexual en hembra y macho	21
2. Importancia de la reproducción en la producción animal	1	1.1. Conceptos	21
3. Factores que inciden en la reproducción	1	1.2. Factores que afectan la pubertad y madurez sexual	21
3.1. Genéticos o congénitos	2	1.3. Factores externos	22
3.2. Alimentación y Nutrición	2	2. Ciclo sexual (reproductivo o estral)	23
3.3. Aspectos de Manejo	3	2.1. Tipos de ciclo sexual	23
3.4. Medio Ambiente	3	2.2. Etapas del ciclo sexual	23
3.5. Aspecto de salud	4	2.3. Control fisiológico del ciclo sexual	24
4. Importancia y diseño de los registros reproductivos	4	2.4. Características y manifestaciones externas del celo en las distintas hembras	26
4.1. Parámetros reproductivos	5	2.5. Métodos de detección de celo	29
4.2. Indicadores técnicos para aves	6	2.6. Madurez sexual y espermatogénesis en los machos	30
4.3. Análisis de los registros	6	3. Monta	31
Actividades	7	3.1. Tipos de monta	31
Autoevaluación	8	3.2. Momento ideal para realizar la monta	31
Unidad II: Anatomía y fisiología del aparato reproductor de hembra y macho	9	4. Fecundación	33
1. Anatomía y fisiología comparada del aparato reproductor de la hembra en las diferentes especies	9	5. Implantación	34
1.1. Vulva	10	6. Placentación	34
1.2. Clítoris	10	6.1. Funciones de la placenta	34
1.3. Vagina	10	Actividades	35
1.4. Vestíbulo vaginal	10	Autoevaluación	36
1.5. Cuello uterino o cérvix	10	Unidad IV: Inseminación artificial	37
1.6. Oviductos	11	1. Definición	37
1.7. Útero	12	2. Ventajas y desventajas	37
1.8. Ovarios	13	2.1. Ventajas de la inseminación artificial	37
2. Anatomía y fisiología comparada del aparato reproductor del macho en las diferentes especies	15	2.2. Desventajas de la Inseminación Artificial	37
2.1. Órganos sexuales primarios	16	3. Recolección de semen en las diferentes especies (bovino, equino y porcino)	37
2.2. Órganos sexuales secundarios	17	3.1. Técnicas para la recolección	38
Actividades	19	3.2. Evaluación del Semen	41
Autoevaluación	20	4. Control y sincronización hormonal del ciclo estral	44
		4.1. En Bovinos	45
		5. Inseminación artificial	46
		5.1. En bovinos	46
		5.2. En porcinos	51
		Actividades	52
		Autoevaluación	53

Unidad V: Gestación y parto.....	54	Unidad VI:Mejoramiento genético.....	71
1. Gestación	54	1. Concepto de mejoramiento genético	71
1.1. Definición	54	2. Importancia del mejoramiento genético.....	71
1.2. Fases de la gestación	56	3. Selección de animales para el mejoramiento genético .71	
1.3. Métodos para el diagnóstico de la gestación	57	3.1. Principios genéticos	72
1.4. Abortos	59	3.2. Ejemplares que se utilizarán para el mejoramiento genético	74
2. Parto	62	3.3. Comprensión de la información genética.....	74
2.1. Fisiología del parto.....	62	4. Cruzamiento	74
2.2. Etapas del parto.....	62	4.1. Tipos de cruzamiento	75
2.3. Características del parto en las diferentes especies...65		4.2. Criterios para evaluar cruzamientos	76
2.4. Tipos de partos.....	65	Actividades	77
2.5. Problemas más comunes posteriores al parto.....	67	Autoevaluación.....	78
2.6. Puerperio.....	68	Glosario	79
Actividades	69	Índice de tablas y figuras.....	83
Autoevaluación.....	70	Para saber más	84
		Bibliografía.....	85

Unidad I: Generalidades de la Reproducción Animal

Objetivo de la unidad:

Explicar las generalidades de la reproducción animal a través de ejemplos.

1. Introducción a la reproducción animal

La reproducción es una secuencia de eventos que comienza con el desarrollo del sistema reproductivo en el embrión. Cuando nace el animal, debe crecer y alcanzar la pubertad para adquirir la capacidad de producir gametos fértiles.

Esta capacidad debe ser acompañada por el comportamiento reproductivo y la copulación. Después de la cópula, el espermatozoide y el óvulo se unen, ocurriendo la fertilización que se continúa con el desarrollo del embrión preimplantacional.

El embrión se conecta con el útero a través de un órgano especializado llamado placenta, la cual permite al embrión crecer y desarrollarse a término. El feto totalmente desarrollado nace y la madre debe restablecer su ciclicidad antes de poder quedar preñada otra vez.

La reproducción tiene tres propósitos importantes: la perpetuación de la especie, el mejoramiento genético y garantizar el alimento para el ser humano.

2. Importancia de la reproducción en la producción animal

El objetivo final de todo ser vivo es la perpetuación de la especie. Para lograrlo, deben cumplir con la función de reproducción, que consiste en la capacidad de todo ser vivo para producir otro individuo semejante. Esta función se convierte en un hecho biológico trascendente de gran importancia para la supervivencia de la especie, ya que perpetúa la vida más allá del individuo.

Cada individuo presenta al nacer características distintivas, ya que la principal función de la reproducción es transmitir, de generación en generación, el material genético: ácido desoxirribonucleico (ADN). El organismo que produce se denomina progenitor o pariente en línea recta ascendente. El organismo procreado es el descendiente o hijo.

3. Factores que inciden en la reproducción

El desempeño reproductivo en condiciones tropicales depende en gran parte de su adaptación a las condiciones climáticas del ambiente. Existen prácticas zoonosanitarias y estructuras que pueden aliviar el efecto nocivo de los factores climáticos del ambiente tropical.

Principales factores que afectan la reproducción de las especies mamíferas:

3.1. Genéticos o congénitos

El tipo de material genético del macho y la hembra es importante para la presentación de la pubertad, ciertas líneas de animales tienden a tardar más tiempo en presentar la pubertad, por ejemplo, en el caso de los porcinos.

En el caso de las hembras que presentan consanguinidad, la presencia de la pubertad es afectada, ya que tarda aún más en presentarse.

La pubertad se presenta a más temprana edad en las hembras híbridas que las de raza pura, consecuentemente los celos son más frecuentes.



Según Freemartín, entre el 90 y 95% de los gemelos de sexo opuesto en el ganado bovino son hembras infértiles. Se cree que esto influye en la diferenciación sexual del macho sobre la hembra debido a la fusión de la membrana fetal de gemelos, provocando anastomosis de los vasos sanguíneos.

3.2. Alimentación y Nutrición

La reproducción está regulada por la ingesta de nutrientes que influencia las reservas de grasa corporal. Cuando a las hembras se les da una cantidad de energía y proteína menor a la requerida, la grasa corporal es movilizada. La ingestión de nutrientes y la reserva de energía regulan la secreción de hormonas que controlan la reproducción.

Bajo contenido de proteína en la dieta alimenticia de las hembras puede producir: atrofia ovárica, anestros prolongados y retardo en la madurez sexual.

Deficiencias de fibra en la ración pueden llegar a traducirse en: acidosis ruminal, catarros vaginales post-parto, anestros frecuentes, celos o calores silenciosos.

Dietas bajas en energía en animales en etapa productiva son causa de trastornos metabólicos, por ejemplo, acetonemia, retardo en la presentación del primer calor post-parto.

Las deficiencias de sodio (Na) y exceso de potasio (K) pueden causar ciclos estrales irregulares, catarros vaginales y quistes ováricos.

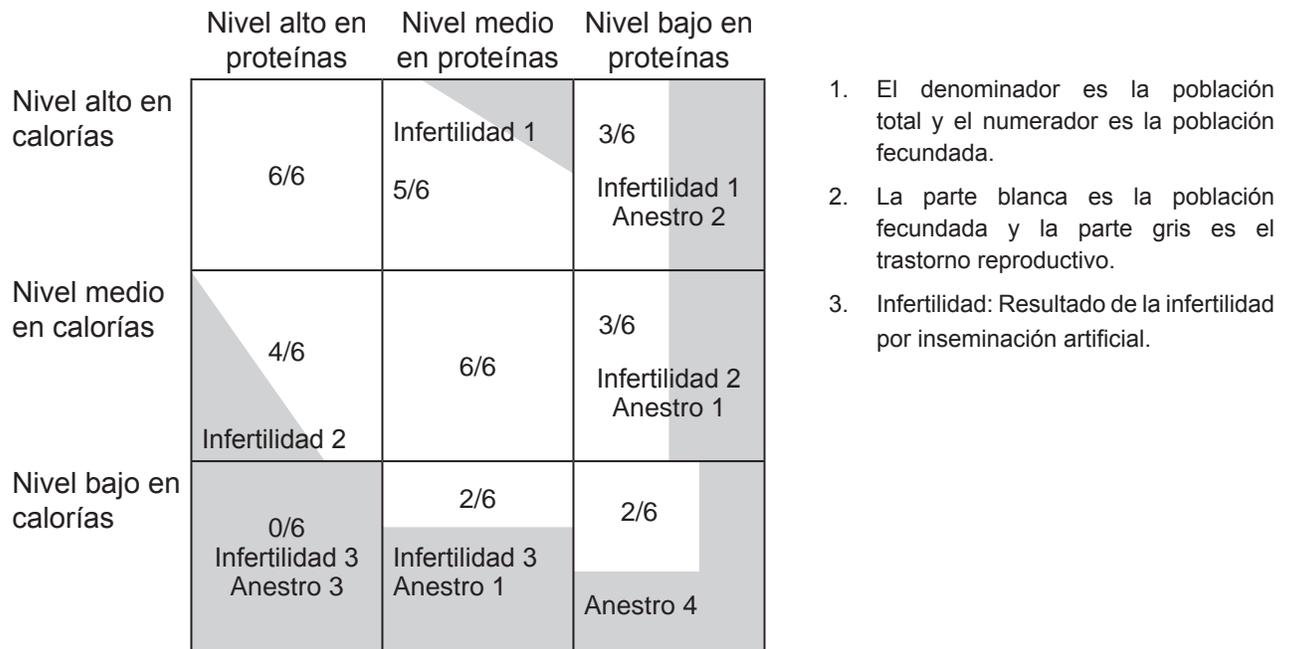


Figura 1. Experimento de relación entre nutrición y reproducción (Wirtbank, 1957)

3.3. Aspectos de Manejo

Definitivamente los aspectos administrativos de manejo y de adecuación medio-ambiental son fundamentales para un correcto funcionamiento de los planes reproductivos en hembras de las distintas especies domésticas.

Principales factores de manejo que influyen directamente en los índices reproductivos en las hembras:

- Deficiencia o irregularidad en la detección de celos, inadecuado manejo y manipulación del semen o sementales por parte del personal administrativo y operativo.
- Falta de conocimiento para determinar el momento óptimo para el servicio.
- Atención y cuidados apropiados de las hembras próximas a parir.

3.4. Medio Ambiente

Los factores ambientales que deberán ser tenidos en cuenta de acuerdo con las especies, razas y los sistemas de producción en cada región:

- Estacionalidad de lluvias y sequías.
- Calidad del agua para consumo.
- Tipo de construcciones e higiene implementada en cada explotación.
- Altura sobre el nivel del mar, humedad relativa y radiación solar.

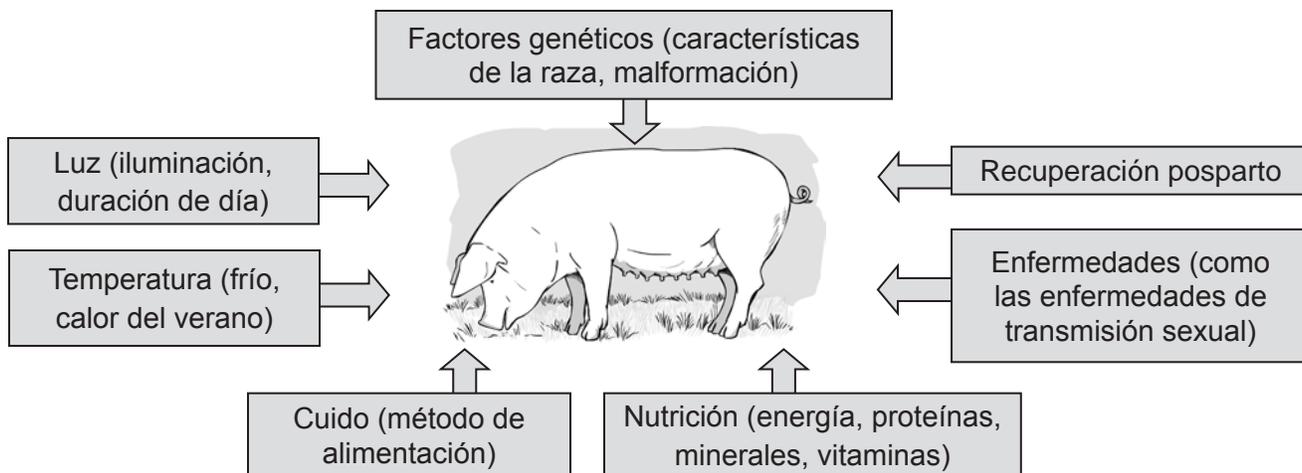


Figura 2. Factores ambientales en la reproducción

3.5. Aspecto de salud

La salud de todos y cada uno de los animales domésticos juega un papel definitivo en el buen desempeño reproductivo. Planes preventivos y curativos bien orientados por profesionales idóneos serán garantía para el normal funcionamiento reproductivo de los animales.

Se pueden presentar patologías del tracto reproductivo (cérvix, útero u ovario), además de infecciones específicas e inespecíficas a nivel de vagina o de útero.

Tabla 1: Patologías más frecuentes

A nivel de útero	A nivel del ovario	Infecciones inespecíficas	Infecciones específicas
<ul style="list-style-type: none"> • Piometra • Maceración • Momificación • Freemartinismo • Tumores en útero o en vagina 	<ul style="list-style-type: none"> • Quistes ováricos (foliculares o lúteos) • Cuerpo lúteo retenido • Tumores en las células granulosas 	<ul style="list-style-type: none"> • Vaginitis • Metritis • Retención placentaria 	<ul style="list-style-type: none"> • Brucelosis • Leptospirosis • Salmonelosis • Diarrea viral bovina • Rinotraqueítis Infecciosa • Leucosis • Trichomoniasis • Parvo virus porcino • Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino

4. Importancia y diseño de los registros reproductivos

El registro reproductivo es un documento de carácter histórico, que permite brindar información muy valiosa acerca de la ejecución de actividades pecuarias.

Dentro de sus ventajas incluye:

- Mejora los índices reproductivos de todas las especies domésticas.
- Facilita el manejo y control de la información individual de los animales que permite la selección del hato.
- Permite identificar oportunamente aciertos, desaciertos y oportunidades de una unidad pecuaria.
- Establece comercialización en las mejores épocas.

4.1. Parámetros reproductivos

Son datos imprescindibles que se utilizan para medir el comportamiento reproductivo del hato. Estos parámetros son importantes porque sirven para valorar la eficiencia reproductiva y poder tomar decisiones dirigidas a mejorar el manejo reproductivo y optimizar los recursos disponibles en la unidad de producción.

(1) Natalidad o parición real

Preparación de hembras de las diferentes especies que paren dentro de un periodo contable, sin importar el mes en que inicia la preñez.

(2) Natalidad o parición estimada

Es posible estimar la natalidad en el hato conociendo el número de vientres lactantes, el total de vientres aptos y el promedio de edad en el cual se realiza el destete.

(3) Promedio de intervalo entre partos

Es el número de días que transcurren entre un parto y el siguiente en un mismo vientre. Históricamente este es un parámetro muy complicado de disminuir.

(4) Número de servicios por preñez o concepción

Es el número de servicios realizados, sea con monta natural o I.A., para lograr una preñez. El valor considerado como óptimo es menor a 1.5 servicios por cada concepción.

(5) Porcentaje de preñez al primer servicio

Es el número de vientres preñados al primer servicio sobre el número de vientres sometidos a monta natural o I.A. El valor óptimo oscila entre 50 a 60% de preñez en la primera monta o I.A. y se considera un problema si es menor al 40% de preñez.

(6) Porcentaje de aborto o pérdidas prenatales

Es el número de vientres que no parieron del total de vientres confirmados como preñados.

(7) Taza de supervivencia por categorías

Es la proporción de animales vivos por año después de contabilizar las muertes por categoría al final del año.

(8) Porcentaje de destete

Son los terneros que nacen y logran alcanzar el destete.

(9) Descarte anuales de vientres

Cantidad de vientres vivos que se retiran del hato en cada año contable por diversas causas.

(10) Vida útil de los vientres

Es el tiempo en que el vientre permanece dentro del hato produciendo crías a partir de su primer parto hasta su descarte o desecho.

4.2. Indicadores técnicos para aves

(1) Iluminación

Permite a las aves emparejarse, comer e interactuar con el grupo.

(2) Temperatura

Es de gran importancia porque a medida que se desarrollan, ellos buscan la zona de neutralidad para mantener una temperatura constante (homeotermos).

(3) Alimentación

Las aves son omnívoros y están adaptadas a vivir sobre el suelo, donde encuentran alimentos naturales (gusanos, insectos, semillas y material vegetal).

(4) Jerarquía

Las aves viven en grupos y presentan una estructura social territorial jerarquizada a la hora de la alimentación y elección de un lugar para dormir.

(5) Ciclo productivo y producto

La selección de las buenas ponedoras se realiza tomando en cuenta la postura y conversión de alimentos en el caso de las productoras de carne.

(6) Razas, carne y huevo

Productoras de carne (cornish, phymouth) y productoras de huevo (leghorn, Rhode Island, sussex).

(7) Manejo por categorías

Se divide en diferentes etapas: crianza (0-15 semanas), periodo previo a la postura (16-30 semanas) y periodo de puesta (30-64 semanas).

(8) Calendarios zoonosanitarios

Permiten llevar un control de todas las actividades dentro de la granja desde el día de nacimiento de los polluelos (vacunas, desparasitaciones, vitaminaciones y limpieza de galpones).

(9) Bebederos

Normalmente se utilizan de tipo lineal, son un sistema de rápida distribución de agua, la cual es importante para el desarrollo y bienestar de las aves.

4.3. Análisis de los registros

Son indispensables, cada uno ayudará por separado a un mejor control de todos los movimientos que se dan dentro de la unidad pecuaria, permitiendo evaluar la rentabilidad y sostenibilidad de la misma.

Algunos de los registros que pueden ayudar al dueño o criador del hato a tener un mejor control son:

- | | |
|--|--|
| a. Días de lactación. | e. Fecundidad |
| b. Tasa de eliminación. | f. Fertilidad global y al primer servicio. |
| c. Proporción de las vacas en el rebaño. | g. Eficiencia en la detección del celo. |
| d. Ciclicidad. | h. Precocidad de las novillas |

Sin registros ningún sistema de producción será eficiente; los registros deben ser de fácil manejo, comprensión y evaluación, utilizándolos continuamente para el buen control de las unidades pecuarias. Para que el análisis y evaluación de los registros sean claros y confiables, los datos deben ser reales, precisos y adecuados al programa de control y manejo reproductivo y productivo del hato. La información básica que debe registrarse sería: fecha de nacimiento, celos, servicios, partos, abortos, entre otras.

Actividades

Con apoyo del docente, realice las siguientes prácticas para medir los conocimientos adquiridos de los contenidos estudiados.

1. Identifique los factores que afectan la reproducción en las unidades de producción pecuaria.

2. Aplique parámetros técnicos en la selección de buenos reproductores.

3. Identifique patologías uterinas que afectan a las hembras de las diferentes especies.

4. Identifique correctamente las estructuras anatómicas del aparato reproductor de la hembra y el macho de las diferentes especies a través de medios reales, láminas o maquetas.

Autoevaluación

Después de haber estudiado la primera unidad, realice lo que a continuación se le solicita.

1. Elabore un cuadro sinóptico donde refleje los tipos de reproducción.

2. Elabore un cuadro sinóptico donde refleje los factores que afectan la reproducción.

3. Explique la diferencia de las patologías de la reproducción, encontradas en las hembras de las diferentes especies.

4. Explique correctamente la fisiología del aparato reproductor de la hembra y el macho reproductor de las diferentes especies a través de medios reales láminas o maquetas.

Unidad II: Anatomía y fisiología del aparato reproductor de hembra y macho

Objetivos de la unidad:

Identificar en base a criterio técnico las estructuras anatómicas del aparato reproductor de la hembra y el macho de las diferentes especies de ganado mayor y menor.

Explicar la fisiología del aparato reproductor de la hembra y el macho en las diferentes especies de ganado mayor y menor.

1. Anatomía y fisiología comparada del aparato reproductor de la hembra en las diferentes especies

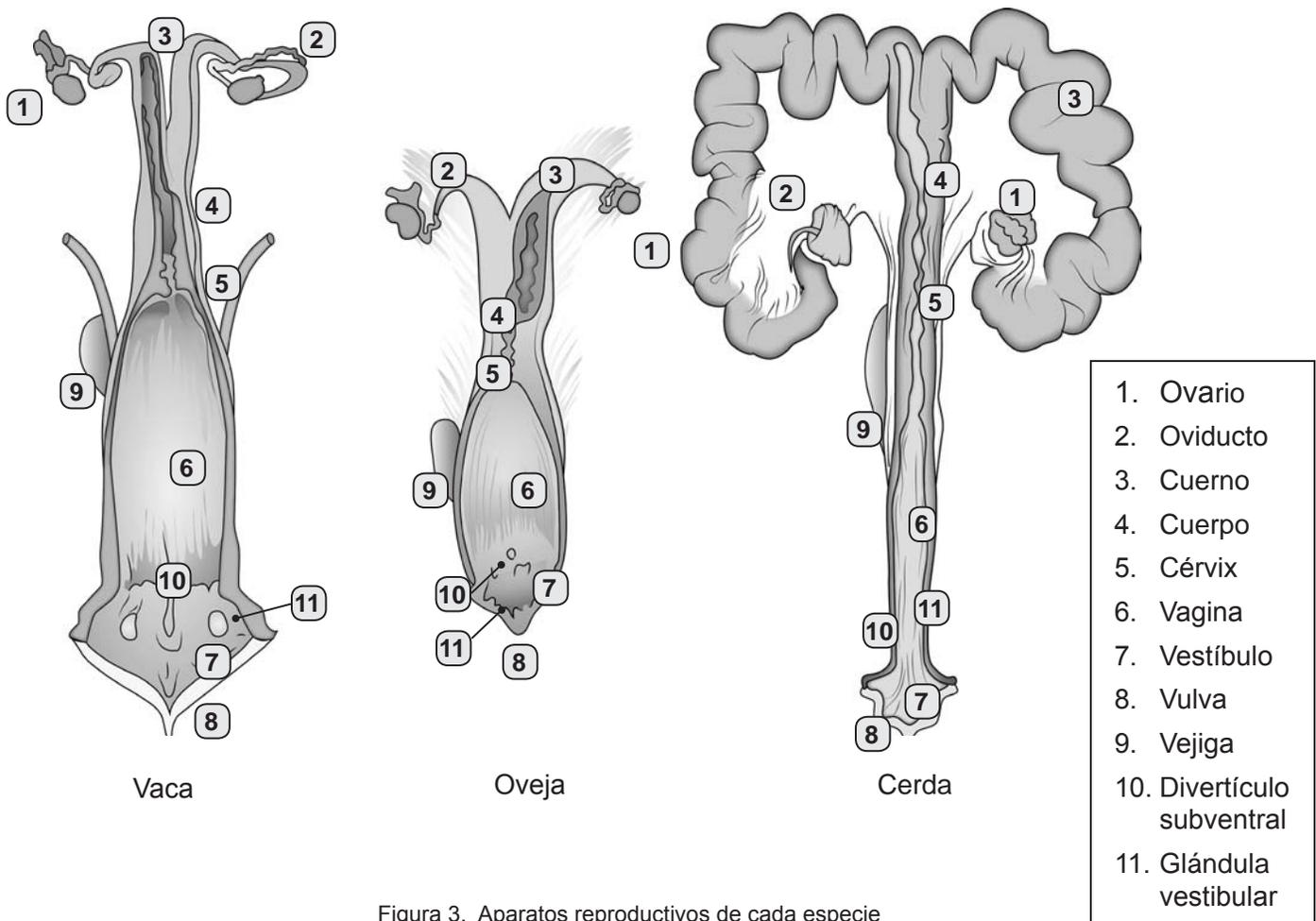


Figura 3. Aparatos reproductivos de cada especie

1.1. Vulva

Órgano genital externo, conformado por el vestíbulo y labios verticales. Es la parte externa visible del aparato reproductor femenino y está cubierta de vellos finos. El vestíbulo está marcado por el orificio uretral, en la comisura detrás de la vulva se encuentra el clítoris.

1.2. Clítoris

Ubicado a 1 cm dentro del labio, en la comisura ventral de la vulva, suele estar oculto en la fosa clitoriana del vestíbulo vaginal. Contiene tejido eréctil y abundantes nervios sensoriales; homólogo del glande del pene en el macho.

Está formado de cuerpos cavernosos, por ello en algunas especies se puede observar erecto durante el estro (ejemplo: la yegua).

1.3. Vagina

Órgano de la cópula, de forma tubular y musculatura lisa, paredes delgadas elásticas.

Su función es recibir el pene del macho, se extiende desde el orificio externo del cuello uterino hasta la desembocadura de la uretra. En la vaca y la yegua mide 25 a 30 cm de longitud; en la cerda y oveja de 10 a 15 cm.

Durante la monta natural el semen es depositado en la parte anterior de la vagina cerca de la apertura del cérvix. Al finalizar la gestación sirve además como canal del parto.

1.4. Vestíbulo vaginal

Esta parte del sistema de conductos de las hembras, tiene la particularidad de ser común al sistema reproductor y sirve también al sistema urinario para la expulsión de los desechos líquidos.

Mide aproximadamente de 10 a 12 cm de longitud en vacas y yeguas; 6 a 8 cm en cerdas

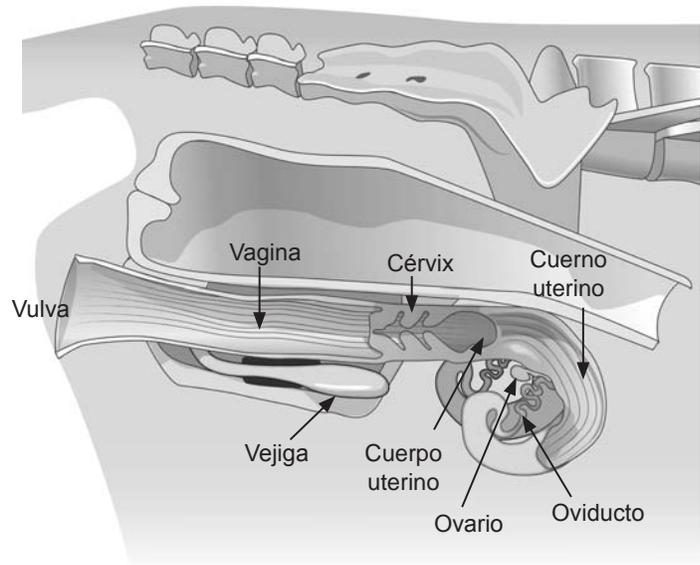


Figura 4. Aparato reproductor de la vaca

y 4 a 6 cm en ovejas y cabras.

Las glándulas vestibulares que se localizan en la parte posterior del vestíbulo se activan durante el ciclo estral, secretando moco lubricante que permite a la vulva de las vacas esa apariencia húmeda y brillante en la fase de estro.

1.5. Cuello uterino o cérvix

El cérvix forma parte del útero, sin embargo por sus propias características se estudia aparte.

Está conformado por una pared gruesa y rígida cuya parte inicial es el cuerpo del útero, su parte final se empalma con la vagina. La función principal del cérvix es prevenir la contaminación del útero de agentes patógenos externos, sirve además como reservorio para el semen después de la monta natural (en las yeguas y cerdas el semen se deposita en el cérvix).

Aunque los detalles de su estructura difieren entre los mamíferos domésticos, la vaca presenta cuatro anillos cervicales. En la cerda estos anillos presentan forma de tirabuzón para



La entrada a la cervix está orientada hacia la vulva en forma de cono, formando un círculo ciego de 360° que rodea completamente la entrada del cervix, a esta formación le conocemos como **fórnix uterino**.

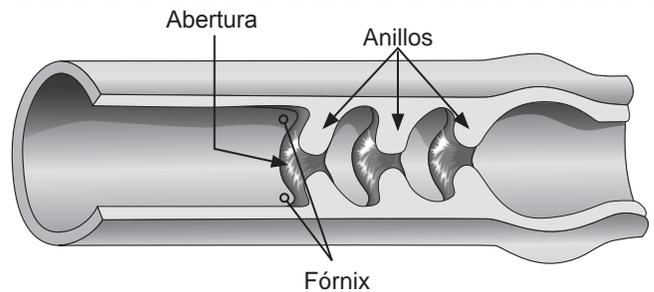


Figura 5. Anillos cervicales formados por los pliegues internos en un plano transversal y el fórnix como resultado de una protrusión del primer anillo del cervix en la vagina.

adaptarse a la punta del pene del verraco. En la yegua es más abierto que las demás especies.

Durante el estro esta estructura se dilata debido a los altos niveles de estrógeno, así mismo ocasionan que las células epiteliales de la cervix secreten moco con propiedades antibacterianas para proteger el útero.

Durante la gestación, este moco se torna más denso, formando un tapón de consistencia gelatinosa que sella y protege el útero hasta el final de la gestación. Cualquier mala práctica que ocasione la ruptura de este sello protector puede ocasionar un eventual aborto.

1.6. Oviductos

Son estructuras pares ubicadas cerca de los ovarios hasta la punta de los cuernos uterinos con los que se unen.

Sus funciones incluyen transporte de óvulos y espermatozoides, sitio de fecundación y el lugar donde ocurren las primeras divisiones celulares del embrión.

Contiene tres capas celulares:

- Externa: tejido conjuntivo

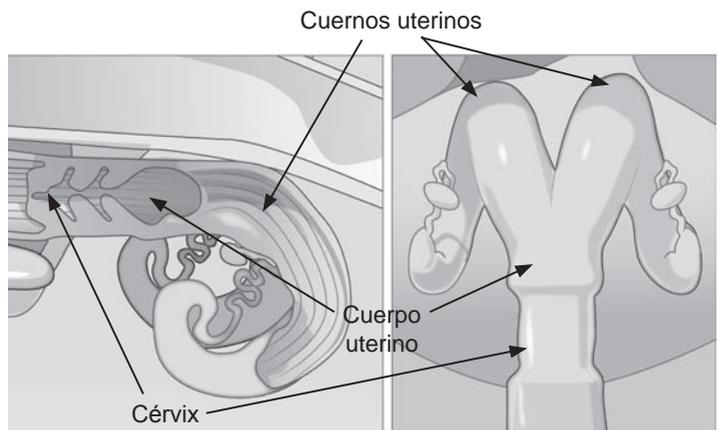


Figura 6. Útero y cuello uterino

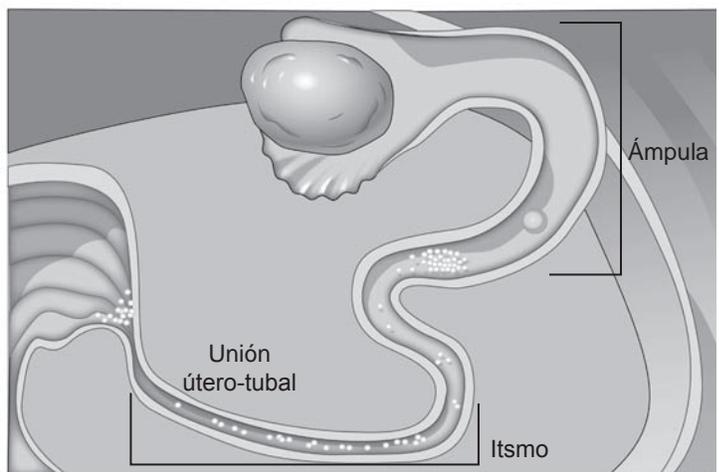


Figura 7. Ámpula donde ocurre la fecundación

- Media: tejido muscular
- Interna: mucosa que contiene células epiteliales

El oviducto en la mayoría de las hembras domésticas mide 20-30 cm de longitud y se divide en tres segmentos:

- Infundíbulo: forma de embudo, cerca de los ovarios
- Ámpula: continuación del infundíbulo donde ocurre la fecundación
- Itsmo: contiene gran cantidad de células secretoras y se une con el cuerno uterino.

Toda la actividad del oviducto está determinada por las hormonas femeninas, los estrógenos la estimulan y la progesterona la inhibe.

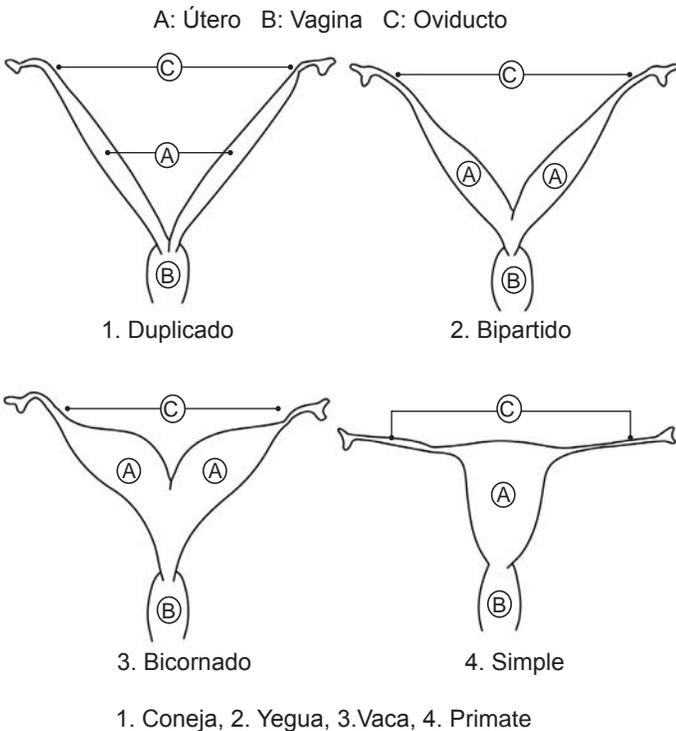
1.7. Útero

Conformado por el cuerpo del útero, la cérvix y los dos cuernos uterinos. Su principal función es retener y nutrir al feto o embrión. Ubicado en la cavidad abdominal, se extiende desde la unión uterotubaria del cérvix hasta los cuernos uterinos.

La forma y disposición de los cuernos uterinos varían con la especie.

Existen cuatro tipos básicos de útero en los animales domésticos:

1. Duplicado, como en el caso de la rata, la coneja y otros animales de laboratorio.
2. Bipartido, como en el caso de la yegua.
3. Bicornado, como en el caso de la cerda, vaca, cabra y oveja.
4. Simple, característico de los primates que aparece como un cuerpo en forma de pera sin cuernos uterinos.



Este órgano está formado por tres capas musculares: endometrio, miometrio y adventicia (serosa), de su interior a su capa más externa, respectivamente.

En el endometrio se encuentran las carúnculas, estructuras que son puntos donde se fija la placenta a través de los cotiledones y es donde ocurren las acciones de los estrógenos y progesterona que preparan al útero para la preñez.

Figura 8. Modelos de formas del cuerpo uterino
La posición del útero animal se encuentra de forma horizontal

1.8. Ovarios

Son los órganos reproductores primarios en las hembras domésticas. Producen los óvulos y las hormonas sexuales femeninas (estrógeno y progesterona). Están situados en la región sublumbar y normalmente son ventrales a las IV o V vértebras lumbares, están en contacto con la pared lumbar del abdomen.

El tamaño y la forma varían de acuerdo a las especies, con un rango de 35 x 25 x 15 mm.

El ovario está formado por una pared externa, "corteza" y "médula", compuesta de vasos, nervios y tejido conjuntivo; ambas están rodeadas por un epitelio superficial conocido como epitelio germinal. La irrigación sanguínea se da a través de la arteria ovárica y el retorno venoso lo realiza la vena ovárica.

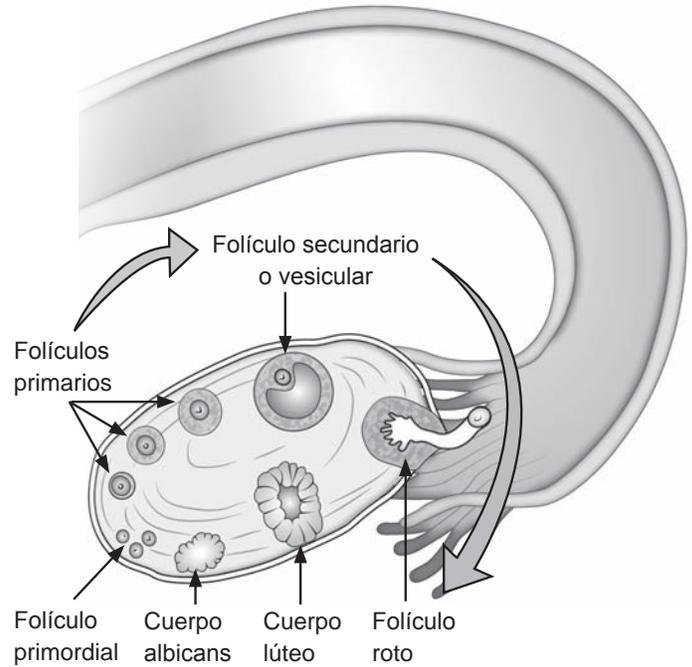


Figura 9. Desarrollo de óvulos en el ovario

Tabla 2: Tipos de ovarios de las diferentes especies

Especie	Vaca, oveja y cabra	Yegua	Cerda
Forma	 Almendrada (ovoide)	 Arriñonada	 Racimo de uva
Tamaño		Dos o tres veces más grande que el de vaca	Ligeramente más grandes que el de la oveja

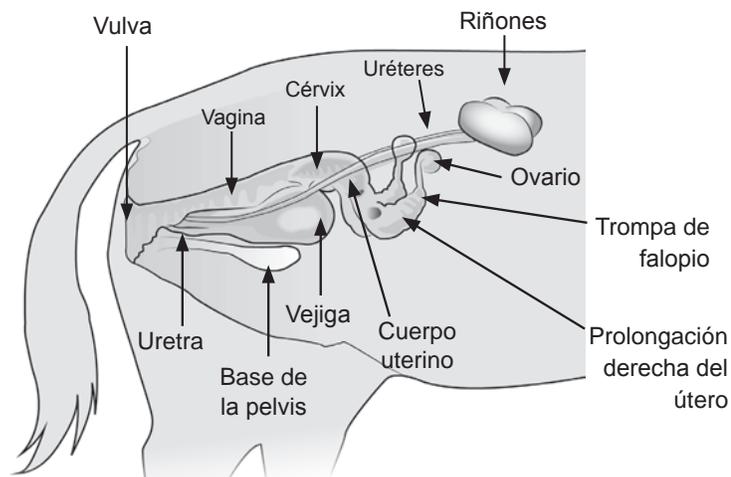


Figura 10. Aparato reproductor de la yegua

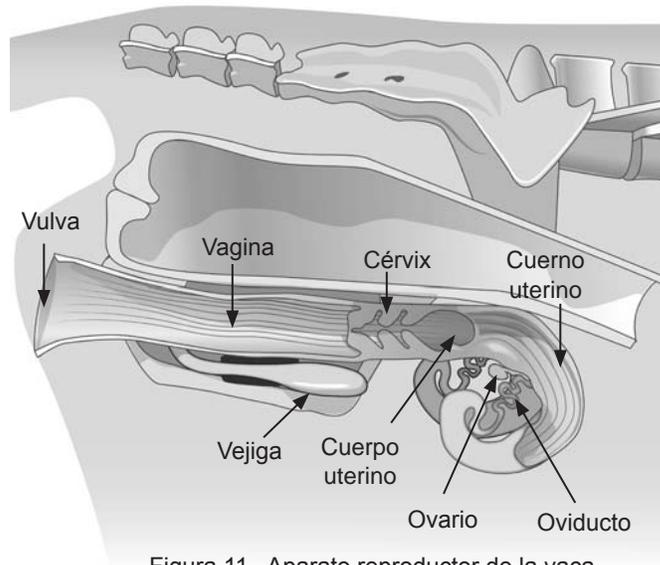


Figura 11. Aparato reproductor de la vaca

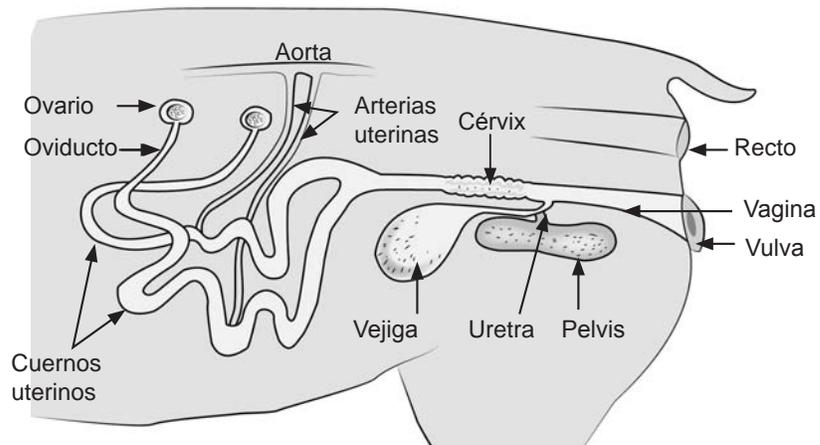


Figura 12. Aparato reproductor de cerda

2. Anatomía y fisiología comparada del aparato reproductor del macho en las diferentes especies

El aparato reproductor del macho está situado en el interior de la cavidad abdominal debajo del recto. En el exterior se encuentran los genitales externos (testículos y pene). Su principal función es la producción de espermatozoides, para posteriormente depositarlo en el aparato reproductor de la hembra y la elaboración de hormonas (andrógenos) que regulan los caracteres sexuales del macho y la propia producción de espermatozoides.

Consta de las siguientes estructuras anatómicas: testículos, conductos genitales, glándulas accesorias (glándulas bulbouretrales, próstata y vesícula seminal), pene y prepucio.

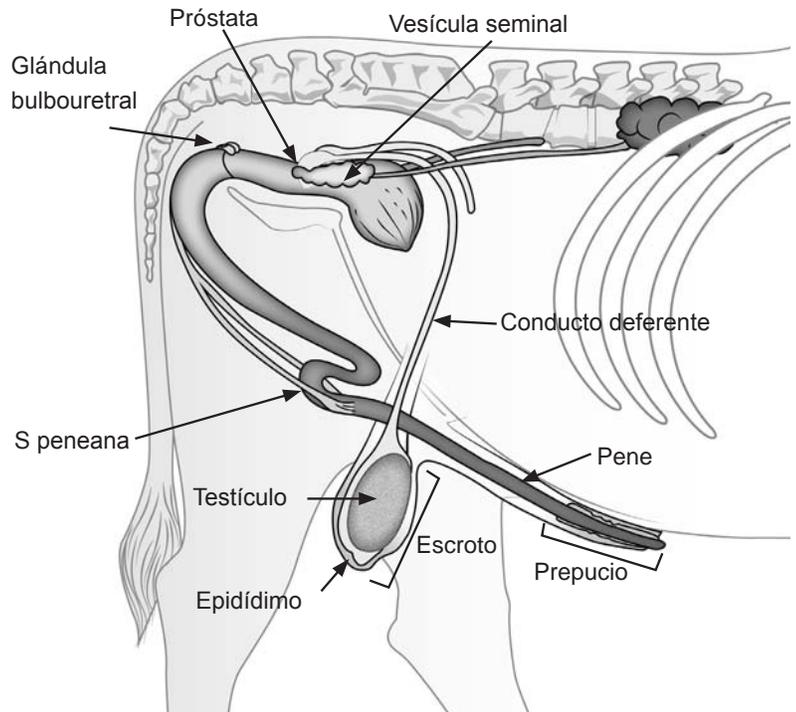


Figura 13. Aparato reproductor del toro

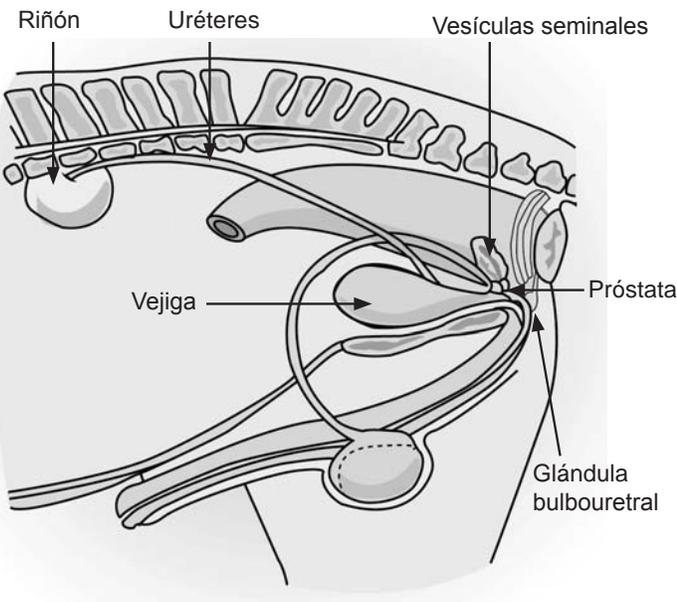


Figura 14. Aparato reproductor del caballo

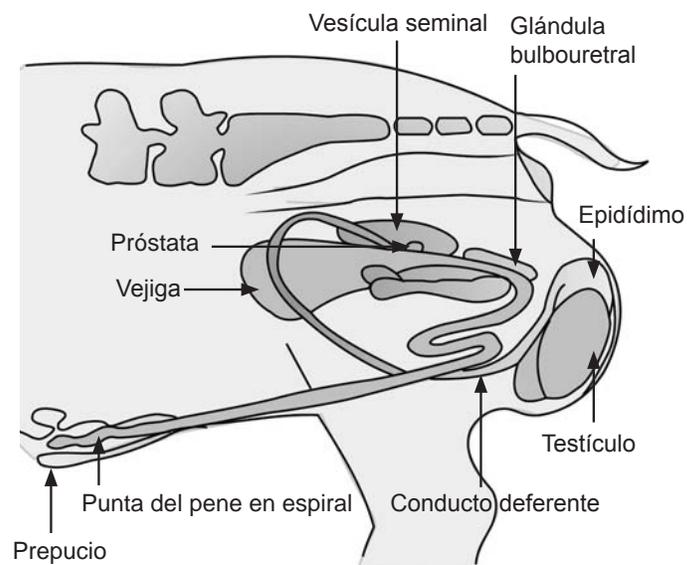


Figura 15. Aparato reproductor del cerdo

2.1. Órganos sexuales primarios

(1) Testículos

La función de los testículos es producir células sexuales masculinas o espermatozoides y elaborar la hormona testosterona. Esta hormona determina el desarrollo y mantenimiento de las reacciones sexuales del macho frente a la hembra y la aparición de los caracteres sexuales secundarios. Están ubicados en el escroto y la orientación del eje mayor de los testículos difiere entre machos de las distintas especies. En los rumiantes son colgantes, en los equinos y caninos se encuentran debajo del abdomen, en el cerdo se encuentran adheridos de forma vertical al tren posterior.

(2) Escroto

Se ubica suspendido en la región inguinal, de forma ovoide, alargada y pendular. La piel está cubierta con pelos, conteniendo glándulas sudoríparas y sebáceas. Su función principal es proteger a los testículos y mantener la temperatura adecuada (función termorregulador). La producción de espermatozoides en los testículos ocurre normalmente de 4°C a 7°C por debajo de la temperatura corporal.

Macroscópicamente se observan dos estructuras: túnica albugínea o túnica vaginal propia por la cual está recubriéndolo y el parénquima testicular en el que se encuentran los túbulos seminíferos.

La túnica albugínea es una membrana fibrosa que se dirige al interior del testículo sirviendo de sostén al parénquima testicular, el cual aloja a los túbulos seminíferos en donde las espermatogonias sufren cambios hasta transformarse en espermatozoides, pasando a través de los conductos eferentes, los cuales llevan el esperma al epidídimo.

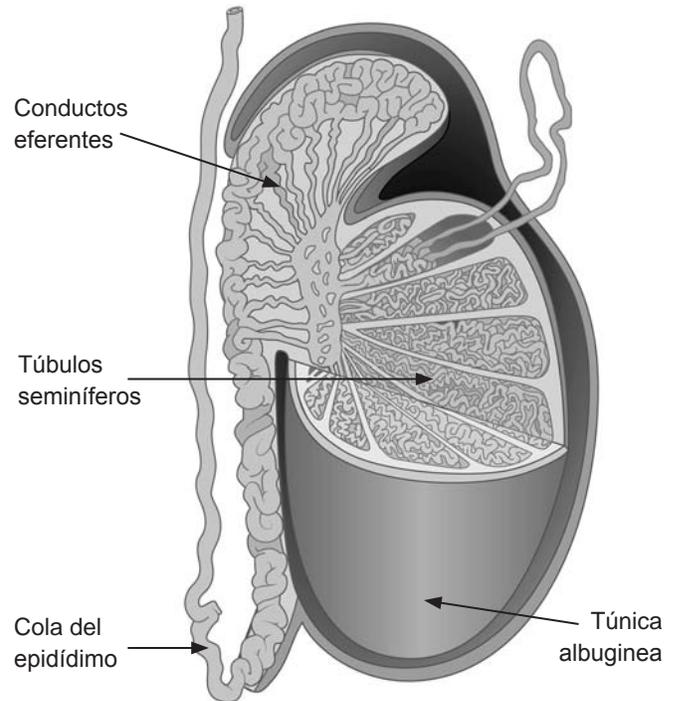


Figura 16. Testículo





La función del escroto es la de conservar la temperatura corporal. El escroto se encuentra fuera de la superficie animal, cumpliendo la función de protección de los testículos y mantener la temperatura constante para la sobrevivencia de los espermatozoides.

2.2. Órganos sexuales secundarios

Están compuestos por los conductos excretores (epidídimo, conductos deferentes, ámpula y la uretra), las glándulas accesorias, el pene y el prepucio.

(1) Epidídimo

Es la estructura adyacente al testículo, que cumple las funciones de transporte, maduración y almacenamiento de los espermatozoides.

Anatómicamente se reconocen tres partes: cabeza, cuerpo y cola. Esta última porción continúa con los conductos deferentes que almacenan y transportan el semen hacia la uretra durante el proceso de la eyaculación. La parte terminal de los conductos deferentes se conoce como ampollas eferentes o ámpulas.

Las glándulas sexuales accesorias en el bovino, ovino, caprino, porcino y equino son: ámpulas, vesículas seminales, próstata y bulbo uretrales.

(2) Conductos eferentes

Se originan en los testículos y su función principal es transportar los espermatozoides desde los tubos seminíferos del testículo hasta el epidídimo.

La ubicación, tamaño y cantidad de líquido producido por cada una de estas glándulas y el volumen del eyaculado, varía entre las especies domésticas.

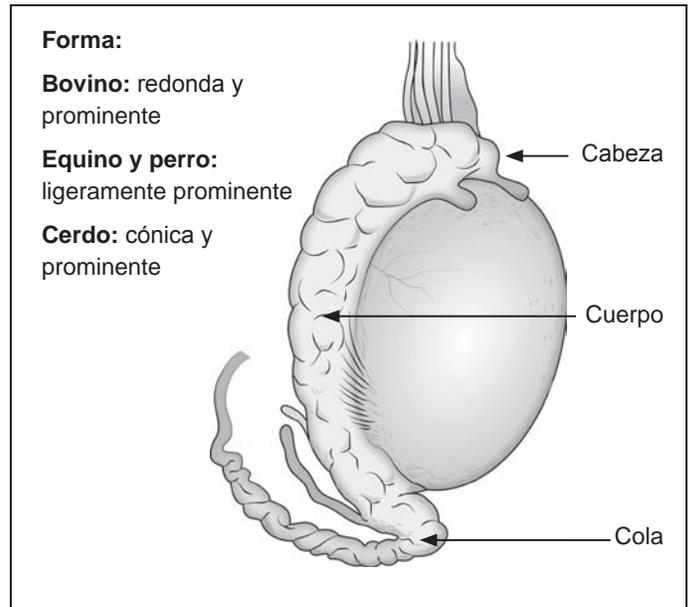


Figura 17. Aspectos morfológicos del epidídimo

(3) Vesículas seminales

Son órganos pares localizados en la cavidad pélvica, tienen forma alargada, lobulada y están formadas por grandes lobulillos, que pueden ser palpadas por vía rectal. La secreción de estas glándulas constituye cerca de la mitad del eyaculado.

(4) Próstata

El cuerpo de la próstata es una pequeña protuberancia trasversal en forma de anillo que rodea la uretra en su parte superior. En algunos animales es difícil detectar a la palpación ya que puede ser muy pequeña o es rudimentaria. La porción diseminada de la próstata se encuentra distribuida en toda la longitud de la uretra.

(5) Pene

Órgano que tiene doble función: la expulsión de la orina y el depósito del semen en el aparato reproductor de la hembra. En el pene de los mamíferos se encuentran cuerpos cavernosos y esponjosos, que rodean a la uretra.

Estos cuerpos cavernosos tienen la propiedad de llenarse de sangre y producir la erección. En el caso del pene de los carnívoros, equinos y del humano (pene vascular) se observan grandes espacios, mientras que en pene fibro-elástico (rumiante y porcino) los cuerpos cavernosos son menos desarrollados.

En rumiantes y porcinos poseen la flexura sigmoidea o "S" peneana, la cual se distiende por la relajación de los músculos retractores del pene durante la erección y vuelve a su posición de descanso por la concentración de estos músculos.

La parte anterior del pene tiene diferentes formas de acuerdo a la especie. En el equino el glande es característico ya que presenta una prolongación uretral de 1 cm aproximadamente. En el bovino, ovino y caprino presentan un glande en forma de punta de lanza, sin embargo éste último posee una prolongación uretral de 4 a 5 cm.

El cerdo no tiene una estructura que se diferencie del cuerpo del pene, el glande en sí es una continuación que termina en forma del tirabuzón o sacacorcho.

(6) Prepucio

Es la capa de piel que cubre el pene flácido. En el caso del caballo posee un pliegue interno de forma circular. El escroto y prepucio son irrigados por vasos sanguíneos provenientes de la arteria pudenda externa y cremastérica.

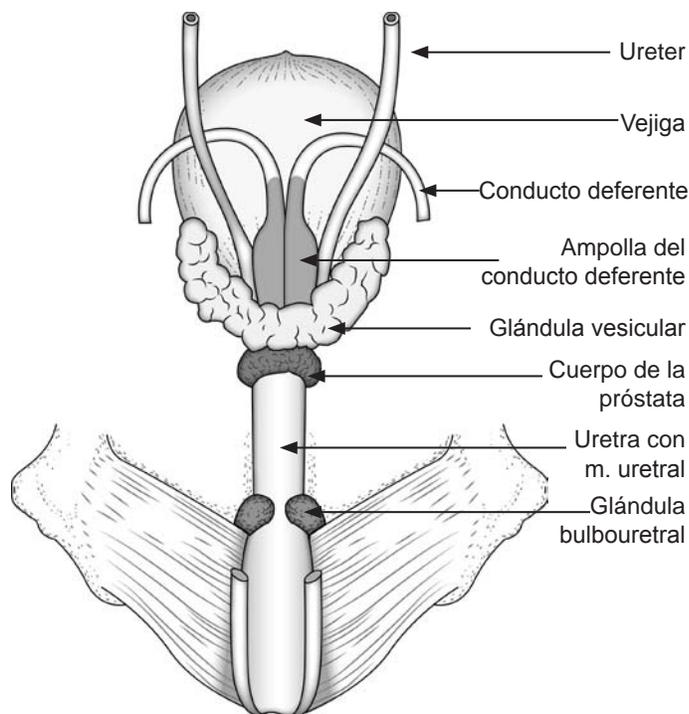


Figura 18. Aparatos genitales alrededor de la próstata

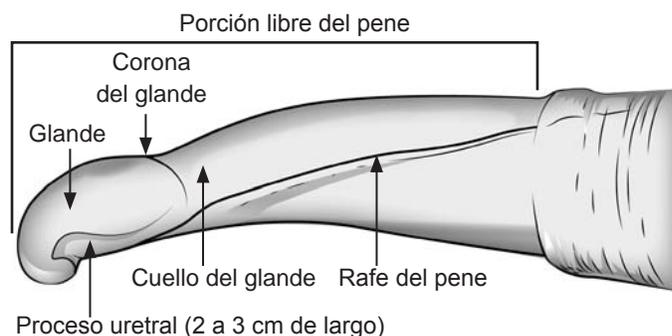


Figura 19. Porciones del pene del bovino

Actividades

Con apoyo del docente, realice las siguientes prácticas para medir los conocimientos adquiridos de los contenidos estudiados.

Después de haber conocido el aparato reproductor de la hembra y macho de las diferentes especies a través de gráficos, realice la siguiente actividad:

1. Identifique externamente los aparatos reproductores de la vaca y cerda.
2. Diseccione el aparato reproductor y observe cada una de sus partes.
3. Realice palpaciones de las diferentes estructuras que conforman el aparato reproductor.
4. Realice la comparación entre los aparatos reproductores.
5. Observe los órganos externos del aparato reproductor masculino por especies y anota las diferencias.

Autoevaluación

Después de haber estudiado la segunda unidad, realice lo que a continuación se le solicita.

1. Explique:
1.1. La conformación del sistema reproductor del macho y la hembra y sus funciones.
1.2. Las fases que intervienen en la reproducción entre la hembra y el macho a través de láminas y maquetas.
1.3. Las características fisiológicas del ciclo estral en las hembras de las diferentes especies domesticas a través de láminas, maquetas y medios reales.
2. Enumere:
2.1. Funciones de los ovarios.
2.2. Fases del ciclo estral en las hembras.

Unidad III: Reproducción en hembra y macho

Objetivos de la unidad:

Explicar las características fisiológicas del ciclo estral en las hembras de las diferentes especies a través de láminas, maquetas y medios reales.

Explicar los procesos que se dan durante la fecundación de un óvulo a través de láminas o maquetas.

1. Pubertad y madurez sexual en hembra y macho

1.1. Conceptos

(1) Pubertad

Es el período en la vida del animal en que adquiere por primera vez la capacidad para reproducirse, aparecen los primeros caracteres sexuales secundarios y adquieren un gran crecimiento y desarrollo de los órganos genitales.

La pubertad tanto en hembras como en machos se presenta antes de alcanzar el adecuado desarrollo corporal por lo que se debe esperar para iniciar la reproducción hasta que los individuos alcancen la madurez sexual.

(2) Madurez sexual

Es el período posterior a la pubertad, cuando todos los sistemas que intervienen en la reproducción funcionan en armonía y a toda su capacidad. La madurez sexual es cuando se alcanza el máximo potencial reproductivo.

1.2. Factores que afectan la pubertad y madurez sexual

(1) Nutrición, peso y edad

La nutrición es uno de los factores más importantes por la dificultad de controlarlo. La magnitud de sus efectos está sujeta a una edad mínima para que el sistema reproductivo esté apto para responder a los estímulos.

En este sentido, generalmente se habla de peso y edad mínima necesaria para que una determinada raza sea susceptible de alcanzar la pubertad.

La calidad de la nutrición modela la pubertad a través del crecimiento (peso-edad), es decir, la sobrealimentación logra la pubertad a edad más temprana. Por otro lado, si el ritmo de crecimiento se reduce por subalimentación, la edad al primer estro se retrasará.

También la alimentación modela la pubertad a través de la expresión génica. Una nutrición adecuada se traduce en la expresión del potencial genético de todos los parámetros a medir (genotipo y fenotipo).

Evidentemente, el grado de nutrición afecta a la tasa de crecimiento y desarrollo. El peso corporal es un elemento importante para predecir cuándo se alcanzará la pubertad, por lo tanto, el inicio de la ciclicidad se relaciona más estrechamente con el peso corporal que con la edad.

(2) Raza

Tanto en las razas puras como en las cruzas, se sigue manteniendo el hecho que a mejor alimentación menor edad y mayor peso a la pubertad. Por ejemplo, en el caso de los bovinos, las razas cebúes tardan alrededor de 9 meses más en llegar a la pubertad que los bovinos europeos. En general, las razas de menor tamaño llegan a la pubertad a edad más temprana, el cuerpo más pequeño significa aceleración de los procesos fisiológicos.

1.3. Factores externos

(1) Temperatura

Las temperaturas muy elevadas pueden secar la vegetación del campo y las hace menos nutritivas y el animal come menos, teniendo más dificultad para su desarrollo sexual.

Las altas temperaturas afectan a los animales de régimen extensivo por la falta del alimento en el campo, esto influye sobre los factores desencadenantes de los cambios en los pulsos de GnRH hipotalámicos. Por ejemplo, en los ovinos, los estrógenos pueden producir alteraciones del ciclo sexual.

(2) Bienestar animal

Cualquier causa que provoque estrés al animal (maltrato, hambre, sed, mal diseño de las instalaciones, entre otros) produce alteraciones fisiológicas que se traducen en mala alimentación, retardo en el desarrollo que por consiguiente altera las funciones normales de producción y reproducción.

Tabla 3: Presentación de la pubertad en hembras

Especie	Tipo de ciclo	Duración del ciclo	Duración del celo	Edad Pubertad
Yegua	Poliéstricas estacional	3 semanas	5-6 días	12-24 meses
Vaca	Poliéstricas	3 semanas	10-12 horas	6-18 meses
Oveja	Poliéstricas	16-18 días	36 horas	5-16 meses
Cabra	Poliéstricas estacional	3 semanas	12-24 horas	4-16 meses
Cerda	Poliéstricas	3 semanas	2-3 días	4-8 meses

2. Ciclo sexual (reproductivo o estral)

Es el conjunto de acontecimientos fisiológicos que se producen en el aparato reproductor y cambios en el comportamiento de la hembra a intervalos de tiempo cíclicos, como consecuencia de las variaciones en los niveles hormonales.

Son las fases que se dan entre la presentación de un celo y otro, a nivel del aparato reproductor.

2.1. Tipos de ciclo sexual

(1) Poliéstricas

Se refiere a las hembras que presentan celos recurrentes durante todo el año como la vaca, la cerda y la cabra que sucede cada 21 días.

(2) Poliéstricas estacionales

Repiten su ciclo regularmente pero en determinada estación del año, como en el caso de las yeguas cuyo ciclo estral es de fotoperiodo largo o de las ovejas cuyo ciclo es de fotoperiodo corto.

Tabla 4: Ciclo, duración del estro y ovulación en hembras poliéstricas

Especie	Ciclo estral (días)	Duración del estro	Ovulación
Vaca	21	12-24 horas	10-11 horas después del estro
Cerda	19-21	2-4 días	35-45 horas del inicio del estro
Oveja	21	24-36 horas	24-30 horas a partir del inicio del estro
Cabra	16-21	32-40 horas	30-36 horas a partir del inicio del estro
Yegua	19-25	4-8 días	1-2 días antes del final del estro

(3) Monoéstricas

Solamente presentan celo una o dos veces por año como en el caso de la perra.

2.2. Etapas del ciclo sexual

Se presenta a través de una serie de cambios como el desarrollo de los folículos en el ovario, la ovulación. Esta secuencia de cambios y comportamiento es controlada por la acción de una hormona secretada por la glándula pituitaria y los genitales femeninos.

Fases del ciclo estral:

Fase folicular		Fase Luteínica	
Proestro	Estro o celo	Metaestro	Diestro
<ul style="list-style-type: none"> • Inicia la regresión del cuerpo lúteo. • Crecimiento folicular como consecuencia de FSH.(Hormona foliculo estimulante) • Aumenta el fluido folicular. • Liger a tumefacción de la vulva. • Cérvix aumenta de tamaño. • Empieza secreción de limo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Receptividad sexual. • Máximo desarrollo folicular. • Aumento de la actividad física. • Ocurre la ovulación (excepto en vacas) • Limo claro y viscoso. • Tumefacción vulvar. • Tumefacción de los cuernos. • Olfatea, monta y se deja montar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Formación de cuerpo lúteo. • Ocurre la ovulación (en vacas). • Cesan las manifestaciones de celo, tranquilidad sexual. • Bajan los niveles de estrógeno. • Comienza la producción de progesterona. • Disminuye el flujo de limo. • Hemorragia metastral por ruptura de vasos sanguíneos. 	<ul style="list-style-type: none"> • El cuerpo lúteo completa su desarrollo. • El útero se prepara para recibir al embrión. • Predominancia del mantenimiento de progesterona.

2.3. Control fisiológico del ciclo sexual

(1) Control hormonal

Durante el ciclo sexual (aproximadamente 21 días) se desarrollan de dos a tres folículos, pero solo uno de ellos, llamado folículo dominante, logra desarrollarse completamente produciéndose en éste la ovulación.

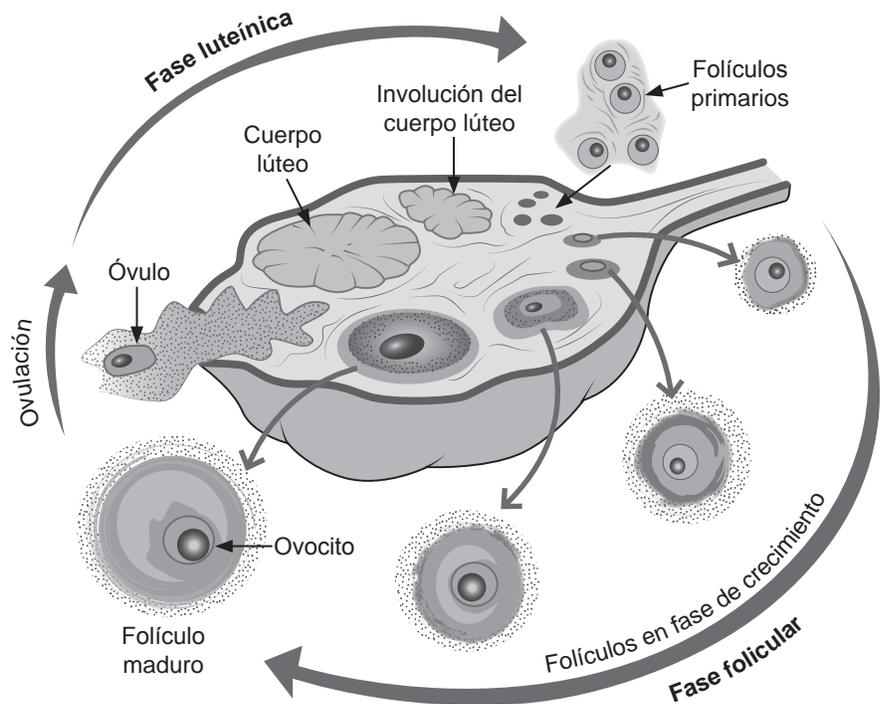


Figura 20. Ciclo ovárico

(2) Eje hipotalamo-hipófisis

El Hipotálamo forma parte de la base del cerebro y sus neuronas producen la Hormona Liberadora de las Gonadotropinas (GnRH). Su función es estimular la producción y secreción de las hormonas hipofisiarias Hormona Folículo Estimulante (FSH) y Hormona Luteinizante (LH), entre otras.

La hipófisis es una glándula pequeña situada en la base del cerebro, unida al hipotálamo por el tallo hipofisario. Se llama también glándula pituitaria, se divide en adenohipófisis y neurohipófisis.

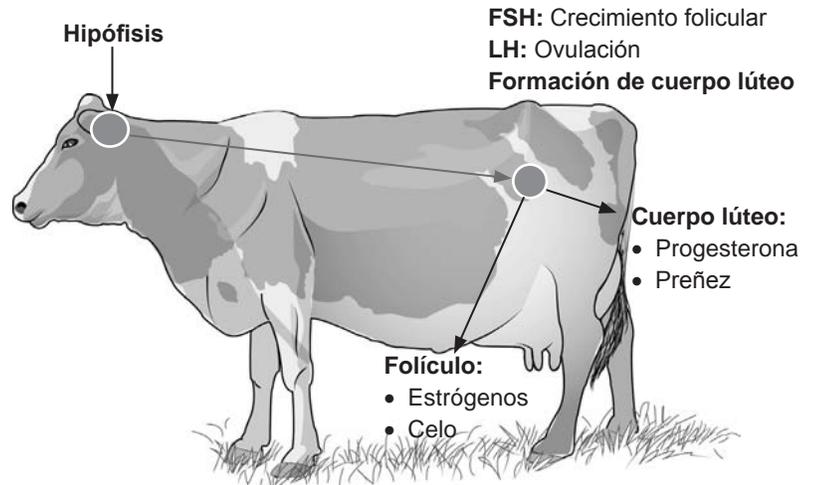


Figura 21. Regulación hormonal de la actividad reproductiva de la vaca

La hipófisis anterior o adenohipófisis produce la FSH y LH. La FSH es la encargada del proceso de esteroideogénesis ovárica, crecimiento y maduración folicular y la LH es la que interviene en el proceso de ovulación, formación y mantenimiento del cuerpo lúteo. La hormona oxitocina, que también es producida en el hipotálamo, es almacenada en la adenohipófisis e intervendrá en los procesos de parto, bajada de la leche, transporte de espermatozoides en el útero así como en el proceso de luteolisis o ruptura del cuerpo lúteo en el ovario.

El hipotálamo puede “disparar” el mecanismo neural que permite los cambios de comportamiento asociados con el inicio del celo.

(3) Hormonas de la reproducción

Glándula	Hormona	Función
Hipófisis anterior	LH	Formación del cuerpo lúteo
	Prolactina	Bajada de la leche
	ACTH	Liberación de glucocorticoides
Hipófisis posterior	Oxitocina	Bajada de la leche
Ovario	Estrógenos	Crecimiento glándula mamaria
	Progesterona	Mantenimiento de la preñez Crecimiento glándula mamaria
	Relaxina	Expansión pelvis Dilatación del cérvix
Corteza adrenal	Glucocorticoides	Parto
Placenta	Estrógenos	Crecimiento de glándula mamaria
	Progesterona	Mantenimiento de la preñez Crecimiento glándula mamaria
	Relaxina	Expansión pelvis Dilatación del cérvix
Útero	Prostaglandina	Parto Regresión del cuerpo lúteo

(4) Ovarios

Los ovarios son glándulas pares que elaboran las hormonas estrógeno y progesterona, producen una determinada cantidad de óvulos que la hembra presenta en gran cantidad al momento de nacer. Tienen básicamente dos funciones: exocrina, (liberación de óvulos) y endocrina (producción y secreción de hormonas).

Entre las hormonas que producen los ovarios podemos citar los estrógenos o estradiol, la progesterona y la inhibina. Los estrógenos son hormonas esteroides producidas en el folículo ovárico y son los responsables de estimular la conducta sexual o de celo actuando sobre el sistema nervioso central del animal; además, tienen acción sobre otros órganos del aparato reproductivo como son las trompas de Falopio, el útero, la vagina y la vulva.

Ovogénesis: es el proceso de desarrollo de las células germinativas de la hembra. Incluye la formación y la maduración de las células e incluye tres procesos:

- i) **Proliferación:** es una etapa fetal, mitótica en la que se forma un número determinado de ovocitos primarios que más tarde van a cumplir una función, pero muchos de ellos desaparecen al momento del nacimiento.
- ii) **Crecimiento:** en esta fase, el ovocito aumenta de tamaño, se forma la zona pelúcida, células de la granulosa y células de la teca, los óvulos migran al interior del ovario. Esta es una fase mitótica que comienza antes de la pubertad.
- iii) **Maduración:** esta etapa se da después de la pubertad, la primera meiosis se da en plena ovulación y la segunda meiosis en el momento de la fertilización. La primera división meiótica da origen al ovocito secundario y la eliminación del primer cuerpo polar. Aquí se lleva a cabo la ovulación. La segunda división meiótica se activa por el nemaspermo en el ovulo y produce al cigoto y al segundo cuerpo polar.

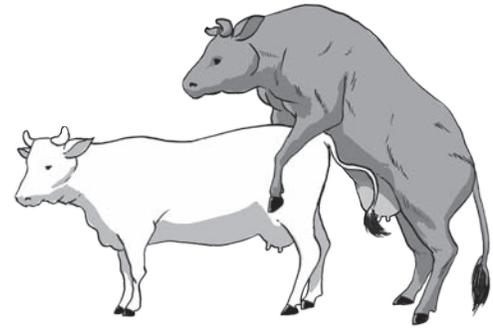
2.4. Características y manifestaciones externas del celo en las distintas hembras

(1) Vaca

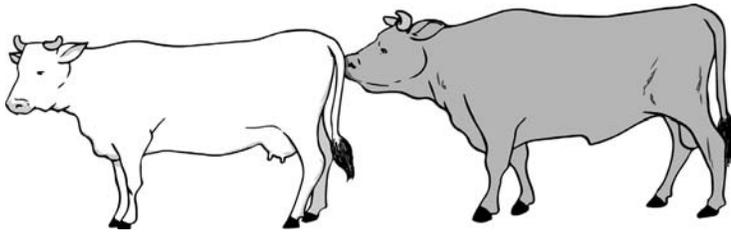
Tabla 5: Signos indicadores de celo y actividad sexual en hembras bovinas

De conducta		Físicos	Fisiológicos
Principal	Secundarios		
Aceptación de la monta (Inmovilidad, Standing)	<ul style="list-style-type: none"> • Topeteo • Caminar alrededor • Lamidos • Olfateo • Bramidos • Embestidas • Apoyar cabeza en grupa • Intento de monta • Seguimiento 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Descargas de mucus por la vulva 2. Vulva roja y edematosa 3. Excoriaciones y Depilaciones en la región sacral 4. Cola manchada 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inapetencia 2. Disminución de la producción láctea. 3. Micción frecuente 4. Sangrado durante el metaestro

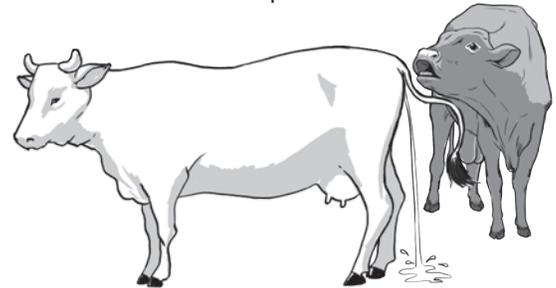
Un comportamiento específico con gran significado es la conducta del Flehmen, estimulada por la presencia de sustancias químicas de comunicación sexual entre los individuos de una misma especie denominadas feromonas, y que son eliminadas en abundancia en la orina de las hembras en celo y secreciones vaginales.



Acepta monta



Olfatea otras vacas



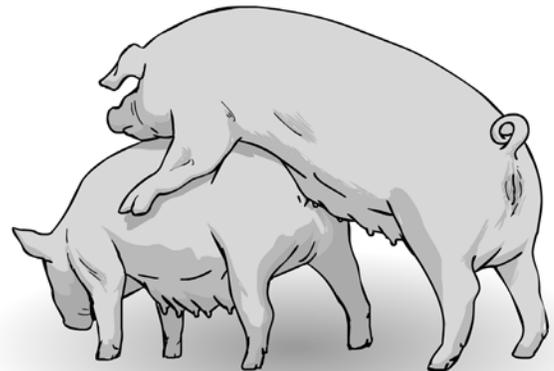
Micción y mugidos frecuentes

Figura 22. Comportamientos visibles de la hembra durante el celo

(2) Cerda

El celo en las cerdas se puede detectar gracias a las siguientes características que presentan las hembras en este periodo:

- Vulva un poco enrojecida e hinchada
- Moco vaginal a veces abundante
- Pierde apetito y a veces hay salivación
- Orejas paradas
- Lomo arqueado
- Ojos vidriosos
- Cola hacia arriba y en movimiento
- Gruñido característico
- Se deja montar por otras cerdas



(3) Cabra y oveja

En las cabras y ovejas los signos externos que podemos detectar e interpretar para llegar a la conclusión de que estas se encuentran en celo son los siguientes:

- Inquietud y nerviosismo.
- Elevación del labio superior.
- Enrojecimiento de la vulva y vagina.
- Descarga de flujo vaginal: al comienzo claro y más líquido, entre 12-18 horas claro opaco y más abundante y de las 25-30 horas espeso y de consistencia cremosa.
- Elevación y movimiento de vaivén del rabo.
- Búsqueda y frotamiento contra el macho.
- se deja montar por otra hembra del rebaño.
- El más importante es el llamado reflejo de quietud que es cuando una hembra permanece quieta ante los intentos de monta.

(4) Yegua

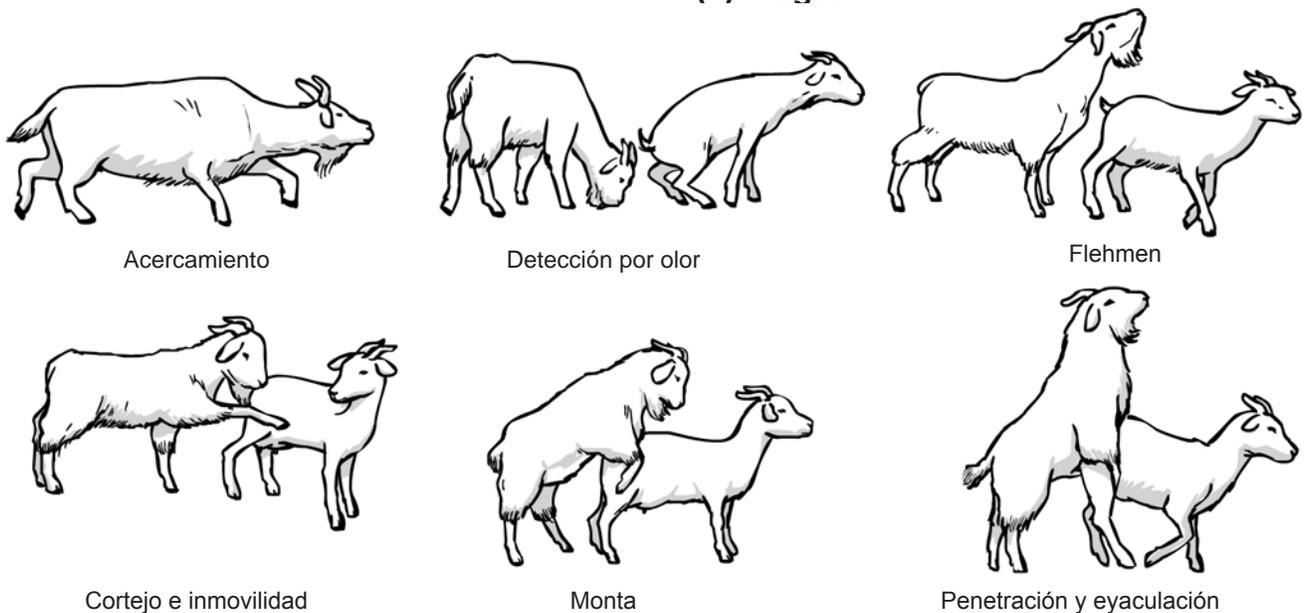
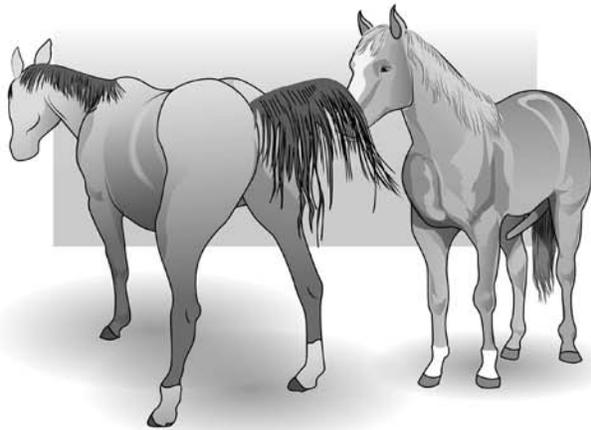


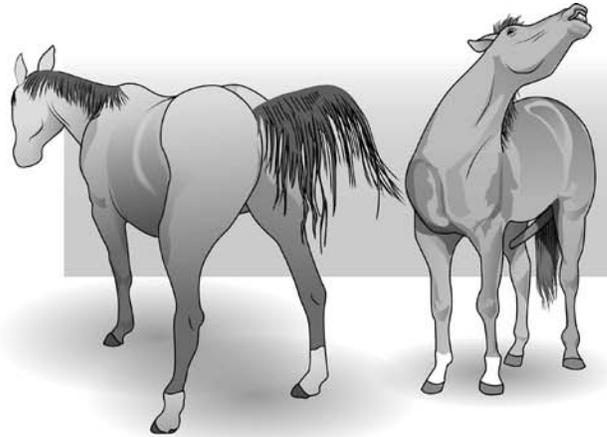
Figura 23. Manifestaciones externas de la hembra y el macho durante el celo

Entre las características externas que presentan las yeguas en el periodo de celo tenemos:

- Presenta deseo aparente de compañía.
- Abre y flexiona los miembros posteriores.
- Levanta y tuerce la cola en forma de bandera.
- Clitorea (guiño o centelleo vulvar).
- Orina frecuentemente, aumenta la incidencia en la micción.
- Se deja montar.



Durante el acercamiento del macho, la hembra muestra el clítoris elevando la cola



Postura de micción (Yegua) y Reflejo de Flehmen (Caballo)

2.5. Métodos de detección de celo

(1) Detección del celo por medio de la observación

Este método consiste en que una persona responsable de la tarea, observe el hato para identificar aquellas hembras que presenten signos específicos del celo.

Uno de los aspectos fundamentales en este sentido es considerar el lugar donde se va a llevar a cabo la observación, ya que determina en gran medida el éxito o fracaso de la tarea.

Lo ideal sería observar los animales las 24 horas del día, pero en las condiciones de manejo esto no es posible, debido a ello se recurre a la observación periódica.

Realizando dos o tres observaciones diarias es factible detectar entre el 70 - 90% de los celos; lo recomendable es llevar a cabo al menos dos observaciones por día, a intervalos lo más uniformes posible. Esto es a primera hora de la mañana y a última hora de la tarde.

La detección del celo es un trabajo que requiere tiempo, esfuerzo y disciplina, por lo que es necesario llevar el control del celo a través de los registros reproductivos, evitando así la pérdida de celo en ciclos regulares.

Si el ganado no entra en celo pasados los 60-90 días del parto, hay que consultar al veterinario para detectar la causa y tomar acción para resolverlo.

(2) Detección del celo con toros receladores o chin ball

Se utilizan machos de bajo valor genético a los cuales se les practicó una cirugía de desviación de pene para evitar la entrada del pene en la vagina y la preñez. La función específica del recelador es la detección del celo.

(3) Detección del celo con dispositivos

Existen dispositivos que se fijan en la región sacra y que son sensibles a la presión por lo tanto tienen la capacidad de registrar las montas y enviar la información, vía un transmisor de radio, a una computadora. Se genera una base de datos donde se registra la fecha, hora y duración del período de celo.

2.6. Madurez sexual y espermatogénesis en los machos

El estudio de la madurez sexual y de la espermatogénesis en el macho debe centrarse en el desempeño reproductivo, por lo que es de gran importancia conocer la fisiología de la reproducción.

El inicio de la pubertad definirá su potencial reproductivo y la capacidad para producir material genético viable, mejorando los indicadores reproductivos en las explotaciones pecuarias.

Madurez sexual en los machos	
Especie	Edad
Equino	12 - 24 meses
Porcino	9 - 10 meses
Bovino	12 meses
Caprino	5 - 6 meses
Canino	18 meses

(1) Espermatogénesis

Las células germinales se producen en la gónada masculina (testículos) mediante un proceso permanente de la división de las células germinales o espermatogonias. Son el producto final de la espermatogénesis, controlado por el eje hipotálamo-hipofisis-gónadas, y se comprende de diferentes fases en las cuales hay multiplicación y combinación del ADN por mitosis de las celular germinales, esta fase es conocida como fase de proliferación y el resultado final es la espermatogonia.

En la mitosis de la espermatogonia se da la formación del espermatocito primario el cual se divide mediante meiosis culminando con dos divisiones donde no hay replicación del ADN.

Por cada espermatogonia se forman 4 células llamadas espermátidas.

La última fase se conoce como fase de diferenciación en la cual se presentan los mayores cambios en la célula, la formación del flagelo y la pérdida del gran contenido citoplasmático, el núcleo se alarga y el resultado final de esta fase es un espermatozoide compuesto por una cabeza (núcleo altamente condensado) una pieza media y un flagelo envuelto por capas de fibra.

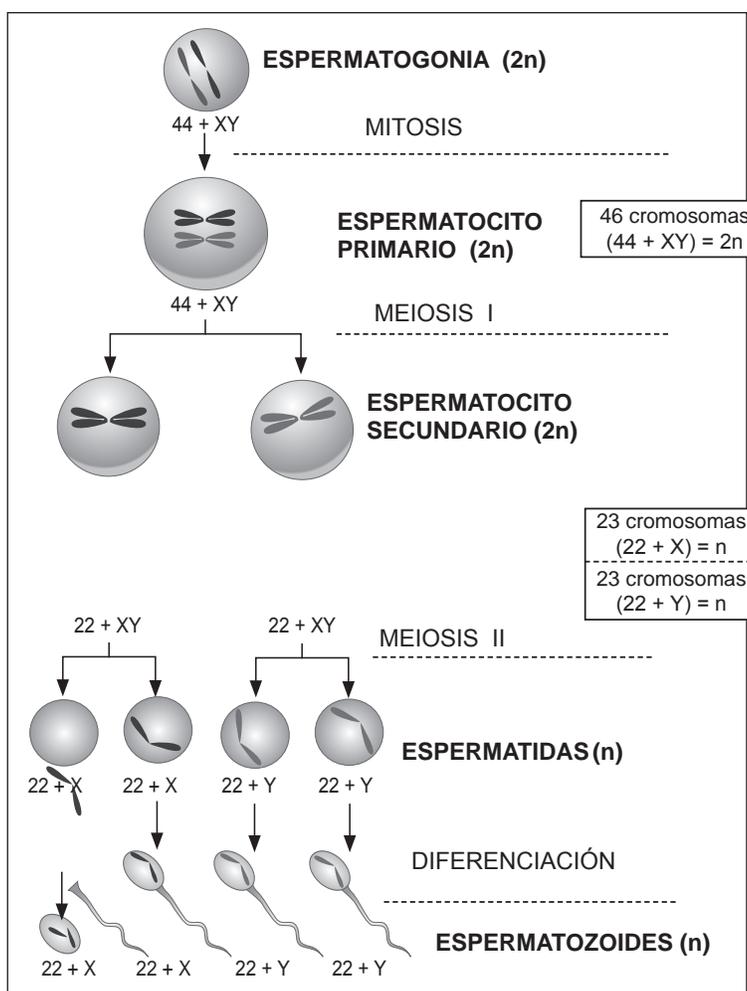


Figura 24. Proceso de espermatogénesis

3. Monta

3.1. Tipos de monta

(1) Monta natural

i) Monta natural permanente

Este método consiste en dejar que los animales copulen libremente, para lo cual los ganaderos dejan en libertad toros previamente seleccionados con el grupo de hembras. En monta libre la relación vaca-toro es de 20 vacas por toro. Esta relación puede variar en relación a la topografía de la finca y el tipo de toro utilizado.

ii) Monta natural estacionada

Consiste en que los toros y las hembras andan libres pero durante un período determinado del año (8 meses). Está de acuerdo a las condiciones climáticas de las zonas, a la época del año y a la parición estacional.

La relación vaca-toro es de 15 vientres por cada toro.

(2) Monta controlada

La hembra es llevada al macho en la época escogida y cuando se encuentra en periodos de celo (la monta debe hacerse 12 horas después de manifestarse los signos de celo). La relación vaca-toro es de 50 vacas por 1 toro.

3.2. Momento ideal para realizar la monta

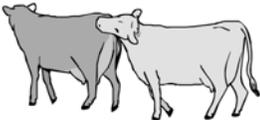
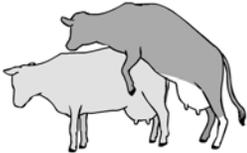
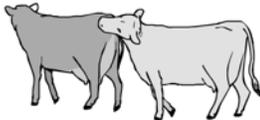
La ovulación ocurre de 24 a 48 horas antes de la terminación del celo. El conocimiento de la duración de los ciclos y los celos de cada reproductora, permite la utilización eficiente de los sementales, el día para la cubrición efectiva y la estrategia a seguir con cada hembra en el ciclo reproductivo.

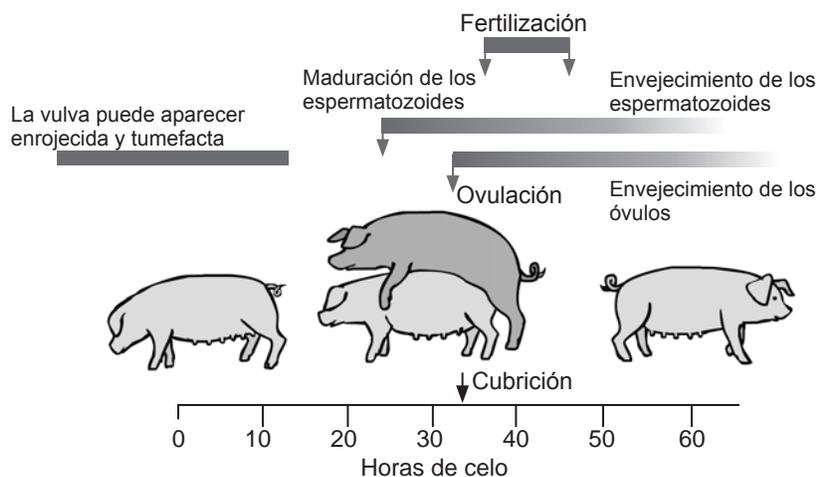


Momento adecuado para la monta

- La ovulación se produce alrededor de 15 horas después finalizado el celo.
- El óvulo adquiere el tiempo de retención de la fertilidad en aproximadamente 2 horas después de la ovulación y este tiempo es más corto que los espermatozoides.
- La fertilidad dura aproximadamente 20 horas. Los espermatozoides adquieren el tiempo de retención de la fertilidad en aproximadamente 6 a 10 horas después la fertilización.
- Después de aproximadamente 2 horas de finalizado el celo es el momento ideal de la monta.

Nota: Debe tener mucho cuidado, dado que la diferencia individual es grande en las cifras anteriores.

Cuando se debe servir una vaca en celo					
Inicio del celo 8 horas (0 - 24 h)	La vaca se deja montar 16 horas (3 - 30 h)			Final del celo 8 horas (2 - 24 h)	
					
	0	6	12	8	24 horas
Inseminación artificial	Temprana	Buena	Mejor	Buena	Tardía
Monta natural	Temprana	Mejor		Tardía	



4. Fecundación

La fecundación, también llamada singamia, es el proceso por el cual dos gametos (masculino y femenino) se fusionan durante la reproducción sexual para crear un nuevo individuo (llamado huevo o cigoto) con un genoma derivado de ambos padres.

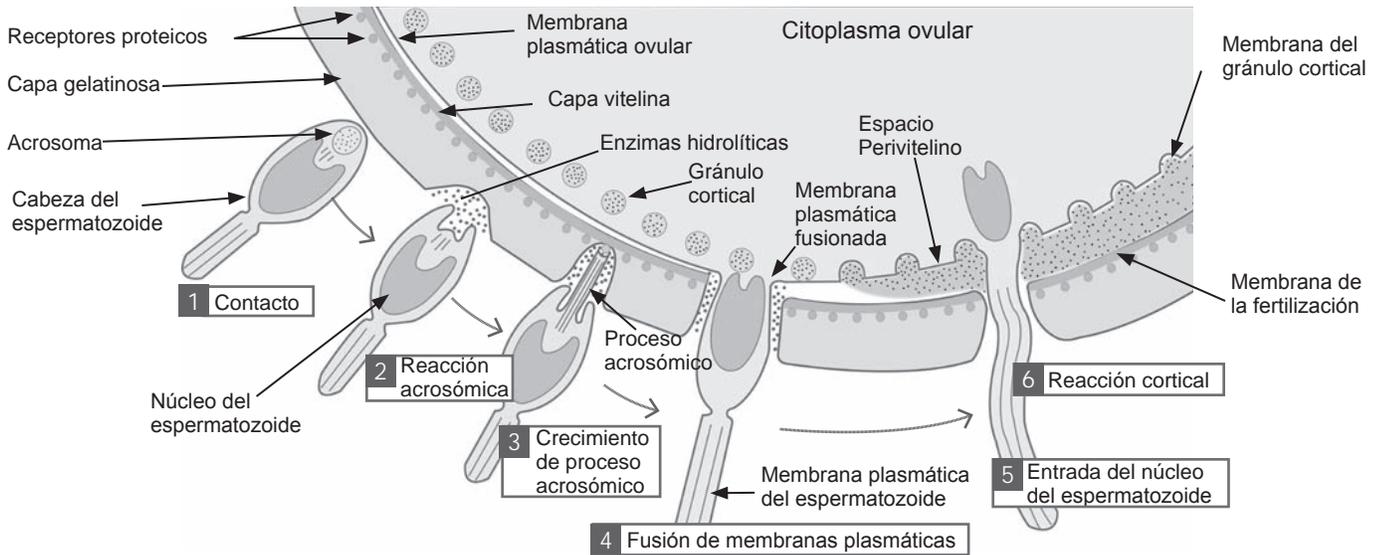


Figura 25. Fases de la fecundación. La cabeza del espermatozoide entra en contacto con la membrana plasmática del ovocito, lo cual produce la liberación de enzimas lisosómicas desde los gránulos corticales

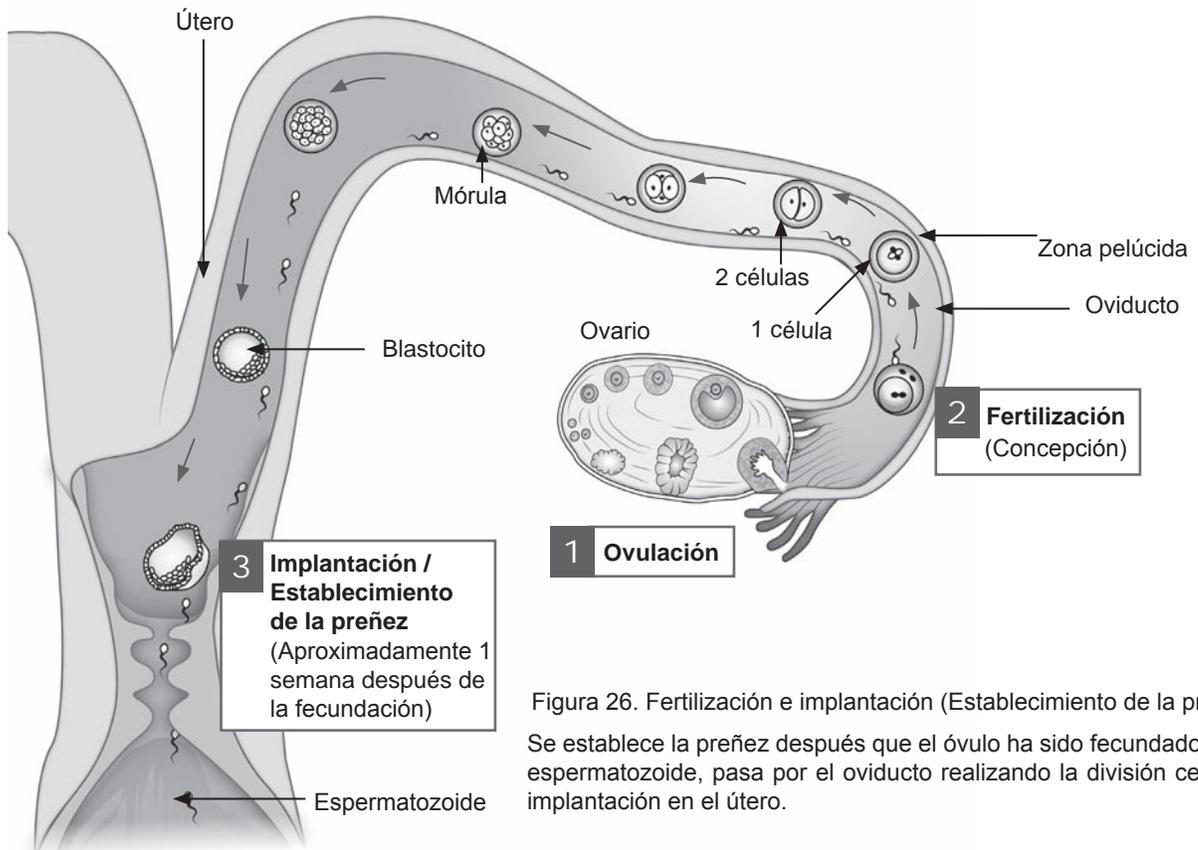


Figura 26. Fertilización e implantación (Establecimiento de la preñez) Se establece la preñez después que el óvulo ha sido fecundado por el espermatozoide, pasa por el oviducto realizando la división celular e implantación en el útero.

5. Implantación

Es el proceso mediante el cual el embrión se establece en un lugar en el endometrio del útero, donde se estaciona y convierte en feto.

A partir de la implantación, los nutrientes son aportados mediante un proceso de difusión entre el endometrio materno y la membrana que rodea al embrión.

La implantación es efectiva cuando la posición del embrión en el útero es fija y tiene su periodo de acuerdo a la especie animal. Por ejemplo, ocurre en la cerda de los 12-24 días de la fecundación, en la oveja de los 12-18 días, en la vaca de los 33-35 días y en la yegua entre los 55-65 días.

6. Placentación

La placentación (o formación de la placenta) es el desarrollo de un grupo de membranas extra embrionarias, cuya misión será la de satisfacer las necesidades nutricionales cada vez mayores del embrión de ahora en adelante llamado feto.

6.1. Funciones de la placenta

- **Función circulatoria:** La sangre materna y fetal nunca se encuentran en contacto directo, pero están lo suficientemente próximas para permitir el intercambio de O₂ y nutrientes y el paso de productos de desecho del feto a la madre.
- **Función respiratoria:** Las arterias umbilicales llevan la sangre no oxigenada del feto a la placenta y es aquí donde se produce el intercambio gaseoso, de forma que retorna la sangre oxigenada hacia el feto a través de las venas umbilicales.
- **Función metabólica:** La placenta no solo permite el transporte de numerosos nutrientes hacia el feto, sino que también sirve de órgano de almacenamiento.
- **Función excretora:** En el feto se forman productos de excreción (NNP, urea, ácido úrico, creatinina, entre otros) que pasan a la sangre materna a través de la placenta y son eliminados vía urinaria.
- **Función endocrina:** En la placenta se sintetizan los estrógenos, progesterona, lactógeno placentario y relaxina.
- **Función defensiva:** Protege al feto de algunas sustancias tóxicas y de algunas bacterias y virus.

Actividades

Con apoyo del docente, realice las siguientes prácticas para medir los conocimientos adquiridos de los contenidos estudiados.

1. Elabore un cuadro sinóptico donde explique el proceso de ovulación y el ciclo estral en la hembra bovina.

2. Realice una práctica de campo con el fin de observar los signos de una vaca en celo.

3. Realice una práctica de campo con el fin de observar los signos de una yegua en celo.

4. Realice una práctica de campo con el fin de observar los signos de una cerda en celo.

Autoevaluación

Después de haber estudiado la tercera unidad, realice lo que a continuación se le solicita.

Conteste de forma correcta las siguientes preguntas:

1. ¿Qué es pubertad y madurez sexual?

2. ¿Qué es ovogénesis?

3. ¿Qué es espermatogénesis?

4. ¿Cuáles son las etapas del ciclo estral?

5. ¿Qué es fecundación?

6. Elabore un cuadro comparativo sobre los síntomas del celo en hembras de diferentes especies.

Unidad IV: Inseminación artificial

Objetivos de la unidad:

Realizar métodos de control y sincronización del celo en hembras bovinas.

Aplicar técnica de inseminación artificial en bovino y porcino según procedimientos establecidos.

1. **Definición**

Técnica de reproducción asistida en la que se introduce el espermatozoides en la vagina de la hembra a través de medios mecánicos.

2. **Ventajas y desventajas**

2.1. **Ventajas de la inseminación artificial**

- Utilización de material genético de reproductores seleccionados con las características deseadas.
- Prevención de enfermedades infecciosas implementando normas de higiene.
- Cobertura de mayor cantidad de vientres con un mismo semental.
- Utilización de material genético para reproducción transportado del extranjero.
- Ayuda a mejorar el hato de acuerdo a las características deseadas.

2.2. **Desventajas de la Inseminación Artificial**

- Altos costos del equipamiento y adiestramiento.
- Requiere de personal calificado para la detección, manipulación y ejecución de la técnica.

3. **Recolección de semen en las diferentes especies (bovino, equino y porcino)**

Para lograr buenos resultados en la colección de semen con vagina artificial es importante tomar las siguientes precauciones:

- Los machos seleccionados deben estar bien alimentados, entrenados y adecuadamente excitados previa la recolección usando de preferencia hembras en celo o bretes adecuados. Se debe tener un estricto control sanitario. La recolección debe efectuarse en un ambiente limpio y libre de polvo. Se recomienda lavar el prepucio del macho con agua tibia, cortar los pelos y secar.
- La temperatura interior de la vagina artificial al momento de la eyaculación es aproximadamente 40°C y para alcanzar esta temperatura se recomienda agregar agua caliente a 45 °C dependiendo del calor que se pierde hasta el momento del uso. La temperatura en la sala de colección de semen debe variar entre 18 – 25 °C con un promedio de 22 °C. Se debe aplicar una fina capa de lubricante en el interior de la vagina.

- La vagina debe sostenerse en un ángulo de 45° C y cuando el macho monta, el pene se desvía lateralmente para introducirlo a la vagina. El operador debe ubicarse en el lado derecho para mayor comodidad.
- Para disponer de una buena calidad de semen en toros y carneros deben ser usados con un régimen semanal de 2 a 3 saltos por día por un período de 5 días, seguido por un descanso de 3 días. El semen recolectado debe evitarse que entre en contacto con la luz solar porque incrementa su mortalidad.

El eyaculado se define como la eyección del semen del cuerpo, se inicia por la estimulación de los nervios sensoriales del glande.

En Nicaragua la práctica de extracción y recolección de semen está limitada a los bovinos y porcinos.

La eyaculación varía entre las especies en varios aspectos:

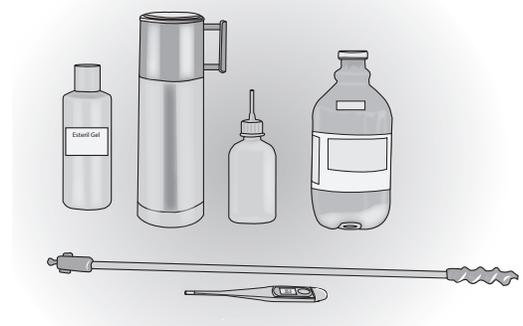
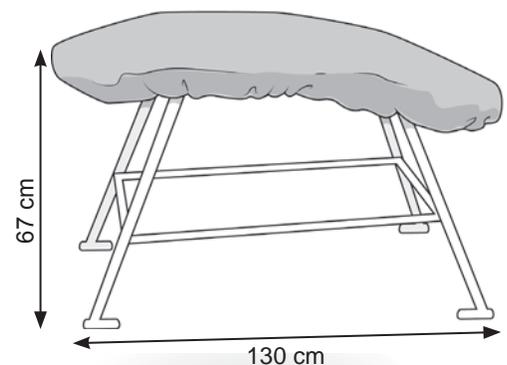
Especie	Toro	Carnero	Verraco	Caballo
Tipo de eyaculado	rápida	rápida	prolongada	prolongada
Duración	1 segundo	< 1 segundo	5 - 30 minutos	30 - 60 segundos
Sitio de depósito	Contra el cuello uterino	Contra el cuello uterino	Luz del cuello uterino Intra-uterina	Intra-uterina
Volumen del eyaculado (ml)	5 - 15 ml	0.8 – 1.2 ml	150 - 200 ml	40 - 100 ml
Concentración (millones de espermatozoides/ml)	800 - 1200	2000 - 3000	200 - 300	200 - 500
Motilidad (%)	75	95	70	70

3.1. Técnicas para la recolección

(1) En porcinos

Materiales

- Potro o maniquí: conviene que sea sólido y esté fijado al suelo para poder resistir el peso del verraco y los golpes que éste da durante la fase de excitación. Es preferible que sea regulable principalmente en altura y con acceso fácil para tomar el prepucio sin tener contacto con una parte del potro.
- Guantes: sin utilizar productos químicos (talco u otros).
- Recipiente para recolección: utilizar un recipiente de plástico graduado limpio y esterilizado dentro de una caja de polietileno o bien utilizar un termo o un recipiente de vidrio (vaso precipitado) con bolsa descartable.
- Gasa o filtro de papel: sirve para filtrar el eyaculado durante la recolección evitando la aglutinación de los espermatozoides.



Se lleva al verraco hacia la cerda maniquí en el área de recolección, que no debe tener superficie resbalosa. El maniquí se estabiliza fijándolo al piso o la pared. Una vez que el macho ha montado con éxito, comienza a realizar movimiento de empuje. Si es posible, el líquido prepucial que se retiene en el prepucio debe eliminarse, y el prepucio se seca con una toalla de papel.

Cuando el pene sobresale, se debe tomar de la punta y permitir que el cerdo lo mantenga fijo. La presión es el estímulo mediante el cual el cerdo eyacula, y esta presión varía según cada animal. Se debe saber identificar las diferentes fracciones del eyaculado y tener cuidado para recolectar la fracción rica en espermatozoides.

La mejor manera de adiestrar a un verraco nuevo para que monte al maniquí es inmediatamente después de que otro cerdo lo ha hecho, ya que los verracos que observan a otros montar cerdas vivas o maniqués tienen mayor líbido o impulso sexual y se ha demostrado que la

estimulación sexual del cerdo antes de la recolección de semen, incrementa el número de espermatozoides en el eyaculado.

Obtención del semen del cerdo

La primera fracción, se descarta porque está contaminada con orina, contiene la secreción de las glándulas y tiene escasos espermatozoides.

La segunda fracción, de aspecto blanco lechoso, rica en espermatozoides, es la que interesa recolectar.

La tercera fracción, debe ser descartada por su consistencia gelatinosa y la presencia de grumos.

El tiempo promedio entre la extracción y el procesamiento en el laboratorio no debe exceder las dos horas.

En términos generales los machos serán utilizados a partir de los 10 meses de edad con una frecuencia de dos montas por semana.



Manera de sostener el pene en el momento de obtención del semen (cerrar los dedos)



Obtención del semen a mano

(2) En bovinos

Procedimiento para la extracción del semen mediante la vagina artificial.

Para la monta se utiliza un señuelo que puede ser una vaca, un macho o un maniquí. Antes de colectar el semen se debe tener en cuenta dos aspectos importantes: la higiene y el estímulo del semental (Rangel, 2007).

En este sentido, se apoya con el método más efectivo para estimular al toro, la monta falsa, que consiste en permitir al semental montar sobre el señuelo y desviar el pene tomando con la palma de la mano la piel del prepucio sin ofrecerle la vagina. Después de algunos segundos de intento de búsqueda de la vagina, el animal desciende; nunca se deberá tocar la mucosa del pene con la mano.

En el siguiente intento de monta se coloca la punta del pene desviado en la entrada de la vagina; inmediatamente el toro se lanza hacia delante en un empuje final que acompaña a la eyaculación. La monta falsa en el bovino aumenta la calidad del semen en cuanto a volumen, concentración espermática y motilidad (Rangel, 2007).

(3) En equinos

Generalmente la yegua usada para la recolección tiene una buena sujeción consistente en trabones, bozal y mordaza, para evitar que el padrillo sea lastimado. Las patadas durante la recolección de semen, además de producir una respuesta sexual negativa, pueden causar traumatismo de pene, prepucio o testículo.

La cola de la hembra debe ser prolijamente cubierta con una venda o guante largo ya que los pelos pueden enredarse y causar lesiones del pene durante el procedimiento. Debe evitarse en la medida de lo posible que el padrillo actúe agresivamente durante la monta; para esto puede manejárselo con una cadena agregada al bozal.

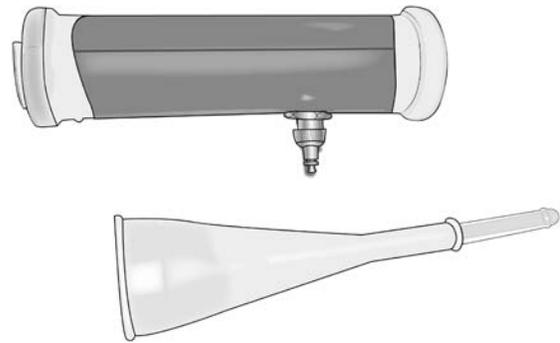


Figura 27. Vagina artificial bovina

Todos los padrillos son diferentes. La habilidad del personal para manejar al padrillo de manera que se logre una respuesta sexual favorable con un mínimo de dificultades es un arte. El operador encargado de recolectar el semen debe colocarse generalmente del lado izquierdo junto con el personal que maneja al padrillo. Debe estar muy atento a las reacciones tanto de la hembra como del macho.

Sólo cuando el macho logra la erección, se le permite montar a la yegua o súcubo. El operador desvía el pene y presenta la vagina artificial al padrillo para que mediante el reflejo de búsqueda, logre él mismo la intromisión. Es conveniente proporcionarle una posición confortable para lograr una máxima estimulación.

Con la mano izquierda se sostiene la vagina artificial apoyándola contra la hembra y la mano derecha se coloca en ventral del pene con el objeto de palpar las pulsaciones asociadas con la eyaculación.

La palpación de estas pulsaciones junto con el flameo de la cola durante la eyaculación y la presencia de restos de semen o gel en el orificio uretral una vez terminada la recolección, y pérdida de la erección evidencian que la eyaculación se ha llevado a cabo. Inmediatamente después de retirada la vagina artificial debe colocarse ésta en posición vertical y permitir la salida de agua a través de la válvula para dejar que el semen que haya quedado en porciones altas de la vagina drene hacia la bolsita o botella recolectora.

3.2. Evaluación del Semen

Una vez realizada la recolección del eyaculado, debe conservarse en un recipiente con agua a 37°C para evitar los cambios de temperatura que afectan su calidad.

La evaluación del semen se divide en dos partes: Examen macroscópico y microscópico.

(1) Examen macroscópico

Volumen: varía desde uno hasta ocho centímetros cúbicos. La mayoría de los toros proporcionan de 3 a 6 cc.

Color: depende de la cantidad de espermatozoides; cuando el semen es de buena calidad, presenta una coloración blanco lechosa o cremosa y cuando es de baja calidad su color es similar a leche aguada.

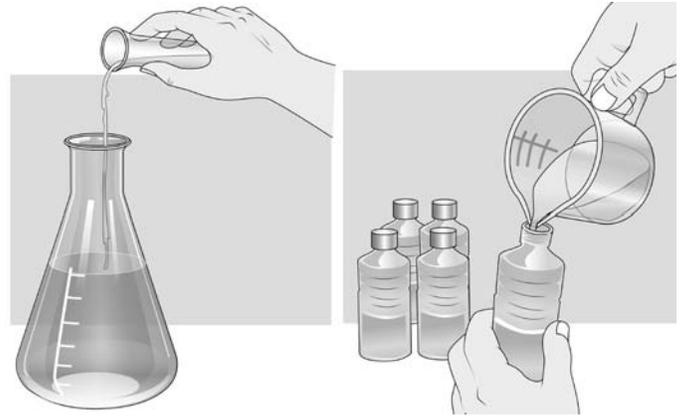
Olor: el semen en buenas condiciones presenta un olor similar a la leche fresca. El olor a orina nos indica que el semen está contaminado con ésta. Cuando el olor es muy desagradable, se sospecha alguna enfermedad en los testículos o en otra parte del aparato reproductivo.

Aspecto: depende de la concentración de espermatozoides y se mide por el mayor o menor grado de opacidad que presenta la muestra de semen.

pH: se determina mediante el empleo de una cinta colorimétrica, su valor varía entre 6,4 a 6,9; valores por encima de 6,9 son indicativos de semen de baja calidad.

(2) Examen microscópico

Mortalidad masal: se determina colocando una gota de semen en un portaobjetos y luego se observa al microscopio con pequeño aumento. En toda la gota de semen se observa la presencia de ondas y remolinos



Preparación del semen (agregar el semen en la solución diluida gradualmente, y luego subdividir en un lote de semen)

y éste se puede clasificar atendiendo a las características de las ondas en:

- Semen muy bueno: presenta ondas oscuras marcadas en rápido movimiento.
- Semen bueno: se observan ondas menos oscuras que el anterior, marcadas con movimiento moderado.
- Semen regular: presenta ondas claras con movimiento muy ligero.
- Semen malo: no hay ondas, se observan los espermatozoides inmóviles.

Motilidad individual: debe evaluarse colocando sobre el portaobjetos una gota de semen diluido con suero fisiológico o citrato de sodio. Luego se coloca un cubreobjetos y se observa al microscopio con mayor aumento. De acuerdo al movimiento individual, el semen se clasifica de la siguiente manera:

- Semen muy bueno: igual o mayor de 70% de motilidad individual.
- Semen bueno: 50-69% de motilidad individual.
- Semen regular: 30-49% de motilidad individual.
- Semen malo: menor de 29% de motilidad individual.

Morfología: Se determina mediante la observación al microscopio de un frotis de semen coloreado con tinciones especiales; generalmente, se utiliza la tinta china. Las anomalías observadas se clasifican en primarias y secundarias. Para las primeras se aceptan un valor entre 2 a 5% y para las segundas un valor de 10 a 14%.

Uso y manejo del equipo de Inseminación artificial

(1) Termo

Son recipientes isotérmicos con un gran aislamiento a través del vacío, que se utiliza para la conservación y transporte de semen a base de nitrógeno líquido (-196°C).

Durante el llenado del termo atienda lo siguiente:

- Si le cae nitrógeno líquido en la piel puede causarle quemaduras y si le cae en los ojos puede causarle daños en los tejidos mucosos.
- Efectúe el llenado con la ayuda de un embudo.

Si el termo tiene un poco de nitrógeno el llenado puede ser en forma continua. O sea sin detenerse hasta llenarlo. Si el termo está vacío se debe llenar a intervalo, para permitir que poco a poco vaya adquiriendo la temperatura.

(2) Caja protectora para el termo

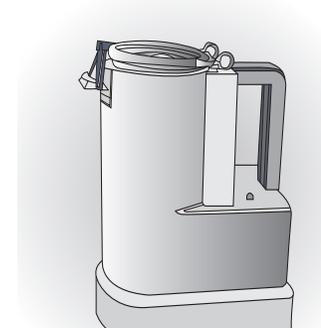
Es importante construir una caja protectora (madera o poroplast) para evitar que los termos se golpeen y se vuelquen. Estas cajas no deben ser cerradas en forma hermética para permitir la entrada de aire.

(3) Canastillos metálicos

Tienen un agarradero (o mango) que hace posible su manejo, asegura su posición en el aro de la boca del termo.



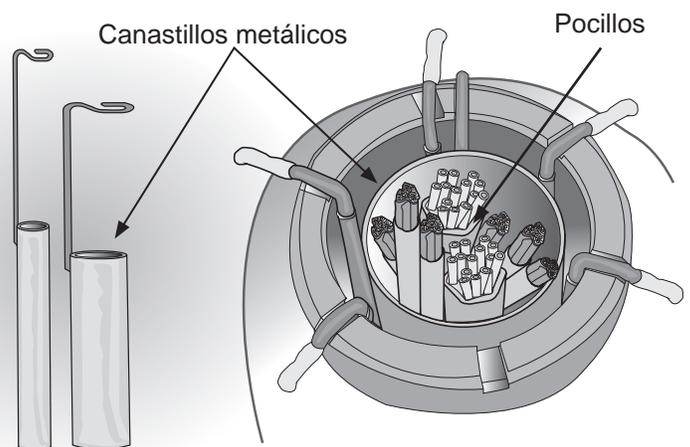
Termo de transporte



Termo para descongelar



Termo de almacenamiento



(4) Pocillos

Son recipientes generalmente de material plástico que se adicionan a los canastillos para incrementar su capacidad; de esta manera podemos conservar semen en dos niveles dentro del canastillo.

(5) Cañas o cañuelas porta semen

Son estructuras metálicas especialmente diseñadas para alojar diez dosis de semen en dos niveles (cinco arriba y cinco abajo). De práctico uso y segura manipulación, llevan la identificación del toro en una pestaña especialmente diseñada en su parte superior.

(6) Semen congelado

La presentación o envase de semen está disponible en pajillas de 0.50 cc y 0.25 cc. Las pajillas son tubos de plástico en las que el semen se ha dispuesto en una fina película, se conserva congelado y listo para ser utilizado. Existen pajillas de distintos colores, lo cual permite el agrupamiento según las diferentes razas, imprimiéndose además en cada una de ellas los datos del toro dador (nombre, centro colector, fecha de congelación y país de origen).

(7) Pistola de inseminación o aplicador

En nuestro medio conocido como pistola, el aplicador del semen es un accesorio hueco con un émbolo para expulsar el semen. Las pistolas vienen en varios diseños.

Es de gran importancia asegurarse que tanto el aplicador y la funda son compatibles entre sí y con el tipo de pajilla a usar.

Las pistolas o aplicadores de semen están diseñados para acomodar pajillas de tamaño específico: existen pistolas para pajillas de 0.5 cc, pistolas para pajillas de 0.25 cc, y el aplicador Universal, que acomodan tanto a las pajillas de 0.25 cc. y 0.50 cc.

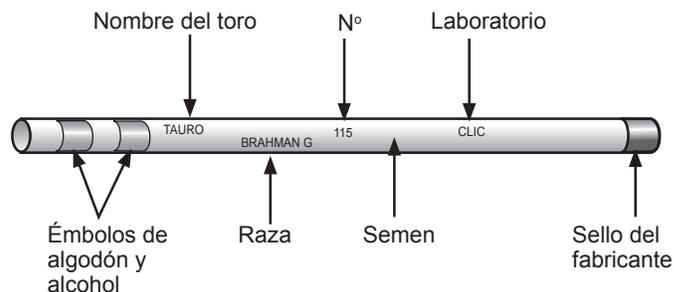


Figura 28. Pajilla normal de 0.5 cc

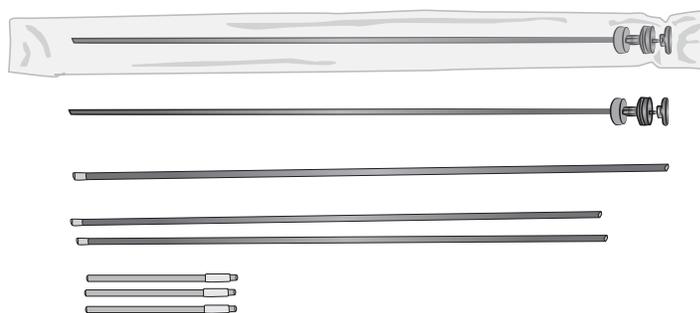


Figura 29. Pistolas de inseminación, fundas y pajillas

(8) Fundas para pajillas

Conocidas en nuestro entorno como fundas, estas varían no solamente por el tamaño de la pajilla a usar, sino también por el mecanismo de cierre que ensamblan la funda y el aplicador. Todas las fundas están disponibles en empaques individuales o a granel.

Fundas rajadas son usadas con aplicadores de anillo, mientras que las fundas no-rajadas son usadas con aplicadores de espiral y con las Kombicolor.

Fundas con tapones de plástico son usadas tanto para pajillas de 0.50 cc y de 0.25 cc.

(9) Fundas sin tapones plásticos

Son de uso exclusivo para pajillas de 0.50 cc. El mecanismo de cierre o acoplamiento de las fundas a las pistolas o aplicadores dependerá del tipo de funda y aplicador.

(10) Guantes

Son los mismos guantes utilizados para palpar.

(11) Recipiente o termo para descongelar

Es un termo pequeño (para ½ - 1 litro de agua) usado para descongelar las pajillas a utilizar en la inseminación.

(12) Termómetro

Puede ser de mercurio o digital y tiene la función de medir la temperatura del agua contenida en el termo que debe estar en 35°C para la descongelación de la pajilla de semen.

(13) Corta pajillas

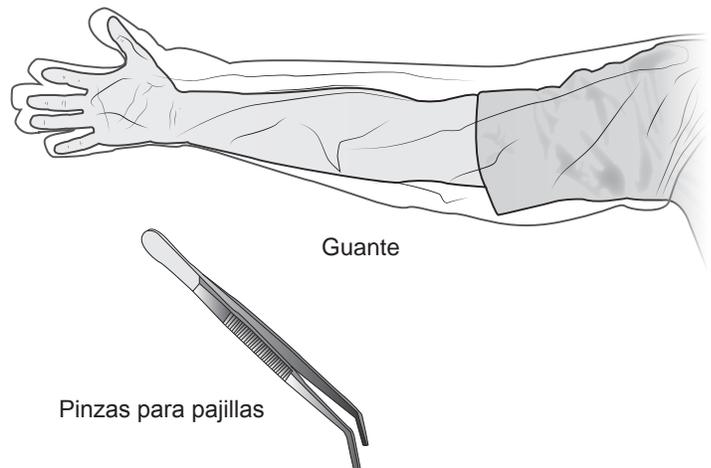
Sirve para cortar el extremo no corrugado de la pajilla de semen. También puede ser una tijera de uso exclusivo.

(14) Pinzas para pajillas

Sirve para extraer las pajillas de los pocillos que se encuentran en el termo, éstas pueden ser de material plástico o acero inoxidable.

(15) Papel absorbente

Sirven para secar la pajilla que se extrae del pequeño termo con agua y a su vez limpiar la vulva de la vaca.



(16) Registro de inseminación artificial

Formato donde se registra claramente la fecha de inseminación, nombre y número de la vaca, código de la pajilla del semen aplicado. Esto le permitirá además realizar inventario al inseminador después de cada jornada.

(17) Caja del inseminador

Generalmente es de acero inoxidable que debe mantenerse limpia y seca, donde se almacenan los materiales utilizados en la IA.

4. Control y sincronización hormonal del ciclo estral

El ciclo estral puede ser regulado farmacológicamente para inducir o controlar el momento del estro y la ovulación.

Todos los métodos farmacológicos para el manejo del estro son herramientas útiles, cuyo principal objetivo es incrementar la eficiencia reproductiva en las explotaciones, mejorar la organización de la reproducción o corregir algún defecto en la organización. En algunos casos, los sistemas de manejo y sincronización del celo pueden ser usados como tratamiento para ciertos problemas reproductivos, como el “celo silencioso” o los quistes ováricos.

Los métodos farmacológicos para el manejo del estro nunca deberían ser considerados como sustitutivos de una nutrición y un manejo adecuado de las hembras destinadas a la reproducción.

Las principales razones para el control del estro son:

- La inducción del celo en las hembras a las que no han manifestado celo 45 días después del parto.
- La sincronización de hembras con facilidad de parto probadas para la inseminación con semen de machos seleccionados.
- Para facilitar el uso de la Inseminación artificial en condiciones extensivas.
- La sincronización de la donante y la receptora para la transferencia de embriones.
- La inducción de la actividad ovárica en hembras con anestro de lactación o anestro posparto.
- Aplicación de Inseminación artificial a tiempo fijo.

4.1. En Bovinos

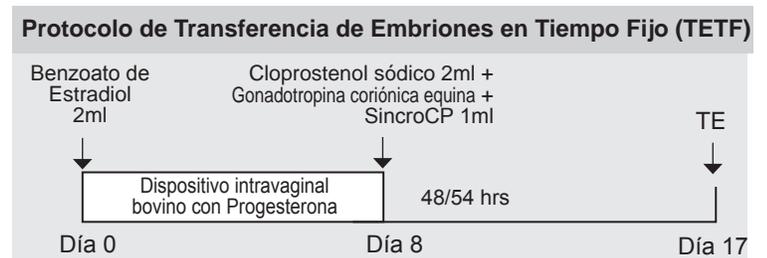
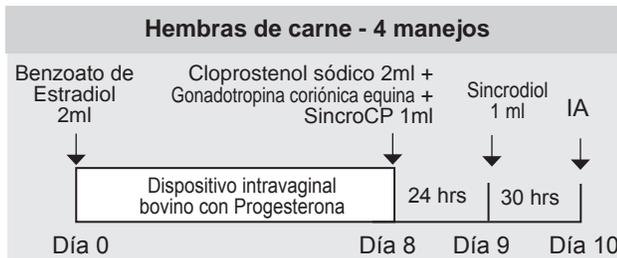
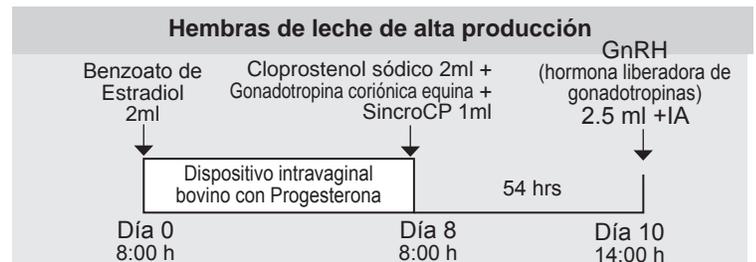
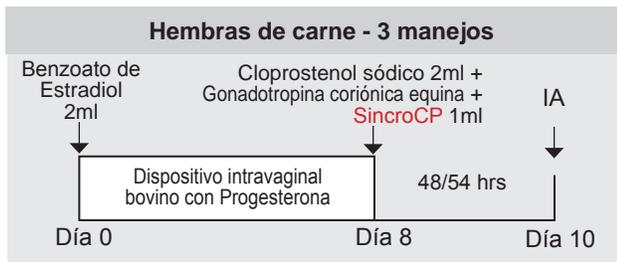
El ciclo estral de las vacas con ovarios activos, puede ser dirigido de tres formas:

1. Mediante el uso de prostaglandinas para inducir una regresión precoz del cuerpo lúteo.
2. Mediante el uso secuencial de prostaglandinas y de análogos de la GnRH para obtener un desarrollo folicular sincronizado tras una luteólisis inducida.
3. Mediante el uso de progestágenos que actúen como un cuerpo lúteo “artificial”.

Protocolos de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF)

La utilización de benzoato o cipionato de estradiol al finalizar un tratamiento de inducción y sincronización del celo.

La ovulación en vacas con un dispositivo impregnado de acetato de medroxiprogesterona (DIU) aplicando benzoato o cipionato de estradiol.



5. Inseminación artificial

5.1. En bovinos

(1) Suministro y manejo del semen congelado

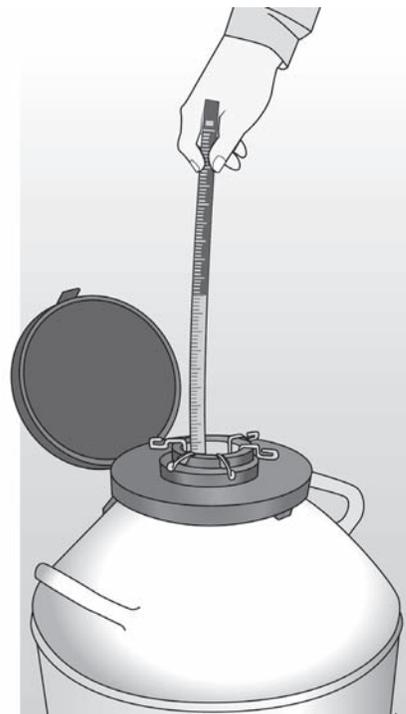
Para utilizar la técnica de inseminación artificial en Nicaragua, los productores ganaderos en general adquieren el semen congelado a través de la compra a los centros abastecedores en nuestro país.

(2) Traspaso de semen de un termo a otro

La mayoría de los termos cuando se llenan completamente, mantienen adecuada temperatura por 8 a 16 semanas. Sin embargo, esto dependerá del número de veces que se destape el termo, de la destreza o el cuidado del operador y de la anchura del termo.

El nivel de nitrógeno líquido se calcula por el peso del termo vacío en relación al termo lleno (se recomienda pesar el termo antes de usarlo). Es necesario proceder a llenar el termo cuando el peso alcanza la tercer o cuarta parte.

Se introduce la regla en el centro del termo y se deja por unos diez segundos. Luego se saca y se agita en el aire y se observará que la parte que se congela presenta un color blanco y eso es lo que corresponde al nivel del nitrógeno.



Tiempo de exposición del aire exterior y cambio de temperatura en la pajilla	
Tiempo de exposición del aire exterior (segundos)	Temperatura en la pajilla (°C)
	Temperatura exposición del aire exterior (°C)
5	-133.7
10	-95.5
20	-48.0

Figura 30. Pérdida de la calidad del semen por el periodo de exposición al medio ambiente



Recomendaciones para el manejo del semen congelado:

- Mantener más de un tercio del nitrógeno líquido en el termo siempre.
- No exponer el semen congelado más de 5 segundos.
- No llene demasiado el recipiente.
- Mantener lejos del sol y el viento.

(3) Técnica de Inseminación artificial

La más recomendada es la cervical profunda, donde se deposita el semen después del último anillo de la cervix y se describe a continuación.

1 Medidas de seguridad para inseminación artificial

Se debe inmovilizar a la vaca que se va a inseminar en un lugar fácil para trabajar y que brinde protección contra el clima adverso, cuidando la seguridad del animal y del inseminador.



2 Preparar la pistola

Retire el émbolo de la pistola hacia atrás (15-20 cm) y deje la pistola a su lado, lista para proceder al montaje del semen.

3 Seleccionar el semen que será utilizado

Quite el tapón del termo, saque la canastilla de su posición y levántela hasta que la parte superior de las cañuelas estén a dos o tres pulgadas de la boca del termo.

Evite levantar las pajillas sobre la línea de congelamiento, tome la cañuela y utilizando la pinza saque una pajilla de semen a la vez, si se tarda más de 10 segundos para sacar la pajilla, vuelva a sumergir la cañuela y déjela por un mínimo de 30 segundos antes de volver a levantarla, extraiga la pajilla utilizando una pinza.

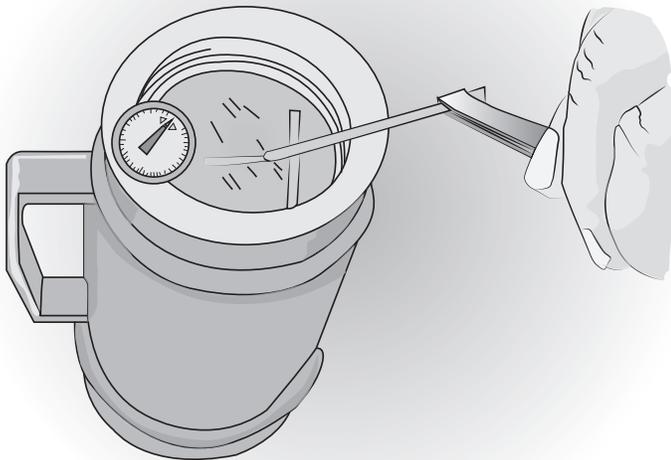
Una vez fuera del termo, agite la pajilla suavemente para quitar el exceso de nitrógeno líquido.



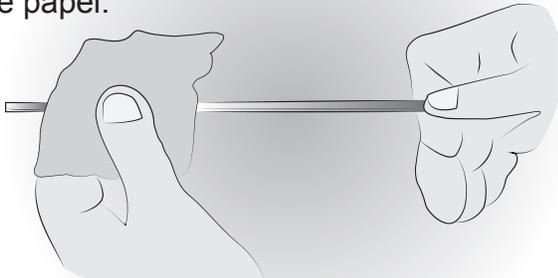
4 Descongelar el semen

Sumerja la pajilla rápidamente en un termo con agua a 35 -37°C por 45 seg - 1 min.

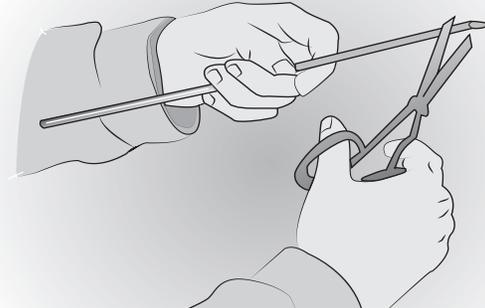
Por regla general, solo se deben descongelar las pajillas que pueden ser usadas en 10-15 min. Si se presentaran problemas, en un máximo de 10 min entre el descongelamiento y la inseminación reducirá significativamente la calidad del semen.



5 Sacar la pajilla de semen del agua de descongelamiento y secarla con una toalla de papel.



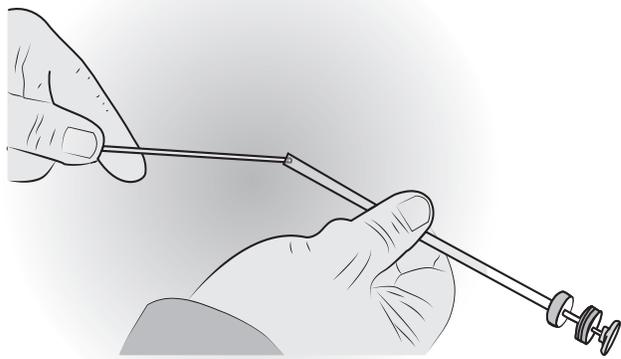
6 Cortar con una tijera el extremo corrugado de la pajilla en un ángulo recto de 90°.



7 Introducir la pajilla en la pistola por el extremo contrario al corrugado, deslizando la funda plástica. Recuerde que cuando se arma la pistola aplicadora, el émbolo debe estar entre 15-20 cm hacia atrás.

Cuando se usen fundas con tapones insertos, agarre la funda cerca de este tapón y presione la pajilla dentro de la funda, luego deslice la funda sobre el aplicador.

8 Ensamble firmemente la funda en la pistola de inseminar



9 Colocar el guante de palpación en la mano izquierda. Una vez colocado el guante este debe ser lubricado (gel o agua), se procede a introducir la mano en el recto de la vaca para limpiar el estiércol.

- 10 **Efectuar masajes** en el clítoris y en la cervix con el objeto de calmar a la vaca y al mismo tiempo estimular la secreción mucosa, la cual además de servir como lubricante para la entrada de la pistola, también sirve como medio de transporte de los espermatozoides.
- 11 **Limpiar la vulva de la vaca** con una toalla de papel para retirar la suciedad, dé una sola pasada, de arriba hacia abajo, no se debe contaminar la pistola con estiércol.
- 12 **Abrir los labios vulvares** con la mano izquierda e inserte la pistola (con la mano derecha) en un ángulo ascendente de 30 grados, para así evitar penetrar a la uretra y a la vejiga. Simultáneo a este procedimiento, se introduce la mano por el recto.



Es importante identificar y fijar el cervix con la mano antes de seguir avanzando con la pistola aplicadora, en este caso la pistola de inseminación puede topar con unos pliegues que se forman en la vagina y no seguir avanzando hacia el cervix.

Para quitar estos pliegues, se debe tomar el cervix y empujarlo hacia adelante, lo cual estira las paredes de la vagina, permitiendo que la pistola siga avanzando.

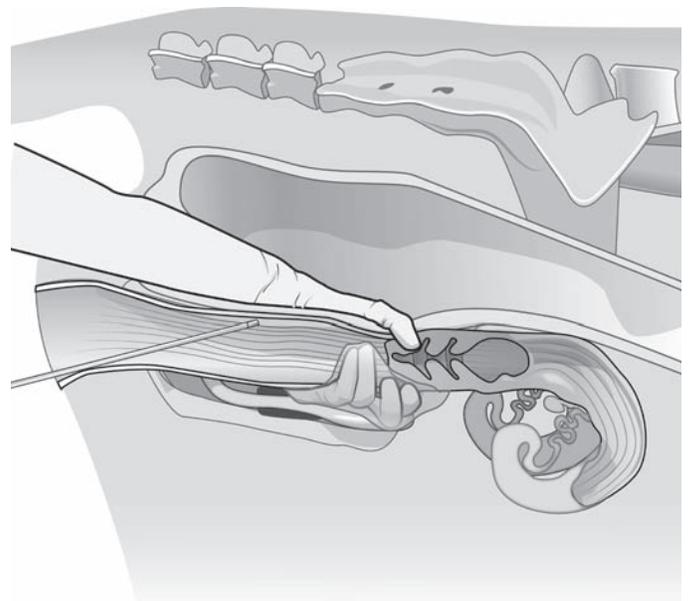
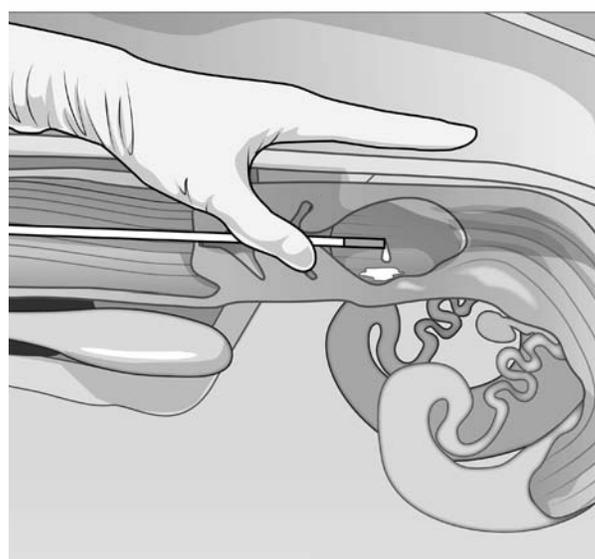
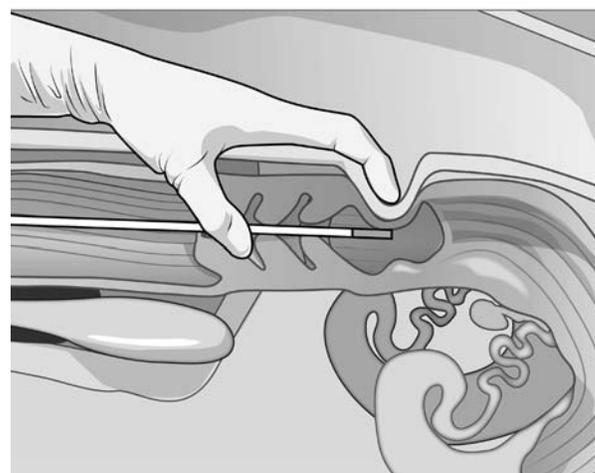
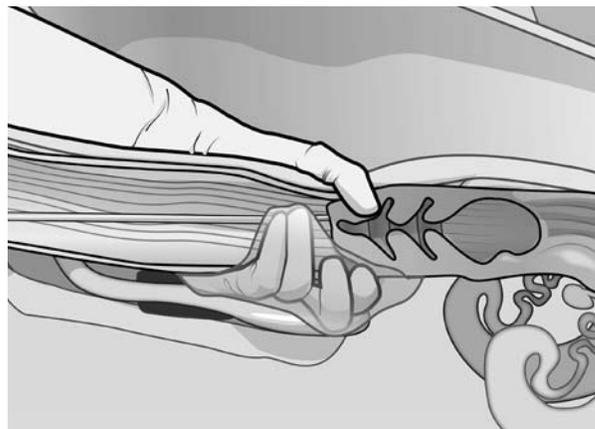


Figura 31. Método para depositar el semen (insertar la pistola inclinada de 30° en el cuello uterino)

Si no encuentra la **cérvix**, realice lo siguiente:

- 13 **Circule la punta de la pistola con los dedos pulgar, índice y medio**, con movimientos verticales de la muñeca. Suavemente vaya liberando los pliegues vaginales. Deslice suavemente la pistola hacia adelante y repita el proceso hasta que se alcance el **cérvix**.
- 14 **Una vez sujetado y fijado el cérvix con toda la mano izquierda**, dirija el dedo pulgar hacia la entrada posterior del **cérvix**, de forma tal que la yema de éste tape la entrada del **cérvix** y la uña quede en posición posterior.
- 15 **Cuando se cumpla esta condición, se utiliza el dedo pulgar como un guía**. Una vez que se logra introducir la pistola en el **cérvix** pasando el primer anillo, continúe con los demás anillos.
- 16 **Flexione la muñeca**, haga movimientos rotativos hasta sentir que ha pasado el segundo anillo cervical. Repita este proceso hasta sentir que todos los anillos hayan pasado.
- 17 **Depositar el semen lentamente** y tener cuidado al sacar la pistola evitando extraer parte del semen.
- 18 **Dar un pequeño masaje** en la **cérvix** y el **clítoris** después de retirar la pistola, para estimular la secreción mucosa en la vaca y el transporte de los espermatozoides.
- 19 **Anotar en el cuaderno de registro** (fecha del celo, fecha de la inseminación, código del semen utilizado).



Recomendaciones:

Todo el material plástico deberá ser desechado después de su uso (guantes, fundas, pajillas).

Lavar el equipo (botas de hule, pistola, termo, delantal, entre otros) y guardarlos.

5.2. En porcinos

La inseminación artificial en cerdos se realiza con semen congelado y semen fresco, al igual que en bovinos.

Técnica de Inseminación artificial con semen fresco

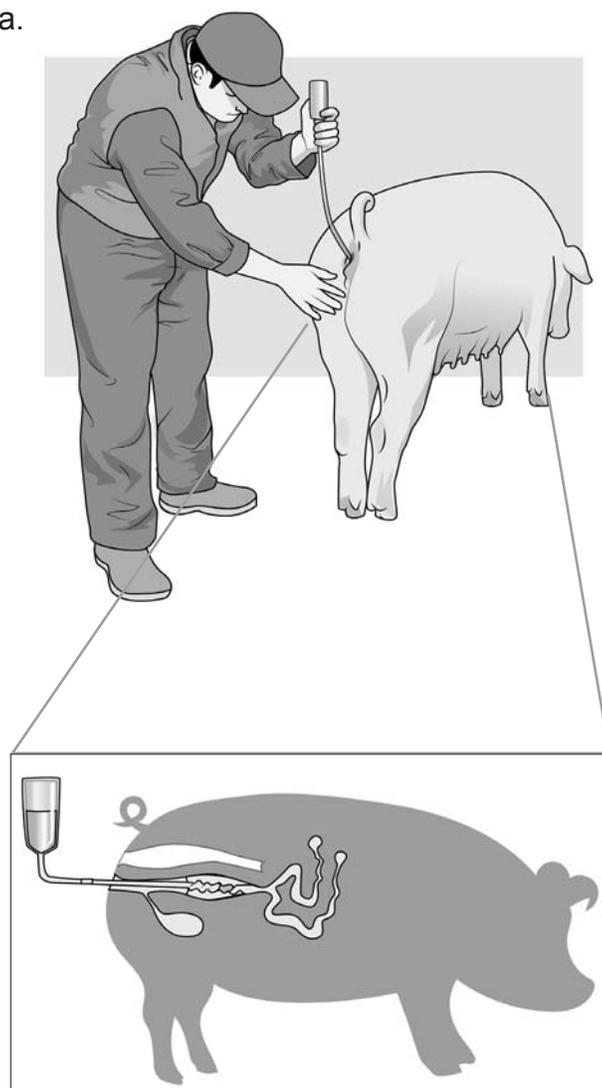
Para este fin se debe seleccionar previamente un semental que reúna las características genéticas (genotípicas y fenotípicas) deseadas.

Es fundamental depositar el semen en el tracto genital femenino en el momento correcto de la ovulación. Se considera que el servicio se debe realizar de 8 a 12 horas después de haber comenzado el reflejo de inmovilización y repita el servicio las 8 a 12 horas después de la primera.

La inseminación se realiza con la pipeta de Melrose que es de goma o con pipetas descartables de plástico de las que existen varios modelos.

La técnica de inseminación es extremadamente sencilla.

- El operador presiona la grupa para que se manifieste el reflejo de inmovilización que caracteriza a la cerda en celo.
- Toma la dosis de semen a utilizar del termo o caja de polietileno y la guarda en el bolsillo al abrigo de la luz.
- Limpiar los labios de la vulva con papel toalla o gasa estéril y agua. Lubrica el extremo de la pipeta con unas gotas de semen e introdúzcala en un ángulo de 30° para evitar la entrada por el meato urinario. Una vez que alcanza los 10 cm, se levanta el extremo trasero hasta conseguir una posición horizontal.
- La pipeta se desplaza hacia adelante hasta que toca el cérvix uterino, momento en que debe ser rotada en sentido contrario a las agujas del reloj para que el extremo de la misma quede trabado en los pliegues del cuello uterino.
- Se acopla el frasco que contiene la dosis de semen al extremo libre, introduciendo lentamente el contenido del mismo.
- La técnica de inseminación debe durar máximo 5 minutos.
- Retire la pipeta suavemente en contra de las manecillas del reloj.



Actividades

Con apoyo del docente, realice las siguientes prácticas para medir los conocimientos adquiridos de los contenidos estudiados.

1. Identifique los equipos y materiales necesarios para la inseminación artificial en bovinos.

2. Identifique los equipos y materiales necesarios para la inseminación artificial en porcinos.

3. Realice una inseminación simulada en bovinos con ayuda de una maqueta o medios reales.

4. Realice una inseminación simulada en porcinos con ayuda de una maqueta o medios reales.

Autoevaluación

Después de haber estudiado la cuarta unidad, realice lo que a continuación se le solicita.

1. Mencione cuatro ventajas de la inseminación artificial.

2. Mencione la función de los equipos y materiales usados en la inseminación artificial bovina.

3. Mencione la función de los equipos y materiales usados en la inseminación artificial porcina.

4. ¿Qué es la sincronización hormonal del ciclo estral?

5. Mencione la cantidad de semen en cm^3 (cc) que pueden contener las pajillas utilizadas en la inseminación artificial de bovinos.

Unidad V: Gestación y parto

Objetivos de la unidad:

Explicar la fisiología de la gestación y parto en los animales domésticos.

Realizar diagnóstico de gestación en hembras a través de la técnica de palpación rectal.

1. Gestación

1.1. Definición

Es el período que transcurre dentro del útero, que va desde la fecundación del óvulo hasta el momento del parto o nacimiento.

La duración del periodo gestacional varía con la especie y depende de los siguientes factores:

Factor genético.

El periodo de gestación es diferente para cada especie o raza del animal.

Tamaño de la especie.

Esto indica que si la especie es grande tiene un periodo de gestación más larga.

Longevidad de las especies.

Factor materno, edad de la hembra. La especie con mayor edad tiene gestación más larga.

Número de crías por parto.

Factor fetal, la especie más prolífica, tienen gestaciones más cortas.

Factores ambientales.

Época del año, nutrición y temperatura.

Grado de domesticación de los animales.

En los más domésticos la duración de la gestación es menor.



Duración de la gestación en animales domésticos

Especie animal (hembras)	Periodo de gestación
Yegua	Entre 335 y 340 días (unos 11 meses).
Vaca	Entre 270-280 días (unos 9 meses).
Oveja y cabra	Entre 144-157 días (unos 5 meses).
Cerda	Entre 110-118 días (unos 4 meses; exactamente 3 meses, 3 semanas y 3 días).
Burra	Entre 355 – 360 días (unos 12 meses)
Coneja	28 – 36 días
Perra	56 – 70 días
Gata	57 – 70 días

Cambios fisiológicos del periodo de gestación

Entre los cambios producidos en esta primera (1ª) mitad de la gestación, podemos citar:

- Anestros.
- Aumento progresivo del aparato genital.
- Formación de un tapón en el cuello uterino.
- Cambios en la estructura de la glándula mamaria.
- Aumento del metabolismo de la madre, produciéndose una gran cantidad de calor y mejorando el aprovechamiento de los alimentos.
- Progresivo aumento de peso.

En la segunda (2ª) mitad de la gestación empezamos a observar cambios más visibles:

- Aumento de volumen del animal, al tener una mayor avidez por el alimento.
- Aumento del volumen cardíaco.
- Aumento de la capacidad formadora de glóbulos rojos en la medula ósea (para abastecer de oxígeno al feto).
- Mayor metabolismo de P y Ca, para poder realizar la formación del esqueleto del feto.
- Incremento en las necesidades de vitaminas, sobre todo A y D.
- Aumento de la actividad del tiroides, el cual incorpora yodo al feto a través de la tiroxina para evitar que el feto tenga bocio.
- Aumento abdominal.
- Aumento y baja del útero y su ubicación dentro del cuerpo.
- Aumento del tamaño de la ubre.
- Las arterias uterinas se vuelven gruesas.

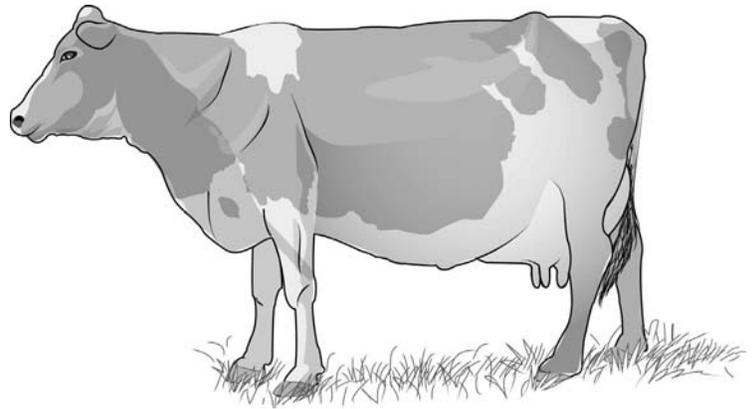
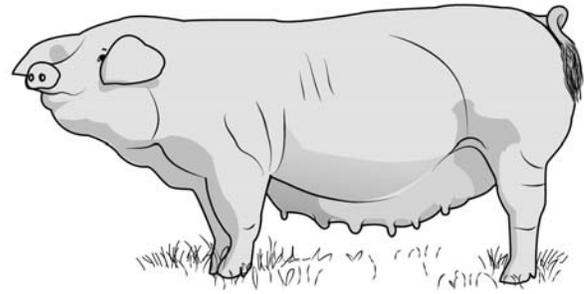


Figura 32. Cerda y vaca preñadas

Todas las hembras de mamíferos desarrollan placentas cuando conciben, ya que es el sistema de apoyo vital del embrión.

Las hembras con relación a la cantidad de crías se clasifican en:

- **Uníparas:** son las que paren solamente una cría como la vaca y la yegua.
- **Múltiparas o politocas:** son los animales que paren más de dos crías como la cerda, la cabra, la coneja, entre otros.

La oveja generalmente es unípara, pero algunas razas proporcionan dos o tres corderos. En los animales uníparos la gestación tiene más duración y producen crías más desarrolladas, pero son más propensos a los partos difíciles o distócicos, muy frecuentes en el ganado lechero.

1.2. Fases de la gestación

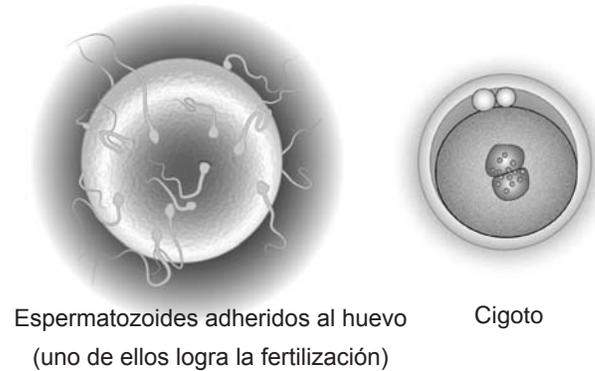
La gestación se desarrolla en dos fases y tres periodos de la siguiente manera:

● Fase progestacional

En esta fase no ha ocurrido el contacto del cigoto con el útero de la madre.

● Período Cigoto

Se da desde el momento de la fertilización hasta el día 12, en este período el blastocito se encuentra libre en el útero. Los cambios endocrinos en este período son similares a los cambios que ocurren en la fase luteal del ciclo estral.



● Fase Gestacional

Ocurre el contacto del cigoto con el útero de la madre, se empiezan a formar las membranas fetales.

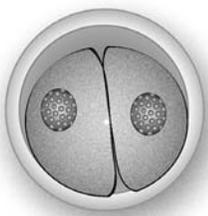
● Período embrionario:

Este periodo va desde el día 12 hasta el día 45. En este período ocurre la implantación, la formación de la placenta y el reconocimiento materno de la preñez.

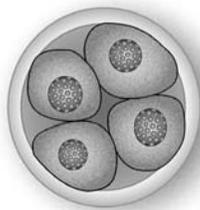
Hay desarrollo del embrión y alargamiento del blastocisto, luego ocurre la formación de las membranas fetales y de la vesícula amniótica. Al día 45 está formado el feto.

● Período fetal:

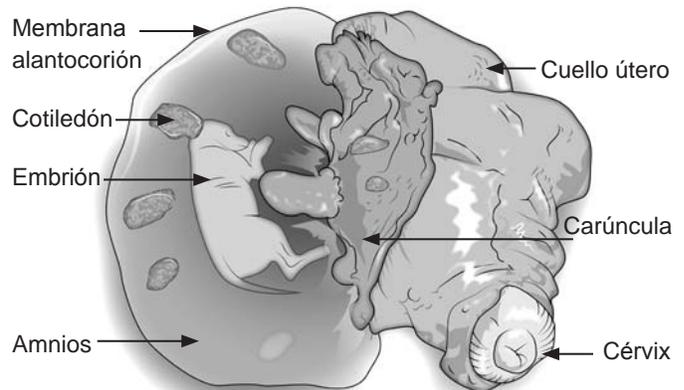
Va desde el día 45 hasta el momento del parto o aborto, en esta etapa hay crecimiento fetal.



Embrión / 2 células



Embrión / 4 células



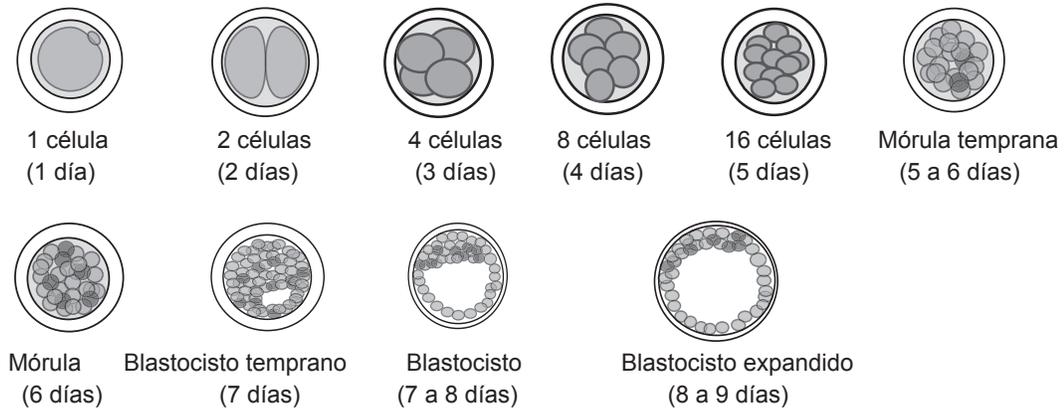


Figura 33. Etapas de desarrollo de un óvulo fecundado bovino

1.3. Métodos para el diagnóstico de la gestación

(1) Diagnóstico de gestación

El diagnóstico de gestación en los animales domésticos tiene como finalidad determinar el estado en que se encuentra el útero de la hembra (gestante o vacía).

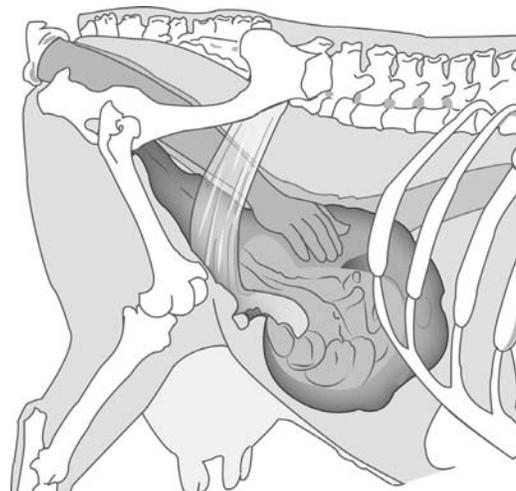
(2) Métodos usados para el diagnóstico de la gestación

- **Ausencia del celo:** si no se repite el celo después del servicio (monta o inseminación) puede presumirse que la hembra está preñada.
- **Progesterona en la leche:** la presencia de progesterona en la leche 21 a 23 días después del servicio puede ser utilizada como una herramienta de diagnóstico para la preñez.
- **Palpación rectal:** se realiza entre los 60 y 90 días después de la monta o inseminación artificial para detectar el feto en el útero o verificar la presencia de un cuerpo lúteo en el ovario.
- **Palpación Abdominal:** conocido como método de peloteo o balotaje. Se realiza con el animal de pie levantando repetidamente el abdomen; si la hembra está gestante, el feto rebotará en las paredes del abdomen y a su vez sobre la superficie palmar de la mano.

Tabla 7: Registro reproductivo (calendario estro)

Nº Arete	Fecha de monta o I.A.	Fecha prevista de próximo celo			Preñez
1	02/10/2015	22/10/2015	11/11/2015	01/12/2015	+
2	01/02/2016	21/02/2016			
3					
4					

- Desde la fecha de monta o I.A. calcula las fechas previstas de próximo celo y revisar la presencia del celo en estas fechas.
- Si no presentan dos o tres veces, se supone que preñada y confirma por la palpación rectal.



Palpación rectal de vaca a los 6 meses de gestación



Técnica de palpación rectal en vacas para el diagnóstico de gestación

Al palpar una vaca, siempre hay que llegar a palpar todo el borde anterior del pubis. Este borde va a determinar si el útero y el resto de los órganos están del borde hacia caudal (en cavidad pelviana), o sobre el borde haciéndole perder el filo del borde hacia la cavidad abdominal, o si está en cavidad abdominal.

Tercios de gestación

1º tercio de gestación: todas aquellas vacas que estén preñadas, cuyo aparato genital está todo en cavidad pélvica, y no pasa el borde anterior del pubis, es muy probable que están preñadas. Un útero que no está gestado, mide aproximadamente. 2 dedos y se encuentra todo en la cavidad pélvica. En un útero gestado del primer tercio, el cuerno gestado es más grande que el otro, y adentro tiene la vesícula amniótica con el embrión, pero aún está en cavidad pelviana.

Criterios:

- 1) Fluctuación: 30 días
- 2) Deslizamiento: 30-35 días MFD (Membrana fetal deslizable). Cuerno grávido mide 2,5 cm
- 3) Vesícula Amniótica: 35-65 días. Embrión: 35-45 días Feto: 46 días en adelante 1 dedo- 42 días (6 semanas). Cuerno grávido mide 4,5 cm; 2 dedos- 49 días (7 semanas). Cuerno grávido mide 5 cm; 3 dedos- 56 días (8 semanas). Cuerno grávido mide 5,5 cm; 4 dedos- 63 días (9 semanas). Cuerno grávido mide 6 cm.

2º tercio de gestación: si el útero gestado comienza a entrar en la cavidad abdominal y a descender, ya la vaca está en el segundo tercio de la gestación. Al segundo tercio lo podemos dividir en 2 partes:

- Cuando el útero está descendiendo, y el brazo puede llegar a tocar el polo ovárico de ese útero, la vaca se encuentra en la primer parte del segundo tercio. El útero va a seguir bajando, y cuando se palpa el útero totalmente descendido, y no se puede llegar a tocar el polo ovárico, se encuentra exactamente en la mitad del segundo tercio. Esta última es la más difícil de palpar para identificar gestación, porque el feto está totalmente descendido en cavidad abdominal, se palpa una bolsa grande, pero no se encuentra al feto.

Si sigue palpando un útero inabarcable a mi brazo, pero sí se palpa un feto, ya se encuentra en la segunda parte del segundo tercio.

Algo importante que se debe palpar para decir que está en el segundo tercio, son los placentomas. En la vaca gestada el placentoma se hace palpable recién después de los 90 días, donde tiene un tamaño de por lo menos un dedo de diámetro (antes de esto no es palpable). Al palpar placentomas hay un 100 % de seguridad que la vaca está preñada. Pero lo que no se puede determinar con el tamaño del placentoma es la edad del feto. Para palpar placentomas, es importante hacer una palpación de arriba- abajo y de izquierda a derecha.

3º tercio de gestación: en el último tercio el útero va a seguir estando en cavidad abdominal, entonces aquí los criterios los va a marcar el feto. Si parte del feto ya está dentro de la cavidad pelviana (pasó el borde del pubis) se habla de vacas del tercer tercio.

180 días: a esta edad de la gestación el útero está completamente descendido. Los cotiledones miden 4 cm de diámetro y aún es posible palpar el feto. El tamaño del feto asemeja al de un perro mediano.

210 días: El tamaño de los cotiledones es de 5 cm. La arteria media uterina mide 1.25 cm de diámetro. Hacia finales de los 210 días y comienzo de los 225 el feto comienza el ascenso, permitiendo que se palpe fácilmente y mide de 60 a 80 cm de largo.

240 días: El tamaño de los cotiledones es de 6 cm. La arteria media uterina mide 1.5 cm de diámetro. El feto se encuentra en la parte media de la cavidad pélvica y mide de 70 a 90 cm de longitud.

270 días: El tamaño de los cotiledones es de 8 cm. La arteria media uterina mide 2 cm de diámetro. El feto se encuentra todo en la cavidad pélvica, palpándose generalmente las manos del mismo al entrar al recto de la vaca.

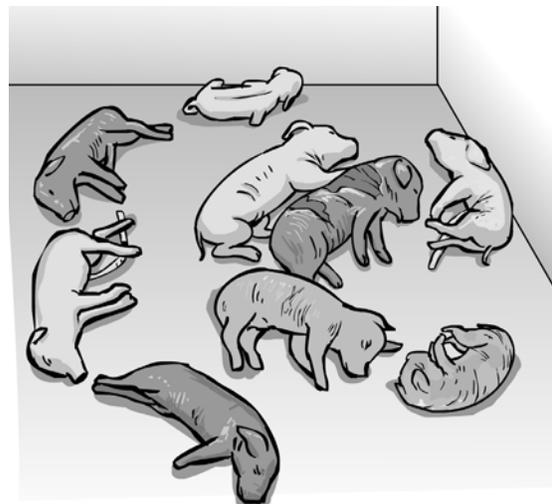


- **Ultrasonografía-ecografía:** se produce gracias a la emisión por parte de la sonda de ultrasonidos que chocan contra los órganos y generan una imagen ecogénica.

1.4. Abortos

Se define como la expulsión uterina en cualquier etapa de la gestación de un feto muerto o vivo que no ha alcanzado el grado de desarrollo para ser viable.

El aborto no es una enfermedad específica, sino un signo clínico de numerosas enfermedades que afectan ya sea al feto, a la placenta, al aparato reproductor de la madre o que causan enfermedad sistémica en la madre. Existen además causas no infecciosas que producen abortos.



Causas de los abortos

Se considera que aproximadamente el 90% de los abortos son debido a causas infecciosas. El aborto puede resultar por una marcada elevación de la temperatura materna, la cual causa hipoxia y acidosis en el feto.

En el caso de infecciones que afectan directamente al feto o a la placenta, el organismo responsable debe primero llegar al útero gestante. Para lograrlo es posible que siga una de las siguientes vías:

- **Vía hemática:** es la vía más común y adquiere mayor importancia hacia el final de la gestación. El agente infectante puede entrar al organismo materno a través del aparato digestivo (*Brucella abortus*, *Salmonella*, *Leptospira*, *Listeria*), o de la mucosa nasal o conjuntival (*Rinotraqueitis infecciosa bovina*, *Leptospira*, Parainfluenza, diarrea viral bovina). En todo caso, siempre existen bacterias o virus antes de que se produzca invasión del útero, desde el cual el agente infectante puede invadir la placenta y luego pasar al feto.
- **Vía ascendente:** esta vía de infección es más común en las fases tempranas de la gestación. Los microorganismos pueden entrar por la vagina (*Campylobacter*, *Trichomona*, *Corynebacterium pyogenes*, *Ureaplasma*), desde donde ascienden hacia el útero y pueden ser depositados directamente en el mismo durante la cópula o la inseminación artificial.
- **Vía descendente:** consiste en el descenso de una infección desde los oviductos hacia el útero, puede ocurrir en casos de peritonitis.

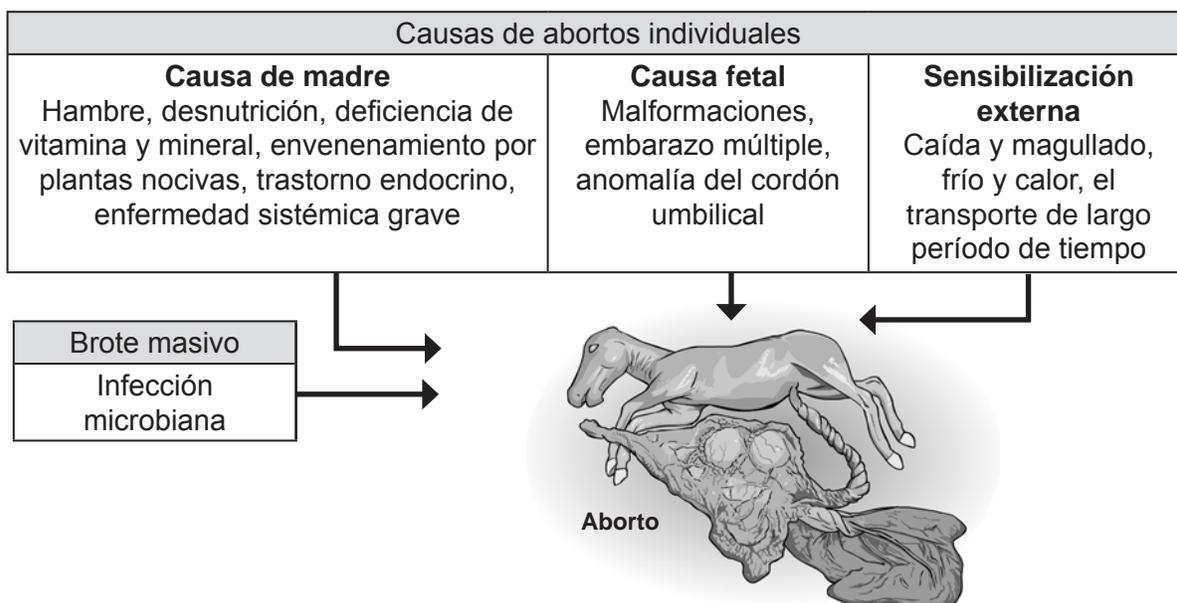


Figura 34. Factores de aborto involuntario

Tabla 6: Principales causas de aborto

Causas no infecciosas	Causas infecciosas
<p>Anomalías genéticas: Anomalías cromosómicas Fitoteratógenos: altramuces (lupinina) <i>Senecio spp.</i></p>	<p>Virus: Herpes virus Bovino tipo 1 (BHV1) Herpes virus Bovino tipo 4 (BHV4) Virus de la Diarrea Viral Bovina (BVD) Virus de la Parainfluenza 3 (PI-3) <i>Parvovirus porcino</i> Síndrome Respiratorio y Reproductivo porcino Parainfluenza</p>
<p>Nutricionales: Plantas tóxicas Intoxicación por nitratos y nitritos Fitoestrógenos Deficiencia de yodo Deficiencia de vitamina A Deficiencia de selenio Intoxicación por plomo Intoxicación por cadmio Cornezuelo</p>	<p>Bacterias: <i>Brucella abortus</i> <i>Tuberculosis</i> <i>Campylobacter fetus</i> <i>Chlamydia psittaci</i> <i>Leptospira hardjo/pomona</i> <i>Listeria monocitogenes</i> <i>Staphylococcus</i> <i>Streptococci</i> <i>Salmonella dublin/typhimurium</i> <i>Pasteurella spp.</i> <i>Echericha coli</i></p>
<p>Estrés: Transporte Manejo inadecuado Alta temperatura ambiental Traumatismos Cirugía Secado Ansiedad Vacunas y fármacos</p>	<p>Parasitarias/Protozoos: <i>Toxoplasma gondii</i> <i>Sarcocystis</i> <i>Neospora caninum</i> <i>Trichomonas foetus</i></p>
<p>Otras causas: Gestación múltiple Inseminación artificial inadecuada. Terapia con corticoesteroides Terapia con prostaglandinas Alergias Deshidratación</p>	<p>Hongos: <i>Aspergillus spp.</i> <i>Mycoplasma spp.</i> <i>Claviceps purpurea</i></p>

2. Parto

El parto se define como la expulsión materna del feto viable y de sus anexos por las vías naturales (canal del parto).

Se considera una de las etapas críticas de la vida del animal dado que en este momento se desencadenan una serie de cambios funcionales y estructurales que puedan a su vez condicionar la presentación de situaciones muy diversas que comprometen el potencial productivo, la viabilidad de la madre y el producto.

2.1. Fisiología del parto

El parto se da como tal, debido a que:

- El feto o los fetos son rechazados inmunológicamente por la madre.
- El peso y el volumen del feto o de los fetos, junto con la placenta y los líquidos contenidos en ésta, producen un estímulo suficientemente intenso para inducir el parto.
- Se produce un incremento de los estrógenos maternos al final de la gestación.
- La acumulación de desechos fetales llega a un nivel crítico que desencadena un estímulo para el inicio del parto.

El parto está determinado por un grupo de factores: hormonales, nerviosos y mecánicos.

Se considera que los factores hormonales son los principales responsables del inicio, tanto por parte de la madre como por parte del producto. Todas las modificaciones hormonales en relación con inicio del parto se pueden resumir:

- Disminución de los niveles de progesterona circulante, el cual se hace más rápido en las horas 36-48 preliminar al parto.
- Aumento gradual en los niveles de estrógeno placentarios entre los días previos al parto.
- Fuerte incremento en los niveles de prolactina durante las 24 horas que anteceden al parto.

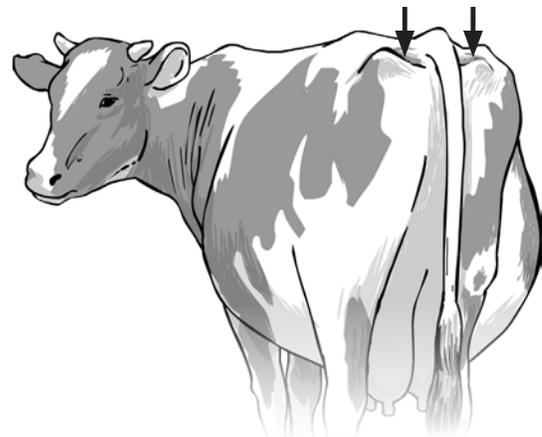
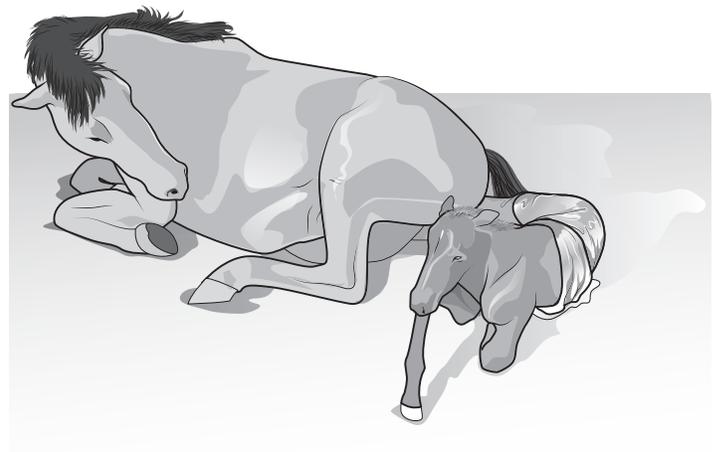


Figura 35. Signos del parto: hundimiento de la raíz de cola por la relajación del ligamento de sacro

- Modificaciones hormonales fetales.
- Incremento de los corticoesteroides fetales en días previos al parto.

2.2. Etapas del parto

(1) Etapa preliminar

En esta etapa del parto, el animal presenta signos de inquietud, mueve la cola constantemente y de vez en cuando trata de patear su vientre.

Se caracteriza por la dilatación de la cérvix, y marca el comienzo del parto cuando el cuello uterino se dilata. Las contracciones uterinas desplazan a la cría conjuntamente con las membranas fetales hacia la cérvix.

La placenta (pares) avanza dilatando el cuello uterino, en este momento se nota mayor inquietud en el animal, arqueamiento del lomo y cola extendida. Finalmente, el dolor de las contracciones obliga al animal a echarse.

(2) Etapa de Expulsión

Es cuando la cría por nacer es forzada y expulsada a través del canal del parto.

Tiempo de parto en las especies:

Especie	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
	Dilatación de la cérvix	Expulsión del feto	Expulsión de la placenta
Bovinos	2 a 6 hrs	30 a 40 min	2 a 6 hrs
Ovinos	2 a 6 hrs	20 a 30 min	2 a 4 hrs
Cerdos	2 a 12 hrs	2.5 a 3 hrs	1 a 4 hrs
Equinos	2 a 4 hrs	1 hr	1 hr

Al inicio de la segunda etapa, el cuello cervical está abierto 3/4 partes, y puede aparecer una porción de la placenta en la parte exterior de la vagina.

La placenta es de color azul claro y tiene gran cantidad de venas pequeñas, suele reventarse dentro de la vagina cuando la vaca está de pie y pujando, o bien, cuando el animal está echado y la presión abdominal interna aumenta.

Después del rompimiento de la placenta, puede presentarse debilitamiento temporal en la vaca o cese de esfuerzos abdominales que vuelven a comenzar al acercarse a la vulva de la vagina una segunda bolsa llamada Amnios (segundo saco o bolsa) que es blanquecino y sin venas. Esta bolsa, que suele venir junto con los miembros anteriores, contiene elementos lubricantes para un mejor desplazamiento de la cría por nacer a través del canal obstétrico.



Figura 36. Fase de dilatación



Figura 37. Fase de expulsión del feto



En muchos de los casos, es importante detectar en los animales si el parto es normal o no para considerar la atención. La alta relatividad en distocia es la presentación de nalgas, en este caso la parte inferior del casco del pie que estaba fuera de la vulva tiene simetría con la cola. Cuando pasa suficiente tiempo pero no sale el feto, es necesario comprobar la posición del feto metiendo la mano limpia a la zona genital. La presentación de extremidades posteriores en las cerdas facilita la expulsión del feto sin ningún problema.

Después de la ruptura de la bolsa blanquecina, se establece rápidamente un período muy enérgico de esfuerzo abdominal en la vaca. Al principio ocurren 3 contracciones abdominales llegando hasta 5 ó 7 en cada período y pueden llegar hasta 13. Estos esfuerzos pueden ser constantes durante los últimos minutos del parto.

Casi todas estas contracciones se acompañan del rechinar de dientes, mugidos o gruñidos. El mayor retraso ocurre cuando la cabeza de la cría por nacer llega a la vulva, sobretodo en vaquillas primerizas. Una vez que sale la cabeza, seguirá rápidamente el resto del cuerpo, y a veces ya sin tanto esfuerzo para la vaca, sólo algunos esfuerzos adicionales para expulsar los hombros o la cadera de la cría por nacer.

Cuando la cría es expulsada de manera natural, el cordón umbilical se rompe a una distancia de 10 a 20 cm de la pared abdominal, y cuando la cría es jalada por la fuerza, el cordón umbilical se rompe a nivel de la pared abdominal, lo cual predispone a hernias e infecciones del ombligo.

(3) Fase de expulsión de la placenta

Con el nacimiento del feto, los vasos de la placenta se colapsan, las vellosidades se vuelven pequeñas y retraen. Las contracciones del útero se hacen fuertes, lo que previene la hemorragia y facilita la expulsión de las membranas y los líquidos fetales.

Normalmente se presenta muy poco tiempo después de la expulsión del feto. Las vacas expulsan la placenta dentro de las 4 a 6 horas después de la expulsión del feto.

Si después de 12 horas no se ha presentado la expulsión de la placenta se considera que hay retención de la misma. La vaca tiene la tendencia a comerse la placenta, sin que esto se considere patológico y solo causa alteraciones si lo hace cuando hay descomposición de ella.



Durante la expulsión, el feto pasa estrechamente entre la pelvis debido a la acción hormonal que produce el aumento de las contracciones. Esto provoca que los huesos pelvianos se separen permitiendo al feto mostrar sus extremidades delanteras.

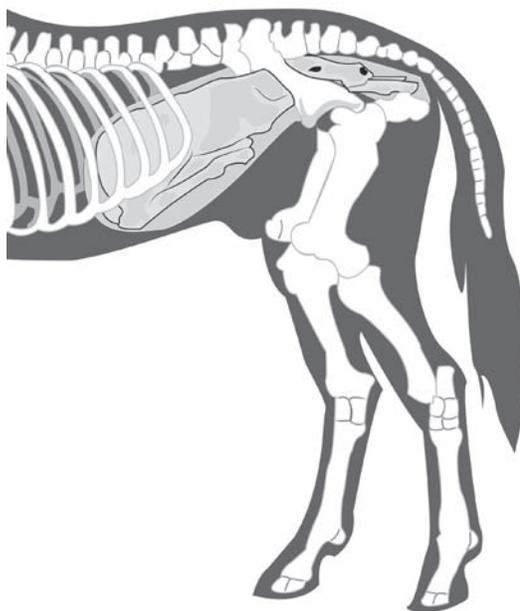


Figura 38. Posición normal del feto en el momento del parto



Figura 39. Fase de expulsión de la placenta

La separación de la placenta en la vaca es lenta, de modo que el segundo período del parto puede prolongarse sin peligro para el feto.

Casi todos los terneros necesitan de 15 a 45 minutos para levantarse y comenzar a amamantarse.

2.3. Características del parto en las diferentes especies

Se caracteriza por la presencia de contracciones uterinas dolorosas, secreciones vulvares, rompimiento de la placenta, agrandamiento de las glándulas mamarias, movimientos rítmicos de la vulva. Su posición puede ser de pie o echada, la ubicación del feto está sobre el canal del parto.

2.4. Tipos de partos

(1) Parto natural

Es la expulsión del feto que durante la gestación se ha desarrollado en el vientre de la hembra y está preparado para ser expulsado sin la intervención del hombre.



(2) Parto distócico

Es aquel que por razones de origen fetal o maternal, presenta desviaciones de las características normales del desarrollo del parto.



Causas más comunes de partos distócicos:

- i) **Estática fetal:** presentación, actitud y comportamiento anormal.
- ii) **Talla del feto:** cuando el tamaño del feto excede al diámetro del canal del parto estas puede ser originada como consecuencia de una cruce de hembras raza pequeñas con machos raza grandes. Cuando las hembras quedan gestadas y no ha alcanzado un desarrollo corporal apto para la reproducción.
- iii) **Dilatación insuficiente del cuello uterino (cérvix) y del canal blando del parto por fallo hormonal.**
- iv) **Inercia uterina.** Ausencia o disminución de la frecuencia, intensidad y duración de las contracciones de prensa abdominal y del útero. Las causas más frecuentes que producen esta condición son la hipocalcemia y partos prolongados.
- v) **Anormalidades o malformaciones genéticas en el feto, edad fetal.** Maceración, momificación, reacción fetal y falsa gestación.
- vi) **Partos gemelares.** Según la especie (solo en uníparas)
- vii) **Enfermedades.** Prolapso vaginal, torsión uterina, problemas podales y mastitis.
- viii) **Estrés.** Influencias ambientales y de manejo que puedan estresar a la vaca (alteraciones climáticas, sobre confinamiento).



**Atención del parto en cabras
(realizar de una manera similar en caso de otro ganado)**

A: Observe el escenario como un parto normal.

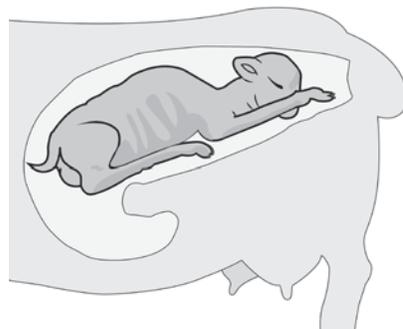
B: Debido a que no es posible cambiar esta posición, sacar el feto de las patas traseras (parto de nalgas), no deje pasar demasiado tiempo. Si el cordón umbilical está dañado y la cabeza del feto se encuentra todavía dentro de la madre, éste puede asfixiarse produciéndole la muerte.

C y D: Cuando las patas del feto están dobladas (C) y la cabeza está volteada (D), primero empujar el feto hacia el útero de nuevo, reposicionando el estado normal en el cuerpo.

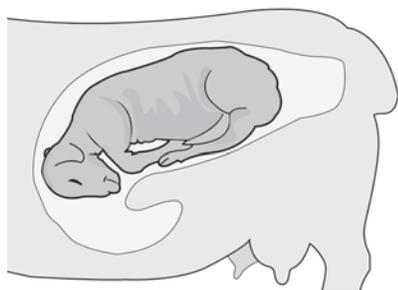
Cuando empuje el feto, actúe en los movimientos de las contracciones para que la cabra no ejerza presión.

Preste atención a los siguientes puntos:

1. Realizar el proceso por una persona de mano pequeña.
2. Evitar las uñas largas.
3. Quitarse los anillos.
4. Desinfectarse la mano y el brazo antes de introducirlo.
5. Utilizar lubricante.



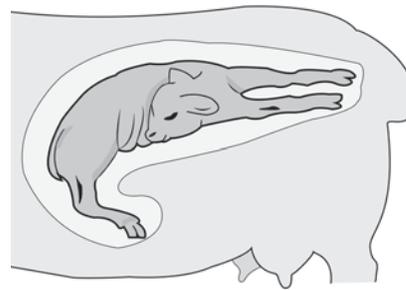
A: Normal



B: Dorso ventral



C: Dorso ventral y manos dobladas



D: Cabeza volteada

2.5. Problemas más comunes posteriores al parto

En los períodos posteriores al parto pueden ocurrir problemas, los cuales suelen comprometer la integridad de la salud en la hembra.

(1) Prolapso uterino y vaginal

Cuando el órgano genital sale parcial o totalmente de su posición anatómica normal y dependiendo de la porción que se exteriorice se denomina prolapso uterino o prolapso vaginal.

Uterino cuando hace referencia a la exteriorización completa del órgano reproductor hacia la vulva.

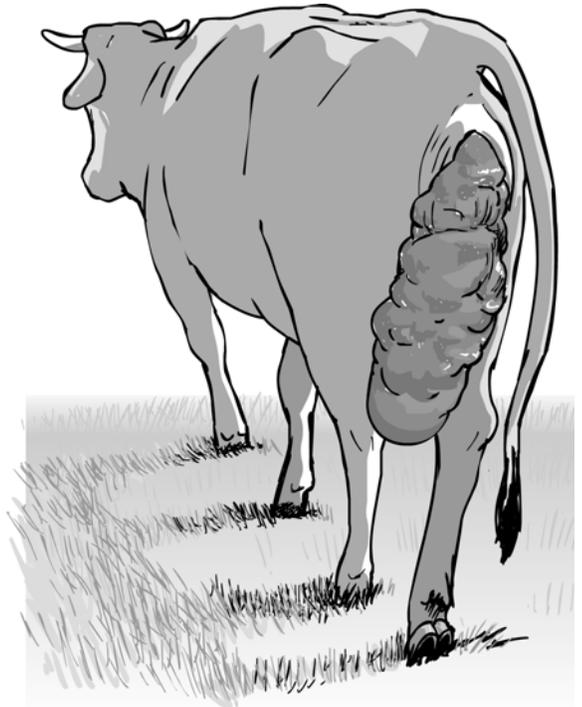
(2) Retención placentaria

Se considera retención de la placenta en la hembra doméstica de las diferentes especies cuando no se da la expulsión de la placenta en el tiempo requerido.

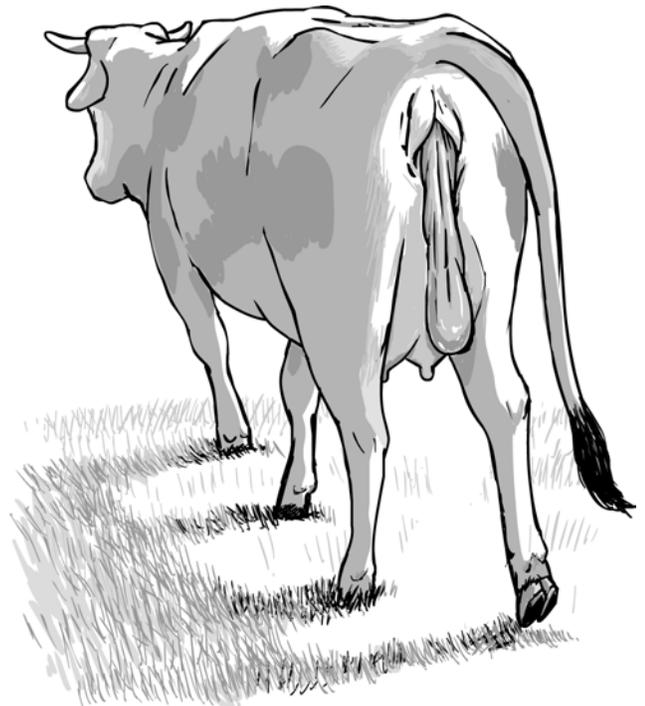
Su importancia está relacionada con la disminución en la actividad reproductiva de las hembras, como la continuación de días abiertos e intervalo entre partos.

Entre las principales causas se encuentran:

- Fallo en la maduración de la placenta.
- Parto prematuro
- Atonía uterina
- Partos gemelares y múltiples en el caso de las hembras que solo paren un feto
- Partos distócicos
- Nutrición inadecuada. Existen factores nutricionales involucrados: el sobrepeso en el último período de la gestación, hipovitaminosis y la carencia de minerales contribuyen a la aparición de la retención placentaria.



Prolapso uterino



Retención placentaria

Si la retención placentaria no es tratada a tiempo, puede evolucionar hacia una metritis en diferentes grados hasta llegar a una piometra, que causa infertilidad y fallo de la gestación.

Tratamiento:

- Extracción manual de la placenta.
- Uso de medicina alternativa tradicional (Guanacaste, Pitahaya, Espadilla).
- Aplicación de Oxitocina.
- Aplicar estradiol vía intramuscular.
- Realizar lavados uterinos (yodo, permanganato de potasio), más la aplicación de antibiótico y minerales inyectados.
- Aplicar bolos uterinos de oxitetraciclina más estradiol.

2.6. Puerperio

Es la etapa fisiológica (dura aproximadamente entre 21 a 45 días) posterior al parto y se considera que transcurre desde la expulsión de las membranas fetales hasta que se restablece la actividad cíclica normal en la hembra. Durante esta etapa, además, se inicia la lactación por lo que es muy importante que el animal llegue a la misma en perfectas condiciones físicas. En el puerperio se produce la involución del útero, la regeneración del endometrio y la expulsión de los loquios.

Involución uterina: Retorno del útero a su tamaño y posición normales después del parto, debido a las sucesivas contracciones.

Regeneración glandular: Se caracteriza por la reestructuración del tejido endometrial con la correspondiente necrosis de las capas más superficiales y la regeneración de las capas profundas hasta alcanzar un estado semejante al anterior al parto.

Eliminación de loquios: El término loquios se refiere a la secreción postparto que se origina en la cavidad uterina. Los loquios están compuestos por restos de tejido necrosado, sangre, tejido de granulación y exudado de la superficie uterina.

Inicio de la lactancia: las glándulas mamarias se desarrollan conforme la preñez progresa, la secreción de la célula de la glándula mamaria comienza justo antes del parto.

Inicio de la actividad cíclica sexual después del parto

Especie	1er celo postparto
Bovino (carne)	Más de 90 días
Bovino (leche)	Más de 70 días
Equino	8 a 10 días
Ovino-Caprino	Depende de la estación
Porcino	Más de 50 días (1 semana después del destete)

Actividades

Con apoyo del docente, realice las siguientes prácticas para medir los conocimientos adquiridos de los contenidos estudiados.

Mediante una práctica de campo, realice un diagnóstico de preñez en bovinos de la unidad productiva, utilizando la técnica de palpación recto-vaginal, cumpliendo con las siguientes instrucciones:

1. Seleccione y traslada las vacas a las mangas o bramadero, empleando los métodos de sujeción.
2. Seleccione las vacas que estén paridas (con terneros de 3 - 4 meses de edad), estas probablemente estén preñadas en su primer tercio de gestación
3. Elabore un registro en un cuaderno de campo, identificando las vacas por su nombre y marcando las que se encuentren gestadas.
4. Examine a los animales mediante la palpación rectal, determinando el estado de gestación en que se encuentra.

Autoevaluación

Después de haber estudiado la quinta unidad, realice lo que a continuación se le solicita.

Conteste de forma correcta las siguientes preguntas:

1. ¿Qué es gestación?

2. Explique los mecanismos que utiliza la hembra para el establecimiento y mantenimiento de la gestación.

3. Describe las etapas del parto.

4. Mencione las diferencias entre un parto normal y un parto distócico en bovinos.

5. Mencione las diferencias entre un parto normal y un parto distócico en porcinos.

6. ¿Qué es puerperio?

Unidad VI: Mejoramiento genético

Objetivo de la unidad:

Seleccionar con criterio técnico hembras y machos para el mejoramiento genético del hato.

1. Concepto de mejoramiento genético

El Mejoramiento Genético Animal (MGA) consiste en aplicar principios de biología, estadísticos, matemáticos y económicos, con el fin de encontrar estrategias óptimas de aprovechamiento del potencial genético deseado presente en las distintas especies con miras a maximizarlo. Esto incluye procesos de evaluación genética y difusión del material genético seleccionado, utilizando tecnologías reproductivas artificiales como inseminación artificial (AI), la ovulación múltiple y transferencia embrionaria (OMTE), la fertilización in vitro de embriones, y el uso de marcadores de ADN.

El mejoramiento genético utiliza como herramienta base la Selección (utilizando los individuos mejor dotados genéticamente) y los sistemas de apareamiento (determinando cómo los individuos seleccionados serán apareados).

Los procesos de recombinación y segregación, descritos por las leyes de Mendel, determinan que lo que se herede sean nuevas combinaciones de los genes de ambos padres.

2. Importancia del mejoramiento genético

El mejoramiento genético a través de la aplicación de técnicas permite reproducir diferentes especies, como una actividad estrechamente relacionado con la vida de las personas y su actividad económica, el producir más con menos cantidad de animales, racionalizando el uso de los recursos disponibles. Por ejemplo, las vacas tienen diferente producción de leche, pero consumen la misma cantidad de alimento, por tanto, se elegirá la vaca que produce más leche, así se selecciona el hato con las mejores características genéticas, estrechando esta relación con el fin de beneficiar la vida de los productores y es donde radica la importancia.

3. Selección de animales para el mejoramiento genético

Cuando se inicia el mejoramiento genético, hay que manejar las leyes de la genética con el fin de mejorar y trabajar en el siguiente orden:

- 1 Definir características y habilidades de las especies animales que quiere criar y reproducir.
- 2 Determinar el método de la selección del animal, su tasa y el método de combinación.

3.1. Principios genéticos

(1) Genotipo y Fenotipo

El genotipo (G) en un animal representa el gen o grupo de genes responsable de un rasgo en particular, es decir, el genotipo describe el grupo de genes que un individuo ha heredado, también llamado constitución genética.

El fenotipo (P) es la manifestación externa de la constitución genética, de un carácter o rasgo, el cual puede ser observado o medido. Por ejemplo, el fenotipo puede ser la producción individual de leche de una vaca, el porcentaje de grasa en la leche. Significa que el fenotipo es la suma del genotipo más el ambiente.

La diferencia entre genotipo y fenotipo radica en que el genotipo es esencialmente una característica fija del organismo; permanece constante a lo largo de la vida del animal y no es modificado por el medio ambiente. En cambio, el fenotipo otorga una buena indicación de la composición genética del individuo, cambiando constantemente a lo largo de la vida del individuo como respuesta a factores ambientales.

Por ejemplo, la producción de leche de una vaca (fenotipo $P = G + E$) depende de la constitución genética (Genotipo, G) de la vaca para producción de leche (el efecto de los genes). El resto de efectos que no son genéticos, (Ambiente, E).

(2) El material genético

El material genético se encuentra localizado en el núcleo de cada célula del cuerpo, a excepción de los glóbulos rojos sanguíneos y las células reproductoras (espermatozoides y óvulos).

Las células contienen dos copias del material genético completo del animal; cuando la célula se divide, el material genético se organiza en una serie de estructuras largas en forma de fibras llamadas cromosomas.

El número de pares de cromosomas es típico de una especie y es generalmente abreviado con la letra "n". Por ejemplo, en humanos $n=23$, cerdos $n=19$, vacas $n=30$. Por lo tanto, las células en el cuerpo humano, cerdos y vacas contienen $2n=46$, 38 y 60 cromosomas, respectivamente.

Un gen se compone de ácido desoxirribonucleico o ADN. La función del ADN es la de llevar la información necesaria para la síntesis de proteínas. A medida que las proteínas son sintetizadas y que el ADN se replica a sí mismo, el número de células del cuerpo se incrementa (crecimiento) y las células pueden especializarse dentro de diferentes funciones específicas (desarrollo) en las que algunos genes se expresan y otros no (pero todas las células tienen el mismo material genético).

(3) Rasgos cualitativos

Los rasgos cualitativos tienden a caer dentro de categorías discretas. Generalmente solo uno o pocos genes poseen un gran efecto sobre los rasgos cualitativos. El medio ambiente generalmente tiene un pequeño papel al influenciar sobre la categoría dentro de la que el animal cae. En este caso, el fenotipo de un animal refleja su genotipo.

Ejemplos de rasgos cualitativos son:

- Color de pelo
- Defectos hereditarios como enanismo
- Presencia o ausencia de cuernos
- Grupo sanguíneo

(4) Rasgos cuantitativos

Los rasgos cuantitativos difieren de los cualitativos por dos formas importantes:

- Se encuentran influenciados por muchos genes.
- La expresión fenotípica es influenciada más fuertemente por el medio ambiente que en el caso de los rasgos cualitativos.

Muchos de los rasgos de importancia económica en el ganado lechero son cuantitativos:

- Producción de leche
- Composición de la leche
- Conformación (también llamado tipo)
- Eficiencia de conversión de alimento
- Resistencia a enfermedades.
- La influencia combinada de muchos genes y el efecto del medio ambiente en los rasgos cuantitativos hacen que sea mucho más difícil el determinar el genotipo exacto que en el caso de la mayoría de los rasgos cualitativos.

Tabla 8: Rasgos cualitativos y rasgos cuantitativos

	Rasgos cualitativos	Rasgos cuantitativos
Descripción	Características de la variedad como la presencia de cuernos y el color de pelaje, y rasgos como el tipo de sangre, tales como la presencia o ausencia del color del pelo y cuernos.	Rasgos que se pueden medir como el número de huevos de gallina y la cantidad de la leche.
Relación entre gen y fenotipo (P)	En general, se rige sólo para gen (G) $P = G$	La suma de gen (G) y medio ambiente (E) (como nutrición) es fenotipo. $P = G + E$. Además, un gran número de genes están involucrados en un rasgo.
Característica	Mostrar las características de las variedades y sistemas.	Por lo general, el fenotipo se convierte en la cantidad continua, a menudo muestra una distribución normal.
Leyes de la herencia	Casi se puede explicar por las leyes de Mendel (por cada ley de dominante, independiente y separación).	Fenotipo (P) se deja influir la heredabilidad (Porcentaje de la influencia del gen sobre el fenotipo).

(5) Dominación genética de rasgos

Estos rasgos representan la heredabilidad por la fuerza del impacto de la genética (G) en el valor de fenotipo (P). La alta heredabilidad muestra que la fuerza genética es más fuerte que la influencia del medio ambiente (E).

(6) Concepto de selección de rasgos cuantitativos

La correlación radica en la conexión de algunos rasgos y otros. Por ejemplo, la producción de leche y el porcentaje de grasa de la leche están en correlación negativa, es difícil mejorar ambos al mismo tiempo.

(7) Vigor híbrido

La descendencia es la capacidad con que nace el producto del apareamiento normal como muestra del intermedio de los padres. Sin embargo, puede superar considerablemente la capacidad de los mismos, a esto se llama vigor híbrido.

3.2. Ejemplares que se utilizarán para el mejoramiento genético

No sólo debe tener excelentes características para el objetivo del mejoramiento, además es necesario que cumpla con algunos requisitos básicos:

- No posea defectos genéticos (malformaciones)
- Que sea robusto y apacible
- Que tenga alta capacidad de reproducción
- De crecimiento rápido y con alta eficiencia alimenticia
- Que la calidad de la descendencia sea superior

3.3. Comprensión de la información genética

Para los productores es necesario el conocimiento de la información genética para los rasgos cuantitativos del ganado. Para valorar las capacidades genéticas cuantitativas debemos considerar los métodos siguientes:

- Obtener información confiable del pie de cría.
- Seleccionar buenos progenitores en el mismo ambiente para obtener mejores resultados.
- Conocer las capacidades de hembras y machos mediante la comparación de los resultados basados en los registros de las crías dentro de su gestión (Para los machos esta información se obtiene más fácil por el número de montas que hace o bien a través de la inseminación).
- Establecer comparaciones de las hembras y machos dentro de la explotación a través de los distintos registros.

4. Cruzamiento

Es el apareamiento entre individuos de poblaciones distintas (menos emparentados) que pueden ser estirpes líneas o razas. Es una de las prácticas de mejoramiento genético más utilizadas en producción animal. Probablemente sea la forma más rápida de mejorar el potencial genético de una población. Los animales que resultan de los cruzamientos se denominan cruza o mestizos.

Las razas que entran en el cruzamiento deben mantener su propia identidad. Las razas elegidas adecuadamente juegan un papel primordial en la obtención de descendientes adaptados a las condiciones donde se desarrolla la producción.

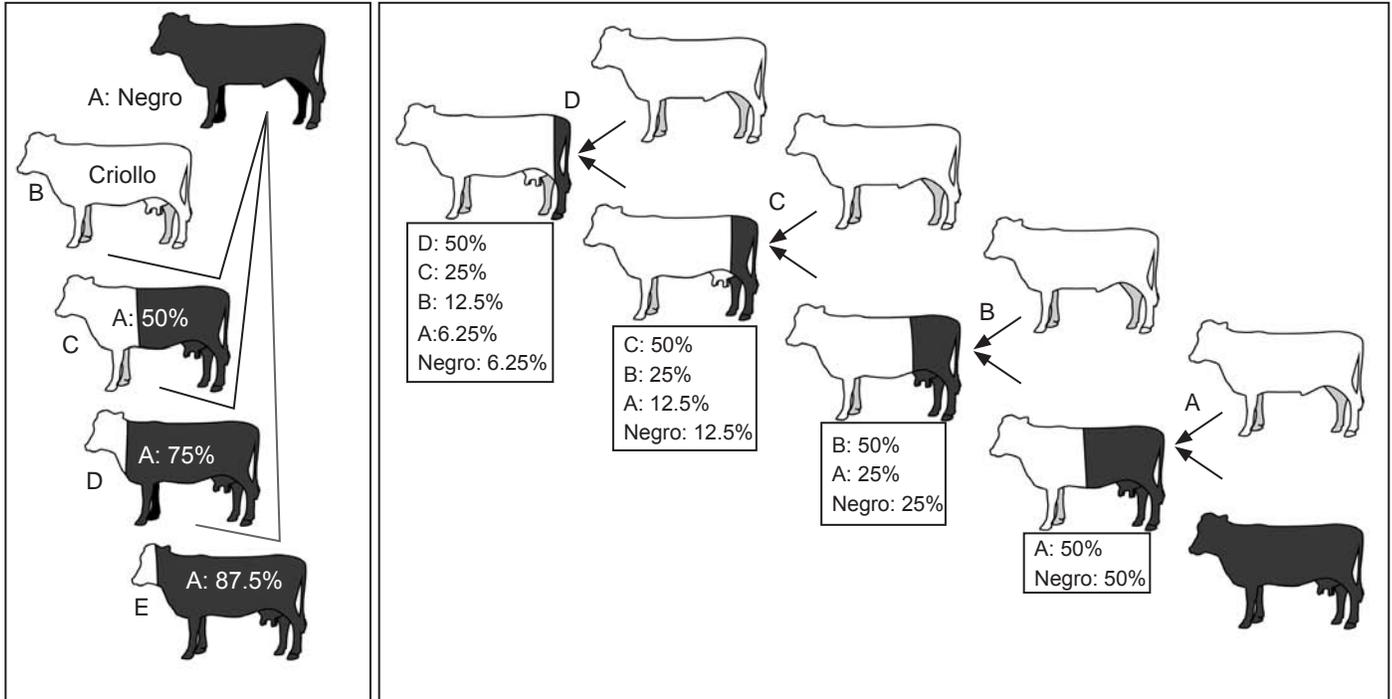
4.1. Tipos de cruzamiento

Existen dos tipos de cruzamientos, uno con fines genéticos y otro en índole comercial.

(1) Fines genéticos:

i) Cruzamientos absorbentes:

Consiste en el reemplazo de una población animal mediante el cruzamiento sistemático de la descendencia de la hembra con un macho de una raza pura.

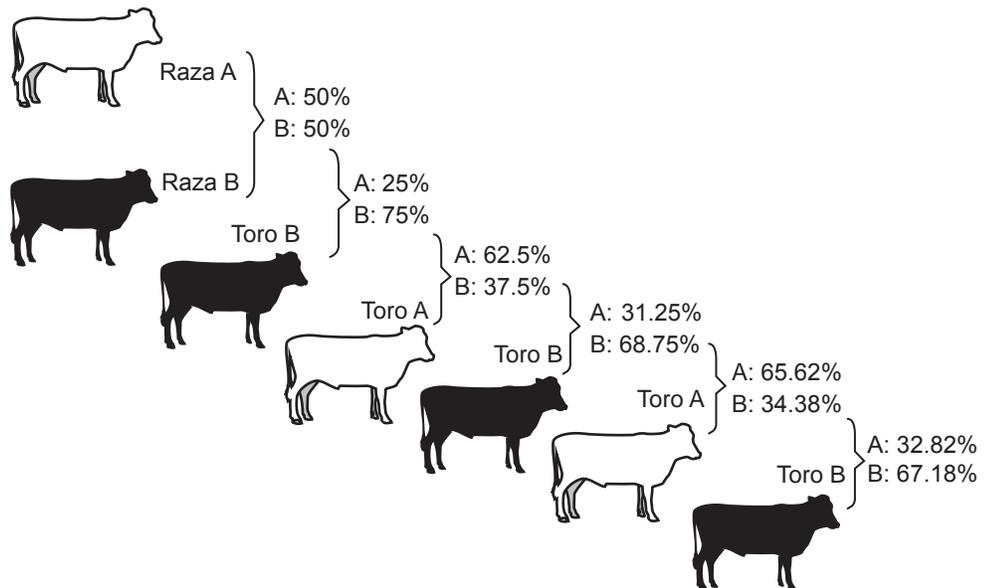


Para cada nueva hembra se debe cambiar el toro por otro de la misma raza

Cruzamiento de toros puros (raza lechera: color blanco; raza criolla: color negro)

ii) Cruzamientos interrecurrentes o de remojo

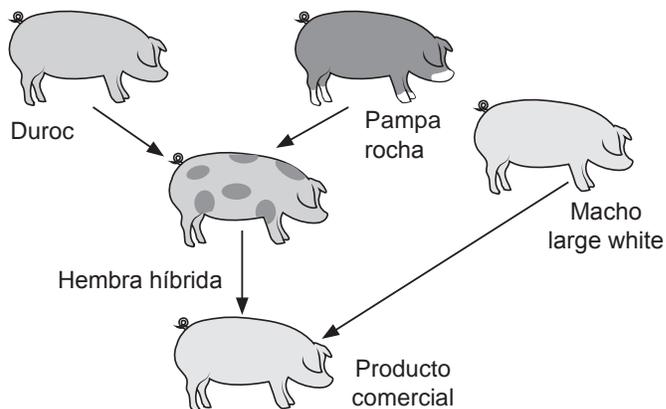
Consiste en retro cruzamientos de una población con otra, con el objetivo de introducir un nuevo gen en una de las poblaciones.



(2) Índole comercial:

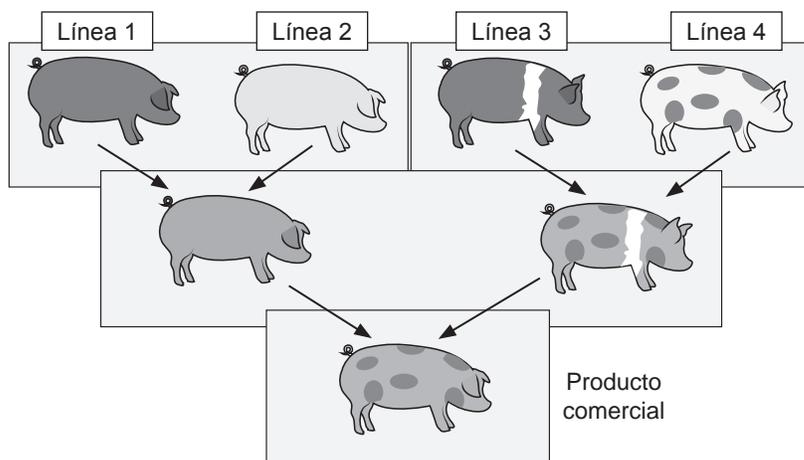
i) Cruzamientos sistemáticos con fines comerciales.

Consiste en aparear individuos mestizos procedentes de un cruzamiento de dos vías con una de las razas parentales



ii) Cruzamientos de cuatro vías (método más usado)

Consiste en aparear descendientes cruces, procedentes de 2 cruzamientos de dos vías distintas para producir la descendencia comercial.



4.2. Criterios para evaluar cruzamientos

(1) Mérito del componente racial

Se refiere al potencial que tiene un animal de heredar genes favorables o superiores a su descendencia.

(2) Vigor híbrido

Es cuando el rendimiento promedio de la descendencia cruzada es superior al rendimiento promedio de los progenitores para ciertos caracteres.

(3) Complementariedad racial

Es la capacidad de aprovechar el recurso genético para maximizar el uso de recursos nutricionales y de manejo, dentro de sistema de producción (progenie deseada).

(4) Uniformidad de los productos obtenidos

Es la capacidad del sistema de cruzamiento de producir lote de individuos uniformes o del mismo biotipo.

(5) Consideraciones sobre la reposición

Las hembras F1 son las mejores para el creador comercial.

(6) Simplicidad

El manejo de apareamiento del sistema de cruzamiento debe ser relativamente simple, si es muy caro y complejo es difícil de que se mantenga en el tiempo como las rotacionales de 3 o 4 razas.

Actividades

Con apoyo del docente, realice las siguientes prácticas para medir los conocimientos adquiridos de los contenidos estudiados.

Realice una gira de campo donde utilice medios reales para caracterizar rasgos fenotípicos y genotípicos de los animales. Para ello, debe tomar en cuenta los parámetros de selección del toro y la vaca adecuada para el cruzamiento.

1. Tomando en cuenta los parámetros de selección, escoja el toro y la vaca adecuada para el cruzamiento, cumpliendo las siguientes orientaciones:
 - Elabore un formato donde incluya los parámetros de selección del toro y la novilla de reemplazo.
 - Elabore un informe final de las actividades realizadas y anexas el formato de selección.
2. Realice de forma correcta los siguientes ejercicios de cruzamiento:
 - En la especie vacuna, la falta de cuernos F, es dominante sobre la presencia f. Si un toro sin cuernos se cruza con tres vacas:
 - Vaca A (posee cuernos), se obtiene un ternero sin cuernos.
 - Vaca B (posee cuernos), se obtiene un ternero con cuernos.
 - Vaca C (no posee cuernos), se obtiene un ternero con cuernos.
 - ¿Cuáles son los genotipos del toro y de las tres vacas y qué descendencia espera de estos cruzamientos?

Autoevaluación

Después de haber estudiado la sexta unidad, realice lo que a continuación se le solicita.

Conteste de forma correcta las siguientes preguntas:

1. ¿Qué es mejoramiento genético?

2. ¿Cuál es la importancia del mejoramiento genético?

3. ¿Qué es cruzamiento?

Enumere de forma correcta lo siguiente:

1. Principios genéticos.

2. Tipos de cruzamientos.

3. Los criterios para evaluar los cruzamientos.

GLOSARIO

Adventicia (pág. 12): membrana externa de los conductos que componen el cuerpo animal.

Anastomosis de vasos sanguíneos (pág. 2): unión de vasos sanguíneos de pequeño calibre a uno de mayor grosor o diámetro.

Avidez (pág. 52): ansia y deseo vehemente.

Células germinales (pág. 14, 28): provienen de las células madres y son responsables de la formación de las células reproductoras o gametos, los espermatozoides (machos) y los ovocitos (hembras). Contienen toda la información genética que un individuo transmite al embrión y durante la etapa embrionaria da lugar a eventuales mutaciones genéticas.

Cérvix (pág. 4, 10-13, 23, 24, 31, 43, 45, 46, 48, 53, 58, 59, 61): porción fibromuscular, situada en la parte inferior del útero (cuello del útero). De textura delgada, flexible y mide aproximadamente 3 cm de longitud.

Cigoto (pág. 31, 32, 53): célula que resulta de la unión de las células sexuales masculina y femenina y a partir de la cual se desarrolla el embrión de un ser vivo.

Congénitos (pág. 2): enfermedad o malformación que se presenta durante el período de gestación y puede ser hereditaria o no.

Consanguinidad (pág. 2): unión entre parientes.

Copulación (pág. 1): unión sexual del macho y la hembra de los animales superiores, normalmente con transferencia de espermatozoides del primero a la segunda mediante el órgano copulador.

Correlación (pág. 68): tendencia de una variable a otra proporcionalmente, puede ser positiva o negativa.

Cromosomas (pág. 28, 69): orgánulo en forma de filamento que se halla en el interior del núcleo de una célula eucariota y que contiene el material genético.

Cuerpo lúteo (pág. 4, 12, 23, 24, 41, 54): masa glandular color amarillento que se forma en el ovario después de la ovulación, secretando progesterona y estrógenos. Si el óvulo se fertiliza se vuelve más grande y secreta hormonas para mantener la preñez. Si no hay fertilización se degenera y desaparece hasta un nuevo ciclo sexual.

Embrión (pág. 1, 11, 12, 23, 32, 52, 53): óvulo fecundado en las primeras etapas de su desarrollo.

Endometrio (pág. 12, 32, 64): revestimiento mucoso interno del útero. Si no hay fecundación se produce la necrosis del endometrio. El endometrio está bajo la influencia y desarrollo de las hormonas secretadas por los ovarios (los estrógenos).

Estrógeno (pág. 10, 12, 21, 23-25, 32, 57, 58): hormonas sexuales del tipo femenino producida por los ovarios.

F1 (pág. 72): símbolo utilizado para representar la primera generación filial; prole heterocigota producida por el cruzamiento de dos sujetos no relacionados.

Fenotipo (pág. 21, 68-70): conjunto de características visibles de un organismo (color del pelo, tamaño de ubre, testículos y demás).

Flehmen (pág. 25, 26): se manifiesta cuando una hembra o un macho olfatea la orina o el periné de una vaca en celo. Este rito consiste en la elevación de la cabeza con los labios fruncidos y dilatación de las fosas nasales.

Folículo (pág. 12, 22-24): pequeño elemento en forma de bolsa en la cual el ovocito es almacenado hasta su maduración y liberación.

Freemartinismo (pág. 4): condición genética de los bovinos que se desarrolla durante la fase embrionaria, de la cual se obtiene una hembra infértil a partir de la gestación gemelar con un macho.

FSH (pág. 23, 24): hormona del tipo gonadotropina, comúnmente conocida como Hormona Folículo estimulante; sintetizada y secretada por células gonadotropas de la parte anterior de la glándula pituitaria. Se encarga de regular el desarrollo, crecimiento, maduración puberal y los procesos reproductivos del animal. En la hembra produce la maduración de los ovocitos y en los machos interviene en la producción de espermatozoides.

Gametos (pág. 1, 31): células encargadas de la función reproductora. En el macho es el espermatozoide y en la hembra el óvulo, ambos contienen la mitad de la información genética (cromosomas) para dar origen a un nuevo individuo cuando estos se unen.

Genotipo (pág. 1, 21, 68, 69, 73): información genética que posee un organismo particularmente en forma de ADN. El genoma de una especie incluye numerosas variaciones en muchos de sus genes.

Gónadas (pág. 28): término genérico que sirve para designar los órganos destinados a la reproducción tanto en las hembras como en los machos.

Híbrido (pág. 70, 72): (animal, vegetal) que procede de la unión de dos individuos de un mismo género pero de especies diferentes.

Homólogo (pág. 10): que es semejante a otra cosa por tener en común con ella características referidas a su naturaleza, función o clase.

Implantación (pág. 31, 32, 53): fijación de un óvulo fecundado en el útero.

Involución (pág. 23, 64): regresión de un proceso.

Limo (pág. 23): exudado vaginal de aspecto gelatinoso que secreta la vaca antes del parto.

Longevidad (pág. 51): hace referencia al tiempo o edad de un ser vivo, que vive más tiempo que lo que normalmente lo hace la especie a la que pertenece.

Loquios (pág. 64): Ssecreción vaginal normal durante el puerperio, es decir, después del parto, que contiene sangre, moco y tejido placentario.

Meiosis (pág. 28): una de las formas de reproducción celular, producido en las glándulas sexuales para la producción de gametos. Es el proceso de división celular en el cual una célula diploide ($2n$ -todos los cromosomas) experimenta dos divisiones sucesivas, con la capacidad de generar cuatro células haploides (n -mitad de los cromosomas).

Miometrio (pág. 12): capa intermedia del útero.

Mitosis (pág. 28): proceso de división celular que produce dos células hijas idénticas a partir de una célula madre. Se caracteriza por un conjunto de cuatro fases sucesivas llamadas profase, metafase, anafase y telofase.

Motilidad (pág. 36): movimiento de los espermatozoides.

Oviductos (pág. 9-13, 31, 56): órganos encargados de conducir el óvulo desde el ovario hasta el útero.

Ovulación (pág. 22-24, 30, 31, 33, 40, 41, 47, 67): uno de los procesos del ciclo sexual de la hembra en el cual un folículo ovárico se rompe y libera un óvulo.

Piometra (pág. 4, 64): enfermedad originada por una infección en el útero y acumulación de secreciones y pus en su interior.

Politoca (pág. 52): hembra que realiza poliovulación.

Progesterona (pág. 12, 23-25, 32, 41, 58): hormona sexual que se inicia a producir en la pubertad. Actúa durante el ciclo sexual, deteniendo los cambios endometriales que inducen los estrógenos y estimulando los cambios madurativos, preparando así al endometrio para la implantación del embrión. Es la encargada de engrosar y mantener sujeto al endometrio en el útero: al no haber fecundación y bajar sus niveles, el endometrio se cae. Es responsable del desarrollo de caracteres sexuales secundarios y es la principal encargada del mantenimiento de la preñez. Su fuente principal es el ovario (cuerpo lúteo) y la placenta, la progesterona también puede sintetizarse en las glándulas adrenales y en el hígado.

Protrusión (pág. 11): proceso y resultado de protruir. Se refiere a la acción que realiza un órgano cuando sobresale de su ubicación normal o se mueve más allá de sus límites, ya sea por una causa propia de la naturaleza o por algún tipo de patología.

Pubertad (pág. 1, 2, 20, 21, 28, 34): edad en que se observa el primer estro con ovulación, donde el animal pasa de la tranquilidad sexual a la reproducción activa.

Quiste (pág. 2, 4, 40): saco o bolsa conteniendo líquido, localizado dentro o en la superficie de un ovario.

Segregación (pág. 67): separación de cromosomas homólogos en gametos diferentes (materno, paterno) en la meiosis.

Tejido (pág. 10, 13, 38, 64): conjunto de células similares que suelen tener un origen embrionario común y que funcionan en asociación para desarrollar actividades.

Uretra (pág. 10, 13, 14, 16, 17, 45): conducto por donde pasa la orina en su fase final del proceso urinario.

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tablas

Tabla 1: Patologías más frecuentes	4
Tabla 2: Tipos de ovarios de las diferentes especies.....	13
Tabla 3: Presentación de la pubertad en hembras.....	22
Tabla 4: Ciclo, duración del estro y ovulación en hembras poliéstricas.....	23
Tabla 5: Signos indicadores de celo y actividad sexual en hembras bovinas	26
Tabla 7: Registro reproductivo (calendario estro)	57
Tabla 6: Principales causas de aborto	61
Tabla 8: Rasgos cualitativos y rasgos cuantitativos	73

Figuras

Figura 1. Experimento de relación entre nutrición y reproducción (Wirtbank, 1957)	3
Figura 2. Factores ambientales en la reproducción	4
Figura 3. Aparatos reproductivos de cada especie	9
Figura 4. Aparato reproductor de la vaca.....	10
Figura 5. Anillos cervicales formados por los pliegues internos en un plano transversal y el fórnix como resultado de una protrusión del primer anillo del cérvix en la vagina.	11
Figura 7. Ámpula donde ocurre la fecundación	11
Figura 6. Útero y cuello uterino	11
Figura 8. Modelos de formas del cuerpo uterino.....	12
Figura 10. Aparato reproductor de la yegua.....	13
Figura 9. Desarrollo de óvulos en el ovario.....	13
Figura 11. Aparato reproductor de la vaca	14
Figura 12. Aparato reproductor de cerda	14
Figura 14. Aparato reproductor del caballo	15
Figura 13. Aparato reproductor del toro	15
Figura 15. Aparato reproductor del cerdo	15
Figura 16. Testículo.....	16

Figura 17. Aspectos morfológicos del epidídimo.....	17
Figura 18. Aparatos genitales alrededor de la próstata	18
Figura 19. Porciones del pene del bovino.....	18
Figura 20. Ciclo ovárico	24
Figura 21. Regulación hormonal de la actividad reproductiva de la vaca	25
Figura 22. Comportamientos visibles de la hembra durante el celo	27
Figura 23. Manifestaciones externas de la hembra y el macho durante el celo	28
Figura 24. Proceso de espermatogénesis	30
Figura 25. Fases de la fecundación. La cabeza del espermatozoide entra en contacto con la membrana plasmática del ovocito, lo cual produce la liberación de enzimas lisosómicas desde los gránulos corticales	33
Figura 26. Fertilización e implantación (Establecimiento de la preñez).....	33
Figura 27. Vagina artificial bovina	40
Figura 28. Pajilla normal de 0.5 cc.....	43
Figura 29. Pistolas de inseminación, fundas y pajillas.....	43
Figura 30. Pérdida de la calidad del semen por el periodo de exposición al medio ambiente	46
Figura 31. Método para depositar el semen (insertar la pistola inclinada de 30° en el cuello uterino)	49
Figura 32. Cerda y vaca preñadas.....	55
Figura 33. Etapas de desarrollo de un óvulo fecundado bovino	57
Figura 34. Factores de aborto involuntario	60
Figura 35. Signos del parto: hundimiento de la raíz de cola por la relajación del ligamento de sacro	62
Figura 37. Fase de expulsión del feto	63
Figura 36. Fase de dilatación.....	63
Figura 39. Fase de expulsión de la placenta	64
Figura 38. Posición normal del feto en el momento del parto.....	64

PARA SABER MÁS

http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria/01-pubertad_en_machos_y_hembras.pdf

<http://animalsciences.missouri.edu/reprod/anatomymale/bull/sld012.htm>

http://es.slideshare.net/Anniitthaespinoza/aparato-genital-masculino-37624612?next_slideshow=1

<http://animalsciences.missouri.edu/reprod/anatomymale/bull/img021.JPG>

http://es.slideshare.net/Anniitthaespinoza/aparato-genital-masculino-37624612?next_slideshow=1

<http://www.monografias.com/trabajos89/ensayo-reproduccion-animal-bovino/ensayo-reproduccion-animal-bovino.shtml>

www.avpa.ula.ve

<http://www.cienciapopular.com/biologia-y-fosiles/gestacion-de-animales>

<http://html.rincondelvago.com/reproduccion-de-animales-domesticos.html>

http://datateca.unad.edu.co/contenidos/102702/102702/leccin_10_gestacin_y_parto_de_las_especies_comerciales.html

<http://www.youtube.com/watch?v=BBv9D01Qppg&feature=relmfu>

<http://www.youtube.com/watch?v=yR-mmhRytVw&feature=related>

<http://www.monografias.com/trabajos12/domes/domes.shtml>

<http://reproduccionbovina-mgrg.blogspot.com/p/parto-puerperio.html>

<http://mundo-pecuario.com/tema173/parto/>

<http://html.rincondelvago.com/reproduccion-de-animales-domesticos.html>

www.reproduccionbovina-mgrg.blogspot.com

www.uaa.mx/centros/cca/MVZ/M/7/Manualdepracticass32-1531

www.amvediciones.com/ganad.htm

www.monografias.com/trabajos13/heren/heren.shtml

www.infocarne.com/bovino/

http://www.agrobit.com/Info_tecnica/Ganaderia/insem_artif/GA000003in.htm

BIBLIOGRAFÍA

- Bavera, G. A.** 2000. Curso de Producción Bovina de Carne; FAV UNRC.
- Bearden, H. J., & Fuquay, J. W.** (1982). Reproducción animal aplicada. El Manual Moderno.
- BEARDEN, H. J. y FUQUAY, J. W.** (1986). Reproducción animal aplicada. Edición Mundiprensa, Madrid.
- Bearden H.J & Fuoquay J.W.** (1987). Reproducción animal aplicada. Editorial Mundiprensa, Madrid.
- Carlos Galina; Javier Valencia,** Reproducción de Animales Domésticos. 3ª Edición; 2009 En Papel; Limusa.
- Carvaca Rodríguez. F.P.;** Bases de la reproducción animal. Servicios de publicaciones de la Universidad de Córdoba.
- Cerón Hernández Joel.** Manejo Reproductivo en bovinos en sistemas de producción de leche. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM.
- Córdoba de la Barrera, Luis Fernando de.;** Reproducción aplicada del ganado vacuno lechero.
- Eña M. Gongora A.; Estrada J.-** Factores de crecimiento en el Desarrollo Folicular. Embrionario Temprano e Implantación.
- Faure, R.** (1987). Concentraciones séricas de hormona luteinizante y progesterona e inducción del estro en novillas anéstricas. Tesis para optar por el grado de candidato a doctor en Ciencias. CENSA. La Habana, Cuba.
- Fraser, C. M. (Ed.).** (1993). El manual Merck de veterinaria: un manual de diagnóstico, tratamiento, prevención y control de las enfermedades para el veterinario. Merck & Company.
- HAFES ZE.S.E.** - Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. 1989 Editorial Interamericana.
- Hafez, B.; Hafez, E.S.E.** Reproducción e inseminación artificial en animales. Edición 2002. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA 7º
- Kumar Pradeep. Med. Vet.** 2009; Applied veterinary gynecology and obstetrics. First edition. International Book Distributing Co.
- Manual de inseminación artificial,** Ministerio de agricultura y reforma agraria, 1988. (MIDINRA), Managua, Nicaragua.

Manual de reproducción animal, especialidad veterinaria; 2015. Instituto Nacional Tecnológico.

Manejo sanitario y reproductivo en ganado mayor y menor; febrero 2016, INATEC.

Mónica Ptaszynska. Compendio de Reproducción Animal 9º edición. INTERVET.

McDonald LE. Endocrinología Veterinaria y Reproducción. 1991. 4ª Ed. Interamericana – Mc Graw Hill. México.

Nakes D.E. Fertilidad y obstetricia del ganado vacuno.

Peter A.R. Ball. P.J.H. Reproducción del ganado vacuno.

Quíntela Arias. Ecografía y reproducción en la vaca. Universidad de Santiago de Compostela.

Rivera A. (2015). Reproducción animal. Tecnológico Nacional Agropecuario

ULA Trujillo. 2002 - BOG. A. Dinámica Folicular y Tratamientos Hormonales para sincronizar la ovulación en el ganado bovino. Memorias Congreso Venezolano de producción e Industria Animal. Valera (22 al 26 de octubre).

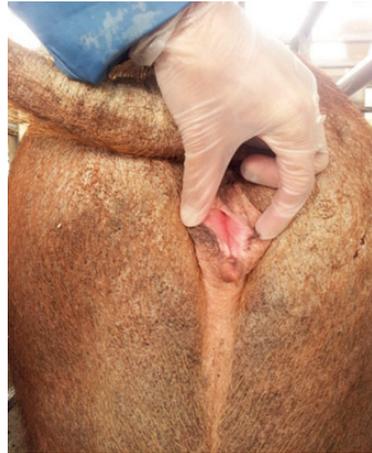
Detección del celo



Vulva antes del celo



Vulva en periodo de celo



Vulva en periodo de celo (Raza Duroc)



Momento adecuado de monta



Confirmación del momento adecuado de monta

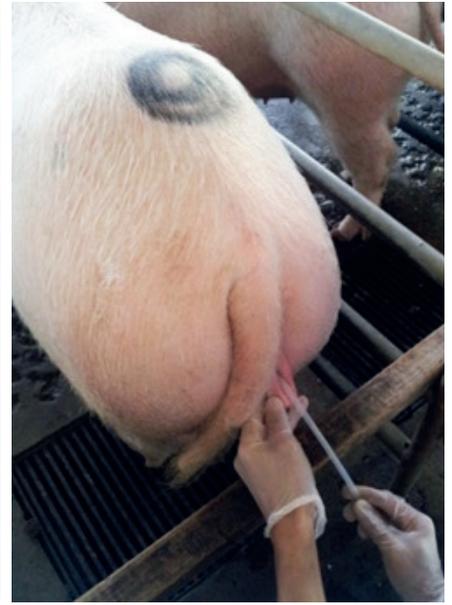
Inseminación artificial en porcinos



Desinfección genital



Aplicación de gel al catéter



Inserción de catéter



Establecimiento de la botella de semen



Depósito del semen

Recolección del semen en porcinos



Equipos para recolección del semen



Gasas, vaso desechable y liga para la recolección de semen



Ajustar gasas en el vaso desechable



Maniquí para monta



Cerdo montando maniquí



Revelación del pene



Colocar el vaso en el pene

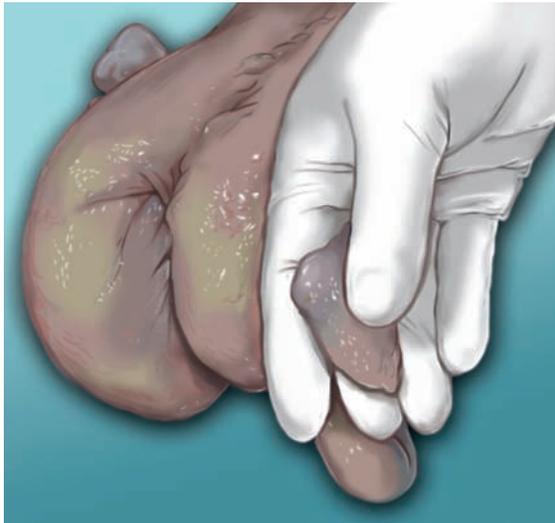


Eyacuación en el vaso

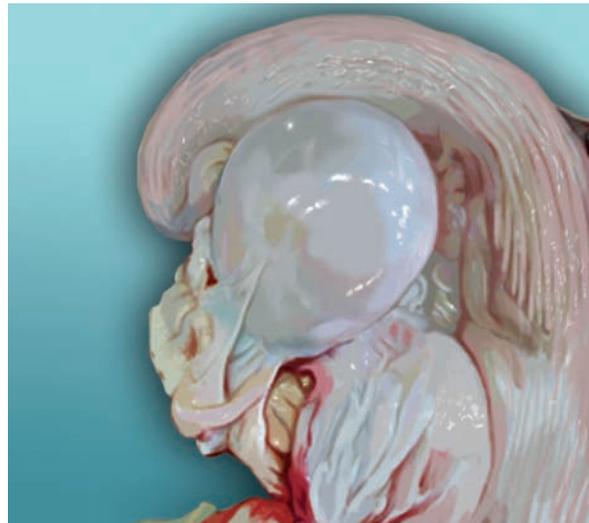
Determinación del sexo en los pollitos



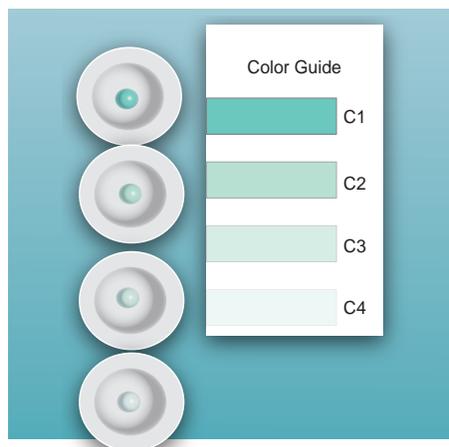
Fuente: Centro de investigación agricultura, forestal y pesca prefectural Oita, Japón / Instituto de investigación ganadera, Equipo de porcino y aves.



Ovario de vaca, se observa folículo entre pulgar y dedo índice



Cuerpo lúteo y folículo de vaca



Diagnóstico para la preñez midiendo la presencia de progesterona en la leche

