



“Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible”

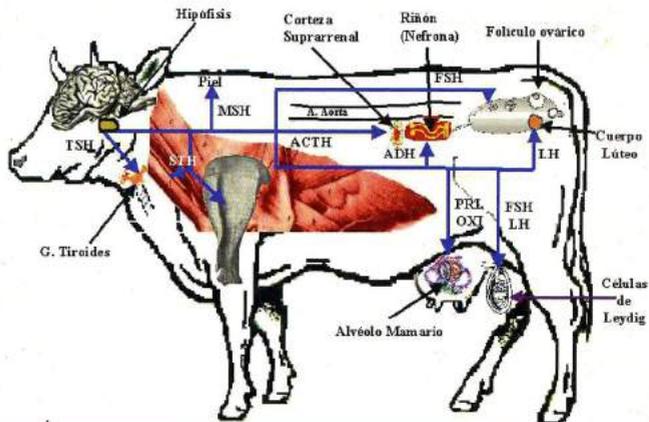
**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**Facultad de Ciencia Animal**

**Departamento de Medicina Veterinaria**

# COMPENDIO SOBRE REPRODUCCIÓN ANIMAL

## HORMONAS HIPOFISARIAS DEL BOVINO



**Autor Ing. Luis Toribio Sequeira MSc.  
Docente Investigador**

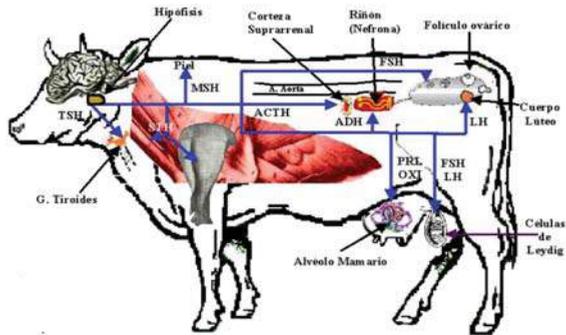


“Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
Facultad de Ciencia Animal  
Departamento de Medicina Veterinaria

COMPENDIO SOBRE  
REPRODUCCION ANIMAL

**HORMONAS HIPOFISARIAS DEL BOVINO**



Autor  
Ing. Luis Toribio Sequeira MSc.  
Docente Investigador

Managua, Nicaragua  
2013

N

636.089

S479 Sequeira, Luis Toribio  
Compendio sobre reproducción animal  
/ Luis Toribio Sequeira. --1a ed. -- Managua  
: UNA, 2013  
104 p.

ISBN 978-99924-1-019-6

1.EMBARAZO 2.ANIMALES DOMESTICOS  
3.VETERINARIA4.EDUCACION SUPERIOR

\* Todos los derechos reservados  
2013

© Universidad Nacional Agraria  
Centro Nacional de Información y Documentación Agropecuaria  
Km. 12½ Carretera Norte, Managua, Nicaragua  
Teléfonos: 2233-1501. 2233-1899, 2233-1871  
Fax: 22331619

Dr. José Manuel Aparicio Medina PhD  
Profesor Titular Universidad de La Habana Cuba

La UNA propicia la amplia disseminación de sus publicaciones impresas y electrónicas para que el público y la sociedad en general obtenga el máximo beneficio. Por tanto en la mayoría de los casos, los colegas que trabajan en docencia, investigación y desarrollo no deben sentirse limitados en el uso de los materiales de la UNA para fines académicos y no comerciales. Sin embargo, la UNA prohíbe la modificación parcial o total de este material y espera recibir los créditos merecidos por ellos.

## INTRODUCCION

La Universidad Nacional Agraria en su empeño por mejorar la calidad de la enseñanza nos esta brindando la oportunidad para que cada asignatura posea su texto de estudio, de esta forma los estudiantes podrán tener mejores oportunidades para la asimilación del aprendizaje teórico y practico.

Colegas Ingenieros, veterinarios y estudiantes de zootecnia, y todos los que comparten mi pasión por la ciencia de la reproducción: me gustaría presentarles, con gran satisfacción, la nueva edición del Compendio de Reproducción Animal.

Nicaragua es un país en vías de desarrollo, por lo tanto necesita tecnificar todos los sectores productivos en donde los pequeños, mediano y grandes productores son los que generan grandes ingresos para la economía nacional.

Como es sabido la reproducción animal juega un papel muy importante en la ganadería nacional, a través de ella se puede medir la eficiencia reproductiva de un hato, el uso de registros reproductivos y productivos que son los parámetros que nos harán medir la productividad en una unidad de producción haciendo uso de los índices reproductivos.

Espero que encuentren en este compendio, una fuente de información útil no solo científico sino también practico sobre este fascinante mundo de la reproducción.



## CONTENIDO

<b>I. Importancia de la Reproduccion en la Ganaderia Nacional.....</b>	<b>7</b>
1.1 Importancia de la Reproducción en la Producción Animal.....	7
1.2 Antecedentes Reproductivos en la Producción Nacional.....	8
1.3 Situación Actual de la Reproducción Animal en Nicaragua.....	11
1.4 Coeficientes Reproductivos Nacionales.....	12
<b>II. Características Reproductivas de los Animales de Interes Productivo.....</b>	<b>13</b>
2.1 Características Reproductivas y de los Animales Domésticos.....	13
2.2 Características Fisiológicas de los Animales Domésticos.....	19
2.3 Cuadro de Reproducción Animal .....	20
2.4 Principales Factores que Afectan la Reproducción Animal.....	21
<b>III. Procesos Naturales de Sincronizacion Hormonal.....</b>	<b>25</b>
3.1 Hormonas Reproductivas Primarias de la Glándula Pituitaria.....	25
3.2 Complejo Hipotalamo hipófisis .....	35
3.3 Funcionamiento de sistema hipotálamo hipófisis .....	37
<b>IV. Biología del Sexo .....</b>	<b>39</b>
4.1. Desarrollo y Diferenciación Embrionaria del Aparato Reproductor (Masculino y femenino).....	39
4.2. Diferenciación de las Gónadas.....	39
4.3. Diferenciación de los Conductos Sexuales.....	40
<b>V. Anatomía del Aparato Reproductor Femenino.....</b>	<b>44</b>
5.1. Partes externas e internas .....	44
5.2. Anexos .....	44
5.3. Aparato genital .....	44

<b>VI. Tipos de Uteros .....</b>	<b>50</b>
<b>VII. Fisiología del Aparato Reproductor de la Hembra.....</b>	<b>51</b>
7.1. Ciclo reproductor .....	51
7.2. Ciclo sexual o ciclo estral .....	51
7.3. Etapas y manifestaciones clínicas del ciclo estral.....	52
7.4. Cambios ováricos durante el ciclo estral .....	53
7.5. Cambios en el utero durante el ciclo estral.....	55
7.6. Tipos de ciclos estrales .....	56
7.7. Perfil hormonal en el ciclo estral .....	56
7.8. Funcionamiento del sistema hormonal durante el ciclo sexual.....	57
7.9. La prostaglandina y su participación en la regulación del ciclo estral.....	60
<b>XIII Gametogenesis.....</b>	<b>63</b>
8.1. Ovogenesis.....	63
8.2. Espermatogenesis.....	64
<b>IX Inseminacion Artificial en Bovinos.....</b>	<b>66</b>
9.1. Introducción.....	66
9.2. Importancia e inconvenientes del método de Inseminación artificial.....	68
9.3. Métodos de Inseminación Artificial.....	69
9.4. Manejo del semen congelado.....	75
9.5. Transferencia de semen de un termo a otro.....	75
9.6. Medición del nivel de nitrógeno liquido.....	76
9.7. Extracción de semen del termo criogénico.....	76
9.8. Descongelación de la pajilla con semen.....	77
9.9. Uso de la pistola metálica para Inseminación.....	77

<b>X. La Gestacion.....</b>	<b>78</b>
10.1. Control Hormonal.....	78
10.2. Duración de la Preñez en Algunos Animales.....	79
10.3. Fases de la Gestación.....	79
10.4. Tipos de Placenta.....	87
<b>XI. Diagnostico de la Gestacion.....</b>	<b>90</b>
11.1 Introducción.....	90
11.2 Métodos Directos o Clínicos.....	90
11.3. Cuadro Rectal en el Ganado Vacuno a partir de la 6ta semana de Gestación .....	92
<b>XII. Parto Fisiologico.....</b>	<b>96</b>
12.1 Mecanismo del Parto.....	96
12.2 Mecanismo Nervioso o Inductivo.....	96
12.3 Mecanismo Hormonal.....	96
12.4 Fases del Parto.....	97
12.5. Asistencia al Parto Fisiológico.....	99
12.6. Procedimiento para la Asistencia al Parto.....	99
<b>XIII. Periodo PostParto.....</b>	<b>101</b>
13.1. Puerperio.....	101
13.2. La Madre y su cuidado después del Parto.....	101
13.3. Cuidados del Recién Nacido Durante la Primera Fases después del Parto.....	102
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>104</b>



## I. IMPORTANCIA DE LA REPRODUCCIÓN EN LA GANADERIA NACIONAL

### 1.1. Importancia de la Reproducción en la Producción Animal

La reproducción es la base para mantener una economía animal perfecta. En virtud del estro y los ciclos reproductores prolongados, la fertilidad alterada conduce a pérdidas de tiempo considerables durante los cuales la producción se reduce o cesa por completo.

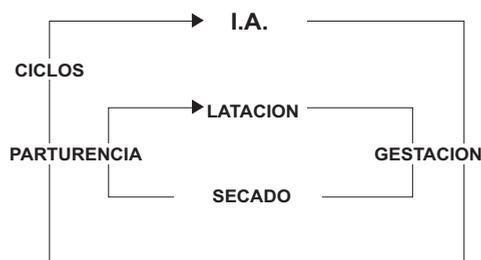
Con el uso de la inseminación artificial en explotaciones intensivas lecheras, el control reproductivo se vuelve más importante y tiene como principal objetivo prevenir las pérdidas de tiempo en el ciclo reproductivo normal de la vaca.

La productividad de una empresa lechera, por ejemplo, se basa en la excelencia genética del hato ganadero (inseminación artificial, selección), en una infraestructura y una alimentación efectiva, adecuada y lo menos costosa posible para obtener el mayor provecho de la expresión genética del hato, en el crecimiento de la masa ganadera (aumento de partos) y por supuesto, como consecuencia del estímulo de la preñez, en el mayor número y mayor rendimiento de las lactancias de las vacas paridas.

Casi todos esos factores dependen directamente de la actividad reproductiva del animal, razón por la cual la productividad se basa en la reproducción.

**Inseminación → parto → lactancia → leche → ternero → crecimiento de la masa**

En el ciclo reproductivo, cabe destacar la rotación de diferentes estados reproductivos, los que en el mejor de los casos se resumen a un año de actividad reproductiva en la vaca (intervalo parto-parto o IPP = 365 días):



Es imprescindible que las vacas se encuentran en cualquiera de las categorías inseminada, gestante, o recién parida. De lo contrario se encuentran vacías, estado en que se pueden serlo antes de la inseminación (de 60 a 90 días post parto). Controlando por palpación rectal las diferentes patologías que se puedan presentar en estos animales, y orientando un tratamiento correcto, se reintroducen estos animales al ciclo reproductivo.

En términos de índices, se habla de un período abierto o días abiertos o intervalo parto-concepción (IPC) de 90 días, los que sumados al período de gestación (278 días en Holstein) representantan aproximadamente 365 días.

Si una vaca se encuentra fisiológicamente apta para tener una lactancia y un ternero por año, esto quiere decir que cualquier retraso en el ciclo reproductivo disminuye la eficiencia reproductiva, y por tanto productiva del animal. Es fácil demostrar que 30 días de retraso en el IPC provocan la pérdida de 1/12 de ternero y de 1/12 de lactancia.

Si en una lechería de 100 vacas cada animal se retrasa en 30 días en su período reproductivo, se perderán, por año 8 terneros potenciales y 8 lactancias potenciales.

## **1.2. Antecedentes Reproductivos en la Producción Nacional**

En nuestro país, deben de señalarse algunos conceptos generales sobre la explotación animal. La producción animal está centrada sobre la producción bovina desde el fomento ganadero de los años 50, y esto fundamentalmente para la exportación (grandes productores) y para la subsistencia (pequeños productores). La producción avícola, segunda en importancia, se desarrolla durante los años 70, y años siguientes, como una fuente barata y rápida de producción de fuente proteínica en la alimentación humana.

A parte de algunas empresas estatales de producción masiva de cerdos durante la década de los 80, la producción porcina no ha presentado un despegue significativo. Las demás especies se explotan en mínima escala (oveja, cabra, siendo los equipos destinados al trabajo y no al consumo).

Por otra parte, es de señalar que la explotación animal descansa casi en su mayoría, en la pequeña propiedad privada y en la economía de subsistencia. Exceptuando los grandes ganaderos y las grandes granjas avícolas, la producción es tradicional, mixta (agronomía y producción animal), y en muchos casos de sobrevivencia (campesino).

Esta situación histórica, a pesar de algunos cambios en la propiedad sobre las tierras y en los sistemas de producción durante los años 80, proviene sin lugar a dudas de la concentración de la propiedad y del capital en los grandes productores, de política económica desfavorables para el sector, y de errores en la aplicación de políticas para el fomento ganadero o agrícola (importación de paquetes tecnológico)

Señalase que el manejo tradicional de la explotación animal (excepto producción en granjas avícolas), obligado por las condiciones socio-económicas del país, es un factor determinante en la productividad del sector.

Por ejemplo, si se considera que con la inseminación artificial, y con un buen manejo alimenticio, una vaca puede tener un parto anualmente (IPP=365 días), en Nicaragua, los valores en las mejores fincas del país (península Chiltepe) alcanzan los 14 o 15 meses (IPP=420 días), y los valores obtenidos con manejo tradicional (monta natural, transhumancia) se acercan a los dos años (IPP=600 a 800 días). En otras palabras, se pierde la mitad potencial de producción ganadera.

Respecto a otros países que son utilizados como referencia para la producción animal, se pueden hacer las siguientes comparaciones:

- **Intervalo Parto en Ganado Bovino:** 600 a 800 días contra 360 a 370 días (Canadá).
- **Índice de Intensificación de la Producción Ganadera:** 5% contra 90% (Europa).
- **Porcentaje de Inseminación Artificial en Ganado Bovino:** menos de 5% de masa total contra 100% (Suecia).
- **Una de razas Bovinas Especializadas:** Fundamentalmente doble propósito (90%) contra 0%.

- **Producción de Leche /lactancia /vaca:** lactación promedio (en vacas lecheras) de 2000 a 3000 litros contra 6000 a 8000 litros (USA).
- **Edad de Sacrificio de un Novillo:** 2 ó 3 años contra 1 año.

Por lo tanto, mejorar la Producción Animal consiste en tener mayor masa animal, y mayor cantidad y volumen de productos o subproductos. Eso significa que cualquiera que sea la especie animal de que se trate, el zootecnista, y el profesional agropecuario, debe incidir en la producción ACORTANDO EL CICLO REPRODUCTIVO.

Esto significa intensificar la producción tomando en cuenta los conceptos modernos de manejo alimenticio, manejo reproductivo, manejo sanitario, técnicas nuevas y adecuadas a la zona o el país, rentabilidad, conservación de áreas de pastoreo y disponibilidad de agua (sistema agro-silvo-pastoriles). En cuanto al manejo reproductivo, en todas las especies domésticas, el mayor énfasis es dado a la hembra.

En la empresa Chiltepe (Managua), durante los años 1988, 1989, el IPP todo el esfuerzo debe estar dirigido hacia una reducción del IPC. Esto significa, desde el punto de vista reproductivo, una optimización de:

- La inseminación artificial
- La detección de celos
- Control de gestantes (diagnóstico de preñez a los 2 meses)
- Control de Recentinas (control a los 6 y 30 días post-parto)
- Control de vacas vacías (más de 90 días)

Las tres últimas actividades son del resorte del Médico Veterinario y se acostumbraba a realizar a través del diagnóstico rectal.

Finalmente, desde el punto de vista reproductivo, se obtiene el mayor interés en incorporar las vaquillas a la actividad reproductiva lo más pronto posible. El control de las vaquillas (de manera óptima: peso=280kg, edad=18 meses, estado normal del aparato genital) es también otra actividad importante e involucra al veterinario con la palpación rectal de estos animales.

Para un buen control reproductivo, los técnicos realizaban un programa mensual de palpaciones rectales que contemple:

- Control de la normalidad de los órganos reproductivos de las vacuillas antes de incorporarse a inseminación.
- Diagnóstico de preñez a los 40 ó 60 días, con confirmación opcional a los 90 días.
- Control de la involucreción puerperal a los 30 días post-parto y opcionalmente a los 6 días post-parto.
- Control de las vacas vacías con diagnóstico y tratamiento.

### **1.3. Situación Actual De La Reproducción Animal En Nicaragua**

La reproducción animal en Nicaragua ha cambiado significativamente en los últimos años. En la actualidad la mayoría de las fincas realizan selecciones de los animales, uso y manejo de los registros manuscritos o computarizados, monta natural controlada, mejoramiento genético a través de la inseminación artificial usando semen de excelente calidad nacional y extranjero.

A como también ya hace poco años atrás se está haciendo uso de semen sexado el cual a dado muy buenos resultados en las diferentes fincas que lo utilizan. A como también el uso de la técnica de transplante de embriones que se utiliza con mucho éxito, pero con pocos resultados positivos todavía. Existen muchas fincas con capacidades económicas suficientes que utilizan la técnica y también ellos reciben no muy buenos resultados. De esto surge la incertidumbre del uso a nivel nacional ya que son muchos los factores que influyen para que se den resultados exitosos.

En la universidad nacional agraria se hace uso de esta técnica, pero hasta el momento con pocos resultados positivos, también se posee un laboratorio especial destinado a esta técnica.

## A. Situación Reproductiva en Nicaragua

PARAMETROS	PROMEDIO	POSIBLE
Tasa de Gestación (%)	54	70
Edad al Primer Parto (meses)	42-48	24-30
Relación Macho: Hembra	1:25	1:20
Intervalo parto Concepción (días)	90-100	60 – 70
Período Seco (días)	60-70	40-50

### 1.4. Coeficientes Reproductivos Nacionales

#### A. Coeficientes Reproductivos y Productivos

COEFICIENTES	NACIONAL	DESEABLES
Tasa de Parición (%)	50	75
Intervalo P.P. (meses)	24	14
Tasa vientres en Parición (%)	55	80
Producción de Leche (Lts v/d)	2.5 – 3.0	6.0
Destete (meses)	10	7
Tasa Mortalidad Terneros (%)	10	5
Tasa Mortalidad Adultos (%)	3	2
Tasa Extracción Hembras (%)	12	4.5
Edad Apta para la Monta (meses)	> 36	20
Carga Animal (UA/mz)	0.5	1 - Verano

## II. CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS DE LOS ANIMALES DE INTERES PRODUCTIVO

### 2.1. Características Reproductivas y de los Animales Domésticos

#### 2.1.1. Vida Reproductiva de la Hembra

La reproducción constituye una actividad biológica fundamental, propia de cualquier forma de vida.

Todo ser viviente, al menos una vez en su vida, entra en la fase reproductiva, en donde se reproduce, a veces a costa de su vida, un nuevo individuo específico (con las características de la especie).

En los mamíferos, donde la actividad reproductiva está caracterizada por fecundación interna, gestación (útero), y presencia de un periodo de amamantamiento en las primeras etapas de vida (mamas), la reproductiva de la hembra se presenta varias veces en la vida, apareciendo de manera cíclica un periodo especial donde cambia el comportamiento del animal (acercamiento, cortejo, celo, etc.) y se preparan los órganos reproductivos para la copula (fecundación interna): el ciclo estral.

Esto representa la característica más evidente de la actividad sexual de los mamíferos, y dentro de él, el celo (o sus manifestaciones clínicas) son una expresión más observable.

La vaca adulta es un animal activo reproductivamente es decir que se ha incorporado a la cubrición, a los partos y lactación. Es interesante que la vida reproductiva de la vaca coincide con la vida productiva: produce terneros y leche.

Antes de alcanzar la vida reproductiva, todos los animales pasan por una vida PRE - REPRODUCTIVA. Si un animal viviera hasta su edad más avanzada, pasaría por:

- vida pre - reproductiva,
- vida reproductiva,
- vida post - reproductiva.

Cuando una vaca presenta problemas reproductivos o con lactaciones insuficientes no es un animal productivo y por ende no se espera la vida post-reproductiva y se sacrifica el animal.

### 2.1.2. Vida Pre – Reproductiva

Durante la vida embrionaria se desarrollan los óvulos hasta la primera división de la ovogénesis (ovogonias → ovocitos de primer orden), la cual se estanca hasta la pubertad. La vaquilla deberá pasar entonces por distintas fases de maduración para que los ovarios estén en plena capacidad de seguir la ovogénesis, el útero y el cuerpo en general de soportar una gestación.

#### • FASES

\* **Fase de Maduración de la hipófisis:** La hipófisis llegará a su madurez hasta los 6 meses aproximadamente desde el punto de vista reproductivo, es decir que esta glándula secreta diferentes hormonas, pero empieza a segregar las hormonas de la reproducción (FSH Y LH) a partir de los 6 meses de, desencadenando la maduración del ovario.

\* **Fase de maduración del ovario:** El ovario seguirá su desarrollo hasta los 6 meses cuando estará completamente maduro y podrá comenzar a ciclar bajo la influencia de las hormonas de la hipófisis. Solamente hasta entonces se puede reanudar la ovogénesis detenida en el momento del nacimiento. En la vaquilla, puede aparecer la pubertad (los primeros ciclos o los primeros síntomas de los mismos) a partir de los 12 - 15 meses. Sin embargo, son muy irregulares.

\* **Fase de maduración del útero:** El útero estará maduro realmente hasta finalizar el primer parto y el primer puerperio aunque el órgano que ha madurado hasta cierto desarrollo somático puede acoger una gestación (madurez sexual). Alcanzará sin embargo su verdadero tamaño hasta después del primer parto. Por lo tanto esta fase se adentra en la vida reproductiva.

### 2.1.3. Pubertad

La pubertad es el periodo de tiempo en que aparecen los primeros síntomas de la actividad cíclica reproductiva (ciclos estrales), es decir a los 12 -15 meses en el ganado lechero.

Los ciclos sin embargo son irregulares (periodo de tiempo irregular entre un celo y otro), anovulatorios a veces (es decir que aunque existan algunos síntomas de celo externos, el ovario no libera ni un solo óvulo), y sobre todo el animal no esta apto corporalmente para sostener una gestación.

La palabra pubertad proviene de pubis, por referencia a la pubertad en el humano donde se presenta como signo más visible, el crecimiento de vellos en la región pubiana, así como en las axilas, ect.

La edad de la pubertad varía según la especie:

ESPECIES	EDADES
Potranca	18 Meses
Vaquilla	12 – 15 Meses
Oveja	9 Meses
Cabra	5 Meses
Cerda	7 Meses
Perra	6 - 9 Meses
Gata	5 – 8 Meses
Coneja	4 – 5 Meses

#### 2.1.4. Madurez Sexual

La madurez sexual se alcanza a los 18 meses (ganado bovino lechero) y es el momento en que el animal ha alcanzado la edad y sobre todo el peso y la condición corporal necesarios para soportar una gestación. Es más importante el factor desarrollo corporal (280 kg) que el factor edad.

En este periodo el animal se incorpora a la vida reproductiva es decir que se le orienta monta dirigida o Inseminación Artificial.

La edad de la madurez sexual varía según la especie:

ESPECIES	EDADES
Potranca	24 Meses
Vaquilla	18 - 22 Meses
Oveja	9 - 12 Meses
Cabra	5 - 9 Meses
Cerda	7 - 9 Meses
Perra	9 - 15 Meses
Gata	8 - 10 Meses
Coneja	6 - 8 Meses

### **2.1.5. Factores que Influyen en la Pubertad y la Madurez Sexual.**

Los principales factores que influyen en la madurez sexual de los animales son:

A.- La Alimentación: Un animal con una buena alimentación alcanza el peso requerido para la incorporación al hato reproductor. Es también conocido que un animal con poco peso al momento del parto tendrá problemas de distocias, lo mismo, si el animal a la hora del parto se encuentra sobre pasado de peso, también tendrá problemas a la hora de parir.

B.- La Raza: No todas las razas en el ganado bovino alcanzan al mismo tiempo su óptimo estado reproductivo, lo mismo sucede con las diferentes especies de animales domésticos. Por ejemplo las razas de carne alcanzan su madurez sexual a los 22 a 24 meses, así como las razas de corpulencia pequeña (jersey) pueden cubrirse a partir de los 15 meses, pero en la práctica no es recomendable.

C.- El Manejo: Deficiencias en su manejo, como por ejemplo la sección tardía de los animales aptos para la reproducción.

D.- El Medio Ambiente: Los factores ambientales (Temperatura, humedad, viento, radiación solar, etc.) pueden llegar a inhibir la presentación del celo.

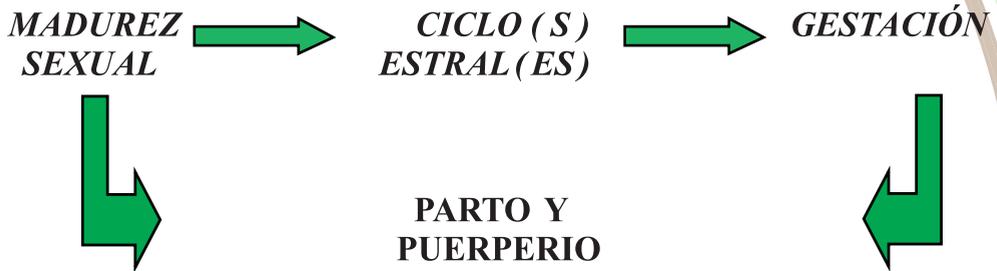
E.- Factores Individuales: No todos los animales presentan un crecimiento igual y cada individuo puede presentar características propias en la presentación de su ciclo estral.

### **2.1.6. Vida Reproductiva**

La vida reproductiva en si, es decir el periodo reproductivo efectivo de una vaca cuando produce (crías y leche), se desarrolla en ella durante unos 6 a 8 años después de la maduración sexual, tiempo en que generalmente ocurren de 5 a 6 gestaciones (partos) y lactaciones.

La vida reproductiva ideal para una vaca lechera se desarrolla en ciclos reproductivos de un año (IPP = 365 días) con un ternero y una lactación al año. Sin embargo las condiciones del trópico pueden alterar dicho índice de manera aceptable hasta unos 400 a 420 días.

### 2.1.7. Esquema General de la Vida Reproductiva en los Animales Domésticos



El manejo reproductivo de la vaca, se puede representar con una suerte de rueda de 12 meses (cada vuelta a la rueda significa un ciclo reproductivo) en donde aparecen la gestación, el parto, el puerperio y la lactación de forma combinada.

### 2.1.8. Vida Post - Reproductiva en la Hembra

La vida post - reproductiva (es decir el periodo de tiempo en que la hembra deja de ser útil desde el punto de vista reproductivo), conocida en la mujer como menopausia o el climatérico porque cesa la presentación de los ciclos menstruales y se dan ciertos cambios de comportamiento, como la irritabilidad, etc.

En los animales pasa prácticamente desapercibido debido a que estos se sacrifican una vez que han dejado de producir crías o descendencias.

Sin embargo, si dejara una vaca hasta la edad más avanzada, la presentación de los ciclos estrales se volverían irregulares, los celos pocos marcados, si en un dado caso se presentará la cópula se daría una bajísima efectividad en la concepción. Este sería el climatérico.

## 2.2. Características Fisiológicas de los Animales Domésticos

### A. Duración de los calores y su reaparición:

N°	ESPECIE ANIMAL	DURACIÓN DEL CELO, DIAS	DESPUES DEL PARTO, DIAS-MESES	AL NO PRODUCIRSE FECUNDACION
1	Vaca	1 – 2	20 – 60 días	18 – 24 días
2	Yegua	3 – 8	8 – 19 días	3 – 4 semanas
3	Oveja	1.5 – 2	2 – 4 meses	17 – 21 días
4	Cabra	2 – 3	2 – 4 meses	17 – 21 días
5	Marrana	2 – 3	2 meses	20 – 22 días
6	Perra	9 - 20	5 – 6 meses	5 – 6 meses

### B. Expulsión normal de las secundinas:

N°	ESPECIE ANIMAL	TIEMPO DE EXPULSION
1	Vaca	3 horas a 1 día después del parto
2	Yegua	Inmediatamente o 1/2 hora después del parto
3	Cerda	Durante o inmediatamente después del parto
4	Perra	Durante o inmediatamente después del parto

### C. Duración de la Preñez:

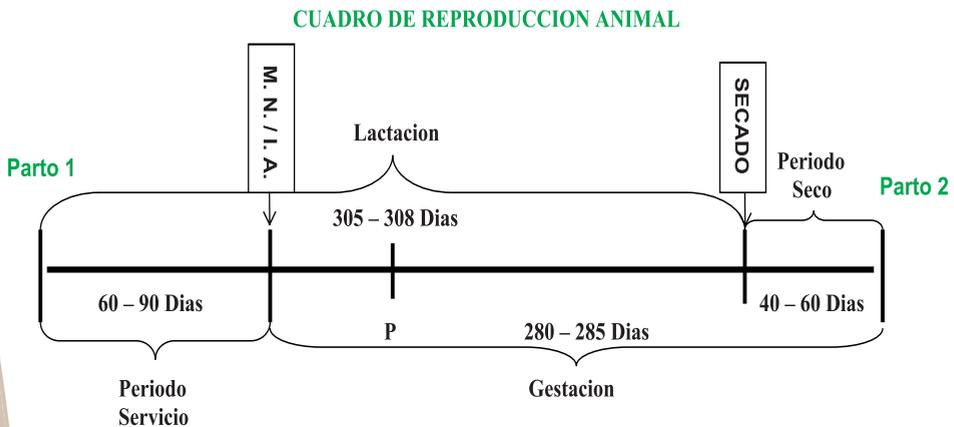
N°	ESPECIES ANIMALES	DURACION EN DIAS
1	Vaca	270 – 290
2	Yegua	330 - 340
3	Burra	365
4	Oveja y Cabra	146 - 156
5	Marrana (cerda)	113 – 120
6	Perra	60 - 63
7	Gata	56 - 60
8	Coneja	28 - 34

### 2.3. Cuadro de Reproducción Animal

En este cuadro de Reproduccion se pueden apreciar casi todas las actividades que se realizan dentro de una finca y que respecta a la reproduccion de los animales de explotacion zootecnica.

Según la practica, tenemos que tomar en cuenta que el cuadro es solamente una guia para mejorar los aspectos reproductivos del manejo animal en una unidad de produccion.

Tomando como punto de importancia que los organismos animales fisiologicamente no son iguales y asi como unos se adecuan al cuadro, otros solamente se aproximan a ciertos parametros reproductivos.



- P.S. Periodo de servicio 60 – 90 días
- P. Seco Periodo seco 40 – 60 días
- M.N. Monta natural
- I.A. Inseminación Artificial
- Lactación 305 – 308 días
- Gestación 280 – 285 días
- Palpación 40 – 60 días post - servicio

## 2.4. Principales Factores que Afectan la Reproducción Animal



### \* Reproduccion Animal

Al quedar demostrada la incidencia directa de la reproducción sobre la producción animal, es lógico buscar la optimización del proceso reproductivo. Sin embargo, también el proceso reproductivo enfrenta una serie de problemas más o menos graves.

Entre ellos es importante mencionar:

- **Medio Ambiente:** El ambiente y las condiciones climáticas tienen un efecto directo sobre la reproducción. Efectivamente, el complejo Temperatura/Humedad Relativa/Viento,, percibido por el animal como una situación de confort global (temperatura efectiva), obliga al animal a poner en función su sistema de termoregulación. Bajo condiciones adversas, las manifestaciones de la vida reproductiva (celo, monta, concepción...) tienen tendencia a alterarse. Así, en la costa pacífica de Nicaragua, las razas europeas de ganado bovino u ovino sufren, al principio del invierno, de una merma en la presentación de celo y en la tasa de concepción.

Un análisis breve de los indicadores confieren efectivamente un aumento sustancial de la Humedad Relativa en los meses de mayo, junio, lo cual dificulta enormemente la termoregulación.

- **Manejo:** Para intensificar la producción, la crianza tradicional de cualquier especie debe transformarse en una crianza donde el manejo zootécnico sea intensivo. Esto significa aumentar la carga de animales por unidad de superficie mejorar e intensificar el manejo alimenticio y el aprovechamiento productivo, cambiar el manejo reproductivo. El manejo reproductivo deficiente es probablemente una de las causas más importantes de malos resultados reproductivos. Al utilizar la inseminación artificial, por ejemplo, debe realizarse la detección del celo del animal a inseminar.

De forma general, la detección de celo es realizada por el hombre. Se ha demostrado que de todos los celos presentados por los animales, el hombre solamente detecta del 60 a 80% de los mismos, en las mejores condiciones.

En malas condiciones, es de esperar menos del 50%. Solamente este hecho duplica el período parto-concepción y por tanto disminuye el aprovechamiento productivo de los partos.

- **Salud Animal:** La presentación de algunas enfermedades también provocan alteraciones, directas o indirectas, en el proceso reproductivo. Algunos ejemplos lo demuestran como la Brucelosis, enfermedad infecciosa presente en Nicaragua, donde el microorganismo se desarrolla en los órganos reproductores y provoca, como síntoma más evidente, aborto en la segunda mitad de la gestación; la metritis, infección del útero por micro-organismos oportunistas, fundamentalmente después del parto, que provoca una mala recuperación post-partal, emanciación, ausencia de celo; o inciden indirectamente en la reproducción al afectar gravemente el estado general del animal.

- **Alimentación y Nutrición:** Como se mostró en el acápite anterior, la alimentación es imprescindible para lograr un proceso reproductivo normal. Siendo el problema alimenticio uno de los más serios en nuestro país, especialmente durante la época seca, y dado por entendido la afectación de la reproducción según el estado nutricional, es de atribuir a la alimentación el primer lugar como causa de problemas reproductivos.

Sin una buena alimentación, no puede haber buena reproducción, ni tampoco buena producción. Como la reproducción no es un proceso esencialmente vital, en período de crisis nutricional, el animal favorecerá aquellas funciones vitales (respiración, homeostesis, metabolismo basal) y descuidará las funciones como el ciclo estral, el celo, incluso la gestación (aborto).

Es evidente la relación entre el estado nutricional de un animal y su capacidad productiva. Efectivamente, la vaca Holstein, por ejemplo, seleccionada como alta productora de leche, solamente podrá expresar su potencial genético de acuerdo a la suplementación que se le brinde (Energía metabolizable, Proteínas, minerales).

Sin embargo, la práctica diaria de la explotación de los animales domésticos olvida la importancia de un buen estado nutricional durante ciertos períodos reproductivos: en Nicaragua, se maneja comúnmente el hato en dos lotes: el “Parido” (produciendo leche) y el “Vacuno” o seco (no reproduciendo leche).

La suplementación alimenticia es orientada hacia el parido y el seco se mantiene sin suplementación y en los potreros más lastimados. Sin embargo, se olvida a menudo que el ganado “Vacuno” o seco es un ganado generalmente gestante.

Por otra parte, el animal próximo deberá enfrentar la fase del parto que constituye un stress intenso además de un esfuerzo agotador que requiere de la movilización de mucha energía y minerales, además de las pérdidas de líquidos y sangre correspondientes. Posteriormente al parto, deberá enfrentar una lactación, tanto más agotadora si se trata de una vaca lechera.

Una alimentación mejorada (alimento concentrado, poco voluminoso y rico en minerales, entre los cuales el calcio y el fósforo) es fuertemente recomendada durante el último tercio de la gestación.

Las deficiencias alimenticias pueden, además de inducir malos rendimientos productivos, provocar alteraciones en el proceso reproductivo.

La sub-alimentación voluntaria (ganado vacuno o seco descuidado) o involuntaria durante el período seco en nuestras latitudes provoca baja de peso de la cría al nacer, aumento de la frecuencia de retención placentaria y propensión a infecciones post-partales, merma en la producción, anestro, adelgazamiento y caquexia.

La deficiencia alimenticia cualitativa de algún elemento como el calcio, especialmente en la vaca lechera recién parida, produce el cuadro llamado “fiebre de leche” o “hipocalcemia”.

Efectivamente, el calcio movilizado para el parto y para la lactación lleva a una caída de los niveles sanguíneos de ese mineral, provocando trastornos musculares, temblores, fiebre, problemas respiratorios, convulsiones y hasta la muerte.

Muchos ejemplos evidencian el efecto directo de la alimentación no solamente la producción, pero también sobre la reproducción.

• **Otros:** Otros elementos propios del proceso reproductivo afectan igualmente la sanidad reproductiva de un hato. Así por ejemplo, cuando se usa la inseminación artificial, puede alterarse la normalidad reproductiva con una calidad deficiente del semen utilizado, o con la mala aplicación de la técnica de inseminación artificial por parte del inseminador, o por las malas condiciones de almacenamiento de las dosis de I.A.

### III. PROCESOS NATURALES DE SINCRONIZACION HORMONAL

#### 3.1. Hormonas Reproductivas Primarias de la glándula Pituitaria

##### 3.1.1. Sistema Glandular Endocrino

Cuando hablamos de glándulas es necesario dividirlas en dos grandes grupos. Las que expulsan su secreción a través de un conducto excretor hacia el exterior se llaman glándulas “exocrinas” o de secreción externa. Las que no poseen conducto excretor y vierten su secreción directamente a la sangre, reciben el nombre de glándulas “endocrinas” o de secreción interna.

El sistema glandular endocrino está formado por las siguientes glándulas: Hipófisis o pituitaria, tiroides, paratiroides, timo, adrenales, páncreas y las glándulas sexuales (testículo y ovario), de las que estudiaremos someramente algunas de ellas para dejar fijada su gran importancia en el desarrollo del organismo.



Corte paramediante de la hipófisis de un caballo con las estructuras vecinas, Foto tomada por J. Maierl, Munich.

##### 3.1.2. Hormonas de la Neurohipófisis (Lobulo Posterior)

La neurohipófisis, a diferencia de la adenohipófisis, no es una glándula endocrina, sino sólo un reservorio de las secreciones específicas hipotalámicas, de donde ellas parten a la circulación sanguínea.

Ambas hormonas neurohipofisiarias se forman en los núcleos paraventricular y supraóptico cuyas neuritas se unifican y constituyen el trayecto hipotálamo-hipofisiario, que termina en el lóbulo posterior de la hipófisis.

Dichas neurohormonas son transportadas por vía de los axones nerviosos, en forma de pequeños gránulos, hacia la neurohipófisis, donde se acumulan o penetran, según las necesidades de la circulación sanguínea.

Ambas hormonas, tanto la **oxitocina** como la **vasopresina**, se encuentran en el proceso de su transporte y de almacenamiento ligadas con determinadas proteínas-neurofisinas, de las cuales una se lanza con la oxitocina, la otra con la vasopresina, y la tercera representa un precursor de ambas neurofisinas. Las hormonas almacenadas en la neurohipófisis se pueden liberar de inmediato sólo en pequeñas cantidades (no más de 10% del contenido), con la presencia siempre de este modo de una reserva potencial.

La oxitocina y la vasopresina están constituidas por 8 aminoácidos; la primera influye sobre todo en la musculatura lisa del útero y del oviducto y luego también en las células mioepiteliales de la ubre relacionadas con la eyección de leche. La vasopresina influye en la reabsorción del agua en la parte distal de los túbulos renales.

### 3.1.3. Hormonas de la Adenohipófisis (Lobulo Anterior)

El lóbulo anterior se compone de las partes distal y tuberal. La parte intermedia ha perdido su significación en los animales superiores, pero tiene su función en los animales inferiores. El lóbulo anterior, sobre todo la parte distal, lógicamente también con las gónadas.

La parte distal representa la mayor porción del lóbulo anterior y contiene las masas celulares que producen la hormona del crecimiento o somatotrófica (STH), la **hormona adenocroticotropa (ACTH)**, **tirotrófina (TSH)** y las **hormonas gonadotróficas, representadas por la FSH (foliculoestimulante)**, la **LH (luteinizante)** y la **LTH (luteotrófica)**.

La neurohipófisis está formada por el lóbulo nervioso procedente del hipotálamo que contiene las fibras nerviosas que salen de los núcleos paraventricular y supraóptico.

El suministro sanguíneo de la hipófisis es muy complicado. Las arterias hipofisarias posteriores se origina en la carótida interna que irriga el lóbulo posterior. Las arterias hipofisarias anteriores se desarrollan en el mencionado círculo de Willyss con un subsistema hipofisario portal, que representa la comunicación entre el hipotálamo y la adenohipófisis. Este puente interrelaciona la transmisión de los impulsos hipotalámicos por vía humoral (Karáser, 1956 y otros).

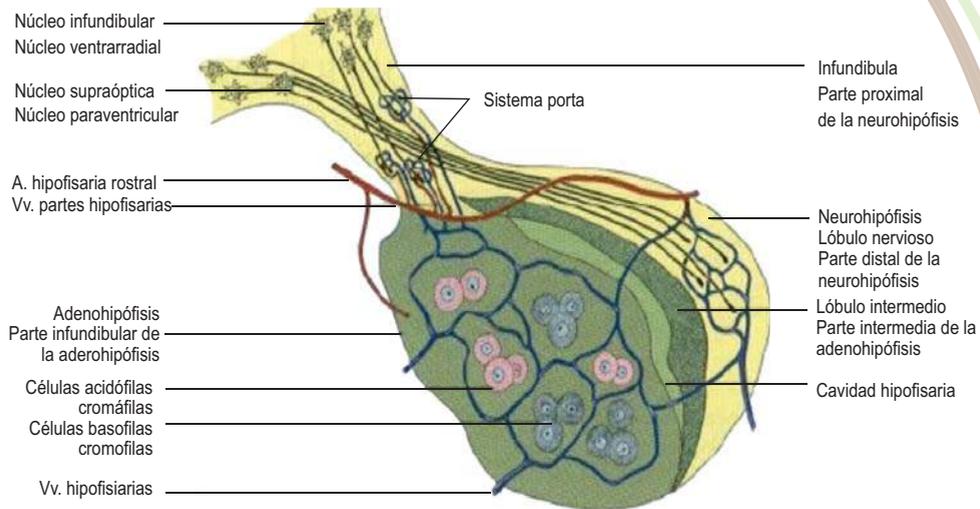
#### **3.1.4. Gonadotropinas Hipofisarias**

El lóbulo anterior de la hipófisis produce en conjunto 3 hormonas gonadotróficas, las cuales tienen una función muy importante en la regulación de la actividad de las gónadas de ambos sexos. La FSH y la LH influyen directamente sólo en las gónadas, que regulan después las partes tubulares del tracto genital; la hormona luteotrófica (LTH o prolactina), sin poder comprobarse su luteotrofismo en la vaca, además de la actividad trófica en el cuerpo amarillo, influye también directamente en los tejidos periféricos. En los mamíferos estimula el desarrollo y función de la ubre; en algunas aves produce los cambios proliferativos en la mucosa del buche.

Hace 50 años que se sabe que las gonadotropinas están presentes en la adenohipófisis, en la sangre, orina y placenta de varios mamíferos; pero sólo en 1960 se logró el aislamiento de algunas de ellas, para poder definir características químicas y fisiológicas rigurosas (Sherwood y McShan, 1977).

La mayoría de las hormonas gonadotróficas (FSH, LH, HGG y PMSG) son glicoproteínas que contienen alrededor de 13% de carbohidratos. Sólo la PMSG contiene más de 45% de ellos.

La presencia del ácido siálico es decisiva para la actividad biológica de la mayoría de las gonodotropinas. Su destrucción reduce drásticamente su función biológica.



Representación esquemática del sistema hipotálamo-hipofisario, Liebiech, 1999.

### 3.1.5. La Hormona Foliculoestimulante (FSH)

Se conoce como FSH, thylokentrin, factor I, prolán A. Es químicamente una glicoproteína y tiene un peso molecular cercano a 30,000 en la vaca; 32,000 en la oveja, y 29,000 en la puerca. Es soluble en agua y permanece estable a un pH de 4 hasta 11.

Contiene hexosamina, hexona y sulfuros. La actividad biológica está condicionada por la presencia del grupo S-S y coincide con la presencia de la cisteína (Derivaux, 1958).

La FSH fue aislada en el año 1940 por Li y Col., de la hipófisis de la oveja, y más tarde de la puerca y de la yegua. La hipófisis de la yegua es la fuente más rica de esta hormona (Derivaux, 1958).

La secuencia estructural de los aminoácidos de dicha hormona no se encuentra completamente aclarada (Ellendorff y col., 1974), pero se ha comprobado que cuando se incubaba con los fermentos que destruyen los carbohidratos, como la amilasa, la hormona se desactiva ya que los fermentos influyen en la parte glucósida y la desactivan biológicamente.

Parece correcta la hipótesis de que para la actividad biológica de esta hormona es decisiva la parte glucósida.

La función más importante de la FSH en el ganado vacuno es estimular el crecimiento y la maduración de los folículos precavitarios en el ovario.

Por sí sola no puede cumplir la tarea de maduración folicular ni el aumento máximo de la secreción folicular (McDonald, 1969), sino que requiere de la colaboración de la hormona luteinizante. Para la función sinérgica correcta de ambas hormonas gonadotrópicas se hace necesaria la ayuda de las hormonas ováricas (estrógeno y progesterona), las cuales después de alcanzar un cierto nivel en la sangre influyen en la actividad de los centros superiores por las funciones retroactivas, positivas y negativas (feed-back mechanism) (Zarrow y col., 1961).

### **3.1.6. Hormona Luteinizante (LH)**

Es conocida también por LH en la hembra o ICSH (interstitial cellis stimulating hormone) en el macho y como metakentrin, factor II, prolán B. fue aislada por Li y col., en 1940; el peso molecular de esta hormona varía y depende de los diferentes tipos de animales domésticos.

Aunque por ejemplo, la LH hipofisiaria de las vacas tiene un peso molecular cercano a 25,000- 30,000, la de las ovejas es 28,000 – 32,500 y la de las puercas 27,000 – 34,000 (Cole y Cupps, 1977).

Químicamente, la LH es también una glicoproteína y se diferencia de la FSH en que la actividad biológica está representada por la fracción proteínica. La destrucción de la fracción glucósida no influye en su actividad biológica.

La hormona luteinizante no se diferencia sólo por su peso molecular entre varios tipos de animales domésticos, sino también inmunobiológicamente.

Se comprobó, por ejemplo, que la LH de origen vacuno es contraria inmunobiológicamente de la LH de origen porcino. La fuente más rica de LH es la hipófisis de la oveja, cerdo y ganado vacuno (Greep y col. 1942). Estos órganos representan también la materia prima para su fabricación.

En cuanto a la secuencia de los aminoácidos se comprobaron 2 variaciones en la hormona luteinizante: la alfa con 90 aminoácidos. La actividad biológica e inmunobiológica se relaciona con el tipo beta (Ellendorff y col., 1974).

Desde el punto de vista funcional se encadena la LH a la actividad de la FSH y su colaboración se realiza la maduración final del folículo de De Graaf, la secreción alta de la foliulina y la ovulación y formación del cuerpo amarillo. La actividad del cuerpo lúteo es dirigida en algunos animales por otro factor hipofisiario, la hormona luteotrófica, LTH, lactógena o prolactina.

### **3.1.7. Hormona Luteotrófica (LTH) o Prolactina**

Es una proteohormona (polipéptido) y tiene un peso molecular 22,000-35,000. No contiene compuestos de carbohidratos y el material uniforme de la hipófisis de la oveja contienen electroforéticamente 17 aminoácidos (Bersin, 1959). Sin embargo, actualmente se comprobaron como 198 aminoácidos (Ellendorff y col., 1974).

La actividad de esta hormona depende de la presencia del grupo S-S, porque después de desaparecer este ligamento se pierde la actividad biológica. También desaparece su actividad en presencia de fermentos proteolíticos y otros materiales que reaccionan con los aminoácidos libres.

Se supone que la luteotropina regula la actividad del cuerpo amarillo en algunos tipos de animales y estimula la producción de progesterona. Como se ha mencionado ya, esta actividad luteotrófica no ha sido comprobada en la vaca y la puerca.

(Donaldson, 1964) y funciona sólo en los animales de laboratorio y en la oveja. En el ganado vacuno se comprobó que la función luteotrófica está representada por la LH (Hansel y McEntee, 1970) y también por la fonodotropina coriónica (HCG).

En lo que se refiere a otras funciones, la LTH tiene también influencia en el metabolismo general e influye, directamente en colaboración con los estrógenos, en el parénquima de la ubre; coincide también con el instinto maternal, al mejorar el aprovechamiento de los alimentos. En las aves se relaciona con la función del buche y el tamaño del tracto digestivo.

El contenido de FSH y LH en la adenohipófisis varía, no solamente durante el ciclo sexual, sino también según el tipo de animal doméstico. Por ejemplo, la adenohipófisis de la vaca es relativamente pobre en gonadotropinas y contiene más LH que FSH. La glándula hipofisiaria de la yegua contiene 10 veces más FSH que la de la oveja.

La puerca y la oveja son 10 veces más ricas en LH que otros animales. El contenido de las gonadotropinas en la adenohipófisis de los distintos tipos de animales está representado por un cociente gonadotrófico hipofisiario propio, el cual se encuentra en las vacas normales en el equilibrio fisiológico. El predominio relativo de la FSH sobre la LH y viceversa corresponde al estado del ciclo estral y cuando se encuentra equilibrado. El desequilibrio de estas relaciones resulta en una serie de anomalías funcionales las cuales están relacionadas en el ganado vacuno, sobre todo, con la insuficiencia de la hormona luteinizante (LH) acompañada por las perturbaciones de la ovulación (Salisbury y Vandemark, 1961; Pribyl y col., 1963; Roberts, 1971; Cole y Cupps, 1977; Hafez, 1980 y otros).

### **3.1.8. Gonadotropina Sérica (PMSG)**

Aparece en la sangre de la yegua muy temprano, después de la concepción y a los 40 d de la gestación se puede comprobar biológicamente. Desde este momento se eleva el nivel de este factor gonadotrófico y a los 60 d – 70 d puede alcanzar 150 UI - 300UI por mililitro de sangre.

Es interesante que los niveles máximos se encuentran en la sangre de la yegua pony, en el cual la PMSG es eliminada también en la leche en 1/5 UI por mililitro y la misma cantidad se encuentra en la orina. Una unidad internacional (UI) está representada por 0.003569 mg de la hormona.

A los 80 d – 90 d se inicia la disminución, y a los 170 de la preñez el nivel no es detectable biológicamente.

La PMSG, descubierta como glicoproteína en el año 1930 por Cole y Haet, es producida por los cálices (copas) endometriales y contiene también una parte del factor LH cuya presencia puede ser individual. Aunque en la mayoría de las yeguas la relación entre los factores FSH y LH es muy amplia, es decir, el factor LH se encuentra sólo en cantidades mínimas, en algunos individuos esta relación puede ser muy estrecha: 1.2:1 y hasta 3:1 (Varadin, 1959).

La imposibilidad de la penetración de las moléculas grandes de la PMSG con peso molecular 53,000 – 70,000 a través de los riñones, causa la persistencia de la hormona en la sangre después de inyectarla.

En la coneja se puede comprobar se puede comprobar la mitad de la dosis 6h (tiempo medio de vida) después de ser inyectada, y en la yegua se puede encontrar todavía la hormona después de 24 h, en la vaca, después de varios días.

En el organismo de la yegua la hormona sérica (PMSG) tiene una misión autorreguladora especial, y da origen probablemente al desarrollo folicular y su luteinización (también excepcionalmente a la ovulación) en el transcurso de los 40 d – 150 d de la gestación.

En este lapso de la preñez, dicha luteinización, llamada cuerpos lúteos auxiliares, aditivos o suplementarios sustituye la función del cuerpo amarillo original de la preñez, que en la yegua comienza a desaparecer después de pasado el primer mes de la gestación (Nalbandov, 1964; hafez, 1974; Cole y Cupps, 1977).

A través de este proceso de autoabastecimiento gonadotrófico puede permanecer también la preñez.

Después de pasados los 150 d de la gestación, desaparece del ovario también este fenómeno luteínico aditivo; los ovarios disminuyen su volumen de tal manera que tiene tamaño más pequeño que el del feto femenino, y por toda la función hormonal que dirige el transcurso del resto de la gestación se responsabiliza la función endocrina de la placenta.

### 3.1.9. Hormonas del Ovario

La actividad de los ovarios depende completamente de la función de los órganos superiores, sobre todo de la actividad de la hipófisis y del hipotálamo; el ovario, por un lado, cumple la función gametogenética, al producir los óvulos y, por otro lado, la función endocrina, la cual condiciona el proceso de la función uterina la que, al cumplir su función de incubadora biológica, garantiza el desarrollo fetal.

La función incretoria ovárica está representada principalmente por la producción de 3 sustancias hormonales de las cuales 2 son esteroides (estrógenos y progesterona) y la tercera la relaxina-tiene estructura polipeptídica; además produce otros esteroides, andrógenos y corticosteroides.

La segregación de los estrógenos se realiza en la teca interna y en las células de la granulosa. Por difusión penetran en la sangre y en el líquido folicular que es más o menos activo estrogénicamente.

En los mamíferos hay varios tipos de estrógenos, de los cuales los más conocidos son: estradio, 17-beta-estrón, estriol, 16-epiestriol, 16-hidroxiestrol, equilina, equilenina e hipulina. La mayoría de estos estrógenos representan compuestos más o menos desactivados o con muy baja actividad.

Los conocimientos sobre la biosíntesis de las hormonas estrogénicas están lejos de ser completos; sin embargo, se sabe que se forman con ayuda de los sistemas enzimáticos.

Se ha demostrado que el precursor de las hormonas esteroides es el acetato y luego el colesterol, respectivamente delta -5-pregmolón, que están dando a través de los fenómenos aromáticos la base de la formación del 17-beta-estradiol y el estrón (Elisaesser y Konig, 1974).

La liberación de los estrógenos del folículo se produce bajo el control del hipotálamo y de las gonadotropinas hipofisarias.

Los estrógenos que se forman en el ovario controla por mediación del hipotálamo (influencia central) la actividad de la hipófisis con ayuda del mecanismo de retroacciones positivas y negativas, donde son muy activos y controlan el transcurso del ciclo estral.

La influencia de los estrógenos en los órganos periféricos se conoce muy bien desde hace tiempo; no sólo influyen en los caracteres sexuales secundarios, sino que inciden proliferativamente en los órganos tubulares de la hembra, lo que antecede a la fase progrestativa necesaria para la nidación del óvulo fecundario; además de los cambios con el parénquima de la ubre también en la libido sexual y la aumentan durante el celo.

El segundo tipo de secreción ovárica está representado por los progestágenos; de ellos señalamos la progesterona, hormona del cuerpo amarillo. La progesterona se origina sobre todo en el cuerpo amarillo y, de modo similar a los estrógenos, en los testículos y glándulas suprarrenales.

En su síntesis participan las vitaminas A, C y E. La cantidad mayor de esta hormona se encuentra en el cuerpo amarillo de la vaca durante la fase luteínica (26 µg en el día 7 del ciclo, 65µg en el día 12, 45 g en el día 45 g en el día 15 y 8 µg en el día 17 del ciclo en 1 g del tejido luteínico) (Short, citado por Rommel, 1963; Cole y Cupps, 1977).

Según trabajos recientes, los niveles de la progesterona sanguínea aumentan entre los días 4 al 13 del ciclo de los 4ng/ml – 10ng/ml \*\* y disminuye rápidamente desde el día 16 (Wettermenm y col., 1972; Hoffman y col., 1973) a los niveles menores de 1 ng/ml del suero durante el celo.

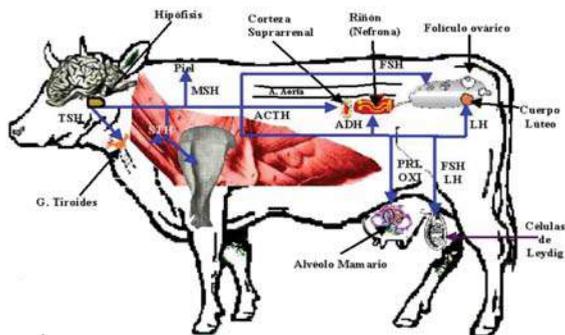
La progesterona se elimina también a través de la leche en niveles mayores en comparación de esta progesterona por medio del radio inmuno ensayo (RIA) se aprovecha actualmente para la determinación de la persistencia del cuerpo amarillo (cuerpo lúteo de la preñez) después de la inseminación, o sea, en la búsqueda activa de vacas repetidas o vacías.

La producción diaria de progesterona se ha estudiado en las ovejas y cabras y se encuentra una segregación de 4 mg – 19 mg de la hormona en el transcurso de 24 h (Cole y Cupps, 1977).

La función de la progesterona está ligada a la de los estrógenos. Por ejemplo, mientras que los estrógenos inician el proceso de crecimiento de los órganos tubulares, los progestágenos condicionan la diferenciación de los tejidos.

De este modo, la progesterona transforma la fase proliferativa en secretora, inhibe la actividad del miometrio, mucifica el epitelio de la vagina, induce el desarrollo del sistema alveolar de la mama, funciona como custodio de la gestación, condiciona el desarrollo de la placenta e influye en el instinto maternal al suprimir la secreción gonadotrófica, lo que imposibilita la maduración de los folículos y la ovulación. Su efecto termogénico es bien conocido también; se encuentra la temperatura basal entre  $0.6^{\circ}\text{C} - 1^{\circ}\text{C}$ , lo que atestigua la ovulación pasada y la formación del cuerpo amarillo activo.

### HORMONAS HIPOFISARIAS DEL BOVINO



### 3.2. Complejo Hipotalamo hipófisis

El hipotálamo y la hipófisis son dos estructuras anatómicas que poseen entre ellas una relación fisiológica, es decir una unidad de funcionamiento. Sobre el funcionamiento de este eje regulador de la actividad hormonal nos podemos hacer una serie de preguntas:

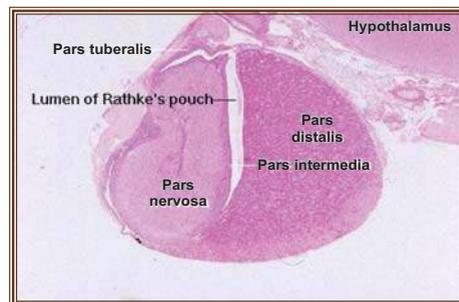
¿Cómo son estas estructuras?

El hipotálamo es una estructura que forma parte del cerebro y que se proyecta hacia su zona ventral terminando en un tallo. La hipófisis es una estructura situada ventralmente y encerrada por una depresión ósea del suelo del cráneo, denominada silla turca. Un tejido denominado parte intermedia separa ambas porciones.

<p>El <b>hipotálamo</b> está formado por neuronas con características nerviosas y a la vez endocrinas, por lo que son capaces de sintetizar sustancias que funcionan como hormonas. Las neuronas que tienen características nerviosas y endocrinas comunes se estudian agrupadas en núcleos.</p>	
<p>La <b>hipófisis</b> está integrada por dos estructuras (adenohipófisis y neurohipófisis). Las dos estructuras tienen orígenes embriológicos diferentes y este hecho se ve refleja en su estructura y, finalmente, en su función.</p>	
<p><b>Adenohipófisis</b></p>	<p><b>Neurohipófisis</b></p>
<p>La <b>hipófisis anterior</b> o está formada por un tejido glandular especializado. Esta parte de la hipófisis está relacionada con el hipotálamo mediante un sistema venoso denominado sistema porta.</p>	<p>La <b>hipófisis posterior</b>, o está formada por axones que provienen de los núcleos superiores del hipotálamo (los cuerpos de los axones se encuentran en el hipotálamo).</p>

Fotografía histológica del eje hipotálamo-hipófisis en el gato seccionada por su parte media.

Se puede distinguir en la parte superior el hipotálamo. Y en la región inferior la dos partes de la hipófisis. La señalada como pars nerviosa en la zona izquierda es la neurohipófisis. La señalada como pars distalis, a la derecha, es la adenohipófisis.



Fotografía tomada de <http://education.vetmed.vt.edu/Curriculum/VM8054/Labs/labtoc.htm> con la autorización del Dr Caecci.

### 3.3. Funcionamiento del sistema hipotálamo-hipófisis

#### ¿Cual es el Funcionamiento del sistema hipotálamo-hipófisis?

Las tres estructuras que forman parte del eje están relacionadas del siguiente modo. El hipotálamo es un puente de unión entre el sistema nervioso y endocrino. Se le puede asignar el papel de director de orquesta. Realiza el control de la adenohipófisis a través de un sistema sanguíneo denominado “sistema porta” a través de hormonas.

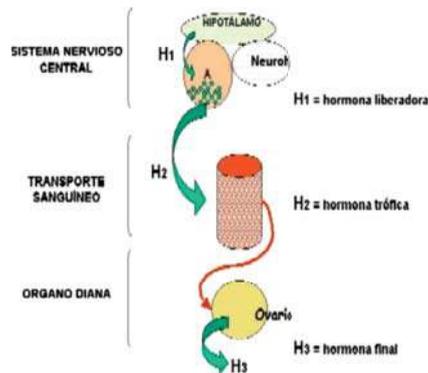
Mientras que, respecto a la neurohipófisis posee una unidad anatómica, por que los cuerpos de las neuronas están en el hipotálamo y los axones y las terminaciones nerviosas en la parte posterior de la neurohipófisis.

Tanto la adenohipófisis, como la neurohipófisis, liberan hormonas a la sangre que tienen su órgano diana en zonas distantes de este eje funcional, como por ejemplo: en los ovarios, testículos, tiroides, útero, mama, corteza suprarrenal, riñón.

Para dejar claras estas ideas se describen los dos ejemplos siguientes:

Ejemplo	Fisiología	Hormona	Órgano diana
Neurohipófisis	Las hormonas son sintetizadas en el hipotálamo, donde se encuentran los cuerpos de las neuronas (núcleo paraventricular y núcleo supraóptico) y almacenadas en la neurohipófisis, donde se liberan dos hormonas	Oxitocina	mama y útero
		Hormona antidiurética (ADH)	riñón
Adenohipófisis	Los núcleos neuronales situados en el <b>HIPOTALAMO</b> secretan hormonas que son transportadas a través del sistema sanguíneo porta hasta la adenohipófisis donde estimulan o inhiben la liberación de hormonas adenohipofisarias.	GnRH Hormona liberadora de gonadotropinas	Adenohipófisis LH y FSH
		LH y FSH	Ovario y testículo estrógenos

En el siguiente esquema se resume el funcionamiento en cascada del eje hipotálamo adenohipófisis. **Las hormonas liberadoras (H1)** producidas por el hipotálamo estimulan la rápida liberación de la hormona correspondiente en la adenohipófisis (H2). **Las hormonas tróficas (H2)** producidas por la adenohipófisis influyen sobre la velocidad de formación de hormonas en la glándula endocrina correspondiente (tiroides, ovario,...) e incrementan la secreción de su hormona (H3), que es llevada por la circulación sanguínea hacia células blanco específicas para provocar una respuesta biológica. Existe un control de retroalimentación negativo, relacionado con la concentración sanguínea del producto endocrino final, sobre la liberación de las hormonas por el hipotálamo y la adenohipófisis.



Finalmente, en la siguiente tabla se resumen las diversas hormonas que intervienen en la endocrinología de las reproducción, tanto las elaboradas en el hipotálamo como en la adenohipófisis, de este modo es más sencillo comprender la relación funcional que existe entre ambas estructuras.

HIPOTÁLAMO	ADENOHIPÓFISIS	ÓRGANO DIANA
GHRH	HORMONA DEL CRECIMIENTO (STH)	TEJIDOS ESQUELÉTICOS MAMA
TRH	TIROSINA (TSH)	TIROIDES
PHI + PRH	PROLACTINA	MAMA
	HORMONA CORTICOTROPA (ACTH)	CORTEZA SUPRERRENAL
GnRH	GONADOTROPINAS (LH y FSH)	OVARIOS y TESTICULOS

## IV. BIOLOGIA DEL SEXO

La palabra (sexo) proviene de la palabra latín sexus que significa división. Biológicamente el sexo no es una entidad sino la suma de las peculiaridades estructurales y funcionales que diferencian a un macho de una hembra. En ciertos casos los sexos se sobreponen por completo, siendo imposible distinguirlos externamente. Para entender claramente la continua variación entre los sexos, es mejor considerar la cuestión desde un punto de vista genotípico y fenotípico.

### 4.1. Desarrollo y Diferenciación Embrionaria del Aparato Reproductor (Masculino y femenino)

El desarrollo, formación y diferenciación del aparato reproductor (masculino y femenino) representan un proceso bastante complicado y se realizan durante la fase de organogénesis, comprendida entre los 13d-45d de la vida embrionaria.

**La diferenciación sexual** se realiza ya en el momento de la singamia o fertilización del óvulo en el cual el cromosoma Y determina la diferenciación potencial del sexo masculino y el X la del femenino.

### 4.2. Diferenciación de las Gónadas:

En las primeras fases embrionarias las gónadas con la potencialidad bisexual están representadas por 2 CRESTAS GENITALES cubiertas con la capa epitelial. Dentro del marco del programa del desarrollo y diferenciación gonadal, las crestas genitales sufren una invaginación del epitelio superficial el cual al multiplicarse se invagina hacia el centro de las crestas y penetra en forma de CORDONES SEXUALES PRIMARIOS.

Participa en el macho en la formación de los túbulos seminíferos que dan la base a las células de Sertoli. En la hembra esta primera invasión epitelial es abortiva y desaparece. Hasta la segunda invaginación forma los CORDONES SEXUALES SECUNDARIOS que al permanecer en la zona cortical del órgano, dan la base para el desarrollo de las células foliculares del ovario.

La diferenciación definitiva de las gónadas depende con mayor probabilidad de la colonización de los cordones sexuales de origen epitelial con los GONOCITOS que invaden activamente estas formaciones epiteliales.

Los cordones sexuales primarios colonizados con los gonocitos masculinos forman la base del sistema de los túbulos seminíferos del testículo, los cuales se separan definitivamente de la superficie epitelial original y desembocan en el mediastino testicular. Las células de los cordones epiteliales sirven a los gonocitos de cuna y de protección.

Los cordones sexuales secundarios en el embrión con la potencialidad femenina se separan también del epitelio germinativo original y forman en la zona cortical de la gónada los nidos epiteliales, en los cuales se ubican gonocitos femeninos por lo que se da la base precedente a los futuros folículos primarios y a la zona parenquimatosa del ovario.

La formación de los túbulos seminíferos aparece en el ganado vacuno aproximadamente a 40d de la preñez y los gonocitos quedan relativamente en minoría por la prevalencia de la división mitótica de las células epiteliales procedentes de los cordones sexuales primarios.

En el ovario por el contrario los gonocitos están sujetos a una multiplicación fuerte y aproximadamente a 60d-80d de la preñez entran ya en la profase meiótica envueltos con una capa de células epiteliales en forma de un folículo primario.

### **4.3. Diferenciación de los Conductos Sexuales:**

Conjuntamente con las gónadas indiferenciadas el embrión tiene conductos sexuales embrionarios de 2 tipos: uno con potencialidad masculina (conductos de Wolf) y otros con potencialidad femenina (conductos de Müller).

En ambos sistemas tubulares la metamorfosis ocurrirá durante la diferenciación de las gónadas la cual induce el desarrollo de una u otra parte.

El desarrollo de los conductos de Wolf se encuentra más adelantado en el sexo masculino y depende de la secreción interna del testículo embrionario.

Los órganos tubulares femeninos que se forman más tarde se desarrollan solo cuando falta la potencialidad endocrina gonadal masculina que es el anfitrión HY.

En el caso de la diferenciación de los testículos los cuales segregan 2 sustancias diferentes destinadas una para la regresión de los conductos de Müller (hormona antimülleriana) y la otra para favorecer el desarrollo de los conductos deferentes y vesículas seminales a pesar de que los conductos müllerianos se atrofian o persisten en el estado embrionario (más frecuente en caballo) aparecen como residuos en la región de la próstata en forma de útero masculino o penetran en dicha glándula para formar el utrículo de la próstata.

Para poder comunicarse el testículo con el aparato conductor de la gónada derivado del órgano de Wolf entra en el complejo del desarrollo de los anejos testiculares la parte correspondiente de los conductos mesonéfricos (corpúsculo de Wolf) de los cuales se diferencian los conductos eferentes, que asegura la comunicación directa del testículo con el conducto de Wolf y luego con los órganos urogenitales derivado del seno urogenital (uretra masculina en el nivel del cuello de la vejiga urinaria).

Durante el desarrollo de la treta inmediatamente detrás de la formación de las vesículas seminales se invagina el epitelio uretral lo que da origen a la próstata del macho.

Más hacia la zona caudal se realiza otra doble invaginación del epitelio uretral y forma las glándulas bulbo uretral de Cowper que corresponden a las glándulas vestibulares de Bartolini de la hembra.

En las partes terminales de los órganos genitales de ambos sexos participa el seno urogenital y se forman las vías UROGENITALES.

Los conductos deferentes en el macho desembocan en la uretra la cual se hunde en el cuerpo del pene procedente del tubérculo genital que esta limitado con dos pliegue uno el interno, origina la formación del prepucio y el otro externo, la bolsa escrotal.

Cuando la influencia del factor incretorio testicular (hormona antimüllerianas) esta ausente, se diferencia en el embrión, con potencialidad femenina el ovario y junto con el se desarrollan los conductos de Müller (potencialidad femenina) que se origina los órganos SEXUALES TUBULARES FEMENINOS.

Los conductos de Müller se desarrollan separados sin tener contacto directo con las gónadas de la parte craneal de los conductos müllerianos abierta hacia la cavidad abdominal, se originan el infundíbulo tubárico y el oviducto de la parte media el útero y de la parte caudal la vagina.

La vagina de la hembra se une con el seno urogenital concretamente con su parte caudal que pertenece al vestíbulo vaginal.

Esta unión se encuentra bien marcada en el nivel de la desembocadura de la uretra femenina y en el anillo himenal que representa el lugar de contacto de estas 2 formaciones embrionarias del tubérculo genital en la hembra se origina el clítoris y de los pliegues externos los labios de la vulva, en la mujer de los pliegues internos del tubérculo genital se desarrollan los labios menores de la vulva.

En la hembra la unión himeneal de las 2 formaciones embrionarias (conductos müllerianos y seno urogenital) es de suma importancia ya que las perturbaciones de esta unión llevan consigo una serie de problemas ginecológicos y reproductivos, basados algunos en los factores genéticos (enfermedad de la novilla blanca).

De los conductos con potencialidad masculina (de Wolf) solo queda en la hembra la parte caudal situada en la pared ventrocaudal de la vagina que forma el conducto o glándula de Gärtner.

La transformación de los conductos müllerianos en el útero es específica para cada tipo de animal y se da así origen a los distintos tipos de úteros.

La parte craneal de los conductos müllerianos quedan siempre aislada o separada y da origen a los oviductos izquierdo y derecho. En la zona más caudal destinada a la formación del útero, los conductos de Müller al dar la base para los cuernos, se acercan y uniéndose en un solo tubo forman un solo cuerpo uterino, una sola cérvix y una sola vagina, lo que depende de cada especie.

De acuerdo con el lugar de unión los conductos de Müller, reconocemos 4 tipos de úteros en los mamíferos.

## V. ANATOMÍA DEL APARATO REPRODUCTOR FEMENINO

El estudio del aparato genital femenino tiene importancia ya que dentro del mismo ocurre la fecundación y tiene lugar el desarrollo del embrión, y una vez terminado este proceso ocurrirá el parto, que es la culminación de la creación y formación de un nuevo ser.

El aparato reproductor de la hembra está compuesto por las siguientes partes:

### 5.1. Partes Externas

Vulva,  
Triángulo ventral de la vulva,  
Clítoris,  
Glándulas de Bartolini,  
Orificio Urinario,  
Cuerpo de la vagina,  
Flor radiada.

### Partes Internas

Cérvix o Cuello uterino  
Anillos cervicales,  
Cuerpo del Útero,  
Bifurcación,  
Cuerno uterino derecho e izquierdo,  
Carúnculas endometriales  
Oviducto derecho e izquierdo,  
Ovario derecho e izquierdo,

### 5.2. Anexos

- La vejiga está ubicada debajo del aparato reproductor, y está conectada a la apertura uretral en la base de la vagina.
- El recto está ubicado encima del aparato reproductor.
- Ligamentos anchos uterinos.

### 5.3. El Aparato Genital

En todas las hembras domésticas está formado por una serie de órganos similares representados por las glándulas sexual femenina, **ovario**, y por el sistema de **órganos tubulares**, formado por el oviducto, el útero y la vagina. La parte caudal del tracto sexual- vestíbulo vaginal y vulva representan conducto comunes de los sistemas genitales y urinarios a estos órganos se les llama también órganos urogenitales.

### 5.3.1. Ovarios

Normalmente cada hembra tiene 2 ovarios o glándulas sexuales femeninas, productoras tanto de óvulos como de hormonas sexuales (estrógenos, progesterona y relaxina) y por lo tanto se denominan órganos *GAMETO HORMONALES*.

La situación de los ovarios depende la edad raza, estado físico y hormonal y número de partos, y varía con la colocación del útero.

En general, el ovario tiene forma oval, su tamaño y forma están en relación estrecha con la edad, estado físico y especialmente con el período del ciclo estral. En las vaquillas son mucho más pequeños que en las vacas y sobrepasan el tamaño de un fríjol grande o de un maní.

En las vacas adultas tienen un promedio de 3cm-4cm de longitud unos 2.5cm de ancho y 1.5cm-2cm de espesor. Su tamaño varía desde el de un huevo de paloma hasta el de un huevo de gallina enana.

El peso de los ovarios también varía entre 6.15g-20g el ovario derecho, por lo regular es mayor que el izquierdo, esto se debe a una función fisiológica más intensa. Con la edad aumentan tanto su tamaño como su peso, debido al crecimiento del tejido intersticial, lo que determina también un aumento de la consistencia.

La superficie del ovario tiene características distintas que depende de la edad y fase del ciclo estral. En los animales adultos es más o menos rugosa y presenta una serie de vesículas (folículos ováricos) llenos de líquidos transparente hasta de 2cm. También se pueden encontrar corpúsculo sólidos de color amarillo que sobresalen en forma de botón de 1cm-2cm de diámetro o formaciones blancas, estos representan los cuerpos amarillo o restos de ellos.

En los animales viejos la superficie ovárica se encuentra marcada por muchas excavaciones pequeñas o cicatrices después de la desaparición del cuerpo amarillo en el órgano adquiere más dureza.

### 5.3.2. Oviducto (Trompa Uterina o Trompa de Falopio)

Los oviductos son unos conductos flexibles finos situados en el ligamento suspensorio del oviducto (mososalpinx) que es la continuación del ligamento ancho del útero, junto con el mesovario, el mesosalpinx forman la bolsa ovárica, más o menos desarrollada, lo que depende de la especie animal.

La trompa uterina establece la comunicación entre el ovario y el útero. Es un tubo fino de 20cm-35cm de largo y de 2mm-4mm de ancho de curso sinuoso, que se abre en la cavidad abdominal por el ostium abdominal de la tuba en forma de un embudo llamado infundibulum o pabellón de la trompa este se continúa y constituye una formación más definida de carácter ampuloso (ampolla de la tuba) bastante blanda de 4mm-5mm de diámetro esta zona es de importancia extraordinaria en el proceso de la fecundación porque aquí tiene lugar la anfigmisis (fecundación).

### 5.3.3. Útero O Matriz

El útero que es donde se desarrolla el feto es un órgano cavernoso constituido por 2 cuernos un cuerpo y un cuello (cervix). El útero vacío de la vaca sana se encuentra situado generalmente en el suelo de la cavidad pelviana y con penetración abdominal en las vacas de carne y también en las de leche pero vacas viejas y gordas.

**Los cuernos uterinos** a nivel de la bifurcación tienen diámetros distintos que dependen de la edad y el número de partos en vaquillas no sobrepasan el grosor del dedo anular y son simétricos, mientras que en vacas tienen 2 a 3 dedos de ancho y son asimétricos aumentándose el cuerno derecho. Estos son bastante largos y su longitud varía entre 35cm y más de 45cm. La región de separación de los cuernos uterinos se denomina bifurcación y es donde se encuentran los cuernos uterinos unidos por 2 ligamentos transversales.

#### 5.3.4. Cuerpo Uterino

Que representa una cavidad de 2cm-5cm de largo, este forma solo una pequeña parte de la cavidad uterina y en el desarrollo del feto es de importancia menor, debido a que el desarrollo fetal se realiza en el cuerno.

#### 5.3.5. Cervix O Cuello Uterino

Es una parte importante del aparato genital semejante a un esfínter que sirve para separar anatómicamente y fisiológicamente al útero de la vagina. Las paredes son más gruesas y rígidas, representa un cilindro situado en el suelo de la cavidad pelviana y sirve de orientador excelente en el proceso del examen rectal del útero.

El cuello tiene una forma cilíndrica y alcanza en las vaquillas 8-10cm de largo y 1.5 - 2 cm de diámetro. En las vacas aumenta tanto el grosor 3-5cm como la longitud 10-15cm en función de la edad y el número de parto. En el centro del cuello uterino se encuentra el **canal cervical** que corre sinuosamente entre los 3 ó 5 pliegues transversales que hacen relieve marcados en la luz del mismo.

*La entrada a la cérvix esta proyectada hacia la vagina en forma de cono.*

La base ciega de este cono es llamada **Fornix o Flor Radiada**. El interior de la cérvix contiene de tres a cinco anillos cervicales, a veces llamados pliegues. Este diseño le facilita a la cérvix ejercer su función principal, que es la de proteger al útero del medio ambiente exterior.

El orificio anterior de la cérvix conduce al cuerpo uterino. Esta estructura, de aproximadamente una pulgada de largo, sirve de conexión entre los cuerpos uterinos y cérvix. A partir del cuerpo uterino, el tracto reproductor se divide y todos los órganos vienen en pares. Los dos cuernos uterinos están formados por varias capas musculares y una intrincada red de vasos sanguíneos. La función principal del útero es proveer el ambiente óptimo para el desarrollo fetal.

### **5.3.6. Vagina**

La vagina como órgano de la cúpula, representa un conducto músculo membranoso situado horizontalmente en la cavidad pelviana entre el recto y la vejiga urinaria detrás del cuello uterino.

Internamente sus paredes cierran la cavidad vaginal que normalmente no se encuentra porque las mucosas de ambos lados están siempre en contacto continuo. La verdadera cavidad vaginal se abre solamente después de la penetración del aire, artificialmente durante el examen vaginal o en otras ocasiones.

La vagina de la vaca es larga 15-30cm se prolonga durante la gestión y es más larga en las vacas viejas y en las razas de carne. La fijación de la vagina a la pelvis se realiza mediante la ayuda del peritoneo y luego gracias a la adventicia vaginal que se compone de tejido conectivo muy rico en grasa.

### **5.3.7. Vestíbulo Vaginal**

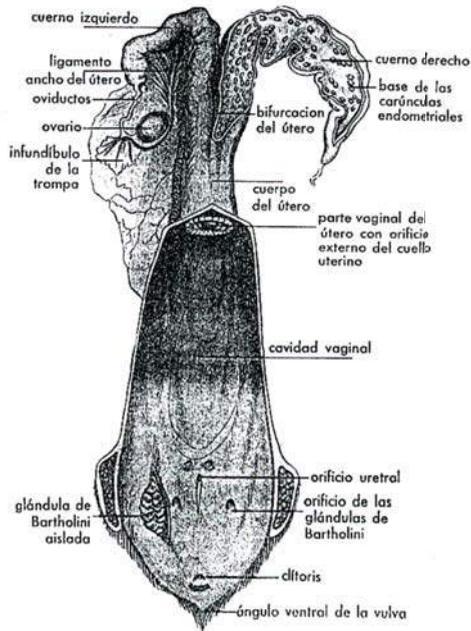
Detrás del anillo himenal se extiende el vestíbulo de la vagina, que se encuentra en conexión directa con la vagina y la vulva.

En la parte caudal y ventral del vestíbulo vaginal, inmediatamente delante de los labios de la vulva se encuentra un homólogo del pene, el clítoris que tiene su glande situado en la fosa del clítoris. El glande del clítoris tiene también su cuerpo cavernoso y prepucio rudimentario, el prepucio esta representado por 2 pequeños pliegues a cada lado del clítoris.

### **5.3.8. Vulva**

Forma el orificio sexual femenino externo. Se compone por 2 labios (derecho e izquierdo), la hendidura de la vulva (rima) se encuentra limitada dorsalmente por la comisura vulval dorsal (redondeada) y por la comisura vulval ventral (aguda).

En general la vulva se encuentra situada verticalmente, cubierta por una piel fina con unos dibujos típicos, superficiales y plegadizos. La piel es casi lisa, cubierta solamente por pelo escasos y finos que forman una brocha fina en la comisura ventral.



Anatomía del útero bovino... (Esquemático según ELLENBERGER-BAUM).

## VI. TIPOS DE UTEROS

6.1. **Útero doble (Duplex):** Se encuentra en los roedores y se caracteriza por su división completa. El útero tiene 2 cuernos y 2 cuellos los cuales desembocan aisladamente en la única cavidad vaginal. En este caso el desarrollo de los conductos de Müller corren completamente aislados.

6.2. **Útero dividido:** Se encuentra en los carnívoros y en las puercas y se caracteriza por la formación de un solo cuerpo uterino muy corto (1cm-2cm) y un cuello común. Casi toda la capacidad uterina bicornual esta representada por los cuernos largos y divididos.

6.3. **Útero bicornual:** Se encuentra en los rumiantes y equinos se unen los segmentos uterinos de los conductos de Müller en la zona más craneal y se caracteriza por tener 2 cuernos, un solo cuerpo y un cuello.

En los rumiantes la cavidad uterina se encuentra dividida por un tabique, septo, interno como continuación de las paredes medias de los cuernos con la reducción del propio cuerpo uterino y la prolongación de los cuernos.

En los equinos queda la cavidad uterina sin tabique interno y los cuernos tienen casi el mismo largo que el cuerpo. Desde este punto de vista, se divide el útero bicornual en 2 tipos:

- a) Utero bicornual subseptado (tabicado) en los rumiantes y
- b) Utero bicornual no subseptado (no tabicado) en los equinos.

6.4. **Útero Simple:** Se encuentra en la mujer y los primates se caracteriza porque los segmentos uterinos de los conductos de Müller se unan en su totalidad el útero se desarrolla en forma de pera casi sin cuerno. En este útero simple se encuentran separados solamente los oviductos y el útero forma una sola cavidad uterina.

El desarrollo de estos tipos de úteros no siempre es normal y las anomalías que el útero puede presentar influyen en mayor o menor grado en la fertilidad.

## **VII. FISIOLÓGÍA DEL APARATO REPRODUCTOR DE LA HEMBRA**

### **7.1. Ciclo Reproductor**

En el proceso o ciclo fisiológico los órganos de la reproducción ocurren transformaciones importantes, cuyo fin es el acondicionamiento de las células germinales femeninas para liberarse, unirse, y conjugarse con sus equivalentes masculinas, con el desarrollo del embrión como resultado de esa unión. Un componente muy importante en todo el proceso de la reproducción del ganado vacuno es el proceso del ciclo sexual que se inicia con la maduración sexual (pubertad) y termina con el climaterio.

**PUBERTAD.** (maduración sexual y madurez sexual).

La pubertad es un periodo de la vida en el cual se cambia en el organismo la fase de la tranquilidad sexual por la fase de la función activa, caracterizada por la facultad de reproducción. En todas las especies de animales la pubertad se adelanta a la madures somática, lo que significa que la hembra puede multiplicarse antes de estar terminando su desarrollo somático.

El proceso de la pubertad se termina definitivamente por la presentación del celo completo, es decir por el estro, ovulación y formación del cuerpo amarillo cuando los niveles de FSH y LH alcanzan a los perfiles maduros.

### **7.2. Ciclo Sexual O Ciclo Estral**

Es el resultado de la correlación de factores hereditarios y ecológicos donde representa un complejo de transformaciones específicas de tipo morfológico, histológico, y hormonales, no solamente en los órganos reproductores, sino también en otros órganos del individuo.

**DURACIÓN DEL CICLO ESTRAL.**

La duración promedio del ciclo estral de las vacas es de 17-23 días; en las vaquillas el ciclo estral dura 18-24 días.

### 7.3. Etapas Y Manifestaciones Clínicas Del Ciclo Estral

Es posible dividir la actividad cíclica sexual de la vaca según los síntomas clínicos en cuatro fases que son: **proestro, estro, metaestro y diestro**.

#### **Proestro:**

La duración de esta fase es de tres días y los síntomas que se observan son: olfatea a las vacas vecinas y ordeñadores, se separa del rebaño y observa a su alrededor, hay edematización de la vulva y congestión de la mucosa, liberación del mucus semidenso y opalescente grisáceo.

#### **Estro:**

La duración de esta fase es de 1-2 días los síntomas que se observan son:

Muge con frecuencia, pérdida del apetito monta y se deja montar, encorvamiento del dorso, reflejos de abrazamiento y fricción, edematización de la vulva, hiperemia y humedad de la mucosa vestibular, contracciones del **constrictor CUNI**, movimientos rítmicos del ano, movimientos enérgicos de la cola, flujo mucoso transparente, costra de moco seco en las tuberosidades iquiatiáticas y parte ventral de la cola, momento óptimo para la monta.

#### **Metaestro:**

Esta fase dura cuatro días y los síntomas que se observan son: tranquilidad sexual con posible duración del reflejo del abrazamiento, la vulva se torna plegada, en algunas hembras el flujo sanguinolento más o menos oscuro (hemorragia proestral) más frecuente en las vaquillas que en las vacas.

#### **Diestro:**

La fase dura 12 días los síntomas que se manifiestan son: silencio sexual, vulva plegada, mucosa vestibular de color rosado pálido, desaparición del brillo de la superficie y la humedad (órganos sin flujo).

#### 7.4. Cambios Ováricos Durante El Ciclo Estral

En el ovario se pueden encontrar formaciones de tipo vesicular de dimensiones variables desde el tamaño de una cabeza de alfiler hasta 1-2 cm., estas formaciones microscópicas que representan los folículos ováricos mas desarrollados. El desarrollo de estos folículos pasa por varias fases, folículo primario, folículo secundario, folículo terciario y folículo de GRAFF (dentro del cual se encuentra el óvulo maduro).

El cuadro típico ovárico durante el **proestro** puede pasar frecuentemente inadvertido por la presencia de cuerpos amarillos, los cuales pueden estar presente a consecuencia del ciclo anterior o de varios ciclos anteriores manteniendo su forma típica y correspondiente.

Con el avance del **estro** el folículo puede alcanzar hasta 2 cm. de diámetro como promedio y pierde su elasticidad, la cual disminuye especialmente antes de la ovulación, que no se realiza, hasta después de desaparecer los síntomas externos del celo.

La pared folicular es muy frágil durante la segunda mitad del celo y se puede romper fácilmente con poco esfuerzo antes de la madurez completa.

El folículo en maduración, que funciona como órgano endocrino, provoca cambios típicos en los órganos tubulares y en la libido sexual.

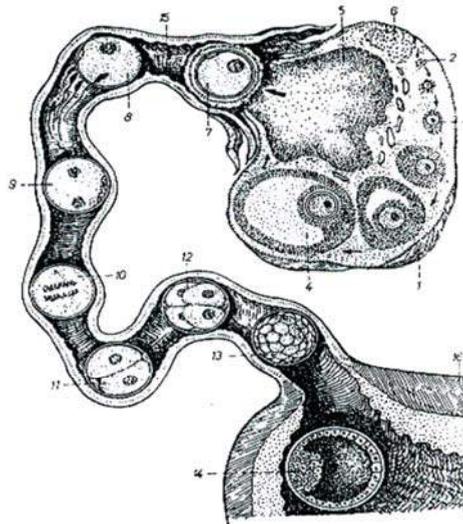
Después de la ruptura del folículo maduro o folículo de Graff ocurre la ovulación, se observa en el ovario una pequeña excavación, la que se rellena durante algunas horas después de la ovulación y al segundo día es difícil localizar.

Durante los 3-4 días posteriores a la ovulación la cavidad folicular se rellena completamente por las células luteínicas, el polo del ovario donde maduró el folículo se redondea, obtiene una consistencia más frágil y aumentando también de tamaño la zona correspondiente al ovario.

Durante los días que siguen el cuerpo amarillo comienza a hacerse protuberante y sobrepasa la superficie ovárica (prolapso luteínico); es posible realizar la palpación del cuerpo amarillo con seguridad después de 5-6 días del ciclo cuando el nuevo cuerpo lúteo está formando su elevación típica.

La parte exterior que sobresale de la superficie del ovario forma un botón sólido y frágil que puede tener hasta 2 cm. de alto y 1.3-2 cm. de ancho. Este puede cambiar no solo el tamaño del ovario, sino también su forma.

Cuando por cualquier causa no se realiza la gestación, el cuerpo amarillo (periódico o cíclico), después de alcanzar su desarrollo máximo, disminuye su función a los 16 días del ciclo aminora también su tamaño y pierde su fragilidad y consistencia fina. Hay que decir que en el momento de producirse el nuevo ciclo, el cuerpo amarillo precedente o del ciclo anterior puede persistir morfológicamente sin influir la función sexual en los ciclos siguientes.



## 7.5. Cambios En El Útero Durante El Ciclo Estral

La fase del estro es tan típica, que es muy difícil de notarla y olvidarla. Durante la contracción se acentúan la configuración bicornual típica del útero, los cuernos contraído toman una consistencia dura y en algunos casos es posible palpar unos surcos longitudinales en su superficie. Cada contracción de acuerdo con el estímulo dura algunas decenas de segundo y más. La hipertonía o hipersensibilidad del útero es típica en la fase folicular y se inicia durante el proestro culmina durante el celo y desaparece en el metaestro y el diestro.

La edematización produce con frecuencia un aumento en el tamaño del útero, engrosa también la pared uterina y permanece en el curso del metestro y se acentúa más en el cuerno correspondiente del ovario donde se produce la ovulación.

Las transformaciones o cambios de los oviductos aunque desde el punto de vista de la reproducción son muy importantes, no presentan ningún trastorno clínico palpable, por lo que no se puede aprovechar en el diagnóstico rectal.

### Vagina

En el período del estro la hiperemia, edematización, secreción y relajación del canal vaginal son típicos. La mucosa se encuentra edematizada e hiperémica, cubierta por una gran cantidad de moco lo que da un aspecto brillante o un color rozado o rojo rosáceo. Por lo general el espejuelo se introduce muy fácilmente por la buena lubricación de la pared vaginal, producida por el mucus cervical y vaginal.

En el fondo de la vagina se puede observar un moco transparente o poco opalescente, el cual especialmente en las vacas con la vagina muy larga pueden acumularse en la pared craneal o fondo vaginal y forma una pequeña laguna mucosa de menor o mayor tamaño.

Durante la fase del metestro, el cuadro vaginal sobre pasa el período del diestro; desaparecen lentamente el brillo, edematización, hiperemia y secreción. La superficie de la mucosa presenta un carácter más seco y un color pálido o rozado pálido.

## Cervix

Se pueden observar contracciones, edematización, congestión y fluye secreción del orificio cervical hacia la zona craneal de la vagina. La presencia y cantidad del mucus estral desempeña una función muy importante en el éxito y en el momento óptimo para realizar la inseminación artificial. El momento óptimo de la inseminación es cuando se observa una pequeña condensación y opalescencia del mucus estral y cuando el canal cervical tiene tendencia a estrecharse.

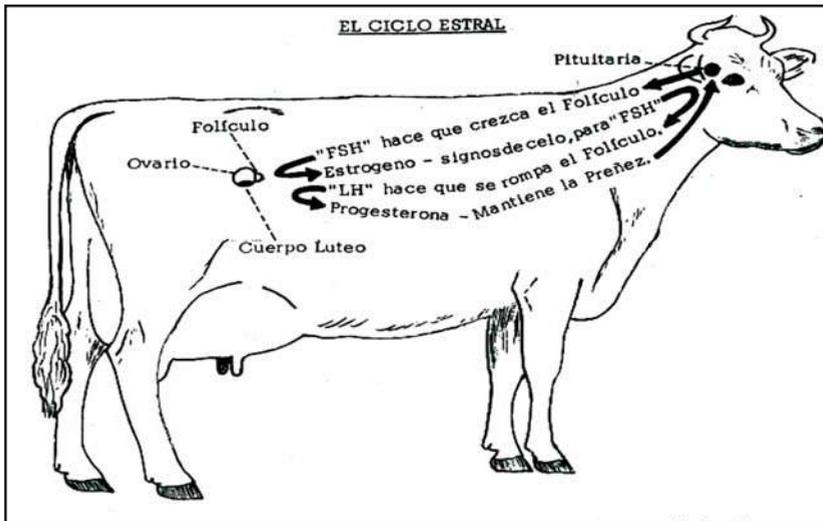
### 7.6. Tipos De Ciclos Estrales

- Según el carácter y repetición de los ciclos estrales durante el año, se dividen los mamíferos domésticos en varios grupos como son:
- Los **policíclicos o poliestricos** (vaca, puerca) en los cuales los ciclos estrales se repiten durante todo el año.
- Los **policíclicos estacionales** (yegua, ovejas y cabras) en las que aparecen los ciclos solamente durante cierto período del año.
- Los **diestricos** (perra, gata) con dos y algunas veces hasta cuatro ciclos estrales al año.
- Los **inducidos o potenciales** (coneja) que dependen del coito.

### 7.7. Perfil Hormonal En El Ciclo Estral

La hormona folículo estimulante o FSH estimula el crecimiento y maduración de los folículos. Por si sola no puede cumplir la tarea de maduración folicular si no que requiere de la colaboración de la hormona luteinizante para la maduración final del folículo de graff, ovulación y formación del cuerpo amarillo.

La actividad del cuerpo amarillo está dirigida por la hormona luteotrofica LTH, todas estas hormonas para la función sinérgica se hace necesaria para la ayuda de las hormonas ováricas (estrógeno y progesterona) las cuales después de alcanzar un cierto nivel en la sangre, influyen en la actividad de los centros superiores por la función retroactiva , positiva y negativa..



## 7.8. Funcionamiento Del Sistema Hormonal Durante El Ciclo Sexual

Con el tiempo, ocurren muchos cambios en el aparato reproductor, en respuesta a distintos niveles de hormonas. En una hembra no gestante, estos cambios ocurren cada 12 días. Esta periodicidad se llama **Ciclo Estral**.

- **Día Cero:** Si miramos al aparato reproductor, vemos que están sucediendo varias cosas. Un ovario tendrá un folículo grande, tal vez de 20 mm de diámetro. Este folículo contiene un óvulo maduro, listo para ovular.

El folículo también está produciendo la hormona Estrógeno. Esta hormona, producida por las células que rodean al óvulo, es transportada en la sangre a todas partes del cuerpo, causando que otros órganos reaccionen de distintas maneras. Hace que el útero sea más sensible a estímulos, y ayude en el transporte de espermatozoides después de la inseminación.

Hace que la cervix secrete un moco viscoso que fluye, lubrica y limpia la vagina. El estrógeno también es responsable de los síntomas externos del celo, incluyendo una vulva rojiza y ligeramente inflamada, permitiendo que otras vacas las monten, dejando de comer, mugiendo frecuentemente y manteniendo erectas las orejas. Estos son solo unos cuantos cambios de los muchos síntomas externos del celo.

• **Día Uno:** El folículo se rompe, permitiendo la salida del óvulo al infundíbulo que lo espera. La producción de estrógenos cesa varias horas antes de la ovulación, causando que la vaca no muestre más síntomas de celo. Después de la ovulación, un nuevo tipo de células, llamadas células luéticas, crecen en el sitio donde se realizó la ovulación.

• **Cinco o Seis Días:** Durante estos próximos, estas células crecen rápidamente para formar el cuerpo lúteo. El cuerpo lúteo produce otra hormona, la *PROGESTERONA*. *La progesterona prepara al útero para la gestación.*

Bajo la influencia de la progesterona, el útero produce una sustancia nutritiva para el embrión llamada *leche uterina*. Al mismo tiempo, la progesterona causa que se forme un tapón mucoso en la cervix (*Tapón cervical*) el cual evita que entren bacterias o virus al útero.

La progesterona también evita que el animal vuelva al celo al inhibir la liberación de la hormona del folículo estimulante (FSH) de la glándula pituitaria. Esta hormona, FSH, estimula el crecimiento rápido de folículos, el cual genera la producción de estrógenos, que harían que el animal vuelva en celo.

Esto haría que el embrión no sobreviva, si es que el animal estuviera gestante. Por tanto, la inhibición de la producción de estrógenos por parte de la progesterona, es un factor clave para mantener la gestación. Por otra parte, si el animal no estuviera gestante, es preferible que vuelva a presentar celo.

• **Días 16 A 18:** Del ciclo estral se conoce como “el periodo de reconocimiento materno”. Durante este período, el útero detecta y reconoce la presencia del embrión en crecimiento. Si no se detectara algún embrión, el útero comienza a producir la hormona prostaglandina. Esta hormona destruye el cuerpo lúteo.

Cuando se destruye el cuerpo lúteo, cesa la producción de progesterona y la glándula pituitaria empieza a secretar FSH. La presencia de FSH estimula que un folículo empiece a crecer y a secretar estrógenos, lo cual hace que el animal vuelva al celo.

Con esto se ha completado un ciclo. El período total promedio es de 21 días. El ciclo estral es subdividido en dos fases, basado en la hormona dominante, o en la estructura ovárica presente en cada fase.

La fase lútica empieza con la formación del CL, 5 ó 6 días después del celo, y termina cuando esta entra en regresión a los 17 ó 19 días del ciclo. Durante esta fase los niveles de progesterona son altos y los de estrógenos son bajos.

La otra fase es la folicular. Esta empieza cuando el CL entra en regresión y termina con la formación del CL en el nuevo ciclo. Por lo tanto, esta fase abarca el período de tiempo cuando el animal presenta los síntomas externos de celo. Durante esta fase los niveles de estrógenos son altos y los de progesterona son bajos. Tal a como se ha mencionado anteriormente, pueden haber folículos en los ovarios en cualquier momento del ciclo estral. Usando tecnología de ultrasonido, las investigaciones han detectado que la aparición de folículos sobre los ovarios ocurre en **“OLAS”**.

En un ciclo estral normal, un animal puede experimentar 2 ó 3 olas de crecimiento folicular. Las olas se caracterizan por el crecimiento de varios folículos. De esta ola, y por mecanismos aun desconocidos, un folículo será escogido para crecer más que los otros.

Este folículo más grande es conocido como “el folículo dominante”, puesto que tiene la habilidad de restringir el crecimiento de todos los otros folículos en el ovario. Los folículos dominantes solo duran de 3 a 6 días, que es cuando mueren y entran en regresión. Como consecuencia de la muerte del folículo dominante, empieza otra ola de crecimiento folicular, del cual saldrá otro folículo dominante.

Aunque sea normal tener crecimiento folicular durante todo el ciclo estral, el bajo nivel de FSH durante la fase lútica, que cuando el nivel de progesterona es alta, evita que haya una producción alta de estrógenos, puesto que esto inducirá al animal de nuevo al celo. Solo al folículo dominante existente al momento de la regresión del CL, que es cuando el nivel de progesterona es bajo, le es permitido producir suficiente estrógenos para inducir al celo al animal y continuar su maduración hasta su ovulación.

## 7.9. La Prostaglandina y su Participación en la Regulación del Ciclo Estral

Las prostaglandinas están implicadas en el proceso de la liberación de gonadotropinas; en el proceso de la ovulación influyen en la modalidad del músculo uterino en el transcurso del transporte del semen después del coito y en el transcurso del parto.

La PGF<sub>2α</sub> está bloqueada por la indometacina, que inhibe su síntesis y se bloquea también la ovulación.

En cuanto a la actuación más importante de la prostaglandina en la reproducción animal, el esfuerzo más importante fue concentrado hacia el efecto luteolítico de la PGF<sub>2α</sub> de la que induce la regresión del cuerpo amarillo, en cuyo proceso coadyuvan probablemente estrógenos, que aumentan o su síntesis o su liberación (Hansel y col., 1973; Hoper, 1980).

Los factores luteolíticos que se forman evidentemente en el endometrio, más concretamente en sus glándulas, se transmiten directamente hacia el ovario a través de la sangre venosa del útero, la cual se traspassa con probabilidad en forma directa en la sangre arterial ovárica a través de las anastomosis arteriovenosas (Del campo y Ginter, 1973) en la oveja y en la vaca (Yamauchi y Sasaki, 1969).

Debe notarse que las prostaglandina F<sub>2</sub> alta se sintetizan del endometrio sólo en caso de ausencia del blastoquiste, el cual produce los factores antiluteolíticos o los que bloquean la génesis y la liberación de dicha luteolisina. Para prevenir el arranque del proceso luteolítico en el transcurso del ciclo estral, el blastoquiste debe estar presente en el útero.

### **La sincronización del celo se realiza en la práctica en varias formas:**

1) Se aprovecha ampliamente el método de 2 inyecciones de prostaglandinas seguidas en el intervalo de 9 d – 11 d.

La primera inyección influye sólo en aquellos animales (40% - 50% del grupo)

que están en la fase luteal y se unifica de esta manera la fase cíclica en todo el rebaño o grupo seleccionado, cuando se aplica la segunda inyección (9 d = 11 d después de la primera), la mayoría de los animales se encuentran en la fase luteal del ciclo y se supone que el celo masivo aparecerá alrededor de 72 h después de la segunda aplicación.

En este momento se realiza también la inseminación frontal. Hay que señalar que este método es altamente positivo sólo en el caso del control clínico de los órganos genitales y es de poca efectividad si se aplica sin control técnico.

2) Otro método de sincronización del celo, más económico es similar al anterior; sólo después de la primera aplicación de las prostaglandinas se inseminan aquellos animales que evidentemente entraron en celo. La segunda inyección queda solamente para los animales restantes.

3) El tercer método de la sincronización es el más efectivo, más económico y más eficaz.

Está combinado con el examen clínico de ovarios y se seleccionan para el tratamiento sólo aquellos animales que tienen en el ovario un cuerpo lúteo activo. El resto de las hembras se insemina tradicionalmente o se selecciona para la sincronización después de pasados 10 d – 12 d.

Este método, utilizado en un grupo de más de 3,000 novillas, fue muy eficaz y se alcanzó la tasa de concepción de 74% en el postluteolítico (Holy, y Jiricek, 1980). En comparación con el grupo sincronizado, las novillas inseminadas tradicionalmente se gestaron con un retraso promedio de 26 d, lo que representa un factor importante en la economía ganadera.

En las vacas el efecto de la sincronización y de la fertilidad postluteolítica se encuentra menos destacado por la presencia de perturbaciones de la ovulación y de infecciones uterinas.

La potencia luteolítica de las prostaglandinas se utiliza exitosamente también en

la terapéutica ginecológica y obstétrica. Los luteolíticos actúan efectivamente en el tratamiento de piometras, en casos de pseudogestaciones, feto momificado o macerado y también en casos de “anestria”, con el ciclo ovárico conservado.

Los factores luteolíticos tienen un uso especial en la inducción del aborto o del parto, y aparecen unas 48 h – 56 h después de la inyección. La desventaja de este último método, que se utiliza en algunos países par la sincronización de partos, es el desarrollo del síndrome de placenta retenida en la mayoría de los animales, lo que disminuye el valor de este método en la práctica.

En el transcurso de los últimos años se mejoró la fabricación de prostaglandinas, de tal manera que estas se preparan semisintética o sintéticamente. La misma función fisiológica, con mayor potencia biológica, la tienen sobre todo los análogos sintéticos de la PGH 2 alta (cloprostenol), los cuales contribuyen a la ampliación masiva de la sincronización del celo en la práctica cotidiana.

Mientras que, por ejemplo, en el ganado vacuno, la  $PGF2\alpha$  actúa luteolíticamente en dosis de 30 mg – 35 mg, su análogo sintético (estrumate, estrofan) es biológicamente activo en dosis de 0.5 mg.

En comparación con los gestágenos, el uso de prostaglandinas en el proceso de la sincronización estral es mucho más simple, más efectivo y menos laborioso, ya que es necesaria sólo una aplicación del factor luteolítico, que asegura tanto niveles altos de sincronización como de fertilidad. Por lo tanto, el uso de gestágenos en el proceso de la sincronización del celo pertenece más o menos a la historia.

### **XIII. GAMETOGENESIS**

#### **8.1. Ovogénesis**

El proceso de ovogénesis es bastante largo y complicado, se inicia ya en el período embrional continua después de la pubertad y sigue gradualmente durante toda la vida sexual de la hembra, cada ciclo madura de los 2 folículos y óvulos y raramente más. Todo este proceso es dirigido por vía neurohormonal por los órganos superiores correspondiente. La ovogénesis incluye en total 3 fases. Proliferación, crecimiento y maduración.

##### **Proliferación:**

Se inicia durante el desarrollo embrional y fetal cuando las ovogonias que se originan probablemente del endodermo comienzan a producirse al dividirse mitóticamente. Después de la fase proliferativa es posible observar un período de degeneración que afecta tanto a una parte de las ovogonias en el proceso mitótico, como a los ovocitos en el estado de paquiteno o diploteno de la fase meiótica.

Esta degeneración reduce bruscamente el número de células germinales en el ovario los ovocitos detienen su desarrollo en el momento de terminada la fase de diploteno de la profase meiótica.

Dicha interrupción de la división meiótica se encuentra bajo el control de las células somáticas del ovario y se caracteriza por la organización de las células epiteliales alrededor del óvulo con formación del folículo primario. La proliferación termina antes del parto o inmediatamente después de él de modo que la ternera nace con un número determinado de óvulo.

##### **Crecimiento:**

Se caracteriza por el aumento del tamaño ovular, la formación de la zona reducida y la multiplicación de las células epiteliales.

Dicho período tiene 2 fases: la primera, es típica por el crecimiento ovular máximo y la multiplicación epitelial mínima, la segunda, se caracteriza por el crecimiento ovular mínimo y la multiplicación epitelial máxima.

La fase de crecimiento termina antes de la formación de la cavidad folicular y su inicio está bajo control del sistema director intra ovárico.

### **Maduración:**

La fase de maduración del ovocito, que sucede periódicamente hasta después de la maduración sexual en relación con la segregación de las hormonas gonadotróficas, se caracteriza no sólo por la maduración nuclear, sino también por la maduración citoplasmática.

El núcleo ovular se acerca a la superficie celular, pierde su membrana y forma el filamento cromático.

La maduración citoplasmática que todavía no está completamente aclarada, transcurre brevemente antes de la ovulación, cuando el aumento preovulatorio de las gonadotropinas está cambiando drásticamente el metabolismo de las células de granulosa y la composición del líquido folicular.

## **8.2. Espermatogénesis**

La base del proceso espermiogénico es la aparición de un nuevo tipo celular que resulta de numerosas divisiones mitóticas de gonocitos y se presentan en los túbulos seminíferos del testículo inmediatamente antes de la pubertad. Se trata de las espermiogonia de tipo A, de la cual se derivan todas las células de la línea espermiogénica.

Las **espermiogonias de tipo A**, se caracterizan por los individuos celulares relativamente grande más o menos aplanadas lo que depende de su localización en la base del tubo seminífero.

Las **espermiogonias de tipo intermedio** se asemejan mucho a las células maternas y se diferencian solo por la reducción del tamaño nuclear y por la condensación de la cromatina alrededor del nucleolo.

Las **espermiogonias de tipo B** difieren del tipo anterior sobre todo por su posición en el túbulo y por la configuración del núcleo.

Como producto de la espermiogonia de tipo B se desarrollan los espermiocitos primarios o de primer orden. Estos espermatocitos primarios sufren una meiosis y se convierten en espermiocitos secundarios estos a su vez sufren una mitosis y se convierten en espermatides estas sufren una metamorfosis y se convierten en nemaspermos.

## IX. INSEMINACION ARTIFICIAL EN BOVINOS

### 9.1. Introduccion

La inseminación artificial es un proceso histórico largo y dentro de este resulta difícil precisar el origen de este método de fecundación, aún no se ha podido precisar cuando se hizo la primera inseminación en animales.

Según las leyendas, parece que en a época pastoril se practico la inseminación artificial en ovejas. Cuentan que Jacob, prometió a su yerno Laban todos los corderos manchado que nacieran en su rebaño, aunque no se conoce como lo hicieron pero si se vio que en un periodo de tiempo muy corto apareció un gran número de corderos manchados.

También se cuenta que un árabe, deseando obtener descendiente de su yegua con un caballo extraordinario que pertenecía a una tribus enemiga, ocultándose en la oscuridad de la noche llegó al caballo, aprovechando momento en que copulaba a una hembra obtuvo semen de este, recogiénolo con un paño de la vagina de la yegua, que acababa de copular y lo coloco en la vagina de su yegua que estaba en celo consiguiendo la fecundación y un magnifico ejemplar.

El interés por la inseminación artificial toma auge en 1779 donde SPALLANZANI realizo la inseminación de una perra en celo con semen de un perro normal, obteniendo la fecundación y el parto.

Este descubrimiento tuvo gran importancia en el año 1782 donde Spallanzani encargo al profesor Pietro Rossi la experimentación de la inseminación artificial en perra de acuerdo con la técnica empleada por él obteniendo pleno éxito y confirmándose el descubrimiento.

Fue a partir de 1790 cuando la I.A llamo poderosamente la atención, en todo el mundo y se considero que esta técnica resolvería grandes problemas en la reproducción, no sólo en los animales sino de la especie humana también.

De 1880 a 1900 la IA decayó grandemente, esto se debió en parte a la prevención moral que existía contra el método y a un desbordante optimismo a los resultados a obtener. Ya a partir de 1900 la IA entra en una fase aplicativa y de desarrollo.

Al inicio la IA se fue desarrollando en la especie canina siguiendo los experimentos de Spallanzani en las especies mayores la difusión del método fue más lenta y fue apoyada por varios investigadores húngaros, rusos e ingleses Heape que descubrió el ciclo sexual en las especies domesticas base científica para la aplicación del método.

En el año 1914 se descubre la vagina artificial por AMANTEA de la Facultad de Medicina de Roma resolviendo los problemas del semen de los equinos rumiantes y otras especies.

Pero más tarde Ivanov se dio cuenta que no solo existía el problema de la recolección del semen sino que existían los problemas de la dilución y de la conservación de semen a Spallanzani corresponde la preparación del primer método diluido del esperma llevando a cabo la experiencia en el semen del caballo.

En 1905 Hoffman experimento con leche fresca como un medio biológico de la conservación prestando acciones beneficiosas tales como la viscosidad, contenido energético, propiedades tampón y cierta acción antiséptica. Ivanov utilizo determinadas soluciones electrolíticas en la dilución del esperma(CINa, Clk).

En 1914 se utilizan los azucres en la dilución del semen lo que mejoraba las condiciones iniciales de la actividad zoospermica, aunque más adelante la actividad decaía.

En 1934 se emplea la gelatinización del esperma fundamentándose en que a mayor viscosidad del medio líquido en que se encuentra los zoospermio tienen menor capacidad de movimiento y por lo tanto mayores probabilidades de supervivencia al ahorrar energía.

En 1939 Phillips comprobó el efecto favorable de soluciones integradas por fosfato sódico, fosfato potásico y yema de huevo en la dilución consiguiendo mantener vivos a los nemaspermos por un tiempo de 180 horas a una temperatura de 4-10 C.

En 1942 Salisbury tomando como base el método de Phillips puso a prueba un mestruo integrado por citrato de sodio y yema de huevo ofreciendo ventajas con respecto a los mestruos utilizados hasta entonces.

Con el descubrimiento de los antibióticos se abrió un nuevo camino en la conservación del semen con la adición de penicilinas, estreptomycinas y sulfamidas a los mestruos diluidores se lograba del esperma no solo porque se inhibe el desarrollo bacteriano sino también porque se evita la contaminación.

Para resolver la cuestión de la congelación del esperma tuvo que plantearse el problema de la protección biológica de los zoospermos con respecto a la baja temperatura.

Ya en 1952 los trabajos de Polge y Rowson añadieron glicerina al semen a congelar en la proporción de 5-10 por 100 con lo que se evitaba la cristalización y muerte de los nemaspermos hoy en día se sigue usando.

Hoy podemos decir que se encuentra resuelto los problemas en cuanto a la extracción dilución y conservación del semen. Se ha logrado mantener el semen con capacidad fecundante, durante años empleando los nuevos mestruo diluidores y la congelación y conservación en nitrógeno líquido a una temperatura de -196 C.

## **9.2. Importancia E Inconveniente del Metodo de la Inseminacion Artificial**

### **9.2.1. Ventajas**

Estas ventajas son fundamentalmente de orden zootécnico, de orden económico y de orden higiénico.

Desde el punto de vista zootécnico nos ofrece las posibilidades de obtener en un corto tiempo una nueva raza o variedad así como la mejora de las razas con que contamos.

Por lo que respecta a lo económico representa un gran ahorro de sementales, con lo que se evita su cuidado y alimentación en grandes cantidades, además puede ser utilizados los mejores reproductores, que nos garantice la producción de los mejores animales; sean de leche, carne, trabajo etc.

En cuanto al aspecto higiénico, la IA garantiza el que no se corra el riesgo del contagio por medio del coito, con lo que se evita la propagación de las enfermedades venéreas reduciéndose gran número de abortos.

### **9.2.2. Desventajas**

El empleo de sementales que no sean de la calidad requerida, cuando esto ocurre los resultados son catastróficos. Cuando no se toman las medidas higiénicas necesarias con los reproductores, estos pueden contraer enfermedades que se difunden rápidamente entre la masa ganadera. Cuando existe una tara hereditaria en el toro reproductor y ésta es desconocida, pueden ser difundida rápidamente entre un gran número de animales descendiente de este.

Se han hecho otros planteamientos que es el de que las hembras sometidas a este método de reproducción durante mucho tiempo van perdiendo su capacidad de ser fecundada. También se plantea la disminución del apetito sexual del toro.

### **9.3. Metodos de Inseminacion Artificial**

De acuerdo con el lugar del cervix en que sea depositado el semen, el método se divide en método cervical sencillo o superficial y método cervical profundo. También se le dan los nombres de método ruso al primero y método italiano-norteamericano al segundo.

### 9.3.1. Metodo Italiano

Con este método se consigue depositar el material (semen) en la mitad del cervix.

#### MATERIALES NECESARIOS:

- Especulo Bivalvo,
- Pinza de Albrechtsen,
- Catéter de vidrio o plástico,
- Fósforo de iluminación,
- Material seminal.

#### TECNICA DEL METODO

Lo primero es estar seguro de que la hembra se encuentra en celo y en el momento óptimo, luego procedemos a lavar con agua y jabón la vulva, cola y toda la región o zona de la vulva. Se introduce el especulo en la vagina lo que se hace manteniéndolo cerrado, cuando está situado profundamente la cavidad vaginal se abre, éste debe introducirse oblicuamente y con toda suavidad al igual que cuando se abre, con lo que se evita el dolor y la molestia de la hembra.

Con ayuda de la iluminación, se observa el interior de la vagina sobre todo el cerviz, se ve el estado de dilatación del conducto del cuello, las secreciones (tipos) a continuación se realiza el pinzado del cerviz, lo que se hace con la pinza de Ambrechtsen, éste se debe hacer en el pliegue inferior izquierdo y de una manera sólida, tratando de no coger con la pinza sólo la mucosa del pliegue, sino también su tejido conjuntivo, con lo que se evita el desgarre y la pérdida de tiempo. Una vez efectuado el pinzado correcto procedemos a retirar el especulo. A continuación con ayuda de la pinza, se tracciona para acercar el cervix a la entrada de la vulva y en ocasiones fuera de esta. Procedemos a introducir el catéter a través del conducto cervical lo que se logra imprimiéndole movimiento de rotación y proyección.

Se debe ir dando al catéter la misma dirección que ofrece el conducto cervical y no se debe forzar en ningún momento, ya que podemos perforar las paredes del conducto. Una vez que estamos seguros de que la punta del catéter se encuentra en el tercio medio del conducto cervical ejercemos una presión suave, pero con cierta violencia, sobre el embolo de la jeringuilla o sobre el bulbo en el caso que se emplee este y no la jeringuilla. Al mismo tiempo se va retirando el catéter, con lo que lograríamos una inseminación superficial a la vez que profunda. Terminada la situación del material seminal se retira el catéter y la pinza dando por terminada la inseminación.

### **9.3.2. Metodo Angloamericano**

A este método se le conoce con el nombre de americano.

#### **MATERIALES NECESARIOS:**

- Manga obstétrica o de polietileno.
- Varilla con pera de goma o bulbo.
- Material seminal.

#### **TECNICA DEL METODO**

La hembra que previamente ha sido diagnosticada como en celo basándose en todo los síntomas externos que presenta se lleva al lugar destinado para la inseminación y se le hace una palpación rectal mediante la cual se tocan los cuernos y el cervix determinándose si efectivamente la vaca está en el momento óptimo para inseminar, dejándose bien vaciado el recto, se lavan bien con agua y jabón la vulva y todo sus alrededores incluyendo la cola y se seca la vulva con papel absorbente (sanitario). Algunos veces no se recomienda el lavado de la vaca en esta forma ya que se corre el riesgo de que penetre agua sucia al vestíbulo vulvar y por ende a la vagina y la varilla arrastraría estos residuos de agua sucia a la parte mas profunda del aparato genital lo que iría en contra de la fecundación y puede producir infecciones. Para sustituir el lavado se emplea un pedazo de papel sanitario el que se coloca en el ángulo inferior de la vulva con lo que se evita que los labios vulvares hagan contacto con la varilla. Preparado ya la hem-

bra para inseminar el técnico saca una varilla de su estuche y le coloca la pera de goma o bulbo, extrae el semen del termo y carga la varilla. Cuando se usa el material seminal líquido, la varilla se carga directamente para lo que el extremo de ésta se introduce dentro del semen luego de haber comprimido la pera se deja de comprimir y el semen es succionado.

En caso de que el semen sea congelado en pastilla esta se saca del canister y se echa dentro del diluyente que viene destinado para este fin cargando la varilla cuando la misma se haya disuelto. En ambos caso se debe lograr un aumento en la temperatura del semen antes de cargar la varilla para lograrlo se mete el ámpula del semen entre las dos manos y se frota como cuando se tiene frío.

Cuando se tiene la varilla preparada ésta se sujeta con la boca por la parte que no vaya a tener contacto con la vagina. A continuación con la manga puesta se introduce vía rectal la mano izquierda . Se localiza el cervix se le pasa la mano por debajo y se levanta tratando de palpar la entrada del conducto. Con la otra mano se introduce la varilla tratando siempre por todos los medio de que las paredes vulvares no hagan contacto con esta. Con la mano que tenemos agarrando la cervix lo asimos hacia nosotros, a la vez que con la otra mano guiamos la varilla tratando de localizar la entrada del conducto cervical. Se debe tener cuidado al introducir la varilla con las paredes vaginales ya que los pliegues parietales pueden impedir su avance.

La fijación correcta del cervix se hace manteniéndolo lo más recto posible y guiando la entrada del conducto hacia la punta del catéter. A su vez el catéter también se va guiando controlando su punta con la mano que se encuentra introducida por el recto hasta que se logra penetrarlo por el conducto cervical.

Una vez que la punta de la varilla se encuentra en el vestíbulo cervical se sigue introduciendo con mucho cuidado para evitar dañar los anillos cervicales. Para esto controlamos su penetración con la mano que esta introducida en el recto dándole distintos movimientos de tanteo hacia adelante.

Colocada la punta de la varilla dentro del conducto se procede a depositar el semen para lo que se comprime la pera de goma la compresión se debe hacer con cierta violencia y a la vez mientras se inocula el semen el cuello se levanta por la porción vaginal de forma que el semen rueda como por una pendiente hacia el útero. Depositado el semen se extrae la mano del recto y el catéter dando por terminado la inseminación.

### **9.3.3. Metodo Sovietico**

Cuando se emplea el semen líquido para la inseminación son necesarios los materiales siguientes.

#### **MATERIALES NECESARIOS:**

- Especulo cilíndrico o tubular.
- Varilla de plástico con su pera de goma.
- Fotóforo de iluminación.
- Material seminal.

#### **TECNICA DEL METODO**

El paso previo a la inseminación (determinación de si la vaca esta en celo o no ) es igual que en el caso del método italiano. La operación siguiente es el lavado con agua y jabón de la vulva y sus alrededores, incluyendo la cola. A continuación se introduce el especulo hasta que haga contacto la parte inferior de la porción anterior con la base del cervix.

Se introduce la varilla hasta el vestíbulo cervical lugar en que se deposita el semen al ejercer presión violenta sobre la pera de goma. Se retira la varilla y el especulo dando por terminada la labor. Como puede verse aquí se realiza una inseminación cervical superficial método que se encuentra bastante extendido en la Unión Soviética.

#### **9.3.4. Ventajas y Desventajas Del Metodo Americano (Recto Vaginal) y de los Metodos en que se usa El Especulo (Italiano Y Soviético)**

Entre el método soviético y el italiano tomemos el italiano como ejemplo de ambos. Y diremos que este método presenta el inconveniente de la cantidad de materiales que es necesario emplear para su desarrollo. Sin embargo resulta muy apropiado y ventajoso por la inspección que se realiza a la vagina y porción vaginal del cervix, con lo que es posible detectar cualquier alteración morbosa o anatómica de estas regiones, como son la cervicitis vaginitis, endometritis cervix desviado bridas vaginales etc. alteraciones que en unos casos pueden impedir la gestación y en otros pueden traer trastornos del parto si es que se gesta la vaca.

También con el empleo del especulo se logra observar los caracteres del cervix y el grado de dilatación o abertura del conducto, así como las secreciones para ver su tiempo y poder determinar más o menos el estado del estro.

El método americano tiene la ventaja del poco material que hay que utilizar y además es muy fácil de realizar. Como inconveniente tenemos que en este método el técnico se mancha o ensucia mucho cuando no se protege muy bien, también se plantea que dicho método es más demorado que el italiano, aunque en experiencia que se han realizado se ha podido ver que no existe gran diferencia entre el tiempo que demora uno y otro. El principal inconveniente del método americano radica en que no se hace una inspección del conducto genital por lo que queda abolida la posibilidad de detectar cualquier alteración que se presente tanto en la vagina como en la porción vaginal del cervix.

No obstante todo los inconvenientes planteados estamos de acuerdo que si se realizan investigaciones periódicas con el especulo sobre todo después del puerperio a la vaca y a las novillas anta de practicarle la priera inseminación de manera que se este seguro que la hembra bovina de que se trate está libre de problemas vaginales y cervicales que le impidan ser gestada, dicho método nos ofrece una garantía.

#### **9.4. Manejo del Semen Congelado**

Conviene recordar siempre que los recipientes para nitrógeno líquido son termos y por lo tanto deben ser tratados como tal, aunque la mayoría de los termos para nitrógenos líquido están construido de acero inoxidable o aluminio, cualquier golpe o caída puede ocasionar que se rompa la soldadura y que se pierda de ese modo el vacío. Esto causa una pérdida rápida del nitrógeno y un termo así no se puede usar a menos que sea reemplazado.

Es aconsejable proteger el termo con una caja de madera, acolchonada por dentro ya sea con cartón o con esponja. Tapar bien el termo después de cada uso y mantener la tapa limpia y seca para evitar la formación de hielo superficial.

Cuando se transporta el termo es aconsejable fijarlo bien, como medida de seguridad.

Cuando haya que rellenar el termo con nitrógeno líquido tenga presente lo siguiente:

- El nitrógeno tiene una temperatura de  $-196\text{ C}$ .
- Cuando le caiga nitrógeno líquido en la piel, le puede causar quemaduras, si le cae en los ojos puede causarle serios daños en el tejido mucoso.
- Efectúe la rellenada con ayuda de embudo, si el termo tenía un poco de nitrógeno, la llenada puede ser en forma continua, si el termo estaba vacío, hay que llenarlo a intervalos para permitir que poco a poco vaya adquiriendola temperatura.
- Es una buena precaución usar anteojos protectores al llenar el termo.

#### **9.5. Transferencia de Semen de un Termo a Otro.**

Al transferir semen de un termo a otro ya sea que venga en ampolletas o en pajillas o pastillas, hágalo lo más rápido posible. Ponga los dos termos juntos y las canastillas en ambos termos téngalas en el centro, de modo que el traspaso pueda hacerse rápido.

Siempre mantenga las canastillas lo más bajo del cuello que se pueda, ya que las ampolletas o pajillas de arriba se calientan rápidamente cuando las canastillas se sacan demasiado del cuello del termo.

### **9.6. Medicion del Nivel del Nitrogeno Liquido**

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 cuello del termo.

Para medir el nivel de nitrógeno se puede usar una regla de madera o cualquier varilla sólida graduada en pulgadas, estas medidas convienen efectuarlas cada semana, de modo que al llegar el nivel a cuatro pulgada del fondo es necesario proceder a la llenada del termo.

La forma de medir el nivel es la siguiente: se introduce la regla o la varilla en el centro del termo y se deja por unos 10 segundo, luego se agita en el aire y la parte que se congela corresponde al nivel del nitrógeno.

#### **RECUERDE:**

No permita que el nivel del nitrógeno llegue a 0 ya que de ese modo el semen se dañaría. El nivel de nitrógeno no debe bajar de 6 pulgadas.

### **9.7. Extraccion de Semen del Termo Criogenico**

- Levante la canastilla únicamente lo suficiente para poder sacar ya sea la pajilla o la ampolleta. Mantenga el semen fuera de la luz directa del sol.
- Debido a que el semen congelado se mantiene a muy baja temperatura (-196° C) es importante descongelarlo cuidadosamente, ya que puede resultar en daño a los espermatozoides. El mejor método para descongelar las pajillas es usar agua tibia a 36- 40 C durante 10 segundo o también usar agua corriente durante 15-20 segundo.

- Saque la ampollita o la pajilla después de descongelada usando toalla de papel, servilleta o papel higiénico.
- Después de sacada la pajilla córtela uno de los extremos usando una tijera, si se usa ampollita quíbrele el cuello presionando con el dedo el lado que tiene punto.
- Abra solo un pequeño agujero en la bolsa plástica que contiene las fundas o los catéteres y saque solo el que va a usar, haga lo mismo con el paquete que contiene los bulbos.
- Cuando el semen viene en ampollita hay que usar el catéter y el bulbo, coloque el bulbo en uno de los extremos del catéter y proceda a extraer el semen de las ampollitas. Para esto se presiona el bulbo y se va soltando poco a poco mientras las puntas del catéter se van introduciendo hasta el fondo de la ampollita. Procure que no le quede burbujas de aire , así ya está listo para inseminar.

### **9.8. Descongelacion de la Pajilla Con Semen**

- Una vez extraída la pajilla del termo criogénico, la pajilla se coloca a descongelar al termo con agua tibia (35 – 37º C)
- Descongelar la pajilla por lapso de tiempo de 30 – 45 segundos. El tiempo de descongelación va en dependencia de la temperatura del agua en que la descongele.
- La pajilla tiene que quedar completamente sumergida en el agua tibia.
- La pajilla solo se toma por los extremos.

### **9.9. Uso de la Pistola (Metalica) de I.A.**

Coloque la pajilla dentro de la funda con el extremo cortado de la pajilla hacia abajo, luego coloque la pistola en la funda empujando la pajilla hasta el extremo de abajo de la funda, asegúrese que la punta de la pistola esté en contacto con la pajilla, así ya esta listo para inseminar.

## **X. LA GESTACION**

Se entiende por periodo de gestación o preñez, el tiempo destinado al desarrollo del nuevo ser y sus membranas, desde la concepción hasta el nacimiento. La gestación comienza con la fecundación del óvulo y el envío de una señal al cuerpo lúteo para que mantenga su estructura y siga produciendo progesterona.

El útero responde manteniendo su vascularización y sus estructuras glandulares, las cuales sintetizan una secreción denominada leche uterina, que nutre al embrión hasta que éste se fija a las paredes del útero.

### **10.1. Control Hormonal**

La producción de progesterona sea por el cuerpo lúteo o por la placenta, mantiene al útero en estado de latencia y aumenta la capacidad de dichos órganos para transferir nutrientes y eliminar productos de desechos.

El patrón hormonal de la progesterona y estrógenos es similar en las diversas especies. La vaca produce un nivel relativamente alto de progesterona a medida que el cuerpo lúteo se desarrolla. Este nivel aumenta lentamente hasta los 250 días de gestación, cuando comienza a declinar.

El nivel de estrógenos se mantiene durante la gestación, gracias al desarrollo folicular y a la presencia de otras fuentes, hasta el momento en que cambia el nivel de progesterona.

Cuando el nivel de esta última disminuye, el del estrógeno se eleva al máximo justo antes del parto y durante este el nivel de estrógenos desciende vertiginosamente.

## 10.2. Duración de La Preñez en Algunos Animales

ANIMAL	DURACION
Bisonte (americano)	276 días
Gato (Doméstico)	52 días
Vaca	283 días
Venado	7.5 meses
Perro	60 días
Ovejas	127 días
Cabra	150 días
Yegua	336 días
Cerda	113 – 114 días
Conejos	32 días
Elefante	21 meses

## 10.3. Fases de La Gestación

### 10.3.1. Fecundación

La fecundación, como inicio de la gestación y del propio proceso de la reproducción sexual, incluye una serie de cambios y transformaciones que culminan en la singamia de las células sexuales (gametos) de ambos sexos (óvulos y espermio), que da origen al nuevo individuo. Durante el proceso de la fecundación las 2 células sexuales forman cada una con un número haploide de cromosomas un nuevo individuo celular con el número completo de cromosoma (diploide).

Embriológicamente, la fecundación significa la activación de la maduración ovular y la estimulación del desarrollo embrional, genéticamente, representa la formación del material genético del nuevo individuo, con la unión en una única celular del material hereditario del padre y de la madre.

El proceso de fecundación incluye:

#### a: Preparación y condiciones de la fecundación:

Después de la ovulación el óvulo que se encuentra en el estadio de desarrollo entre el primario y el segundo cuerpo polares, envuelto por la corona radiada es recibido junto con el líquido folicular, por la actividad de las fibrinas en el infundíbulo tubárico.

Estas fibrinas se encuentran separadas, extendidas y aumentadas por la hipermia y se pone en contacto con el ovario.

El óvulo al seguir su descenso, pasa rápidamente por el infundíbulo y entra en la ampolla, este transporte se debe a los movimientos ciliares, la actividad muscular de la trompa y a la coordinación de la función de los segmentos ampulotubárico y uterotubárico.

El óvulo atraviesa rápidamente la parte ampular y se queda alrededor de 2d. en el segmento ampulotubárico en fosfatasa ácida.

En el transcurso del transporte transtubárico se realiza el fenómeno de la desnudación ovular con la desaparición de las células de la corona radiada alrededor de las 9h-14h después de la ovulación.

En este proceso participan las reacciones bioquímicas fermentativas (hialuronidasa, fosfatidasa) y mecánicas estas están representadas por los latigación del epitelio ciliar que se encuentra más abundante en el segmento ampular.

Por otra parte los nemaspermo después de la cohabitación o inseminación artificial penetran a través del cuello uterino y la secreción de este la cual, en el momento cercano a la ovulación forma un medio muy favorable para los nemaspermo funcionando a la vez como reservorio, protección, fuente de energía y lugar de selección de ellos mismo.

El cuello uterino representa la primera barrera reductora del número de nemaspermos en el transcurso del ascenso de los gametos masculinos al evitar su penetración excesiva en el útero, Una parte de los nemaspermo cruza con rapidez relativa la barrera cervical (1,5min-3min.) sobre todo por su propio movimiento activo y por la secreción cervical.

Sin embargo, la mayoría de los nemaspermos se desvía en el transcurso del tránsito transcervical y al seguir las fibras de mucina penetran en las criptas cervicales donde permanecen 24h-72h para servir como reserva muchos de estos mueren y desaparecen y reduce la cantidad de los que pueden penetrar en el segmento uterino aquí se forma la segunda barrera.

El transporte de los nemaspermos en la parte uterina se debe a las contracciones musculares aumentada en el momento de la ovulación y potencializadas por el propio proceso de la cópula o de la irritación de la inseminación artificial liberándose (oxitocina).

En el proceso del transporte transuterino sigue reduciéndose otra vez el número de nemaspermos; algunos penetran en las glándulas del útero y otros se someten al proceso de la fagocitosis.

Solo algunos cientos de los nemaspermos, que no pasan de 1000 atraviesan el oviducto y su ascenso se controla por las ondas peristáltica y antiperistáltica de la musculatura lisa, por las contracciones de los pliegues tubulares, por la actividad de las cinocilias y por la función del segmento uterotubárico que forma la cuarta barrera y disminución numérica.

Hasta llegar al istmo donde sigue la limitación numérica de los nemaspermos, previniéndose así la polispermia eventual aquí en este lugar es donde se realiza la fecundación.

#### **b: Penetración de los nemaspermos en el óvulo:**

En el momento de la penetración de los nemaspermos el óvulo contiene todavía resto de la corona radiada y estos tienen que penetrar esta barrera para poder fecundar.

Esta penetración tanto de la corona radiada y a través de la zona pelucida se realiza a causa del propio movimiento de los espermatozoides y por la actividad enzimática y otra lisina del acromosoma liberando la hialuronidasa para desintegrar el complejo del ácido hialorónico en las células granulosas, la enzima de

la penetración coronal que disuelve el cemento intercelular y un complejo enzimático como es la zonalisina que es necesario para la licuefacción del sustrato mucoproteico zonal en forma de túneles inclinados, que representan la entrada de los nemaspermio en el óvulo.

Al alcanzar el espacio perivitelino, el nemaspermio es absorbido por el vitelo mediante un proceso parecido a la fagocitosis aquí penetra probablemente todo el nemaspermio que lleva así no solo el núcleo sino también algunos compuestos biológicos importantes de origen citoplasmático a su vez esta penetración activa específicamente el óvulo para que termine su maduración forme el pro núcleo y espere un tiempo breve de reposo en el vitelo el citoplasma de óvulo aminora su tamaño y segrega líquido que almacena en el espacio perivitelino.

### **c: Formación de los pro núcleos Singamia:**

Después de activar el óvulo quizás 1h-5h después de la penetración, el nemaspermio entra en otra fase que es la formación del pro núcleo masculino. La cabeza del nemaspermio pierde su forma y la membrana celular desaparece al aumentar su tamaño nuclear.

Las mitocondrias se liberan del nemaspermio y se separa la cabeza de la cola. Algunas mitocondrias se eliminan, otras quizás se quedan en el citoplasma para formar la parte masculina de los órganos citoplasmáticos del nuevo individuo. El óvulo inmediatamente después de la formación del segundo cuerpo polar (ovótido) pasa por transformaciones similares al nemaspermio, y da origen al pronúcleo femenino.

Durante la formación de los pronúcleos los cuales sobreviven 10h-15h se realiza la síntesis del ácido desoxirribonucleico (DNA) que representa el material genético de cada lado, masculino y femenino.

Ambos pro núcleos aumentan su tamaño hasta 20 veces se acercan y al unirse se realiza la singamia que representa la unión cromosómica y la propia fecundación originándose una nueva celular completa diploide principio del nuevo individuo que tiene la mitad de los cromosomas de la madre y la otra mitad de los cromosomas del padre.

#### **d: Bloqueo de La Polispermia:**

El bloqueo de la polispermia se inicia durante la penetración del nemaspermo a través de la zona pelúcida con la formación de 2 sistemas de resistencia uno a nivel de la zona pelúcida y otro en la membrana vitelina.

La polispermia crece con el aumento de los nemaspermo en el oviducto y también con la debilitación de la reacción de la zona relacionada con los factores térmicos, tóxicos y también con el envejecimiento del óvulo. En vista de que la polispermia es letal para el desarrollo embrional el óvulo se defiende de ella mediante un proceso llamado bloqueo de la polispermia.

#### **e: Anormalidades de La Fecundación:**

Se pueden observar varios tipos de anormalidades de la fecundación como consecuencia de las perturbaciones genéticas o adquiridas provocadas por acciones mecánicas térmicas, químicas, tóxicas u hormonales o como influencias hereditarias.

De los factores perturbadores de la fecundación se reconocen como los más importantes: la maduración incompleta del óvulo, el óvulo viejo, la polispermia, las anormalidades de la cabeza espermática o del núcleo ovular el desequilibrio del ácido desoxirribonucleico, etc.

El desarrollo del nuevo ser puede dividirse en tres fases cigoto, embrión y el feto.

#### **10.3.2. Periodo de Cigoto**

Este período va desde la fecundación hasta que ocurre un cambio morfológico y celular. El cigoto pasa por varias fases de división celular sin sufrir cambios drásticos en su forma o su tamaño.

El óvulo recién fertilizado se divide para formar dos blastómeros, luego cuatro y así sucesivamente, hasta formar una masa celular sólida, la mórula.

### **a. Mórula**

La masa no tiene ninguna forma particular y está en cerrada dentro de la zona pelúcida. Se encuentra flotando libre en la cavidad del útero, bañada por la secreción de las glándulas endométricas, en el caso de los animales domésticos.

### **b. Blástula**

La blástula también llamada blastocito o blastocelo, es una cavidad llena de líquidos, rodeada por una capa simple de células que se denomina trofoblasto en la fase inicial. La blástula se forma a partir de la mórula a medida que las células centrales comienzan a separarse y forman una cavidad. En las etapas finales de su desarrollo las células de un polo se congregan para formar un disco embrionario o blastodermo. Durante ese proceso la zona pelúcida se rompe dejando libre al cigoto. La continua multiplicación celular hace que el disco embrionario se engruese y comience la diferenciación.

## **10.3.3. Embrión**

El periodo del embrión se caracteriza por el cambio de las estructuras celulares desde el tipo indiferenciado hasta las células especializadas que darán origen a tejidos y órganos para formar la gástrula.

### **a. Gástrula**

La gastrulación se caracteriza por un marcado engrosamiento del trofoblasto para formar el ectodermo. Existen tres capas celulares que aparecen durante la gastrulación, ectodermo, mesodermo, y endodermo. En el bovino la gastrulación comienza alrededor del día 13.

### **b. Ectodermo**

Esta capa celular embrionaria se destina a la formación de la dermis, epidermis, pelos, pezuñas, cerebro y sistema nervioso en el interior. Esta misma capa reviste la boca a modo de invaginación. El ectodermo primario forma la cubierta externa durante la gastrulación que cubre el disco embrionario y rodea la cavidad de la gástrula.

### **c. Mesodermo**

La capa interna se origina a partir del disco embrionario y se extiende por debajo del ectodermo y encima del endodermo. En última instancia forma los tejidos estructurales como el músculo, cartílago, huesos, así como los órganos vasculares corazón, vasos sanguíneos y linfáticos. También forma las gónadas y los conductos genitales.

### **d. Endodermo**

Esta capa celular se forma por debajo del disco embrionario y poco a poco se convierte en el revestimiento interno de la cavidad entre las estructuras que se forman del endodermo, se encuentran algunas glándulas, el hígado y la mucosa del aparato digestivo.

Es durante y después de la gastrulación cuando se forman los órganos a medidas que se diferencian las capas celulares. Durante este periodo se forman las membranas extraembrionarias del individuo que lo protege, lo rodea y lo nutre.

## **10.3.4. Formación de La Placenta**

Las membranas son: corion, amnios y alantoides.

### **a. Carión:**

Es la membrana más externa y se forma al mismo tiempo que el amnio.

### **b. Amnios:**

Esta es la membrana más interna de los que envuelven al embrión. El amnios y el corión se forman como un pliegue del ectodermo externo y del mesodermo somático subyacente; integran una envoltura al rededor del embrión la cual recibe el nombre de amnios y otra externa, denominada corión. El amnios y su líquido, protegen al embrión y en las fases posteriores, el amnio recoge las excreciones de los aparatos urinarios y digestivo.

### **c. Saco Vitelino:**

El saco vitelino se forma a partir del revestimiento endodérmico de la cavidad de la gástrula, en la región media del intestino. Está cubierto por el mesodermo esplánnico.

En los animales domésticos carece de función útil y desaparece en forma gradual con la edad. Se le observa mejor en la yegua, en la cual persiste durante más tiempo.

### **d. Alantoides:**

La tercera membrana, el alantoide, se forma como una evaginación del intestino posterior, cerca del saco vitelino, a lo largo del cordón umbilical. Ante de esto, el cordón umbilical esta constituido principalmente por el amnios. El alantoide está cubierto por mesodermo esplánnico a medida que crece, en forma de saco, hacia el interior de la vesícula coriónica. Ahora, un tercer saco invade y desplaza al segundo.

El alantoide se origina como una protuberancia redondeada y en corte transversal, tiene la forma de un ancla, luego, comienza a empujar en todas direcciones. Por último, el alantoide llena la cavidad coriónica casi por completo, de modo que sólo queda una pequeña cantidad de líquido coriónico en las puntas de la cavidad.

A medida que el alantoide toca la superficie externa del amnios y la superficie interna del corión, las capas de mesodermo esplánnico y somático se fusionan para constituir las membranas amnioalantoidea y corioalantoidea.

Así pues, en este momento sólo hay dos membranas y dos sacos llenos de líquido, como en un principio, mientras ocurría todo esto el saco vitelino se degenera.

El alantoide es responsable de la vascularización de la membrana externa y después de su fusión con el corión, se organiza un sistema vascular en la membrana corioalantoidea, que se conecta con el embrión.

El alantoide colecta la orina a través del uraco del cordón umbilical durante las primeras fases del desarrollo. Luego éste se cierra y las excreciones penetran al amnios.

### **10.3.5. Feto**

Este periodo comienza con la fijación de las membranas extraembrionarias al endometrio y con un cambio en el nuevo ser, que deja su condición boyante para transformarse en una estructura fija.

En este momento ya comenzó el desarrollo de órganos y estructuras, y a partir de entonces, hasta el nacimiento, los principales cambios se producen en cuanto el crecimiento y el desarrollo.

## **10.4. Tipos de Placenta**

### **10.4.1. Estructura:**

La estructura se determina principalmente por las capas celulares de las membranas extraembrionarias y el útero que separan los dos sistemas vasculares. Existen como máximo seis capas de células entre los dos sistemas y en algunas especies, varias de ellas se erosionan durante la fijación. Las seis capas son el endotelio que reviste los vasos sanguíneos del endometrio; el tejido conectivo, que forma la matriz que mantiene en su sitio a las demás estructuras y el epitelio que recubre la superficie del útero. Al continuar hacia el lecho vascular de la placenta, se encuentra el epitelio del corión, el tejido conectivo y el endotelio, al igual que en el lado de la hembra.

#### **a. Epiteliocorial:**

Este tipo estructural se observa en la vaca, la marrana y la yegua. La primera parte de la palabra se refiere a la madre: la segunda, al feto! por tanto, el epitelio está presente en el útero y el corión es adyacente e intacto.

### **b. Sindesmocorial:**

Esta formada por tejido conectivo como capa superficial, contra el corión intacto. Es decir, los sistemas vasculares están separados por solo cinco celulares: dos del lado de la madre y tres en el del feto. Este tipo se encuentra en la oveja.

### **c. Hemocorial:**

Es aquél en el cual la sangre de la madre baña la placenta fetal intacta. Es importante recalcar que, en caso como este, siempre existen áreas de fijación celular, pero los sistemas sanguíneos están a solo tres capas celulares de distancia, las cuales pertenecen al feto. Este tipo se presenta en la mujer.

## **10.4.2. Formas:**

La forma de la placenta también permite hacer una clasificación, que se basa en el área de fijación.

### **a. Difusa:**

La placenta de tipo difusa se encuentra en la yegua y la marrana y se refiere a que fijación se produce en la mayor parte de la superficie placentaria. La estructura de fijación tiene forma de vellosidades o proyecciones digitiformes situada en la superficie del corión y penetran en las criptas o depresiones de la superficie del endometrio.

### **b. Cotiledonaria:**

En los animales, son áreas localizadas en la placenta de la vaca y la oveja, llenas de vellosidades, que se forman en las superficies opuestas a las carunculas de la superficie del endometrio.

Existen vellosidades en el corión y criptas en el lado uterino y al unirse el cotiledón con la caruncula, se forman lo que se llama un placentoma.

### **c. Zonarias**

Tiene las vellosidades situadas solamente en la zona ecuatorial; su posición es vertical al eje longitudinal del saco placentario y se encuentra en los carnívoros.

### **d. Discoidal**

Esta placenta es redondeada y aplanada, con cierta curvatura, como un disco. Este tipo de placenta corresponde a roedores, primates y la mujer.

## **XI. DIAGNOSTICO DE LA GESTACION**

### **11.1. Introducción**

El diagnostico de la gestación y fundamentalmente el precoz es un factor importante en el éxito de la inseminación artificial. El control de la reproducción es una de las tareas más importante en la economía y explotación de la hembra y la determinación del diagnóstico es la base de la fisiología y la patología de la reproducción.

Existen varios métodos para el diagnostico de la preñez los cuales pueden agruparse en métodos directos o clínicos y métodos indirectos o de laboratorio.

### **11.2. Métodos Directos o Clínicos**

#### **1. Diagnostico Externo**

Este método solamente se utiliza en animales menores donde se pueden palpar a través de la pared abdominal los cambios ocurridos internamente. Mediante el diagnostico externo se puede apreciar algunos, cambios morfológicos en la madre, así como la presencia y las funciones del feto a través de la pared abdominal. Para ello deben realizarse las actividades siguientes:

1. Determinación de los cambios de volumen y forma de la cavidad abdominal. Estos cambios se observan a partir de la segunda mitad de la gestación.
2. Palpación fetal se realiza por el balotaje que no es más que hacer vibrar rítmicamente el abdomen, esto se realiza con el puño de la mano o la palma en un área aproximada de 30 cm por delante del pliegue pregenual.
3. Registro de los movimientos fetales no se observan hasta los 2 últimos meses de la gestación.

Los movimientos fetales hacen que se mueva la pared abdominal del cuerpo. Los sonidos cardiacos del feto en el ganado vacuno son muy difíciles de oír, debido a la actividad de la panza.

## 2. Diagnostico Interno

Se lleva a cabo en animales mayores, está bien perfeccionado y permite la comprobación de la gestación en periodos muy precoces.

Este método de diagnostico consta de dos exámenes: el rectal y el vaginal.

### A. Examen Rectal

El examen rectal es el de mayor importancia en el diagnostico de la gestación del ganado vacuno, ya que permite detectar con mayor seguridad la preñez desde los 35 días a partir de la cópula inseminación artificial. El elemento más importante de este diagnostico lo constituye el útero. La sintomatología o característica en que se basa el diagnostico rectal son:

**1. Situación, retractibilidad y peso del útero.** Después de la fecundación el útero y el feto aumentan gradualmente de tamaño y de peso, por lo que se dirigen hacia la cavidad abdominal, este desplazamiento se inicia alrededor de los 70 días de gestación.

**2. Asimetría, consistencia y fluctuación del útero.** La asimetría del útero depende del desarrollo de las membranas fetales y del aumento de los líquidos, esto es posible detectarlo a partir de la quinta semana de gestación, fundamentalmente a partir de la bifurcación uterina.

La fluctuación aparece cuando se desarrolla el saco alantoideo aproximadamente desde el final del primer mes de gestación.

**3. Presencia de membranas fetales.** Estas membranas son de gran importancia para el diagnostico rectal de la preñez.

a) El saco amniótico es posible palparlo desde los 28 días de gestación, es un saco ovoidal de 0.8-1cm como promedio y esta situado delante de la bifurcación. Si es posible palpar el saco amniótico este se mueve en el cuerpo por ello es necesario palpar el cuello uterino completo.

b) En el diagnóstico interno es aún importante la palpación del saco alantocórición que se extiende como un anexo directo del embrión por todo el cuerpo, este saco se encuentra alejado del feto y por ello no resulta tan peligrosa su palpación.

Es palpable aproximadamente desde los 35 días de gestación en las vaquillas y en las vacas entre la quinta y sexta semana. Estas membranas tomadas entre los dedos índice y pulgar nos dan la impresión de una doble pared a nivel de la bifurcación externa y después en las partes más caudales o en el mismo cuerpo uterino.

**4. Presencia de placentomas:** Le palpan a partir de los 15 días de la gestación como estructuras del tamaño de un frijol negro o de un garbanzo, aunque su formación se produce mucho más temprano.

**5. Presencia del feto:** Le detecta mediante la palpación directa con los dedos al útero gestante en fases precoces y mediante balotage en la gestación avanzada.

6. Cambios o transformaciones de la arteria uterina media: La arteria uterina media es una rama de la aorta descendente y se sitúa en el ligamento ancho del útero. Su diámetro en las vacas multíparas no gestantes es menor de 3-5cm. Este aumento de tamaño; o de la arteria y su curso ondulado traen como consecuencia dificultades circulatorias por lo cual se puede detectar una típica vibración de la pared arterial durante la palpación, conocida como frémito típico esto se manifiesta a partir del 3 mes de gestación y aumenta proporcionalmente según avanza la gestación.

### **11.3. Cuadro Rectal en el Ganado Vacuno a Partir de la 6ta semana de Gestación**

- **Final de la 6ta semana.**

La asimetría de los cuernos está mucho desarrollada y el cuerpo gestante está lleno de líquido y dilatación y la doble pared está bien diferenciado, se hace posible apreciar un ligero aumento de la arteria uterina media aun no se detecta frémito.

- **Final de la 7ma semana.**

La asimetría esta muy marcada el útero se traslada hacia la cavidad abdominal y llena la parte craneal y ventral de la pelvis. Se detectan fácilmente la fluctuación y la doble pared en todo el cuerno gestante este tiene forma de campana y su diámetro promedio es de 5-7cm.

- **Final de la 8va semana.**

Existe asimetría, fluctuación, doble pared y se puede palpar con mucho cuidado, entre los dedos, el embrión, el cual alcanza de 5-8cm. El cuerno gestante mide 6-9cm de ancho y tiene forma de campana. La arteria uterina media no tiene fremito aunque ha aumentado un poco de tamaño.

- **Durante el 3er mes.**

El útero comienza a bajar hacia la cavidad abdominal y tiene un tamaño aproximado de 8-12cm similar al ante brazo. Hay evidente asimetría se palpa la fina pared uterina muy distendida por los líquidos y se descubren pequeños placentomas del tamaño de un fríjol aproximadamente.

El cuello uterino se encuentra situado a nivel del borde anterior del pubis. Si se realiza balotaje se siente ligeros golpecitos. La arteria uterina media ha aumentado su grosor y tiene el diámetro aproximado de un lápiz fino. Aun no se registra fremito aunque al finalizar el 3er mes se aprecia.

- **Final del 4to mes.**

El útero desciende completamente a la cavidad abdominal y se prolonga la cavidad vaginal. La pared uterina es muy fina y los placentomas tienen un tamaño similar al de un fríjol grande o una nuez. Mediante el balotaje se palpa el feto, la arteria uterina media tiene un grosor aproximado de 0.6-0.8cm, se aprecia claramente el fremito típico.

- **Durante el 5to mes.**

Las manifestaciones son semejantes a las del mes anterior pero es muy difícil palpar el útero por vía rectal. Los placentomas son del tamaño de una almendra mediana o una grande y el cuello uterino esta relativamente inmóvil. La arteria uterina media tiene un grosor de 0.7-0.9cm y presenta fremito típico.

- **Durante el 6to mes.**

Hay semejanza con el anterior, solo aumenta el volumen del útero y un poco el de la arteria uterina media, los placentomas alcanzan un tamaño aproximado al de un huevo pequeño.

- **Durante el 7mo mes.**

El útero comienza a regresar a la cavidad pelviana y se puede palpar delante de la pelvis. Los placentomas tienen un tamaño similar al de una almendra grande o un huevo de gallina. La arteria uterina media presenta forma de zigzag y al finalizar este mes tiene grosor del dedo anular. El balotage es positivo y muy fácil.

- **Durante el 8vo y 9no mes.**

El feto esta situado delante de la pelvis y es muy fácil palpar cualquier región de su cuerpo. Los placentomas tienen tamaño que varia desde el de un huevo de gallina hasta el puño de un niño pequeño.

La arteria uterina media se palpa como un tronco grueso y con el típico fremito. El cuello uterino regresa a la cavidad pelviana y la vagina se acorta.

## **B. Examen Vaginal**

En el diagnóstico de la gestación el examen vaginal no tiene gran valor ni ofrece seguridad por lo cual solo se utiliza en la práctica como complemento del diagnóstico rectal. Este examen debe realizarse cuidadosamente teniendo en cuenta la higiene y la utilización del espéculo. El inicio de la preñez el cuadro vaginal es semejante al que se observa durante la fase luteal del ciclo estral (mucosa vaginal de color rosado pálido, superficie semiseca y escaso moco en el fondo de la vagina). Este moco se vuelve más denso, aumenta su consistencia y tiene un carácter opalescente, no solo rellena el canal cervical sino que cubre la superficie del orificio externo de la cérvix. A partir del 3ro y hasta el 6to mes de gestación se hace imposible el examen de la cavidad vaginal pues desciende el útero y la vagina se prolonga.

Durante los tres últimos meses de gestación la pared vaginal se relaja debido al descenso del útero y la superficie de la mucosa se observa más brillante.

## **C. Métodos Indirectos O De Laboratorio**

Los métodos de laboratorios comprenden el estudio de las reacciones inmunológicas, el del muco estral, el análisis físico químico de la orina y el estudio en esta de su contenido en hormonas.

## **XII. PARTO FISIOLÓGICO**

El proceso del parto se define como el periodo fisiológico en que termina la preñez y se produce la expulsión de una o varias crías vivas y viables, después de haber alcanzado su total desarrollo en el útero.

### **12.1. Mecanismo del Parto**

El proceso del parto se realiza en el momento culminante de la gestación a consecuencia de las modificaciones estructurales de la placenta, así como de los cambios hormonales físico nutritivos, circulatorios, químicos, etc. de la madre y el feto, que unidos constituyen el estímulo principal que inicia las contracciones uterinas.

### **12.2. Mecanismo Nervioso o Inductivo**

Interviene en el proceso del parto debido a las terminaciones nerviosas receptoras que se encuentran en la pared uterina, fundamentalmente alrededor del cuello uterino. El aumento de la presión intrauterina durante la última fase de la preñez, al igual que los propios movimientos del feto puede estimular el sistema nervioso lo cual provoca que aumente la función hipotálamo-hipofisiaria, la segregación de la oxitocina y la propia actividad uterina.

### **12.3. Mecanismo Hormonal**

Al final de la gestación las glándulas adrenales fetales segregan el cortisol, este a nivel de los placentomas provoca la transformación de la progesterona en estrógenos estimula la síntesis de prostaglandina F<sub>2a</sub> y sensibiliza la musculatura uterina, lo cual provoca una mejor respuesta a la oxitocina y da lugar al 10% de las contracciones el 90% restante es estimulado directamente por las prostaglandinas.

El parto comienza con la señal enviada por el feto. En el inicio las contracciones son débiles e irregulares y después esta misma provocan que el cuerpo. Las membranas y los líquidos fetales aumenten la presión intrauterina esto es percibido por las terminaciones nerviosas que se encuentran en el fondo vaginal y el cuello uterino y por vía refleja se produce una liberación en sentido creciente de oxitocina. Todo esto se traduce en contracciones uterinas regulares y fuertes y por consiguiente en la expulsión del feto y sus membranas.

#### **12.4. Fases del Parto**

Desde el punto de vista clínico el proceso del parto se puede dividir en cuatro fases.

1. Preparación de las vías genitales y de las glándulas mamarias.
2. Dilatación.
3. Expulsión del feto.
4. Alumbramiento o expulsión de la placenta.

##### **12.4.1. Preparación de las Vías Genitales y de las Glándulas Mamarias**

Uno de los signos mas característicos es la relajación y el hundimiento de los ligamentos sacro ciáticos (sacrotuberoso y sacro espinoso) en la región pelviana y en el torno a la raíz de la cola.

Conjuntamente con este proceso se produce la tumefacción flacidez y edematización de la vulva, la cual progresivamente pierde el sistema plegable y puede alcanzar de dos a cuatro veces su volumen normal, especialmente en los primates.

Otro signo del parto lo constituye la salida por la hendidura vulvar de un moco denso, viscoso y de color opaco o amarillento que frecuentemente forma cordones gruesos y pende de la vulva. Su presencia es evidente días antes del parto e incluso 1-2 semanas, lo cual depende de la condición de la hembra.

Los cambios que ocurren en las glándulas mamarias el más evidente es el incremento de volumen que puede comenzar varias semanas antes del parto. Sin embargo existe un signo que indica la proximidad del parto en breves horas, es la distensión de los pezones los cuales se tornan tensos y en ocasiones dejan salir al exterior una secreción densa y de color amarillenta conocida como calostro.

#### **12.4.2. Dilatación**

La fase de dilatación comienza con las contracciones uterinas iniciales y termina con la dilatación completa del canal cervicovaginal y la entrada del feto en la cavidad pelviana.

Clínicamente este periodo se caracteriza por intranquilidad de la hembra, síntomas de cólicos, aumento ostensible de la frecuencia respiratoria y cardíaca, incremento muy notorio del volumen de las glándulas mamarias y salida espontánea de calostro. Al culminar esta fase en la vaca, se ha producido ya la salida de las bolsas alantoideas y amnióticas en este mismo orden.

#### **12.4.3. Expulsión del Feto**

Este periodo se inicia con la entrada del feto o de los fetos en el canal pelviano y termina con su expulsión completa al exterior. Durante esta fase las contracciones aumentan y se intensifican y los dolores prevalecen sobre las pausas de modo que este periodo parece estar representado exclusivamente por los dolores del parto.

#### **12.4.4. Alumbramiento o Expulsión de la Placenta**

Con el nombre de alumbramiento se conoce el proceso fisiológico de desprendimiento y expulsión de las membranas placentarias o secundinas. Este proceso se produce inmediatamente después de la expulsión fetal y su duración depende de la especie animal.

Es mayor en la vaca, en la cual las membranas fetales pueden ser expulsadas entre las 4-8h y en ocasiones hasta 12h después del parto, en la yegua es mucho más breve entre 30min y 3h después del parto, en los pequeños rumiantes es

de 2-4h, en los carnívoros se produce inmediatamente después del parto, en la cerda ocurre por unidades placentarias intercaladas entre la expulsión de uno y otro feto.

### **12.5. Asistencia al Parto Fisiológico**

Antes de comenzar este aspecto es necesario conocer el significado de la nomenclatura, pues dicho conocimiento proporciona los elementos necesarios para poder determinar si el feto se encuentra normal o anormal dispuesto en el canal del parto.

#### **Presentación**

Es la relación que existe entre el eje longitudinal de la madre y el feto. Por consiguiente solo se considera presentación normal (eutócicos) las longitudes anteriores o cefálicas y posteriores o podálicas. Todas las presentaciones que no sean longitudinales se consideran anormales o distócicas.

#### **Posición**

Se refiere a la relación que existe entre el dorso fetal y los diversos planos anatómicos de la cavidad abdominal o el estrecho anterior de la pelvis materna. Como posición normal se considera la dorso sacra superior o dorso dorsal, todas las posiciones que no mantengan esta relación feto materna son posiciones distócicas.

#### **Actitud**

Es la colocación de los miembros y de la cabeza del feto en relación con su tronco es decir la actitud normal es la extensión de los miembros y o la cabeza, con excepción de las hembras pluríparas (partos con varias crías.).

### **12.6. Procedimiento para la Asistencia al Parto**

La expulsión desempeña un papel importante en el futuro reproductivo de la hembra por tanto debe ser objeto de especial atención por parte del veterinario.

rio. Cualquier trastorno durante la expulsión del feto compromete seriamente la integridad de los genitales y con ello el ciclo sexual.

Para la asistencia al parto normal se debe proceder de la forma siguiente.

1. Observar a la parturienta siguiendo el principio obstétrico de dejar a la hembra que para con sus propias fuerzas.
2. Intervenir solo cuando en la vaca a pesar de sus esfuerzos expulsivos el parto no progrese ya sea por agotamiento de la madre o por exceso de tamaño del feto.
3. Determinar con exactitud si en el útero hay uno o más de un feto y definir su presentación, posición y actitud.

Cuando se ha tenido en cuenta estos principios se procede a la asistencia al parto para ayudar a la vaca que culmine con éxito la expulsión del feto. Para facilitar las acciones obstetricas se utilizan la tracción del feto mediante sogas o cuerdas obstetricas. Que en números de tres y de diferentes colores se fijan a las partes presentadas del feto en el canal del parto. Dos de estas cuerdas son del mismo color y se fijan a las extremidades y la tercera, de color diferente se utiliza para la extracción de la cabeza, mediante un lazo que llega a apretarse totalmente cuando el feto trae una presentación longitudinal anterior.

Al realizarse la fuerza de tracción durante la asistencia al parto debe mantenerse el principio obstetrico de realizarla gradualmente y en estrecha relación con las contracciones o dolores del parto así mismo es preciso evitar las contracciones del canal del parto para lo cual las cuerdas deben estar bien limpias y desinfectadas.

Otro principio obstétrico es que durante la tracción auxiliar solo se permita la fuerza dedos hombres siguiendo la dirección del eje pelviano. Esta contraindicado el uso de fuerzas de tracción violentas como por ejemplo mediante caballos, puerta de bóxer, tractores u otros elementos que puedan provocar traumatismo graves, tanto del feto como a la madre.

## **XIII. PERIODO POST PARTO**

### **13.1. Puerperio**

El puerperio es el tiempo que transcurre desde el parto hasta que los órganos genitales vuelven a su estado casi normal de Utero vacío y durante el se propician todos los cambios necesarios que preparan al Utero desde el punto de vista histológico y fisiológico para recibir, anidar nutrir y desarrollar el próximo feto.

Uno de los momentos mas característico del puerperio es cuando se produce el flujo de los órganos genitales con el cual se eliminan del útero los productos nocivos de la involución uterina este proceso ayuda a la limpieza de la cavidad. Este periodo recibe el nombre de flujo de los loquios y su composición y características varían de acuerdo con el tiempo transcurrido.

### **13.2. La Madre y su cuidado después del Parto**

La madre se encuentra generalmente muy agotada después del parto por lo que requiere un cuidado muy particular. En casos sospechosos o después de partos difíciles es recomendable convencerse sobre el estado de los órganos reproductores (presencia de otro feto, heridas o perforaciones uterinas y vaginales, hemorragias etc) mediante el examen vaginal.

Es posible realizar este examen si se respetan las reglas y precauciones técnicas y debe tenerse en cuenta que con las manos sucias se puede infectar el útero fácilmente por su poca resistencia y también por el hecho de que el útero puerperal y su contenido son el mejor medio de cultivo y una buena incubadora para todos los gérmenes que penetran en el.

Para poder realizar el examen del útero es mejor usar los guantes obstétricos estériles o trabajar con las manos bien lavadas con jabón, vaselina, crema de sulfa o antibiótico, o con lubricante especiales.

Trabajar con las manos sin protección es posible solo en crías que se encuentren libres de enfermedades infectocontagiosas transmisible al hombre.

En la práctica diaria es a veces corriente depositar en la cavidad uterina después del parto normal y espontáneo bolos uterinos para evitar complicaciones infecciosas.

Durante el periodo puerperal precoz hay que ofrecer una gran atención a la ubre al prevenir las infecciones e inflamaciones. Es muy conveniente mantener la glándula mamaria con un máximo de higiene y se debe controlar su configuración, sensibilidad, tamaño y secreción.

Es totalmente incorrecto ordeñar las vacas antes del parto o después de este sin brindar la primera leche (calostro) al ternero recién nacido, lo que le impide de ese modo incorporar materiales biológicos e inmunobiológicos importantísimo, necesario para los primeros días extra uterinos.

### **13.3.Cuidados del Recién Nacido Durante la Primera Fases después del Parto**

Inmediatamente después del parto hace falta tener en cuenta 2 factores muy importantes para el estado de salud del ternero la respiración y el ombligo. En el ganado vacuno el ombligo se rompe antes de terminar el periodo de expulsión, las arterias y venas se retraen a la cavidad abdominal se taponan con los trombos sanguíneos y de todo el cordón umbilical solo queda la vagina amniótica.

Después de la interrupción de la circulación placentaria aumenta el nivel de CO<sub>2</sub> en la sangre fetal lo que irrita el centro de la respiración y aparecen las primeras inspiraciones, las cuales van acompañadas por tos y estertores, como consecuencia de la presencia de los líquidos fetales en la traquea y los bronquios. Con la primera inspiración termina también la circulación fetal y se inicia la circulación post-natal.

En caso de partos prolongados los terneros nacen a veces asfixiados y es necesario iniciar inmediatamente los ensayos de respiración artificial. La respiración artificial se puede aplicar por varios métodos. En cada caso es necesario situar al ternero en un nivel inclinado y antes de iniciar la operación se recomienda eliminar con una toalla limpia el moco de la boca y nariz y extraer la lengua.

En caso de asfixia ligera tiene éxito la irritación de la nariz con un palito o tallo fino y limpio, lo cual pronto provoca el estornudo y luego la respiración.

En caso mas graves se levanta la parte trasera del ternero y sacándole la lengua se efectúan compresiones rítmicas del tórax y masaje del corazón. Para revivir a los terneros hay también algunos instrumentos especiales que son muy útiles pero bastante caros.

Después que el recién nacido inicia las primeras respiraciones, es necesario procurarse sobre todo la desinfección del ombligo. Desatender esta norma significa un peligro para la vida del ternero debido a las infecciones locales y totales que pueden presentarse y que ocasionan grandes pérdidas. El resto de cordón umbilical se debe sumergir en soluciones desinfectantes tales como; solución de alcohol y formalina a partes iguales, fenol a 5%, solución de creolina.

Estas soluciones no solamente ejercen su poder de desinfección sino también impregnan el tejido y lo protegen contra la penetración de los microbios y aceleran el proceso de la necrosis seca y la caída del mismo.

Tan pronto los terneros buscan los pezones se les deja mamar (después de lavar la ubre) y se les ayuda para que no se caigan, al cuidar y seguir los primeros pasos del ternero después del parto. Es necesario tener en cuenta que la primera alimentación del ternero con el calostro tiene una importancia enorme para la vida del recién nacido. Los terneros que por cualquier razón no maman el calostro se desarrollan muy mal y manifiestan una gran tendencia a enfermarse.

Por tanto es muy importante que ingieran calostro en las primeras 2h después del nacimiento y por lo menos durante 2 a 3 días después del parto.

## BIBLIOGRAFIA

- 📖 Cole, H.H. y P.T. Cupps ( ed ) Reproducción de los animales Domesticos. Ed. Acri-bia. Zaragoza. Traducción de la 3a ed. De: cole, H.H. y P.T. Cupps. Reproduction in Domestic Animals. Academic Press. New York. 1977.
- 📖 Hafez, E.S.E. Reproduction in farm animals. Lea / Fabiger, Philadelphia, varias ediciones.
- 📖 Joe Bearden H. / Jonh w. Fuquay, Applied animal Reproduccion. 3a edition 1992.
- 📖 Mac. Donald, L. Veterinary Endocrinology and epoduction. Lea/ fabiger, Phila-delphia, varias Ediciones ( 2a edicion en castellano 1981 ).
- 📖 Lubosh Holy, Biologia de la reproducción Bovina. Segunda edición. Ed. Cientifico técnica. Habana, CU.P.P 344



**“Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible”**



Luis Arturo Toribio Sequeira, Nicaragüense y originario de la ciudad de Masaya. Nacido el 20 de Diciembre del año 1963. Su primaria la inicia en la escuela Simón Bolívar y la termina en la escuela Luis Somoza en el año 1970. La educación secundaria la inicia en el Instituto Nacional de Masaya y la culmina en el Colegio Salesiano Don Bosco en el año 1983.

Su primera experiencia en la docencia fue como brigadista en la Cruzada Nacional de Alfabetización en el Departamento de Río San Juan, Municipio El Castillo en el año 1980. La educación superior la realiza fuera del país, luego de haber cumplido con su servicio militar patriótico en 1985. Se gradúa como Ingeniero Zootecnista en la Academia Veterinaria de Moscú (Constantino Escriabin) MBA, en el año de 1991. Obteniendo también su primer “Master en Ciencias de la Zootecnia” en el año 1991.

En el año 1994 inicia labores profesionales en el Centro nacional de Mejoramiento genético (CENAMEGE) destacándose en el área de Reproducción Animal de la hembra y el macho. En junio del año 1996 es contratado en la Universidad Nacional Agraria, para apoyar las áreas de reproducción animal. En el año 1997 es invitado a formar parte del equipo de trabajo en el proyecto RAREN (Raza Reyna de Nicaragua) financiado por Italia, como asesor técnico y responsable de la reproducción animal. En este año también inicia su segundo Master en “Sistemas Integrales de Producción Animal en el Trópico”. UAB – España y UNA – Managua, 1997 – 2001.

En el año 2000 es electo como primer Jefe del Departamento de la Carrera de Medicina Veterinaria. Periodo del 2000 al 2003, en la Facultad de Ciencia Animal. En este mismo año viaja a Japón al curso de entrenamiento ofertado por JICA sobre Mejoramiento Ganadero y Técnicas de la Inseminación Artificial en Bovinos. Centro Nacional de Mejoramiento Ganadero, NLBC. JICA - Japón, 2003. Posteriormente en el año 2005 – 2010, forma parte de un proyecto y funge como Contraparte en Manejo y Crianza, en el Proyecto “Mejoramiento de la Productividad Ganadera para los Productores de Pequeña y Mediana Escala en la república de Nicaragua”. PROGANIC – JICA. En este periodo como contraparte viaja a Japón por segunda vez a un curso sobre Extensión Agropecuaria en Fincas Ganaderas. Tsukuba, Tokio. Japón, 2007. En el año 2011 vuelve a Viajar a Japón al curso sobre “Sostenibilidad de pasturas basado en el desarrollo de las fincas ganaderas”, Fukushima, NLBC.

El Ingeniero Luis Toribio también ha impartido clases por largos periodos en las dos sedes de la UNA, en Camoapa desde el año 2003 y en Juigalpa desde el año 2004. En estos centros ha impartido las asignaturas de: Embriología, Andrología e I.A., Zootecnia I y II, Reproducción animal, ganado de leche/carne, genética animal, alimentación animal. También ha impartido diferentes cursos sobre: Inseminación Artificial, Diagnostico de la gestación, principales enfermedades y trastornos que afectan la reproducción animal, manejo y crianza. Actualmente es investigador y docente en el área de Reproducción impartiendo las asignaturas de Reproducción Animal en la carrera de Zootecnia y Andrología e I.A. en la carrera de Medicina Veterinaria. En exámenes de grado en las carreras de zootecnia y medicina veterinaria.

ISBN: 978-99924-1-019-6



9 78 9992 410196