

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS  
NATURALES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

**TRABAJO DE TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
MÉDICO VETERINARIO**

**TEMA:**

**“EVALUACIÓN DE LA SUPEROVULACIÓN CON LA HORMONA  
GONADOTROPINA MENOPÁUSICA HUMANA EN BOVINOS, EN EL  
LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN DE  
LA CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA DE LA UNIVERSIDAD  
TÉCNICA DE COTOPAXI ”**

**AUTOR** : Fredy Javier Puentestar Palma

**DIRECTOR DE TESIS:** Dr. Cristian Arcos

LATAACUNGA - ECUADOR



Latacunga a 09 de Marzo del 2015.

Dr. MSc.

Enrique Estupiñán

**DIRECTOR DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES.**

Presente.-

De mi consideración.

Reciba un cordial saludo y a la vez deseándole éxitos en sus funciones como Director Académico.

En mi calidad de director de tesis titulada “EVALUACIÓN DE LA SUPEROVULACIÓN CON LA HORMONA GONADOTROPINA MENOPÁUSICA HUMANA EN BOVINOS, EN EL LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN DE LA CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.” Propuesto por el egresado Fredy Javier Puentestar Palma, como requisito previo a la obtención del título de Médico Veterinario, de acuerdo con el Reglamento de Títulos y Grados, consideró que el trabajo mencionado reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Particular que pongo en su conocimiento para los fines legales pertinentes.

Atentamente,

.....  
Dr. Cristian Arcos.  
**DIRECTOR DE TESIS**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TESIS**

En calidad de miembros de tribunal de grado aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, por cuanto, el postulante Puentestar Palma Fredy Javier, con el tema de tesis: **“EVALUACIÓN DE LA SUPEROVULACIÓN CON LA HORMONA GONADOTROPINA MENOPÁUSICA HUMANA EN BOVINOS, EN EL LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN DE LA CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de defensa de tesis.

Por lo antes expuesto se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Atentamente,

.....  
Dra. Nancy Cueva  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

.....  
Dra. Marcela Andrade  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

.....  
Dra. Jaine Labrada  
**OPOSITOR**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Yo, Fredy Javier Puentestar Palma, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Los criterios emitidos en el presente trabajo de investigación “Evaluación de la superovulación con la hormona gonadotropina menopáusica humana en bovinos, en el Laboratorio de Biotecnología de la Reproducción de la Carrera de Medicina Veterinaria de la Universidad Técnica de Cotopaxi”, son de exclusiva responsabilidad del autor.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica de Cotopaxi UTC., según lo establecido por la ley de propiedad intelectual y su reglamento.

Atentamente,

.....

**Fredy Javier Puentestar Palma**

**040140829-9**

## **AGRADECIMIENTO**

*En primer lugar doy infinitamente gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida, porque hizo realidad mi sueño anhelado.*

*Quiero expresar mi más sincero agradecimiento, reconocimiento y cariño a mis padres por todo el esfuerzo que hicieron para darme una profesión y hacer de mí una persona de bien, gracias por los sacrificios y la paciencia que demostraron todos estos años; gracias a ustedes he llegado a donde estoy, siempre los he sentido presentes en mi vida, y sé que están orgullosos de la persona en la cual me he convertido.*

*A la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI por brindarme la oportunidad para estudiar y ser profesional.*

*A mi director de tesis Dr. Cristian Arcos por su valiosa guía y asesoramiento en el presente trabajo, también a la Dra. Paola Lascano por el tiempo dedicado.*

*De igual manera agradecer a mis catedráticos durante toda la formación de mi carrera por su visión crítica y sus conocimientos.*

***Fredy Javier Puentestar Palma***

## **DEDICATORIA**

*Principalmente este trabajo lo dedico a Dios por brindarme salud, vida y sabiduría por darme las fuerzas para seguir adelante y no desmayar, de esta manera poder culminar con éxito mi carrera.*

### ***A MIS PADRES:***

*JOSÉ FELIX PUENTESTAR*

*MARÍA DOLORES PALMA*

*Por ser el pilar fundamental en mi diario vivir, por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar.*

### ***A NAHOMI Y SILVIA***

*Por ser parte importante de mi vida, por ayudarme a impulsarme para terminar este proyecto.*

### ***A MIS CATEDRÁTICOS.***

*Por su apoyo incondicional y conocimientos que impartieron para la formación profesional.*

*Fredy Javier Puentestar Palma*

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

La responsabilidad del contenido de este proyecto de tesis, me corresponde exclusivamente y el patrimonio intelectual del mismo a la “UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”

.....

**Fredy Javier Puentestar Palma**

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
<b>AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS.</b>	ii
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TESIS.</b>	iii
<b>DECLARACIÓN DE AUTORÍA.</b>	iv
<b>AGRADECIMIENTO.</b>	v
<b>DEDICATORIA.</b>	vi
<b>DECLARACIÓN EXPRESA.</b>	vii
<b>ÍNDICE.</b>	viii
<b>RESUMEN.</b>	xvi
<b>ABSTRAC.</b>	xvii
<b>AVAL DE TRADUCCIÓN.</b>	xviii
<b>INTRODUCCIÓN.</b>	1
<b>Objetivo General.</b>	2
<b>Objetivos específicos.</b>	2
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>1. REVISIÓN DE LITERATURA.</b>	3
1.1. Marco teórico.	3
1.1.1. Anatomía del aparato reproductor de la vaca.	3
1.1.1.1. Vulva.	3
1.1.1.2. Vestíbulo.	4
1.1.1.3. Vagina.	5
1.1.1.4. Cérvix.	6

1.1.1.5. Útero.	7
1.1.1.6. Oviductos.	8
1.1.1.7. Ovario.	9
1.1.2. Desarrollo de la biotecnología reproductiva en bovinos hembras.	10
1.1.2.1. Fertilidad de la vaca.	11
1.1.3. Hormona.	11
1.1.3.1. Tipos de hormonas.	12
1.1.3.2. Función de las hormonas.	13
1.1.3.3. Mecanismo de acción hormonal.	13
1.1.4. El ciclo estral.	14
1.1.4.1. Control neurológico y endocrinológico del ciclo estral.	14
1.1.4.2. Hipotálamo.	15
1.1.4.3. Hipófisis.	15
1.1.4.4. Ovarios.	16
1.1.4.5. Útero.	17
1.1.5. Fases del ciclo estral.	17
1.1.5.1. Fase folicular o proestro.	17
1.1.5.2. Fase periovulatoria (ESTRO – METAESTRO).	19
1.1.5.3. Fase luteal o diestro.	20
1.1.6. Dinámica folicular.	21
1.1.7. Ovogénesis.	22
1.1.8. Foliculogénesis.	23
1.1.9. Superovulación.	23
1.1.9.1. Objetivo principal de la superovulación.	24

1.1.9.2. Protocolos de superovulación.	24
1.1.10. Hormona gonadotropina menopáusica humana.	25
1.1.11. Inseminación artificial.	26
1.1.11.1. Inseminación artificial en bovinos.	25
1.1.11.2. Ventajas y desventajas de la inseminación artificial.	26
1.1.11.2.1. Ventajas.	26
1.1.11.2.2. Desventajas.	27
1.1.11.3. Estado nutricional de los bovinos (hembras).	27
1.1.12. Ecógrafo.	28
1.1.12.1. Diagrama de bloques del ecógrafo.	28
1.1.13. Ecografía.	29
1.1.13.1. Como funciona un ecógrafo.	29
1.1.13.2. Partes del ecógrafo.	30
1.1.13.2.1. Transductores.	30
1.1.13.2.1.1. Tipos de transductores.	31
1.1.13.2.1.2. Transmisor.	31
1.1.13.2.1.3. Receptor y amplificador de señales.	32
1.1.13.2.1.4. Tubos de rayos catódicos u osciloscopio.	32
1.1.13.3. Beneficios que presenta el uso de la ecografía para los sistemas productivos bovinos.	32

## **CAPÍTULO II**

2.1. Descripción del lugar del ensayo en la hacienda “El Márquez”, provincia de Tungurahua, parroquia Cunchibamba.	35
2.1.1. Ubicación política geográfica de la práctica.	35

2.1.2. División política territorial.	35
2.1.3. Situación geográfica.	36
2.1.4. Condiciones climáticas.	36
2.2. Recursos necesarios.	37
2.2.1. Recurso humano.	37
2.2.2. Recursos tecnológicos.	37
2.2.3. Movilización.	37
2.2.4. Materiales de laboratorio.	38
2.3. Datos técnicos del ecógrafo.	38
2.3.1. Características técnicas del equipo.	39
2.3.2. Aplicaciones en reproducción bovina.	40
2.4. Tipo de investigación.	40
2.4.1. Investigación descriptiva.	40
2.4.2. Investigación exploratoria.	41
2.4.3. Investigación no experimental.	41
2.5. Metodología.	41
2.5.1. Método inductivo.	41
2.5.2. Método deductivo.	42
2.6. Manejo del ensayo.	42
2.6.1. Animales.	42
2.6.1.1. Unidad experimental.	42
2.6.1.2. Distribución del ensayo.	43
2.6.1.3. Selección de vacas receptoras.	43
2.7. DISEÑO EXPERIMENTAL.	43

2.7.1. Descripción de los tratamientos. 43

2.8. Operacionalización de las categorías fundamentales. 45

### **CAPÍTULO III**

3. Discusión e interpretación de resultados. 46

Conclusiones. 50

Recomendaciones. 51

Bibliografías monográficas. 52

Referencias bibliográficas. 52

Citas virtuales. 54

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Grafico</b>	<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
<b>Grafico N° 1.</b>	Órganos reproductivos de la vaca lechera.	4
<b>Grafico N° 2.</b>	Representación de los pliegues de la vagina.	5
<b>Grafico N° 3.</b>	Anillos cervicales formados por los pliegues.	6
<b>Grafico N° 4.</b>	Cuerpo uterino.	7
<b>Grafico N° 5.</b>	Estructura de las regiones de los oviductos.	8
<b>Grafico N° 6.</b>	Ovarios.	10
<b>Grafico N° 7.</b>	Sistema hormonal de los animales.	11
<b>Grafico N° 8.</b>	Esquema simplificado de las interacciones hormonales.	16
<b>Grafico N° 9.</b>	Esquema de las hormonas del ciclo estral.	18
<b>Grafico N° 10.</b>	Ovarios bovinos superovulados.	24
<b>Grafico N° 11.</b>	Ecógrafo portátil.	28
<b>Grafico N° 12.</b>	Diagrama de bloques del ecógrafo.	28
<b>Grafico N° 13.</b>	Onda sónica.	29
<b>Grafico N° 14.</b>	Tipos de transductores por Quíntelas.	30
<b>Grafico N° 15.</b>	Tipos de transductores.	31
<b>Grafico N° 16.</b>	Mapa de ubicación de la parroquia Cunchibamba.	36

## ÍNDICE DE CUADROS.

<b>Cuadro</b>	<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
<b>Cuadro N° 1.</b>	Fases del ciclo estral.	21
<b>Cuadro N° 2.</b>	Características climáticas y edafológicas.	37
<b>Cuadro N° 3.</b>	Distribución del ensayo.	43
<b>Cuadro N° 4.</b>	Descripción de los tratamientos.	43
<b>Cuadro N° 5.</b>	Protocolo de sincronización con la HMG.	44
<b>Cuadro N° 6.</b>	Operacionalización de las variables.	45
<b>Cuadro N° 7.</b>	Respuesta de la superovulación con HMG.	46
<b>Cuadro N° 8.</b>	Respuesta de la superovulación.	47
<b>Cuadro N° 9.</b>	Respuesta de la ovulación en animales superovulados con HMG.	48
<b>Cuadro N° 10.</b>	Respuesta de la ovulación con HMG.	49

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
Anexos.	58
Protocolo usado en el ensayo.	59
Ecógrafo veterinario.	59
Marca y modelo del ecógrafo veterinario.	60
Identificando la población para la investigación.	60
Selección de vacas para el ensayo según su condición corporal.	61

Preparación para aplicar la hormona a las vacas.	61
Hormona menopáusic humana (Pergonal)	61
Materiales	62
Realizando palpación rectal a una vaca	62
Imagen especular y la anchura del haz	62
Reflexión de los ultrasonidos	63
Ecografía de los ovarios	63
Cuerpo lúteo joven	64
Cuerpos lúteos con cavidad	64
Folículos	65
Folículos pequeños	65

## **RESUMEN**

La presente investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Biotecnología de la Reproducción de la Carrera de Medicina Veterinaria de la Universidad Técnica de Cotopaxi. El objetivo principal del presente estudio fue evaluar la superovulación con la hormona gonadotropina menopáusica humana, aplicada en bovinos. El protocolo que se realizó fue la aplicación de 7 días seguidos en la mañana y en la tarde.

Se aplicó 150 UI, el segundo día 75 UI, el tercer día 38 UI, el cuarto día 37.5 UI. Se comenzó el tratamiento el noveno día del ciclo estral de los animales.

Posterior a los tratamientos se verificó la superovulación con la observación de las estructuras (CL) presentes en los ovarios lo cual tenemos que en todos los animales se produjo una respuesta positiva con un promedio de 3.75 CL en el ovario derecho y un 4.75 CL en el ovario izquierdo.

El protocolo de investigación fue la hormona gonadotropina menopáusica humana sintetizada, con la cual se determinó los parámetros de superovulación en bovinos (hembras).

Este trabajo aporta conocimientos sobre; cómo actúan la hormona dentro del organismo animal, sus ventajas y desventajas, la cual permite guiar a un óptimo manejo de la misma, de acuerdo a las características que tengan las donantes y receptoras a ser tratadas.

## **ABSTRACT**

This research was carried out in the laboratory of Reproductive Biotechnology Veterinary Medicine major at the Technical University of Cotopaxi. The main objective of this study was to evaluate superovulation with human menopausal gonadotropin, it was applied in cattle. The protocol was the application performed 7 days straight in the morning and afternoon.

It was applied 150 UI, the second day 75 UI, the third day 38 UI, the fourth day 37.5 UI it started the treatment the ninth day of the estrous cycle of animals.

Later to the treatments it was verified the superovulation with the observation of structures (CL) present in the ovaries which it has that in all animals there was a positive response with an average of 3.75 in right ovary CL and CL 4.75 in left ovary.

The research protocol was human menopausal gonadotropin hormone synthesized; with which it is determined the parameters of superovulation in cattle (females).

This research provides knowledge; how the hormone acts within the animal organism, its advantages and disadvantages, which allows to guide optimal management of the same, according to the characteristics that have the donor and recipient to be treated.

## ***AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado de la Carrera de Medicina Veterinaria de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales: **PUENTESTAR PALMA FREDY JAVIER**, cuyo título versa “**EVALUACIÓN DE LA SUPEROVULACIÓN CON LA HORMONA GONADOTROPINA MENOPÁUSICA HUMANA EN BOVINOS, EN EL LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN DE LA CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, marzo del 2015

Atentamente,

.....  
Lic. Sonia Jimena Castro Bungacho  
**DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS**  
**C.C. 050197472-9**

# INTRODUCCIÓN

La **Superovulación** (SPO) es la inducción de ovulaciones múltiples mediante el uso de gonadotropinas exógenas. Esta técnica es empleada en el procedimiento de producción y colecta de embriones y sin ella sería imposible llevar a cabo esta práctica de mejoramiento genético. El tratamiento de Superovulación más efectivo es aquel en el cual se elimina la detección del celo.

Los protocolos que controlan la emergencia de la onda folicular y ovulación han tenido un gran impacto en la aplicación de la transferencia de embriones a campo ya que permiten iniciar los tratamientos superovulatorios en cualquier momento.

El objetivo de la transferencia de embriones es obtener a partir de progenitores de alto mérito genético, el mayor número posible de descendientes utilizando el útero de receptoras de menor valor económico para llevar la gestación a término. Para lograr dicho objetivo es necesario, en primera instancia, contar con un número elevado de embriones transferibles. A tal fin, debe provocarse en la hembra donante una estimulación ovárica adecuada mediante la administración de gonadotropinas. Esto debe complementarse con un régimen óptimo de inseminación artificial, utilizando semen de muy buena calidad.

La investigación consta de tres capítulos bien definidos que se detallan a continuación:

El capítulo I, Fundamentación Teórica; se plasma temas de gran importancia para llegar a un enfoque general sobre: la evaluación de la superovulación.

El capítulo II, Materiales y métodos, tipos de investigación, variables en estudio el informe de la evaluación de la superovulación con la hormona gonadotropina en bovinos.

El Capítulo III, se desarrolló la parte estadística y los resultados que se obtuvo al realizar la evaluación de la superovulación con la hormona menopáusica humana aplicada en bovinos.

### **Objetivo General**

- ❖ Evaluar la superovulación con la hormona gonadotropina menopáusica humana, aplicada en bovinos en el Laboratorio de Biotecnología de la Reproducción de la Carrera de Medicina Veterinaria de la Universidad Técnica de Cotopaxi

### **Objetivos Específicos**

- ❖ Verificar el número de folículos por medio de un ecógrafo transrectal.
- ❖ Evaluar el número de cuerpos lúteos pos ovulación en la palpación rectal.

### **Hipótesis nula**

- ❖ **Ho.** La Hormona Menopáusica Humana (hMG) no produce superovulación en el ganado bovino.

### **Hipótesis alternativa**

- ❖ **H1.** La Hormona Menopáusica Humana (hMG) produce superovulación en el ganado bovino.

# CAPÍTULO I

## 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### *1.1. Marco Teórico.*

#### *1.1.1. Anatomía del aparato reproductor de la vaca.*

##### *1.1.1.1. Vulva.*

Es la porción anatómica más externa del aparato genital femenino. La unión de la vagina y la vulva está marcada por el orificio uretral externo. La hendidura vulvar, posee dos labios gruesos y corrugados que se unen en dos comisuras, superior e inferior. El orificio uretral externo (abertura que permite la salida de la orina procedente de la vejiga), se halla 10 o 12 centímetros por delante de la comisura inferior. Debajo y detrás de este orificio existe un saco ciego, el divertículo suburetral que mide cerca de 3.5 cm. de profundidad. (Trujillo, 2008)

La vulva constituye entonces la abertura exterior del tracto reproductor de la vaca; se comunica con la vagina por medio del vestíbulo. La vulva aumenta de tamaño y varía su coloración en las épocas de celo. Cerca de la abertura externa y en la parte exterior, se encuentra un órgano sexual llamado clítoris, cuya estimulación excita sexualmente a la hembra. (Palma, 2001)

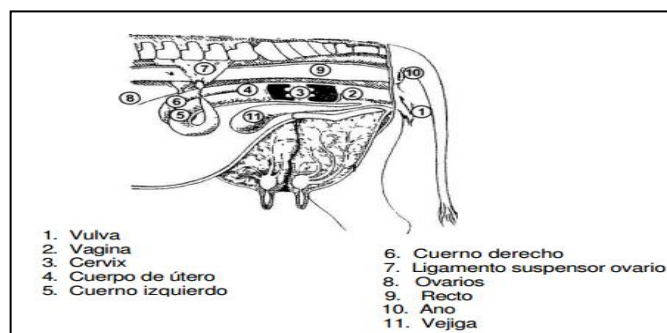
La Vulva es la apertura externa del aparato reproductor. Ella tiene tres funciones principales: dejar pasar la orina, abrirse para permitir la cópula y sirve como parte del canal de parto. Incluidos en la estructura vulvar están los Labios y la Clítoris. (Liebich y Konig, 2008)

Los labios de la vulva están ubicados a los lados de la apertura vulvar, y tienen aspecto seco y arrugado cuando la vaca no está en celo. En la medida que el animal se acerque al celo, la Vulva empezará a hincharse y tomará una apariencia rojiza y húmeda. (Collaguazo, 2009)

### ***1.1.1.2. Vestíbulo.***

El vestíbulo es la primera estructura que se encuentra cranealmente a la vulva, mide 3-4 pulgadas de largo, cubierto por tejido escamoso, de epitelio no queratinizado. La abertura externa de la uretra está localizada en el piso del vestíbulo. Caudal a esta estructura podemos encontrar un saco ciego (divertículo suburetral). Durante la IA es muy importante entender la localización de estas dos estructuras, de hecho es por esto la recomendación de introducir la pistola de inseminación en un ángulo de 30 grados para evitar la introducción en una de estas estructuras. (Palma, 2001)

**Grafico N° 1** Órganos reproductivos de la vaca lechera



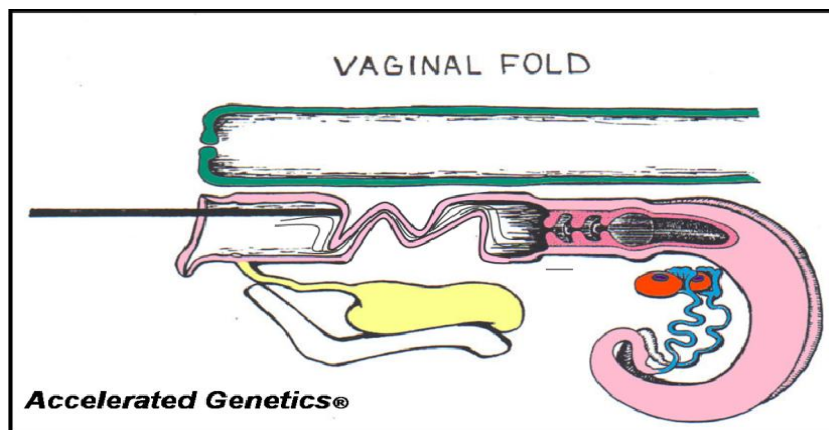
**Fuente:** Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Reproducción) Boletín INIA N°148 Manual de producción de leche para pequeños y medianos productores.

### **1.1.1.3. Vagina.**

La vagina mide entre 25 y 30 cm. de longitud y se inicia inmediatamente después del vestíbulo. La vagina desempeña varias funciones en la reproducción, siendo las más importantes la de servir de receptáculo natural del semen depositado por el toro en la monta natural y como vía de salida del feto durante el parto. (Vargas, 2011)

Está ubicada horizontalmente y paralela al recto, por encima de la vejiga. El tamaño de la vagina es aproximadamente de 25 centímetros y varía de una vaca a otra, dependiendo de la raza, el desarrollo corporal y el estado reproductivo de la hembra. Las paredes de la vagina son elásticas y segregan una sustancia lubricante durante el parto y en los períodos de celo o calor. La vagina está localizada dentro de la cavidad pélvica, entre la vulva y el cuello del útero. La vagina sirve como saco de aceptación del pene del macho durante la cópula o monta. (Yanguma, 2009)

**Grafico N° 2** Representación de los pliegues de la vagina

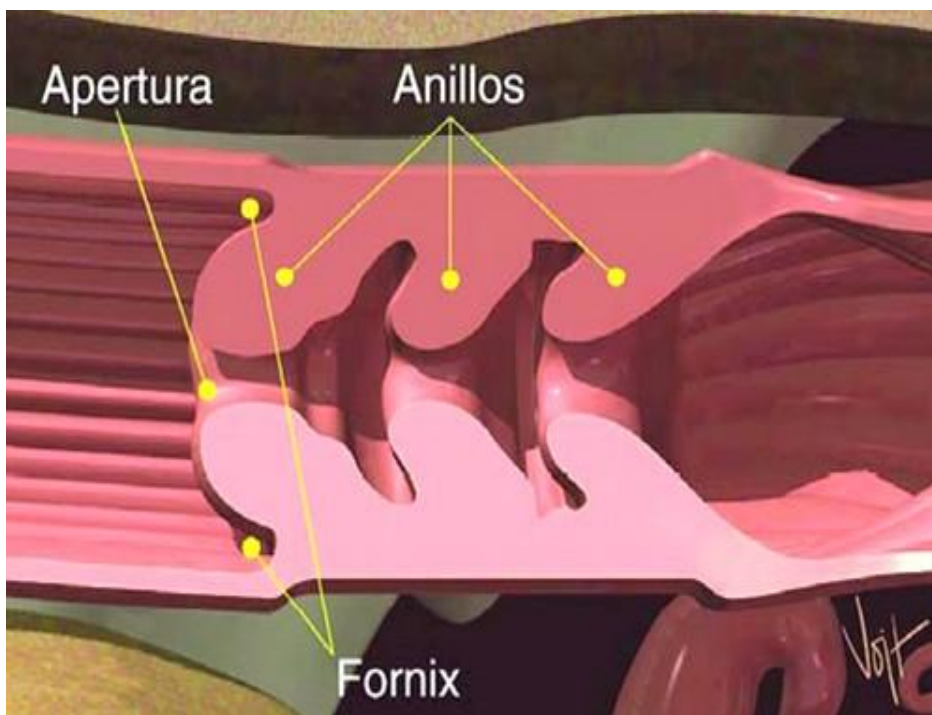


**Fuente:** Revisión anatómica del aparato reproductor de las vacas (Humberto Rivera M, MS 2009).

#### 1.1.1.4. Cérvix.

Cuello uterino o cérvix. El cuello uterino forma parte del útero y es una estructura de tipo cilíndrica con bordes transversales o espirales alternados, llamados anillos (generalmente son tres), los cuales representan el segundo obstáculo para la IA. El cérvix mide de 8 a 10 cm. Y entre sus principales funciones están las de facilitar el transporte de los espermatozoides hacia la luz del útero mediante la producción de moco, actúa como reservorio de espermatozoides y durante el celo, la musculatura lisa del cérvix se relaja bajo la influencia de estrógenos posibilitando la apertura del canal cervical lo cual facilita la IA. (Collaguazo, 2009)

**Grafico N° 3** Anillos cervicales formados por los pliegues internos en un plano transversal y el fornix del cérvix



**Fuente:** Anatomía y Fisiología de la reproducción Bovina. Mel DeJarnette, Ray Nebel.

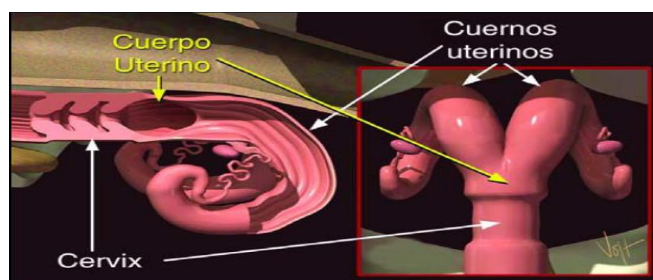
#### 1.1.1.5. Útero.

Cranealmente al cérvix, se encuentra el útero, envuelto en el ligamento ancho del útero que como mencionamos arriba le da gran movilidad. Compuesto por epitelio ciliar columnar, el útero es el lugar donde se lleva a cabo la gestación, es el responsable por brindar protección al feto y mantener una compleja comunicación entre la madre y el feto. (Garcés –Yépez, 2002)

En el útero se pueden encontrar alrededor de 100 a 120 carúnculas del tamaño de un grano de maíz distribuidas uniformemente en el endometrio. Estas carúnculas sirven de punto de conexión para la placenta durante la preñez. Las carúnculas se unen íntimamente a los cotiledones para formar unas complejas y bien vascularizadas estructuras llamadas placentomas. (G.L. Williams, 2003)

Los cuernos uterinos son la continuación directa del cuerpo del útero. Cada cuerno (derecho e izquierdo) es una estructura cilíndrica y simétrica de cerca de 8-12 pulgadas de longitud y cerca de 2 pulgadas de diámetro dependiendo de la edad y estado fisiopatológico del animal (abierto, preñada, endometritis, tumores, etc.) después de la bifurcación externa y continuando en forma craneal los cuernos se doblan en una posición ventro - caudal y después se vuelven a doblar en forma dorsal para juntarse al oviducto. (Rosales, 2008.)

**Gráfico N° 4** Cuerpo uterino

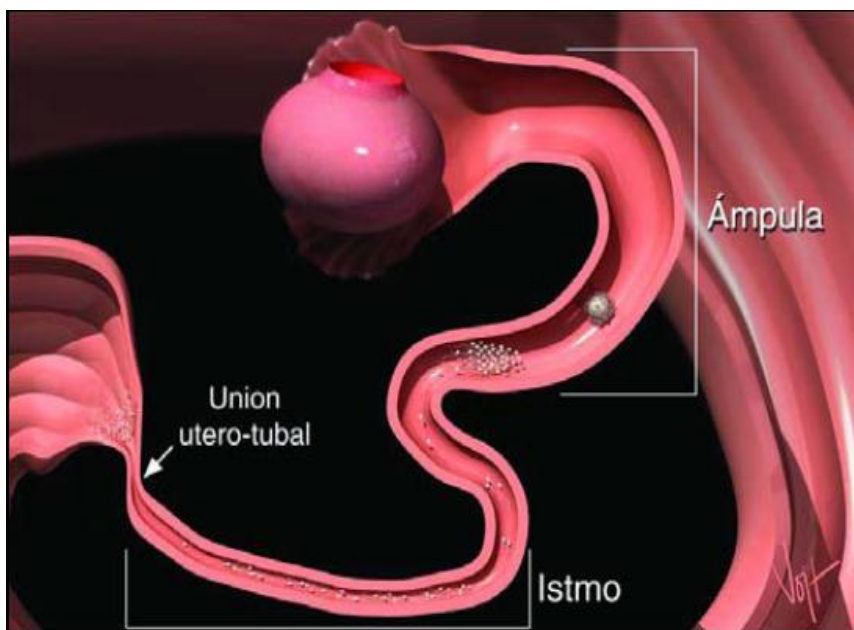


**Fuente:** Biotecnología de la Reproducción, (2011)

### 1.1.1.6. Oviductos.

Anatómicamente el oviducto presenta 4 regiones conocidas como: fimbria, infundíbulo, ámpula e istmo. La fimbria tiene forma de embudo y consta de prolongaciones digitiformes adyacentes al ovario que permiten la captación del óvulo. Esta porción también brinda una comunicación con la cavidad peritoneal. El infundíbulo es la continuación tubular de la fimbria y constituye el tercio distal del órgano. Este componente del oviducto tiene como finalidad el transporte de los gametos e histológicamente no puede distinguirse del ámpula. El ámpula es la porción media del oviducto, se extiende desde la unión istmo ámpular hasta el infundíbulo, en ella ocurre preferentemente la fecundación, en particular en la unión istmo ámpular. Se ha postulado que la región del ámpula tenga un mayor grado de secreción (en relación con el istmo) debido a que presenta un mayor número de pliegues y mayor superficie epitelial lo que favorece los procesos de extravasación de sustancias a partir del plasma sanguíneo. (Cervantes, 2003)

**Gráfico N° 5** Estructura de las regiones de los oviductos



**Fuente:** Biotecnología de la Reproducción, (2011)

### ***1.1.1.7. Ovario.***

Los ovarios son las estructuras más importantes y complejas del tracto reproductor de las vacas debido a que interactúa con otras glándulas y estructuras nerviosas en el cuerpo para poder controlar el ciclo reproductivo de la vaca.

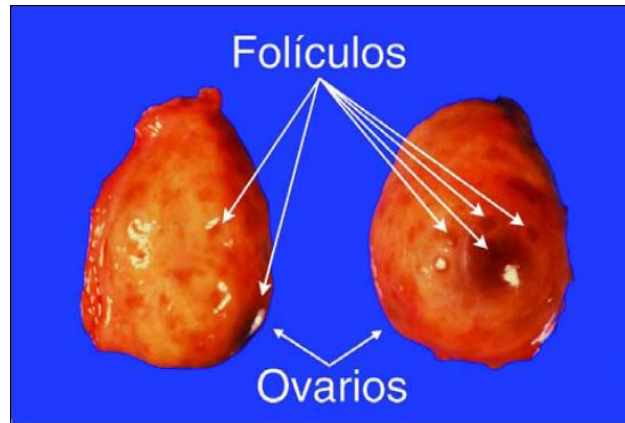
El complejo ovario-hipotálamo-hipófisis se encarga de gobernar las funciones ováricas y uterinas que determinan los diferentes eventos del ciclo estral (celo y gestación). (G.L. Williams, 2003)

El ovario se origina bilateralmente a partir de la cresta gonadal en la región lumbar, medial al riñón embrionario. Aquí migran desde el saco vitelino las células germinales primordiales que luego formaran las denominadas eminencias ováricas. A partir de ellas se desarrollan los diferentes estadios de la maduración del ovocito y de sus células acompañantes (células foliculares) hasta formar el folículo de Graaf, maduro para su desprendimiento durante la ovulación. (Liebich, 2008)

Los ovarios son quizás los órganos más importantes del aparato reproductor de la hembra, ya que ellos se producen los óvulos (función exocrina) y las hormonas (función endocrina). El ovario mide aproximadamente de 2 a 4 cm. de largo por 1 a 2 cm. de ancho. (García, 2011)

El ovario mide aproximadamente de 2 a 4 cm. de largo por 1 a 2 cm. de ancho. En términos generales el ovario, como glándula sexual femenina es la encargada o responsable de organizar y dirigir toda la vida sexual de la hembra. En contraste con lo que sucede en los testículos, los ovarios permanecen en la cavidad abdominal, en donde en condiciones normales liberan un ovulo cada 10 - 21 días. (Vargas, 2011)

**Gráfico N° 6** Órganos principales del aparato reproductor femenino bovino.



**Fuente:** Biotecnología de la Reproducción, (2011)

### ***1.1.2. Desarrollo de la biotecnología reproductiva en bovinos hembras.***

La producción de ganado bovino es de mayor desarrollo y avance a nivel de nuestro país, por tal razón su crecimiento implica el aumento en la rentabilidad y eficiencia de las explotaciones ganaderas. Hoy en día las explotaciones ganaderas de nuestro país involucran en sus procesos herramientas biotecnológicas con el fin de aumentar los beneficios en el proceso productivo. La inseminación artificial (IA) es una de las herramientas con mayor uso a nivel de las explotaciones ganaderas y actualmente aumenta el rendimiento y potencial de la explotación. (Guerrero, 2011)

Por lo tanto, es importante conocer y estudiar nuevas alternativas para el manejo de los procesos reproductivos en busca de mejorar la productividad. En este aspecto se puede señalar la inseminación artificial a tiempo fijó (IATF), ya que ayuda a mejorar los índices reproductivos y productivos de las explotaciones, permitiendo obtener mayor número de vacas preñadas por unidad de tiempo y así aumentar las tasas de preñez. Además de otras biotecnologías como la transferencia de embriones (TE), la fertilización in-vitro que permitirán un mayor

avance en cuanto a mejoramiento genético, fertilidad y productividad. (Guerrero, 2011)

### 1.1.2.1. Fertilidad de la vaca.

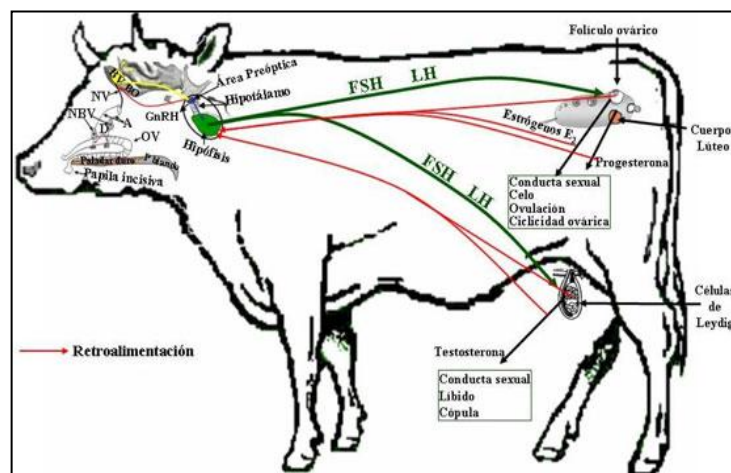
La fertilidad de la vaca se encuentra influenciada por muchos factores. La edad del animal posee una influencia muy fuerte sobre la fertilidad. Las novillas y las vacas de segunda lactancia son generalmente más fértiles que las vacas de primera lactancia y las vacas adultas. La más alta fertilidad se obtiene durante los meses más fríos del año y cuando las vacas se encuentran:

- ❖ Libres de enfermedades reproductivas;
- ❖ Libres de problemas de parto;
- ❖ Libres de desbalances nutricionales, especialmente si la vaca no se encuentra ni muy flaca ni muy gorda al momento del parto.

La fertilidad es también alta cuando la vaca deja de perder peso y comienza a reponer las reservas corporales unos meses luego del parto. (Melo, 2010)

### 1.1.3. Hormona.

Gráfico N° 7 Sistema hormonal en los animales



Fuente: (Trujillo, 2008)

Las hormonas son aquellas sustancias o productos de la secreción de determinadas glándulas del cuerpo de los animales, las cuales transportadas por la sangre, cumplen la función de regular la actividad de otros órganos. (Liebich, 2008)

Localizadas en glándulas de secreción interna o endocrina o también en células epiteliales e intersticiales, las hormonas son mayormente segregadas por células especializadas. Todos los organismos multicelulares producen hormonas, siendo las más estudiadas aquellas producidas por las glándulas endocrinas. (Soto y Villamor, 2007)

### ***1.1.3.1. Tipos De Hormonas***

- ❖ **Hormonas peptídicas:** hormonas hipofisarias, insulina y glucagón
- ❖ **Hormonas esteroideas:** hormonas gonadales y esteroides suprarrenales
- ❖ **Hormonas amínicas:** catecolaminas, hormonas tiroideas (Marcuello 2008)

Las hormonas las engloban en 3 grupos en función de su estructura química:

- ❖ Aminas (aminoácidos, tirosina)
- ❖ Hormonas tiroideas
- ❖ Catecolaminas (adrenalina y noradrenalina)
- ❖ Proteica y peptídica
- ❖ Hormonas del páncreas endocrino
- ❖ Hormonas hipotalámica-hipofisaria
- ❖ Esteroides (colesterol)
- ❖ Hormonas de la corteza suprarrenal
- ❖ Hormonas de las glándulas reproductoras
- ❖ Metabolitos activos de la vitamina D (Marcuello, 2008)

### ***1.1.3.2. Función de las Hormonas.***

Las hormonas, junto con el sistema nervioso, excitan o inhiben el funcionamiento del organismo. Las actividades de las hormonas se dividen en dos campos: Las que realizan actividades que tienen que ver con procesos de transformación de materia y energía dentro del organismo. Las hormonas colaboran en la regulación de todas las fases de las funciones del organismo. Las relacionadas con la reproducción. Son las que controlan las actividades referentes al sexo y son producidas principalmente en las glándulas sexuales de los organismos. (Fanjul, 1998)

### ***1.1.3.3. Mecanismo de Acción Hormonal.***

La respuesta fisiológica de un tejido diana frente a una hormona está determinada por la interacción específica hormona- receptor. Esta especificidad se establece por la estructura tridimensional de la hormona junto con la estructura complementaria del receptor celular. Es por ello que los mecanismos de acción hormonal responden básicamente a la naturaleza química de las hormonas. (Palacios, 2005)

#### **❖ Hormonas hidrosolubles: aminas, hormonas peptídicas y proteicas.**

Estas hormonas no pueden atravesar la bicapa lipídica y, en consecuencia, reaccionan con receptores de membrana provocando la formación de 2º mensajeros que amplificaran la señal hormonal y convertirán la señal endocrina en acción celular. (Blasco, 2005)

#### **❖ Hormonas liposolubles: hormonas tiroideas y esteroideas.**

Penetran rápidamente a través de la superficie de la membrana celular e interactúan con receptores intracelulares (citoplasmáticos o nucleares)

formando un complejo activo que actúa sobre la maquinaria genética modulando la expresión del programa genético. (González, 2005)

#### ***1.1.4. El Ciclo Estral***

El ciclo estral representa un patrón cíclico de actividad ovárica que permite a las hembras ir de un período reproductivo de no receptividad a uno de receptividad permitiendo establecer el apareamiento y el subsecuente establecimiento de la gestación. El inicio del ciclo estral ocurre al momento de la pubertad, en donde la hembra bovina entra a un periodo de ciclicidad reproductiva que continua a través de toda su vida, a excepción del periodo de gestación o balance energético negativo en el cual prevalece el anestro. (Rivadeneira, 2013)

El ciclo estral está determinado por una serie de eventos fisiológicos que suceden en el periodo de tiempo comprendido entre un celo y otro. En las vacas el ciclo estral tiene una duración promedio de 21 días y puede ser más corto o más largo dependiendo del número de ondas foliculares que se presenten en el ovario del animal. (Iñiguez, 2004)

El ciclo estral está regulado por una interacción hormonal regida por el eje hipotálamo-hipófisis-ovario-útero.

##### ***1.1.4.1. Control neurológico y endocrinológico del ciclo estral.***

El ciclo estral está regulado por la interacción de varios órganos: entre ellos están el eje hipotálamo hipófisis, el ovario y el útero. Se muestra un esquema simplificado de cómo los órganos y hormonas actúan durante el ciclo estral. Las hormonas sirven como mensajeros químicos que viajan por la sangre hacia órganos y tejidos específicos que contienen receptores para hormonas específicas y que regulan las fases del ciclo estral. (Lamb et al., 2009)

#### ***1.1.4.2. Hipotálamo.***

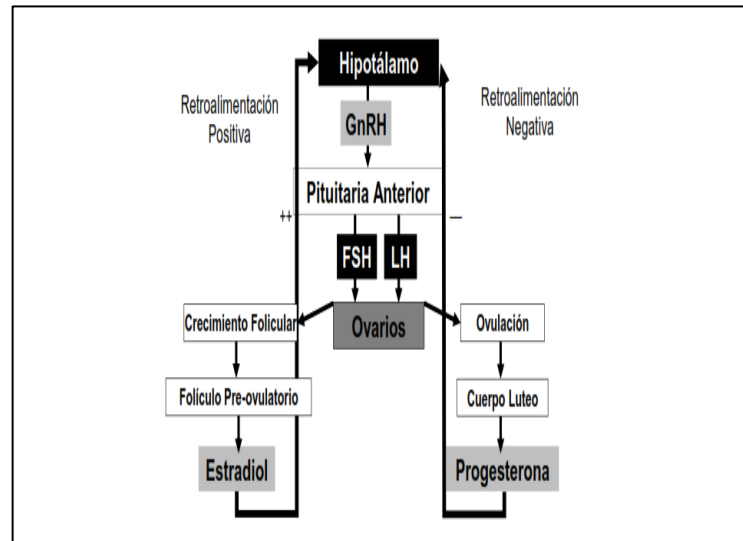
El hipotálamo es una estructura ubicada en la parte inferior del cerebro llamada diencefalo, él contribuye a la formación de las paredes inferior y lateral de una cavidad denominada tercer ventrículo (III Ven); sus dimensiones no se extienden más de 2 cm. Y pesa unos 4 gramos. Está situado entre el quiasma óptico por delante y los cuerpos mamilares por detrás, por arriba limita con el tálamo y por debajo con la glándula hipófisis. Con esta última estructura establece íntimas relaciones nerviosas y endocrinas. Esta región tiene una amplia irrigación lo cual es expresión de su importancia funcional. El hipotálamo es asiento de varios núcleos de neuronas que establecen relaciones de integración entre las actividades somáticas y viscerales del cuerpo, y conectan respuestas ante estímulos provenientes del ambiente. En los mamíferos, incluido el hombre, todas las funciones orgánicas están influidas directa o indirectamente por el hipotálamo. (Ramírez, 2006)

#### ***1.1.4.3. Hipófisis.***

Consta de una parte anterior y otra posterior. La hipófisis anterior o adenohipófisis produce varios tipos de hormonas de las cuales la Hormona Folículo estimulante (**FSH**) y la Hormona Luteinizante (**LH**) cumplen un papel relevante en el ciclo estral. La FSH es la encargada del proceso de esteroidogénesis ovárica, crecimiento y maduración folicular y la LH es la que interviene en el proceso de ovulación, formación y mantenimiento del cuerpo lúteo. (Palacios, 2005)

La hormona oxitocina, que también es producida en el hipotálamo, es almacenada en la adenohipófisis e intervendrá en los procesos de parto, bajada de la leche, transporte de espermatozoides en el útero así como en el proceso de luteólisis o ruptura del cuerpo lúteo en el ovario. (Wiltbank, M.C, A. Gümen, and R. Sartory. 2006)

**Grafico N° 8** Esquema simplificado de las interacciones hormonales del eje Hipotálamo – Hipófisis – Ovario.



**Fuente:** Christian A Rippe, 2009 Dairy Cattle Reproduction Conference.

#### 1.1.4.4. Ovarios.

Son glándulas que tienen básicamente dos funciones: una exocrina, que es la liberación de óvulos, y otra endocrina, que es la producción y secreción de hormonas. Entre las hormonas que producen los ovarios podemos citar los estrógenos o estradiol, la progesterona y la inhibina. (Vargas, 2011)

Los estrógenos son hormonas esteroides producidas en el folículo ovárico y son los responsables de estimular la conducta sexual o de celo actuando sobre el sistema nervioso central del animal; además, tienen acción sobre otros órganos del aparato reproductivo como son las trompas de Falopio, el útero, la vagina y la vulva. (Sintex, 2005)

Los estrógenos tienen un efecto de retroalimentación positiva sobre el hipotálamo produciendo la liberación de GnRH que a su vez inducirá la liberación de FSH y LH en la hipófisis anterior. (Wiltbank, M.C, A. Gümen, and R. Sartory. 2006)

#### ***1.1.4.5. Útero.***

Produce la Prostaglandina F2a (**PGF**) la cual interviene en la regulación del ciclo estral mediante su efecto de luteolisis o regresión del cuerpo lúteo. También interviene en los procesos de ovulación y parto. (Haféz, 2004)

#### ***1.1.5. Fases del ciclo estral.***

A continuación se describirá los eventos principales que ocurren durante el ciclo estral. El ciclo estral se puede dividir en cuatro fases:

- ❖ Estro (día 0)
- ❖ Metaestro (días 1 a 3)
- ❖ Diestro o fase luteal (días 4 a 8)
- ❖ Proestro o fase folicular (día 19 hasta el inicio del siguiente celo)

El **estro** o celo se caracteriza por la receptividad sexual de la hembra (se deja montar) a un toro o a la actividad de monta de otras hembras, además del crecimiento de un folículo y su preparación para la ovulación. **El metaestro** comprende las fases finales de la maduración folicular y la ovulación, la formación del cuerpo lúteo y el inicio de la secreción de progesterona. Una vez que se observan concentraciones significativas de progesterona en la sangre, es el comienzo de la **fase luteal o diestro**, la que continúa hasta que el cuerpo lúteo comienza a regresar al inicio de la luteolisis. En la medida que las concentraciones de progesterona en sangre comienzan a declinar rápidamente producto de la lisis luteal, se inicia el **proestro o fase folicular**, llevando al crecimiento de una onda folicular y la selección de un folículo ovulatorio. (Reyes, 2005)

##### ***1.1.5.1. Fase folicular o proestro.***

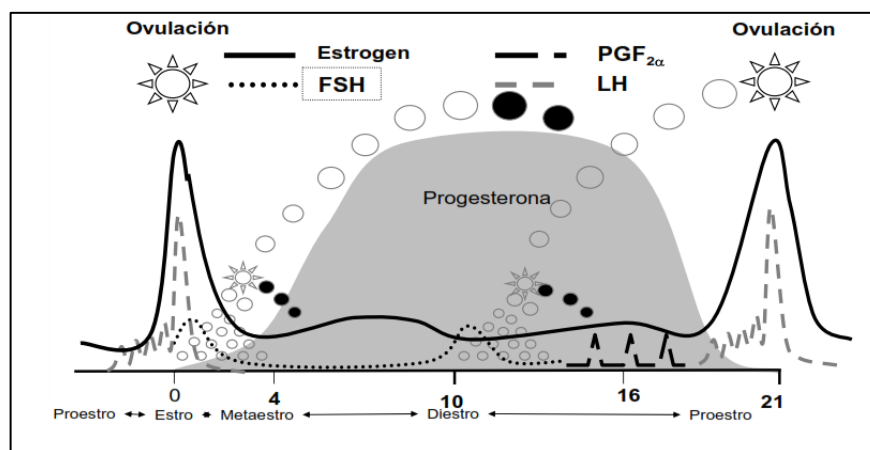
La fase del proestro se inicia con la regresión del cuerpo lúteo del ciclo anterior o luteolisis y termina con el inicio del estro o celo; dura alrededor de dos o tres días.

La destrucción del cuerpo lúteo ocurre gracias a la acción de la PGF de origen uterino. Con la caída de los niveles de progesterona, el efecto de retroalimentación negativa que ejercía a nivel hipotalámico desaparece y comienza a aumentar la frecuencia pulsátil de las hormonas FSH y LH las cuales estimulan el crecimiento folicular. (Yanguma, 2009)

Durante el proestro o fase folicular ya existe un folículo dominante que llegara a ser una estructura de ¾ a 1 pulgada de grande y con la apariencia de una ampolla llena de líquido folicular y el ovulo que será ovulado. Muchos folículos pueden llegar a desarrollarse durante el proceso de dinámica folicular, pero solo 1 será el folículo dominante seleccionado para ser ovulado. (Vargas, 2011)

La pared del folículo consta de dos filas de células: una interna que está en contacto con el ovulo llamada células de la granulosa y otra más externa llamada células de la teca; entre las dos hay una membrana llamada membrana basal. Estos dos tipos de células trabajan coordinadamente durante el desarrollo del folículo para producir estrógenos. (Haféz, 2004)

**Grafico N° 9** Esquema de las hormonas del ciclo estral



**Fuente:** Christian A Rippe, 2009 Dairy Cattle Reproduction Conferen

**1.1.5.2. Fase periovulatoria (ESTRO – METAESTRO).**

El estro se define como un periodo de actividad y receptividad sexual en donde el signo principal es que el animal se mantiene en pie y quieto al ser montado por otro. También se observa, entre otros signos, inquietud, inflamación de la vulva, secreción de moco claro y transparente que sale por la vulva, el olor del moco atrae y excita al toro debido a la presencia de feromonas. La duración de celo es muy variable entre grupos de animales variando entre 30 minutos a más de 30 horas, pero se considera que  $16 \pm 4$  horas es el tiempo promedio. (Rippe, 2009),

Los signos de estro ocurren gracias a la presencia de los estrógenos provenientes del folículo. En cierto momento los niveles de estrógenos son lo suficientemente altos en concentración y duración como para inducir los síntomas de celo o calor, así como para incrementar las contracciones del tracto reproductivo facilitando el transporte del espermatozoide y del ovulo; estos altos niveles de estrógenos afectan también a centros endocrinos en el hipotálamo que controlan la liberación de GnRH del hipotálamo y esta a su vez la liberación de FSH y LH de la adeno - hipofisis. (Shearer, J.K. 2003)

Los niveles de FSH se incrementaran en amplitud unas horas después del pico de LH, relacionándose con el inicio de la primera oleada folicular que describiremos más adelante en la dinámica folicular. De 12 a 24 horas desde el comienzo del celo, el sistema nervioso central del animal se hace refractario a los estrógenos y todas las manifestaciones de celo o calor desaparecen. Inmediatamente después de finalizado el celo se inicia el metaestro que puede durar de 3 a 5 días. (Perry, G. 2004)

Durante el metaestro ocurre la ovulación, que tiene lugar entre 28 a 32 horas después de haberse iniciado el celo, o entre 10 a 15 horas de haber cesado los signos de celo en respuesta al pico preovulatorio de LH. Después de la ovulación se produce una hemorragia y el folículo se llena de sangre, convirtiéndose en una estructura conocida como cuerpo hemorrágico. El proceso siguiente es la

luteinización, este cambio ocurren entre el día 5 a 7 del ciclo, finalizando así la fase de metaestro e iniciándose la fase lútea o diestro. (Shearer, J.K. 2003)

### ***1.1.5.3. Fase luteal o diestro.***

La fase luteal se extiende entre los días 4 y 18 del ciclo, y comienza cuando el cuerpo lúteo secreta concentraciones significativa de progesterona, las que generalmente sobrepasan  $1\text{ ng mL}^{-1}$  (aprox  $3,2\text{ nmol L}^{-1}$ ) hacia el día 4 del ciclo. Mientras persista el cuerpo lúteo y se mantengan niveles altos de progesterona en circulación, no hay manifestación de estro. Cuando la progesterona pasa a ser nuevamente la hormona dominante. (Reyes, 2005)

La regulación de la secreción de progesterona esta probablemente controlada por un equilibrio de estímulos: uno luteotrópico o que estimula la progesterona y otro luteolítico o que inhibe la progesterona; ambos estímulos son secretados al mismo tiempo durante el ciclo estral. La hormona FSH también interviene uniéndose a receptores en el cuerpo lúteo y provocaría un aumento en la secreción de progesterona. (Rivera, 2008)

El cuerpo lúteo recibe la mayoría del flujo sanguíneo del ovario y la cantidad de flujo recibido esta altamente relacionado con la cantidad de progesterona producida y secretada. Los niveles de progesterona más altos se alcanzan en torno al día 10 del ciclo estral y se mantienen hasta el día 16 o 18 del ciclo dependiendo de la presencia o no de un embrión. Si la vaca está preñada, el cuerpo lúteo se mantiene, los niveles de progesterona son altos y se bloquea la reaparición de celos. (Collaguazo, 2009)

El embrión alcanza el útero entre los días 3 a 4 del ciclo estral; durante los siguientes 10 a 12 días el embrión crecerá rápidamente y comenzara la formación de la placenta. Por tanto el mantenimiento del cuerpo lúteo y los altos niveles de progesterona dependen de la presencia de un embrión en desarrollo en el útero. (Perry, G. 2004)

**Cuadro N° 1** Fases Del Ciclo Estral

Fase	Día	Duración	Evento
<b>Estro</b>	0	10 – 12 hrs.	Maduración folicular, altos niveles de Estrógeno y pico de LH
<b>Metaestro</b>	1 - 3	5 – 7 días	Ovulación (dentro de las 12 – 18 hrs.) formación del cuerpo hemorrágico que no responde a la PGF <sup>2a</sup>
<b>Diestro</b>	5 – 18	10 – 15 días	Maduración del cuerpo lúteo – Altos niveles de Progesterona.
<b>Proestro</b>	19 – 21	3 días	Regresión del Cuerpo Lúteo, maduración del folículo e incremento de estrógenos

**Fuente:** Shearer, 2003

### ***1.1.6. Dinámica folicular.***

La eficiencia reproductiva en las hembras bovinas determina el desempeño de los hatos bovinos, eficiencia que está determinada a partir del desarrollo de los folículos contenidos en los ovarios. Estos folículos, que son la unidad fundamental, determinan desde el momento del nacimiento el potencial reproductivo que puede exhibir una hembra a lo largo de su vida.

Se conoce como dinámica folicular al proceso de crecimiento y regresión de folículos primordiales que conllevan al desarrollo de un folículo preovulatorio. En vacas, el desarrollo folicular ocurre en forma de ondas y se observan tanto en animales jóvenes como adultos, en vacas preñadas (excepto durante los últimos 30 días de gestación), durante el postparto y durante el ciclo estral. Entre 1 y 4 ondas de crecimiento y desarrollo folicular ocurren dentro un ciclo estral y el folículo preovulatorio se origina a partir de la última onda. (González, 2011)

El proceso por el cual los folículos se desarrollan en la vaca consta de 3 estados que son: Reclutamiento, Selección y Dominancia; para entender la dinámica folicular bovina debemos definir estos conceptos. (Gálvez, 2010)

**Reclutamiento:** Las gonadotropinas estimulan la entrada en crecimiento rápido de un grupo de folículos en número muy superior a la tasa de ovulación característica de la especie. (Haféz, 2002)

**Selección:** Uno o más de ese grupo de folículos es seleccionado para seguir creciendo, en número igual o similar a la tasa de ovulación de la especie, mientras que el resto entra en fase de atresia. (Palma, 2001)

**Dominancia:** El folículo o folículos dominantes (según la especie), alcanzan un desarrollo más rápido en un medio donde el crecimiento y desarrollo del resto del grupo de folículos está reducido. (López, 2010)

#### ***1.1.7. Ovogénesis.***

La ovogénesis comienza en la vida fetal con la división mitótica de las ovogonias. En determinado momento, estas células se transforman en ovocitos y comienzan el proceso de meiosis, el cual permite obtener una célula haploide capaz de ser fecundada (ovulo). Luego de comenzada la meiosis, los ovocitos son rodeados por células foliculares (células pregranulosas), y se produce la detención de la misma en el estadio de diploteno, profase I, ovocito I, denominado estado dictiático. (Cabodevilla, 2005)

Cuando se produce el pico preovulatorio de LH, solo el ovocito contenido en el folículo preovulatorio reinicia su meiosis hasta el estadio de metafase II, ovocito II, estadio en el cual ovula y permanece así, hasta que se contacte con el espermatozoide, en el momento de la fecundación y se transforme el ovulo. Se debe tener en cuenta que al momento del nacimiento, todas las hembras mamíferas nacen con una gran reserva de ovocitos los cuales declinan

rápidamente a medida que se llega a la pubertad. No se conoce si este mecanismo representa una eliminación de ovocitos defectuosos que afectarían la eficiencia reproductiva (Palma, 2001)

#### ***1.1.8. Foliculogénesis.***

Los folículos primordiales inician su crecimiento y diferenciación en un proceso aparentemente continuo pero irreversible que es conocido como foliculogénesis. Cuando un folículo primordial entra al grupo de crecimiento, este será conducido a uno de dos hechos: la degeneración por atresia (sufrida por el 99% o más) o la ovulación alcanzada por muy pocos. La formación de la cavidad del folículo que forma el antro líquido es el siguiente estadio en su desarrollo. (Iñiguez, 2004)

Los folículos antrales existen en el ovario bovino con diámetros comprendidos en el rango de 0.1 a 20 mm. Generalmente se acepta que la formación del antro es un evento influenciado por las gonadotropinas y que la FSH es la principal hormona responsable. La ultrasonografía proporcionó la evidencia definitiva de que esta última fase del desarrollo folicular se producen en forma de ondas a lo largo de todo el ciclo estral. (Albéitar, 2003)

#### ***1.1.9. Superovulación.***

La Superovulación (SPO) es la inducción de ovulaciones múltiples mediante el uso de gonadotropinas exógenas. Esta técnica es empleada en el procedimiento de producción y colecta de embriones y sin ella sería imposible llevar a cabo esta práctica de mejoramiento genético. El tratamiento de Superovulación más efectivo es aquel en el cual se elimina la detección del celo. (Serrano 2009)

### Gráfico N° 10 Ovarios bovinos superovulados



**Fuente:** Serrano J., 2009

#### ***1.1.9.1. Objetivo principal de la superovulación.***

El objetivo de la superovulación y de la transferencia embrionaria es obtener grandes números de embriones con elevado potencial de preñez. En función durante el tratamiento superovulatorio a fin de evaluar la respuesta folicular en la especie bovina (Maldonado et al., 2003)

#### ***1.1.9.2. Protocolos de superovulación.***

Para realizar este tratamiento utilizamos un dispositivo liberador de progesterona junto a una progesterona inyectable (P4) y [Benzoato de Estradiol](#) (BE). La nueva onda folicular se inicia al día 4 después de aplicado el BE. (Serrano, 2009)

El día 4 de tratamiento con P4 y BE comienza el verdadero tratamiento de Superovulación con FSH. Algunas de las hormonas que se emplean en esta técnica son la **eCG o Gonadotropina Coriónica Equina**: se produce en el endometrio de yeguas con 42 – 150 días de preñez. Tiene una vida media prolongada y es de bajo costo pero puede producir resultados variables, reacciones anafilácticas, quistes ováricos y reacción de anticuerpos. Su dosis es de 2.000 [UI](#) para novillas y 3.000 UI para vacas. (Ruscitto, 2010)

**FSH-P:** hormona folículo estimulante extraída de la pituitaria porcina obtenida de animales de matadero. Esta hormona viene liofilizada y una vez reconstituida debe permanecer bajo refrigeración. Comercialmente podemos encontrar esta hormona con los nombres de **Folltropin-V** y **Ovaset**. (Serrano, 2009)

EL siguiente es el cronograma de Superovulación utilizando las sustancias arriba mencionadas:

**Día 0:** Dispositivo liberador + P4 + BE

**Día 4 SPO:** FSH (mañana) – FSH (tarde)

**Día 5 SPO:** FSH (mañana) – FSH (tarde)

**Día 6 SPO:** FSH + PGF2 $\alpha$  (mañana) – FSH + PGF2 $\alpha$  y retirar el dispositivo.

**Día 7 SPO:** FSH (mañana) – FSH (tarde)

**Día 8 Estro:** IA + [GnRH](#) (mañana) – IA (tarde)

**Día 9:** IA (mañana)

**Día 15:** Colecta de embriones + PGF2a. (Palma, 2001)

#### ***1.1.10. Hormona gonadotropina menopáusica humana***

“Se describe como hMG a la hormona gonadotropina menopáusica humana, esta hormona se emplea como medicamento en tratamientos de reproducción asistida para estimular la ovulación.” (Ramos, 2009)

“La gonadotropina menopáusica humana se extrae de la orina de las mujeres menopáusicas y cuya acción contribuye a estimular el desarrollo de folículos múltiples y por lo tanto de muchos óvulos”. (Rodríguez, 2003)

### ***1.1.11. Inseminación artificial.***

La inseminación artificial es usada en animales para propagar buenas cualidades de un macho en muchas hembras. El semen es recolectado, refrigerado y/o congelado, y enviado a la ubicación de la hembra. La inseminación artificial de animales es una técnica reproductiva de uso muy común. Lo que permite un uso más amplio del potencial genético del animal ya que puede servir a un número mayor de hembras reproductoras. (Guevara, 2011).

#### ***1.1.11.1. Inseminación artificial en bovinos.***

Es una técnica muy empleada para lograr el mejoramiento genético de los rebaños bovinos. Se persigue principalmente el nacimiento de animales de alta productividad en un corto período de tiempo. Básicamente la inseminación artificial consiste en la introducción de semen de toros genéticamente calificados a los cuales se les ha recolectado el semen por distintos métodos. Este semen permanece conservado hasta el momento de su utilización.

La creciente implementación de la inseminación artificial ha sido posible mediante el desarrollo de un sistema de pruebas de progenie y la utilización de los subsiguientes registros de producción de leche como medida objetiva del rendimiento para la selección de toros mejorados, así como también de las técnicas de recolección y manejo de semen. (Gélvez, 2013)

#### ***1.1.11.2. Ventajas y desventajas de la inseminación artificial***

##### ***1.1.11.2.1. Ventajas.***

- ❖ Aprovechamiento del macho
- ❖ Mejoramiento genético
- ❖ Evita transmisión de enfermedades
- ❖ Aumenta la fertilidad

- ❖ Uso de sementales que están en malas condiciones físicas
- ❖ No importa el peso de los dos géneros
- ❖ Velocidad de cubrimiento
- ❖ Control absoluto del hato
- ❖ Apareamiento correctivo por tipo
- ❖ Costos

#### ***1.1.11.2.2. Desventajas.***

- ❖ La utilización de un toro no probado ni estudiado en cuanto a sus características genéticas, puede traer como consecuencia perdida o una disminución en la producción.
- ❖ Las enfermedades pueden propagarse con gran rapidez de toros que no se les lleva un control sanitario estricto. La adición de antibióticos en el diluyente, no es suficiente para controlar todas las enfermedades que pueden ser transmitidas por el semen. (Guevara, 2011)

#### ***1.1.11.3. Estado nutricional de los bovinos (hembras).***

La nutrición es el principal factor que influye en el desempeño reproductivo en mamíferos. Las funciones reproductivas como ciclicidad estral y el inicio de la gestación son funciones de escasa prioridad dentro de la escala de direccionamiento de nutrientes.; Estas funciones solo serán activadas cuando la demanda de nutrientes para mantenimiento, crecimiento y reserva haya sido superada. Conocer los factores nutricionales que interfieren en la reproducción de la hembra, es de vital importancia para posibles decisiones a ser tomadas dentro de los sistemas de producción ganaderos. (Bastidas, 1997).

#### ***1.1.12. Ecógrafo.***

El ecógrafo a través de los cristales de su transductor, mediante el efecto piezoeléctrico, genera una onda de ultrasonidos, que viaja por el interior de los

tejidos sobre los que incide. Esta onda se atenúa como consecuencia de la absorción, se refleja y se refracta a causa de la diferencia de impedancias acústicas (interface), dependientes de la densidad, que presentan los diferentes tejidos que componen los órganos.

Las ondas producidas por la reflexión en la interface (ecos) son recogidas por otros transductores que convierten las señales acústicas en señales eléctricas para su procesamiento y composición de la imagen. El procesamiento de la señal se basa en la asignación de una intensidad de color (normalmente dentro de la escala de grises) a cada punto proporcional a la intensidad del eco recibida. (Martínez, 2010)

**Gráfico N° 11** Ecógrafo portátil



**Fuente:** Ecografía y reproducción en la vaca (Quíntelas, Luis 2006)

#### *1.1.12.1. Diagrama de bloques del ecógrafo.*

**Gráfico N° 12** Tareas básicas que debe hacer un ecógrafo para obtener la imagen



**Fuente:** <http://www.lpi.tel.uva.es>, (2000)

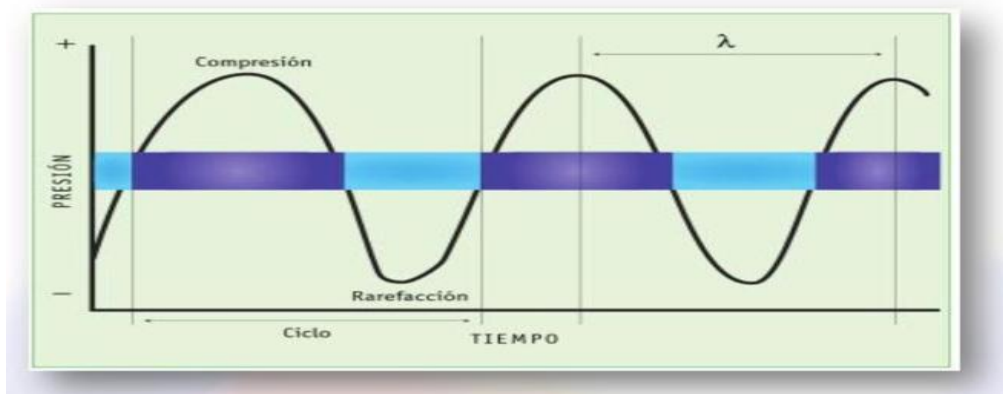
### **1.1.13. Ecografía.**

La ecografía es una técnica de diagnóstico por imagen que se utiliza fundamentalmente para evaluar los tejidos blandos. Se trata de un procedimiento seguro, no invasivo y que no utiliza radiaciones ionizantes, por lo que no produce efectos biológicos adversos. Las imágenes ecográficas corresponden al aspecto macroscópico de cortes anatómicos, mostrando la arquitectura interna de los diferentes órganos. Con la suma de cortes se puede obtener una idea tridimensional del tamaño, la forma y la estructura de los órganos. La información obtenida a partir de las imágenes ecográficas puede complementar los resultados obtenidos mediante otros procedimientos diagnósticos, como la radiología. (Madrid, 1992)

#### **1.1.13.1. Cómo funciona un ecógrafo.**

La ultrasonografía utiliza ondas de sonido de alta frecuencia que producen imágenes de los tejidos y órganos internos. El principio de funcionamiento consiste en una corriente eléctrica que llega al transductor, donde produce una vibración en sus cristales; éstos emiten ondas sonoras que llegan a los órganos en estudio. Los tejidos tienen la capacidad de reflejar las ondas de sonido, y el eco resultante es recibido por el transductor, que lo convierte nuevamente en corriente eléctrica. Dentro del equipo la misma es decodificada y transformada en imágenes bidimensionales en tonos de grises, del blanco al negro. (Quíntelas et al, 2006).

**Gráfico N° 13** Onda sónica



**Fuente:** Ecografía y reproducción de la vaca. (Quíntelas et al, 2006)

### ***1.1.13.2. Partes del ecógrafo.***

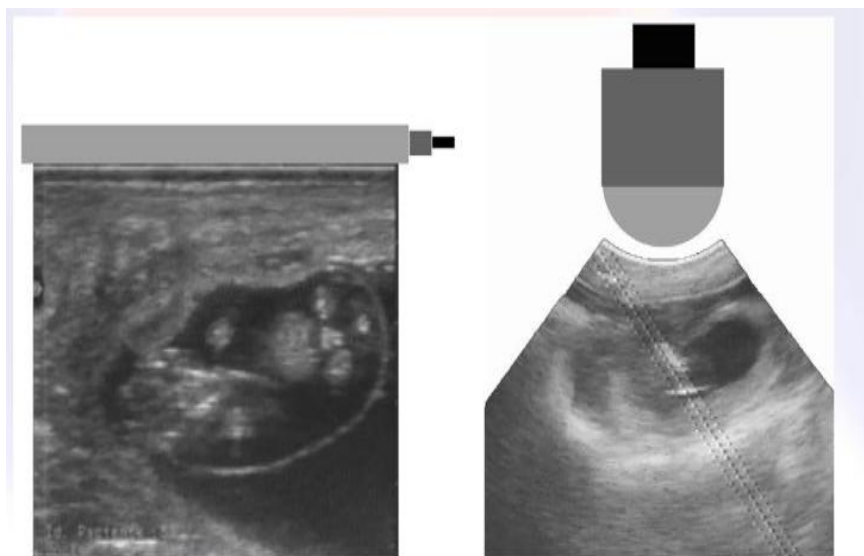
Consta de diferentes partes:

- 1.** Transductor o Sonda.
- 2.** Transmisor.
- 3.** Receptor y amplificador de señales.
- 4.** Tubos de rayos catódicos u osciloscopio.

#### ***1.1.13.2.1. Transductores.***

Un transductor o sonda emite ondas de sonido de baja intensidad y frecuencia elevada hacia los tejidos donde interaccionan con las interfaces de los mismos. Las ondas que se reflejan de vuelta al transductor, son enviadas a través de la sonda al ecógrafo en donde son analizadas y convertidas en una imagen en una escala de grises. (López, 2011)

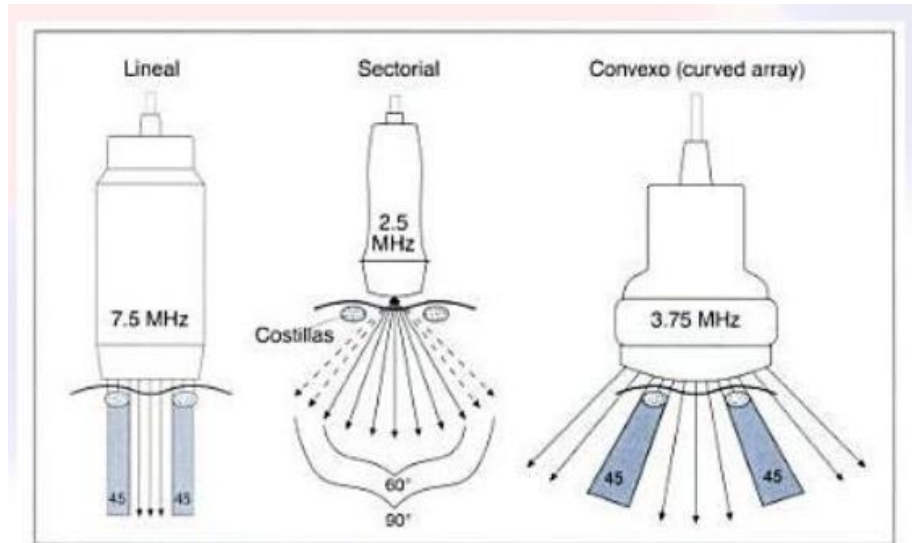
**Gráfico N° 14** Tipos de transductores por Quíntelas



**Fuente:** Ecografía y Reproducción en la vaca (Quíntelas, et al. 2006).

Los transductores se pueden presentar de tres formas: lineales, convexos o sectoriales.

**Gráfico N° 15** Tipos de transductores



**Fuente:** Curso básico de ecografía (Hofer, 2006)

#### ***1.1.13.2.1.1. Tipos de transductores***

- ❖ **Los Lineales.** Los cristales piezoeléctricos están alineados a lo largo de su superficie. Esta disposición permite que las ondas emitidas viajen de forma paralela y en línea recta. La imagen obtenida es rectangular, se corresponde con la superficie activa cubierta por el transductor y las más cercanas a él aparecen en la parte alta del monitor.
- ❖ **Los convexos.** Tienen una superficie convexa. Sus cristales están dispuestos sobre la superficie convexa por lo que la imagen obtenida con estos transductores es en forma de abanico semiabierto. Constituyen el intermedio entre lineales y sectoriales. Fueron diseñados para facilitar la obtención de ovocitos a través de punciones foliculares intraováricas. También pueden emplearse en la ablación de quistes foliculares y folículos dominantes.

- ❖ **Sectoriales.** O también llamados de sector tienen una superficie semicircular y sus cristales piezoeléctricos están organizados de esa forma. Las imágenes obtenidas son en forma de abanico completamente abierto. Su uso fundamental es en humanos, sin embargo también se emplean en animales, sobre todo en el diagnóstico de tendones en equinos, y en el diagnóstico de los órganos del tórax y abdomen en las especies menores. Su ventaja radica en que requiere muy poca superficie de contacto para realizar el diagnóstico. (López, 2011)

#### ***1.1.13.2.1.2. Transmisor.***

Regula el envío de los ultrasonidos por parte del transductor. Permite controlar la duración y frecuencia de los pulsos ultrasónicos.

#### ***1.1.13.2.1.3. Receptor y amplificador de señales.***

Componente donde se recogen los impulsos eléctricos generados en el transductor

#### ***1.1.13.2.1.4. Tubos de rayos catódicos u osciloscopio.***

Estructura en la que se procesan los ecos que llegan desde el amplificador de señales.

#### ***1.1.13.3. Beneficios que presenta el uso de la ecografía para los sistemas productivos bovinos.***

- ❖ Venta de vacas vacías, lo que permite reducir costos de alimentación y mejorar el uso de pasturas.
- ❖ Mediante la identificación de los terneros/as que provienen de partos múltiples, así como la eliminación de vacas con problemas reproductivos, permite incrementar la fertilidad del hato en el tiempo.

- ❖ Se puede realizar lotes distintos de parición de acuerdo al período de gestación, lo que mejora la supervisión de partos.
- ❖ Aumenta la cantidad de animales de reemplazo disponibles para la selección de animales para frigorífico u otros fines. (Larriera, 2008)

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

**BE.-** Benzoato de Estradiol.

**C.L.-** Cuerpo lúteo

**CATECOLAMINAS.-** Las catecolaminas (también llamadas aminohormonas) son neurotransmisores que se vierten al torrente sanguíneo (en lugar de las hendiduras sinápticas, como corresponde normalmente a los neurotransmisores).

**ENDOCRINO.-** De las glándulas también llamadas de secreción interna, que vierten sus secreciones directamente a la sangre, o relacionado con ellas.

**FSH.-** Hormona Folículoestimulante

**F.L.-** Folículo

**Gn-RH.-** la hormona liberadora de gonadotropinas

**GONADOTROPINA.-** Las gonadotropinas o gonadotrofinas son una serie de hormonas secretadas por la hipófisis (glándula pituitaria), gracias a la hormona liberadora de gonadotropinas (Gn-RH), y están implicadas en la regulación de la reproducción en los vertebrados.

**HMG.-** Hormona Gonadotropina Menopáusica Humana.

**I.A.-** Inseminación artificial

**INDUCCIÓN.-** Influencia que se ejerce sobre una persona para que realice una acción o piense del modo que se desea, especialmente si es negativo.

**LH.-** Hormona Luteinizante

**MENOPÁUSICA.-** La transición menopáusica es un período que ocurre aproximadamente cuatro años antes de la menopausia como consecuencia del agotamiento folicular.

**P4.-** Progesterona.

**SUPEROVULACIÓN.-** La Superovulación (SPO) es la inducción de ovulaciones múltiples mediante el uso de gonadotropinas exógenas. Esta técnica es empleada en el procedimiento de producción y colecta de embriones y sin ella sería imposible llevar a cabo esta práctica de mejoramiento genético.

**SPO.-** Superovulación

## **CAPÍTULO II**

### ***2. Materiales y Métodos***

En el presente capítulo se detalla, los materiales, equipos, implementos, herramientas, métodos y tipo de investigación, la ubicación del lugar donde se llevó a cabo el ensayo de la evaluación de la superovulación con la hormona gonadotropina menopáusica humana en bovinos.

#### ***2.1. Descripción del lugar del ensayo de la evaluación de la superovulación en la hacienda “El Márquez” provincia de Tungurahua, parroquia Cunchibamba.***

##### ***2.1.1. Ubicación política geográfica de la práctica***

La práctica se realizó en la Hacienda “El Márquez”, provincia de Tungurahua, parroquia rural Cunchibamba, barrio Centro, en la que se determinó la evaluación de la superovulación con la hormona gonadotropina menopáusica humana en bovinos.

##### ***2.1.2. División política territorial***

Provincia: Tungurahua

Cantón: Ambato

Parroquia: Cunchibamba

Barrio: Centro

### 2.1.3. Situación geográfica.

**Longitud:** -78.6

**Latitud:** -1.13333

**Altitud:** 2900 msnm.

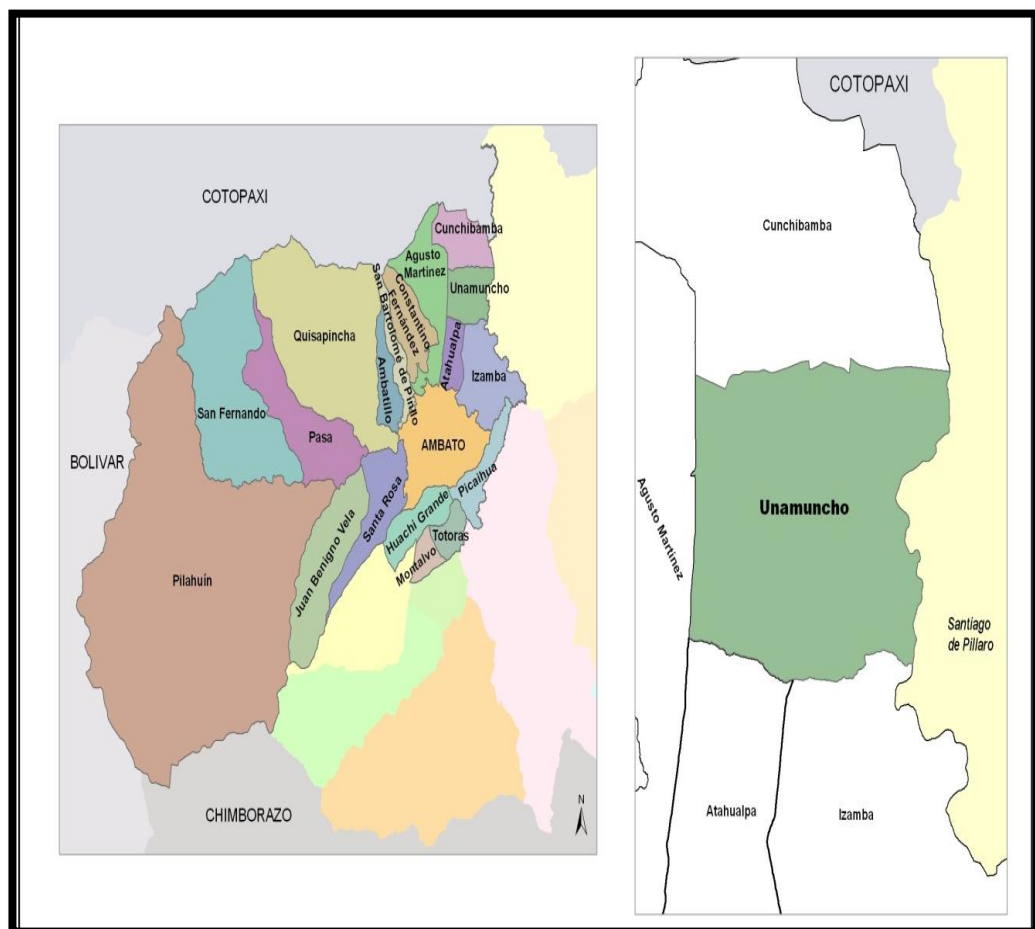
**Superficie territorial:** 18,9 Km<sup>2</sup> que corresponde al 1,87 % del área cantonal.

### 2.1.4. Condiciones climáticas

Humedad relativa promedio: 75%

Temperatura promedio: 8 a 19 ° C.

**Grafico N° 16.** Mapa de Ubicación de la parroquia Cunchibamba



**Fuente:** Plan de desarrollo territorial GAD Ambato

**Cuadro 2.** Características Climáticas y Edafológicas

<b>Variables</b>	<b>Características climáticas y edafológicas</b>
<b>Precipitación</b>	400 a 1000 ml de lluvia anual.
<b>Nubosidad promedio</b>	Irregular.
<b>Altitud</b>	2900 m.s.n.m.
<b>Humedad relativa</b>	75 % anual.
<b>Clima</b>	Templado
<b>Temperatura</b>	8 °C promedio anual.
<b>Heliografía</b>	145.5395 horas sol/mes/promedio anual
<b>Velocidad del viento</b>	2.5 m/s
<b>Viento dominante</b>	SE
<b>Pluviosidad</b>	550 mm anuales.

**Fuente:** INAMI

## ***2.2. Recursos necesarios***

### ***2.2.1. Recurso humano.***

Postulante: Fredy Javier Puentestar Palma

Director: Dr. Cristian Arcos Álvarez

### ***2.2.2. Recursos tecnológicos.***

- ❖ Laptop
- ❖ Flash memory
- ❖ Cámara

### ***2.2.3. Movilización***

- ❖ Transporte terrestre

#### **2.2.4. Materiales de laboratorio.**

- ❖ Guantes ginecológicos
- ❖ Guantes de chequeo
- ❖ Jeringuillas de 10 y 20 ml
- ❖ Ecógrafo
- ❖ Sondas de lavado
- ❖ Guía de sonda

#### **2.3. Datos técnicos del ecógrafo.**

##### **❖ Partes del equipo**

##### **Base**

- ❖ Es la que produce los impulsos eléctricos que van a los cristales.
- ❖ Igualmente recibe los impulsos eléctricos de los cristales, los amplifica, procesa y despliega una imagen.
- ❖ La base viene provista de un software (humano, veterinario o ambos).
- ❖ Permite la conexión a impresoras térmicas.
- ❖ Grabar imágenes en USB, videos, etc.
- ❖ Posee controles para modificar la emisión del ultrasonido a los efectos de poder enfocar una zona, aumentar o disminuir la ganancia total o por zona (depende del fabricante).

##### **Software**

- ❖ Identificar al paciente.
- ❖ Colocar comentarios.
- ❖ Agrandar o achicar la imagen.
- ❖ Hacer mediciones entre dos puntos.
- ❖ Hacer mediciones de superficies (óvalos, circunferencias, o áreas determinadas por el operador).
- ❖ Congelar la imagen.
- ❖ Guardar datos e imágenes.
- ❖ Estudiar o guardar una sucesión corta de imágenes.

- ❖ Asociar mediciones determinadas con edades de gestación

Un equipo ultrasonográfico se compone de dos partes su base en la cual están todos los comandos que nos permiten manejar el ecógrafo y un software el cual es de mucha ayuda ya que podemos guardar datos, congelar imágenes, realizar mediciones, colocar comentarios, tener una base de datos con referencias.

### ***2.3.1. Características técnicas del equipo.***

- ❖ Modelo: 1210
- ❖ Marca: IMAGO
- ❖ Peso: 1,8 kg
- ❖ Dimensiones: 14 x 23 x 10,5 cm (9,03" x 5,49" x 4,12").
- ❖ Pantalla: 6,5".
- ❖ Teclado de pantalla táctil
- ❖ Carcasa de magnesio.
- ❖ Baterías intercambiables
- ❖ Interfaz de usuario intuitiva
- ❖ 256 niveles de grises.
- ❖ Ajuste de brillo.
- ❖ Control de la ganancia.
- ❖ 3 profundidades de exploración.
- ❖ Foco: 3 zonas de focalización.
- ❖ Congela la imagen.
- ❖ Mediciones: distancia, superficie, circunferencia y medida automática de la grasa dorsal, tablas de gestación.
- ❖ Función texto.
- ❖ Método B - B/B - B/M.
- ❖ Salida vídeo.
- ❖ Memorización de los arreglos.
- ❖ Tablas de gestación

Compacto, portátil, ligero, pero muy robusto, el IMAGO responde perfectamente a todas las aplicaciones veterinarias.

Diseñado con la última tecnología, se puede utilizar con una amplia gama de sondas multifrecuencia (sector lineal, recto abdominal convexa). Con una resolución de imagen de muy alta calidad.

La batería reemplazable garantiza una autonomía de un día y el puerto hombro intensiva, una gran libertad de movimiento.

### ***2.3.2. Aplicaciones en reproducción bovina.***

Algunos de los usos, en especial de diagnóstico, investigación y manejo reproductivo son:

- ❖ Caracterización de ondas foliculares.
- ❖ Diagnóstico de patologías del aparato reproductor.
- ❖ Diagnóstico temprano de gestación.
- ❖ Punción y aspiración folicular para colectar ovocitos.
- ❖ Evaluación ginecológica de donantes y receptoras de embriones.
- ❖ Determinación del momento de inicio de superovulación de donantes
- ❖ Respuesta superovulatoria.

### ***2.4. Tipo de investigación.***

Los tipos de investigación que se utilizaron son de tipo: descriptiva, exploratoria, y no experimental.

#### ***2.4.1. Investigación descriptiva.***

Se recopiló la información investigativa, es decir los resultados se obtuvieron en el desarrollo de la investigación, el mismo que por sus condiciones y especificidad se efectuó en el lugar donde se realizó la investigación.

#### ***2.4.2. Investigación exploratoria.***

La investigación se fundamentó en bases científicas, tomando información relevante de documentos, libros, revistas científicas, tesis, proyectos de internet, e internacionales, las mismas que facilitaron la elaboración de la investigación.

#### ***2.4.3. Investigación no experimental.***

Se entiende por investigación no experimental cuando se realiza un estudio sin manipular deliberadamente las variables. La investigación no experimental es la búsqueda empírica y sistemática, en el método no experimental el investigador se limita a seleccionar los sujetos que ya poseen esos valores de la variable independiente.

### ***2.5. Metodología.***

En el presente trabajo investigativo se utilizaron los métodos inductivo y deductivo.

#### ***2.5.1. Método inductivo***

El método inductivo intenta ordenar la observación tratando de extraer conclusiones de carácter universal desde la acumulación de datos particulares.

En la presente investigación se aplicó este método para adquirir conclusiones del proceso del ensayo de tal modo que permita conseguir datos definidos y fiables.

Este método es el que va de lo general a lo específico es utilizado en la parte de recopilación de datos como se detalla en el capítulo uno.

### **2.5.2. Método deductivo.**

Este método parte o está enfocado para obtener las conclusiones de casos particulares, modelos teóricos, la explicación y abstracción, antes de recoger datos empíricos, hacer observaciones o emplear experimentos.

En esta investigación se utilizó para establecer una observación detallada de cada uno de los procesos con el fin de lograr resultados verdaderos en la evaluación del efecto de superovulación en el ganado bovino.

### **2.6. Manejo del ensayo.**

- ❖ Chequeo ginecológico.
- ❖ Selección de los animales para protocolo de sincronización de celo.
- ❖ Establecimiento del protocolo de superovulación.
- ❖ Chequeo ginecológico con la utilización del ecógrafo.
- ❖ Palpación rectal para detección de cuerpos lúteos.
- ❖ Determinación de ovocitos sin fertilizar.
- ❖ Determinación de embriones transferibles y no transferibles.

#### **2.6.1. Animales.**

Receptoras: 8 Vacas de alto valor genético que cumplan con un buen manejo alimenticio, sanitario, no presenten enfermedades hereditarias.

##### **2.6.1.1. Unidad experimental.**

La investigación se realizó en 8 vacas receptoras de las cuales se pudo observar el número de folículos ováricos, y cuerpos lúteos pos ovulación, cada una constituye una unidad experimental.

### 2.6.1.2. Distribución del ensayo.

**Cuadro 3.** Distribución del ensayo.

OVULACIÓN	Folículos ováricos	Cuerpos luteos pos ovulación	TOTAL
TRATAMIENTOS	T1 600 U.I	T2 800 U.I	1425 U.I

**Fuente:** Directa

**Autor:** PUENTESTAR, Javier

### 2.6.1.3. Selección de vacas receptoras.

No presentar enfermedades hereditarias, ciclos estrales regulares, no tener enfermedades que afecten la fertilidad.

## 2.7. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se realizó la prueba del T' de student ya que se aplicó cuando la población estudiada sigue una distribución normal pero el tamaño muestral es demasiado pequeño.

### 2.7.1. Descripción de los tratamientos.

**Cuadro 4.** Descripción de los tratamientos

TRATAMIENTO	SIMBOLOGIA	UNIDAD EXPERIMENTAL
Aplicación de la hormona en dosis de 600 U.I	T1	4
Aplicación de la hormona en dosis de 800 U.I	T2	4
TOTAL		8

**Fuente:** Directa

**Autor:** PUENTESTAR, Javier

**DATOS**

Pergonal 75 UI      Ampolla para humanos      300 UI/vaca

**Cuadro N° 5** Protocolo de sincronización con la HGM

Datos	06:00 am	Dosis 600 UI	06:00 pm	Dosis 800 UI	06:00 am	06:00 pm
Día 1	-----		-----			
Día 9	20 ml	150 UI	20 ml	200 UI	26.6 ml	26.6 ml
Día 10	10ml	75 UI	10ml	100 UI	13.3 ml	13.3 ml
Día 11	5.06 ml + PGF2 $\alpha$ (estrumate) 4ml	38 UI + 4 ml (estrumate)	5.06 ml + PGF2 $\alpha$ (estrumate) 4ml	50 UI + 4 ml (estrumate)	6.6 ml + 4 ml (estrumate)	6.6 ml + 4 ml (estrumate)
Día 12	4.92 ml	37.5 UI	4.92 ml	49.5 UI	6.5 ml	6.5 ml
Día 13	I.A		I.A		I.A	I.A
<b>Total de dosis aplicadas</b>	40 ml	40 ml			53 ml	53 ml
<b>186 ml</b>	<b>19 ampollas ----- 75 UI</b>					

**Fuente:** Directa

**Autor:** PUENTESTAR, Javier

## 2.8. Operacionalización de las categorías fundamentales

**Cuadro N° 6** Variables para la evaluación de la superovulación con la hormona gonadotropina menopáusica humana en bovinos, en el laboratorio de biotecnología de la Reproducción de la Carrera de Medicina Veterinaria de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADORES
<b>Hormona Menopáusica Humana (hMG)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>❖ folículos ováricos.</li><li>❖ cuerpos lúteos pos ovulación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>❖ Número (#)</li><li>❖ Número (#)</li></ul>

**Fuente:** Directa

**Autor:** PUENTESTAR, Javier

## CAPITULO III

### 3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

**Cuadro 7. Respuesta de la superovulación con HMG**

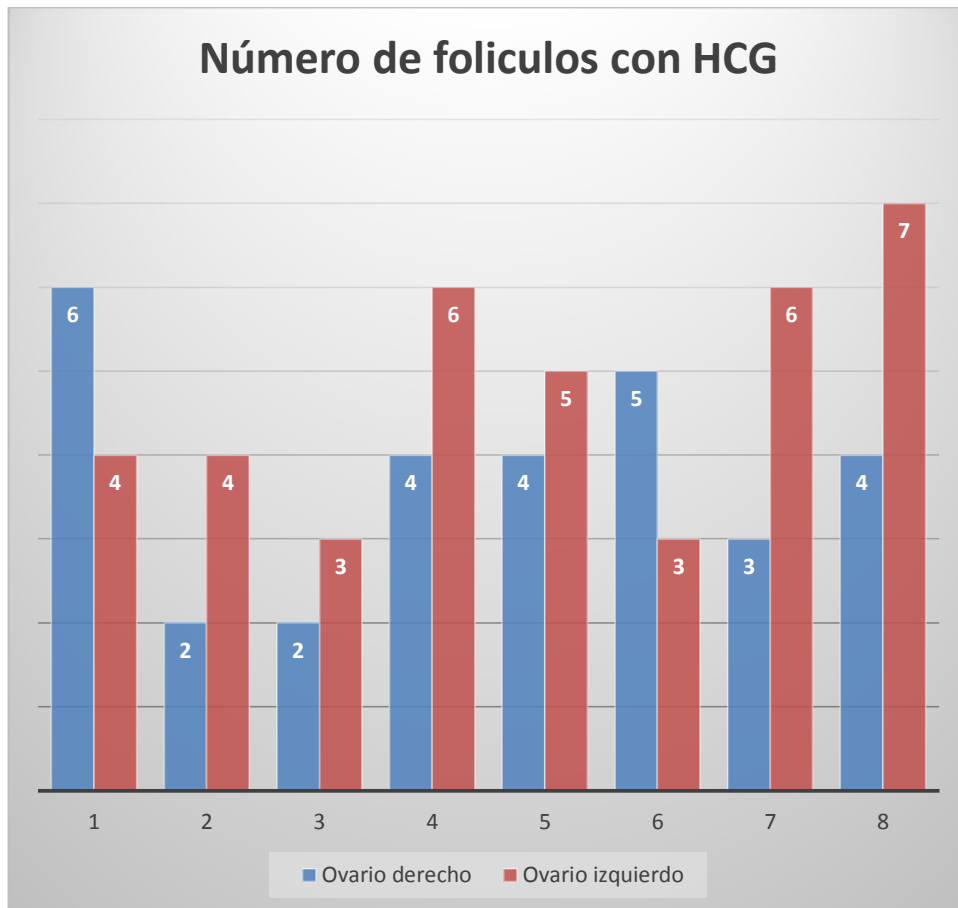
<b>FOLICULOS CELO</b>				
<b>Número de animales</b>	<b>Ovario derecho</b>	<b>Ovario izquierdo</b>	<b>Condición Corporal</b>	<b>Tratamiento</b>
<b>1</b>	6	4	3	HMG
<b>2</b>	2	4	3	HMG
<b>3</b>	2	3	3	HMG
<b>4</b>	4	6	3	HMG
<b>5</b>	4	5	3	HMG
<b>6</b>	5	3	3	HMG
<b>7</b>	3	6	3	HMG
<b>8</b>	4	7	3	HMG
<b>PROMEDIO</b>	<b>3.75</b>	<b>4.75</b>		

**Fuente:** Directa

**Autor:** PUENTESTAR, Javier

En el cuadro 7 se puede observar los folículos presentes en el ovario derecho e izquierdo, se encontró una media de 3,75 en ovario derecho y 4,75 en ovario izquierdo, lo que representa que mediante la inoculación de HMG se logró una superovulación con una respuesta mínima comparada con la hormona FSH porcina.

**Cuadro 8. Respuesta de la superovulación con HMG**



**Fuente:** Directa

**Autor:** PUENTESTAR, Javier

Se puede determinar gráficamente el número de folículos en cada uno de los ovarios de las ocho vacas en estudio, en donde se puede observar que la HMG a superovulados a los animales, que su respuesta dentro de los parámetros de superovulación es menor pero se comprueba que la hormona sintetizada de la mujer ejerce una función de FSH y LH en animales.

**Cuadro 9. Respuesta de la ovulación en animales superovulados con HMG**

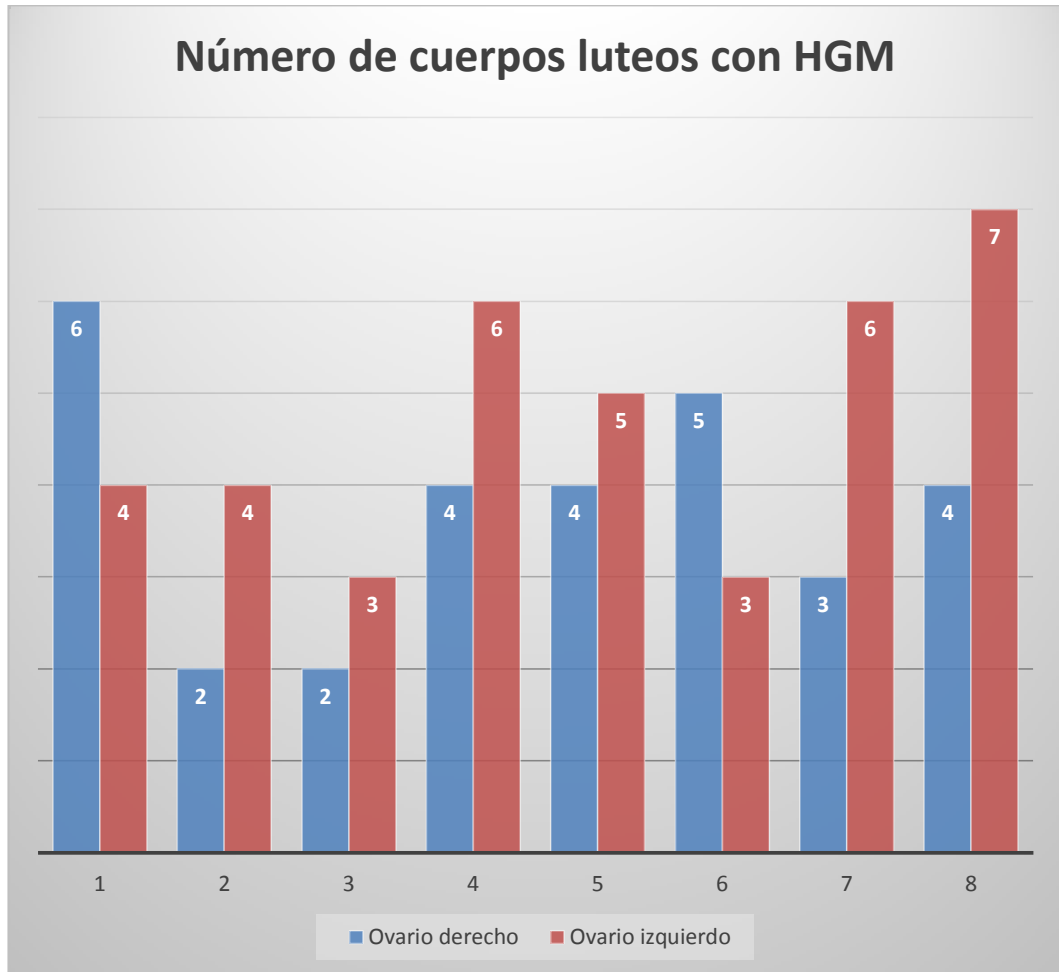
<b>FOLICULOS CELO</b>				
<b>Número de animales</b>	<b>Ovario derecho</b>	<b>Ovario izquierdo</b>	<b>Condición Corporal</b>	<b>Tratamiento</b>
<b>1</b>	6	4	3	HMG
<b>2</b>	2	4	3	HMG
<b>3</b>	2	3	3	HMG
<b>4</b>	4	6	3	HMG
<b>5</b>	4	5	3	HMG
<b>6</b>	5	3	3	HMG
<b>7</b>	3	6	3	HMG
<b>8</b>	4	7	3	HMG
<b>PROMEDIO</b>	3.75	4.75		

**Fuente:** Directa

**Autor:** PUENTESTAR, Javier

El cuadro 9 verifica el número de folículos ovulados ya que se ha determinado que coincide el número de estructuras foliculares como en estructuras ovuladas (cuerpos luteos).

**Cuadro 10. Respuesta de la ovulación con HMG**



**Fuente:** Directa

**Autor:** PUENTESTAR, Javier

El grafico 10 evidencia el número de estructuras ovuladas, la misma que nos sirve como una constante de una buena verificación de estructuras superovulados, las mismas que por ser el ovario una estructura tridimensional el eco puede no identificar ciertas estructuras, ya que el estudio con ecografía determina la práctica.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados se concluye lo siguiente:

- ❖ Los folículos localizados mediante ecografía transrectal una media de 3,75 en el ovario derecho y 4,75 en el ovario izquierdo, con una ratificación similar en la localización de cuerpos lúteos.
  
- ❖ La ovulación de folículos se produjo en su totalidad, verificándose en el número de cuerpos lúteos que se corresponden en el número.

## RECOMENDACIONES

- ❖ Realizar otras investigaciones donde se determine si existe la producción de antihormonas a la presencia de HMG.
- ❖ Inmediatamente antes de comenzar el tratamiento de superovulación, controlar la funcionalidad de los ovarios. Por lo que se puede recurrir a la ecografía, o utilizar la palpación transrectal.
- ❖ Profundizar investigaciones sobre el tema probando nuevos protocolos de superovulación.
- ❖ Realizar futuros estudios con un número mayor de vacas, tomar en cuenta al comenzar el tratamiento de superovulación para obtener buenos resultados en las respuestas de los tratamientos son varios los factores que se deben tomar en cuenta a la hora de seleccionar animales como raza, edad, estado sanitario, medio ambiente, alimentación y condición corporal.

## BIBLIOGRAFIA

### LIBROS IMPRESOS

1. Haféz E.S.E. B., 2002 “Reproducción e inseminación artificial en bovinos”. Pág. 29
2. Longe J.R, Salisbury G.W., N. L. Vandemark, “Fisiología de la reproducción e inseminación artificial de los Bóvidos” editorial W. H. Freeman and Company 1978. Pág. 96 - 99
3. Palma Gustavo A. MV, PhD, 2001 “Biotecnología de la reproducción” primera edición. Pág. 37.

### LIBROS ELECTRÓNICOS

1. Adams, G. P. (2003) “Patrones comparativos de desarrollo del folículo y la selección de los rumiantes”. J. Reprod. Fétil. (Suppl.) 54:17-32.
2. Antón Marcuello y Truchuelo (2008) “Manual de Endocrinología” 3ra Edición pág. 9, Tipos de hormonas.
3. Bearden, J. H., J. y W. Fuquay, (2006) “Animal Aplicada reproducción”. Prentice Hall, Inc, 5ª edición, Alta Saddle River, NJ, pág. 40, 57- 60.
4. Caravaca Rodríguez F. P. (2003 – 2005) “Bases de la Producción Animal” primera edición 2003 y primera reimpresión 2005 Secretariado de publicaciones de la Universidad de Sevilla pág. 147 Fertilidad.
5. Fanjul Luisa, Hiriart Marcia (1998) “Biología Funcional de los Animales” primera edición pág. 215, Función de las hormonas.
6. Gallego Martínez Laureano, López J. Julián Garde, (2005) “Nuevas Técnicas de Reproducción Asistida Aplicadas a la Producción Animal.”
7. Garcia, R. M., M. Amstalden, C. D. Morrison, Keisler D.H., y G.L. Williams. (2003) “Edad a la pubertad”, grasa total y conjugada contenido de ácido linoleico de la carcasa, y circulando metabólico hormonas en novillas alimentadas con una dieta rica en ácido linoleico principio a los cuatro meses de edad. J. Anim. Sci. 81:261-268.

8. García Barajas Laura Beatriz, Gama Fuertes Pearson María de los Ángeles (2005) “Biología 2 biodiversidad pluricelular”, educación México segunda edición, pág. 107.
9. Koolman Jan, Klaus-Heinrich Röhm (2004) “Bioquímica texto y atlas”, tercera edición revisada y ampliada, editorial medica panamericana s.a, pág. 370.
10. Kunkle, W. E., R. Sand S. y P. Garcés-Yépez. (2002) “Estrategias para el desarrollo exitoso de las vaquillas de carne”. Instituto de Alimentos y Agricultura Sciences. Florida Cooperative Extensión Service, Universidad de Florida. SS-ANS-15.
11. Liebich Georg, Horst E. König, Hans (2008) 135 “Anatomía de los animales domésticos Tomo 2” 2da edición ampliada y corregida editorial medica panamericana Pág. 135
12. Noakes, DE, TJ Parkison e Inglaterra GCW. (2001) “Reproducción Veterinaria de Arturo y Obstetricia”. 8 ° ed. Harcourt Publishers Ltd. London, UK, pág. 497- 499.
13. Palacios Raufast Luis, Blasco Mínguez Josefina, González Vicente Alfaro (2005) “Fisiología animal” VOLUMEN 1 Mecanismo de acción hormonal. Publicacions I Edicions De La Universitat de Barcelona pág. 111
14. Scavone Lucila (1999), “Género y Salud Reproductiva en América Latina”, Schillo, K. K., J. B. Hall, S. y M. Hileman. “Efectos de los la nutrición y la temporada en el inicio de la pubertad en la vaca de carne”. (1992) J. Anim Sci. 70:3994 - 4005.
15. Senger, P. L. (1999) “Camino al embarazo y el parto”. 1 Rev. ed. Concepciones actuales, Inc., Pullman, Washington. Pág. 254.
16. Sisson S., J. D. Grossman, y el Getty R. (1975) “Anatomía de los Animales Domésticos”. Philadelphia: Saunders.
17. Van Eerdenburg, FJCM, D. Karthaus, MAM Taverne, I. Merics y Szenci (2002). “La relación entre el estro puntuación conductual y el tiempo de la ovulación en el ganado lechero”. J. Dairy Sci. 85:1150 - 1156.
18. Vishwanath, R. (2003) “Inseminación artificial: el estado de la técnica”. Theriogenology 59:571 - 584.

19. Wiltbank, M.C, A. Gümen, and R. Sartory. (2006 – 2007) Compendio de Reproducción Animal de Intervet (9o. Edición). Pág. 34 – 35
20. Wagner, JF, Veenhuizen EL, Gregory RP, y LV Tonkinson. (1968) “La fertilidad en el tratamiento de carne de vaca vaquilla” J. Anim. Sci. 27:1627 -1630.
21. Wehrman, ME, FN Kojima, T. Sánchez, Mariscal DV, y J. E. Kinder. (1996) “La incidencia de pubertad precoz en el desarrollo de novillas de carne”. J. Anim. Sci. 74:2462 - 2467.

## **INTERNET**

- a. Tesis de la Universidad Veracruzana, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Monografía profesional (la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) u su papel en la reproducción bovina) realizada por Eric López Landa en julio 2009.  
<http://cdigital.uv.mx/bitstream/12345678/143/1/EricLopezLanda.pdf>
- b. Tesis de la Universidad Veracruzana, de la Facultad de Medicina Veterinaria Y Zootecnia, con el tema “Respuesta ovárica a un estímulo superovulatorio con diferentes niveles de FSH en ovinos pelibuey” realizada por Guadalupe Pliego Palacios en el año 2005.  
<http://cdigital.uv.mx/bitstream/12345678/177/1/GuadalupePliegoPalacios.pdf>
- c. Tesis con el tema fertilidad en ovejas de pelo, sincronizadas con acetato de medroxiprogesterona y gonadotropina Coriónica equina, realizado la investigación por: José Luis Hernández Olivos en julio del 2010.  
<http://cdigital.uv.mx/bitstream/12345678/706/1/Tesis.pdf>

## **ARTÍCULOS DE ESPECIALIDADES VETERINARIAS**

- a. Guillón L. “Nuevas alternativas para la superovulación de donantes de embriones”, Laboratorio Syntex, Provincia de Buenos Aires.

[http://www.syntexar.com/es/trabajos\\_tecnicos/nuevas\\_alternativas\\_para\\_la\\_superovulacion\\_de\\_donantes\\_de\\_embriones?PHPSESSID=c337baef8e66a2fed8c1ac9dab9f3682](http://www.syntexar.com/es/trabajos_tecnicos/nuevas_alternativas_para_la_superovulacion_de_donantes_de_embriones?PHPSESSID=c337baef8e66a2fed8c1ac9dab9f3682) .

- b. Ecured (2012). La fertilidad de los bovinos. Viernes, 1 de febrero de 2012  
<http://www.prepafacil.com/cbtis/Main/ConceptoHormonas>
- c. Gómez Ramón Gasque (2008) Enciclopedia Bovina MVZ primera edición  
Universidad Nacional Autónoma de México  
[http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/e\\_bovina/indice.pdf](http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/e_bovina/indice.pdf)
- d. Sugano M, Takano T, Sato N, Ohsaki J, S Watanabe.(1995), Estación  
Experimental Ganadería Fukushima, Japón.  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8720060>

## REVISTA

- a. Revista CES / Medicina Veterinaria y Zootecnia / Volumen 2 / Número 2 /  
Julio – Diciembre de 2007 / ISSN 1900-9607  
<http://www.revistamvzces.com/revistas/vol2no2/articulo8.pdf>

## FUENTES ELECTRÓNICAS

- a. ALBEITAR, (2003) Ondas foliculares en bovinos. Su importancia en la  
sincronización de celos  
[http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/3351/ARTICULOS-RUMIANTES\\_ARCHIVO/Ondas-foliculares-en-bovinos.-Su-importancia-en-la-sincronizaci&oacuten-de-celos.html](http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/3351/ARTICULOS-RUMIANTES_ARCHIVO/Ondas-foliculares-en-bovinos.-Su-importancia-en-la-sincronizaci&oacuten-de-celos.html)
- b. BECALUBA (2007) objetivo principal de la superovulación, sitio argentino  
de producción animal
- c. [http://www.produccionanimal.com.ar/informacion\\_tecnica/transplante\\_emb\\_rionario/17-superovulacion.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/transplante_emb_rionario/17-superovulacion.pdf)
- d. CABODEVILA J. TORQUATI S. (2005) Biotecnología de la  
Reproducción superovulación  
[http://www.reprobiotec.com/libro\\_rojo/capitulo\\_05.pdf](http://www.reprobiotec.com/libro_rojo/capitulo_05.pdf)

- e. COLLAGUAZO Mauricio (2009) Anatomía y Fisiología de la Vaca  
<http://personal.globered.com/reproduccion/categoria.asp?idcat=23>
- f. DEJARNETTE MEL, NEBEL RAY. Anatomía y Fisiología de la reproducción Bovina.  
[http://www.selectsires.com/dairy/SpainResources/reproductive\\_anatomy\\_spanish.pdf](http://www.selectsires.com/dairy/SpainResources/reproductive_anatomy_spanish.pdf)
- g. GELVÉZ (2010) Mecanismo de acción hormonal  
[http://mundopecuario.com/tema263/fisiologia\\_animal/hormonas\\_accion\\_hormonal-2098.html](http://mundopecuario.com/tema263/fisiologia_animal/hormonas_accion_hormonal-2098.html)
- h. IÑIGUEZ Fernando (2004) salud animal  
<http://www.webveterinaria.com/virbac/news23/bovinos.pdf>
- i. MELO (2008) Nutrición y fertilidad en vacas de cría, Universidad Católica de Córdoba  
[http://www.vet.unicen.edu.ar/html/Areas/Prod\\_Animal/Documentos/Condition%20Corporal.pdf](http://www.vet.unicen.edu.ar/html/Areas/Prod_Animal/Documentos/Condition%20Corporal.pdf)
- j. PURSLEY J. Richard y MARTINS Joao Paulo (2012) Mejora de la fertilidad de vacas en lactación  
<http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/11275/ARTICULOSRUMIANTES/Mejora-de-la-fertilidad-de-vacas-en-lactacion.html>
- k. RIVERA Humberto (2009) M, MS Revisión anatómica del aparato reproductor de las vacas (Accelerated Genetics)  
<http://www.dcrcouncil.org/media/Public/Rivera%20DCRCH%202009.pdf>
- l. ROSALES (2008) Gestación, Fisiología Prenatal y Parto: (Con énfasis en la vaca). <http://es.scribd.com/doc/23408582/10/PLACENTOMAS>
- m. RUSCITTO (2010) Superovulación  
[http://www.ehowenespanol.com/protocolo-superovulacion-hechos\\_44551/](http://www.ehowenespanol.com/protocolo-superovulacion-hechos_44551/)
- n. SERRANO J.(2009) superovulación en Bovinos (una publicación para ganaderos) <http://jairoserano.com/2009/01/superovulacion-en-bovinos/>
- o. SOTO Y VILLAMOR (2007) las hormonas  
<http://www.definicionabc.com/general/hormona.php> Biotecnología

- p. SINTEX (2005) FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DEL BOVINO [http://www.produccionanimal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/71-fisiologia\\_reproductiva\\_del\\_bovino.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/71-fisiologia_reproductiva_del_bovino.pdf)
- q. TRUJILLO (2008) ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA DEL TRACTO REPRODUCTIVO DE LA HEMBRA BOVINA parte 2 <http://cegbucc.foroes.biz/t23-anatomia-y-fisiologia-del-tracto-reproductivo-parte-2>
- r. VARGAS (2011) El aparato reproductor de la vaca Morfología, estructura y función (Parte I) <http://salesganasal.com/intro/2011/10/19/el-aparato-reproductor-de-la-vaca-morfologia-estructura-y-funcion-parte-i/>
- s. YANGUMA Carlos (2009) Anatomía y Fisiología del aparato reproductor de la vaca <http://reproduccioncarlos.blogspot.com/2009/08/aparato-reproductor-de-la-hembra-bovina.html>

# ANEXOS

Protocolo usado en el ensayo

Datos	06:00 am	Dosis 600 UI	06:00 pm	Dosis 800 UI	06:00 am	06:00 pm
Día 1	-----		-----			
Día 9	20 ml	150 UI	20 ml	200 UI	26.6 ml	26.6 ml
Día 10	10ml	75 UI	10ml	100 UI	13.3 ml	13.3 ml
Día 11	5.06 ml + PGF2 $\alpha$ (estrumate) 4ml	38 UI + 4 ml (estrumate)	5.06 ml + PGF2 $\alpha$ (estrumate) 4ml	50 UI + 4 ml (estrumate)	6.6 ml + 4 ml (estrumate)	6.6 ml + 4 ml (estrumate)
Día 12	4.92 ml	37.5 UI	4.92 ml	49.5 UI	6.5 ml	6.5 ml
Día 13	I.A		I.A		I.A	I.A

Fuente: Directa

Autor: PUENTESTAR, Javier



Ecógrafo Veterinario



Marca y modelo del ecógrafo veterinario



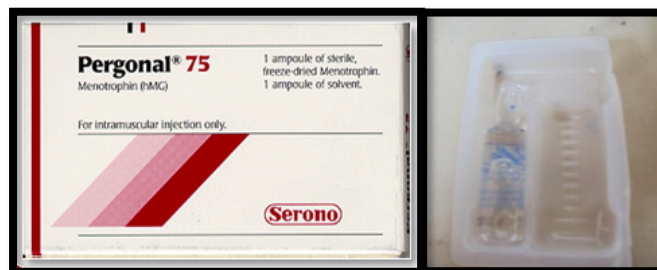
Identificando la población para la investigación



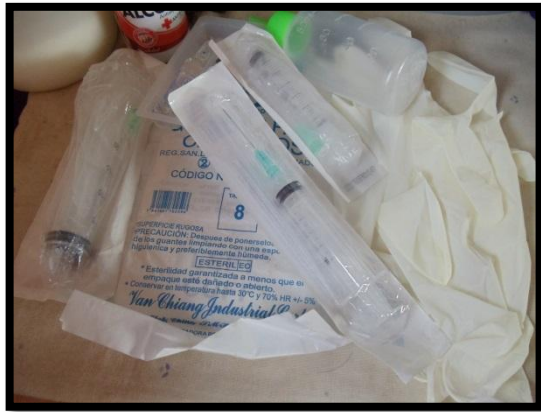
Selección de la vacas para el ensayo según su condición corporal



Preparación para aplicar la hormona a las vacas



Hormona menopáusic humana (Pergonal 75 UI)



Materiales



Realizando palpación rectal en una vaca

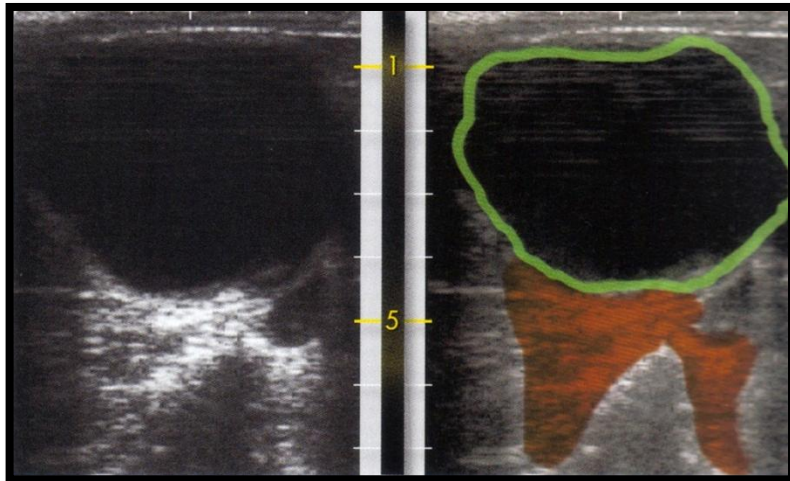
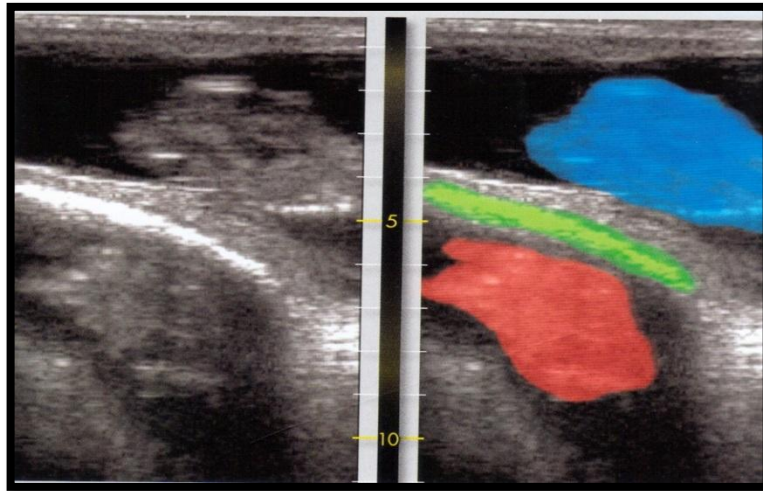
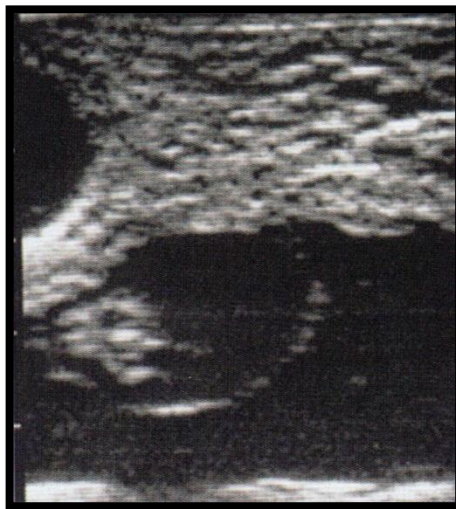


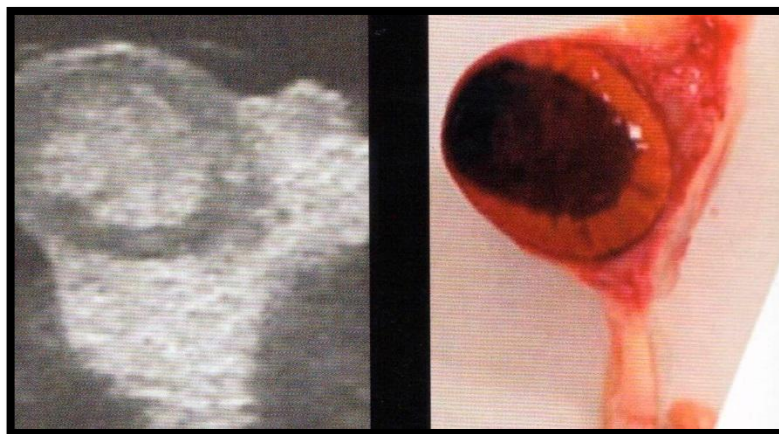
Imagen especular y la anchura del ha



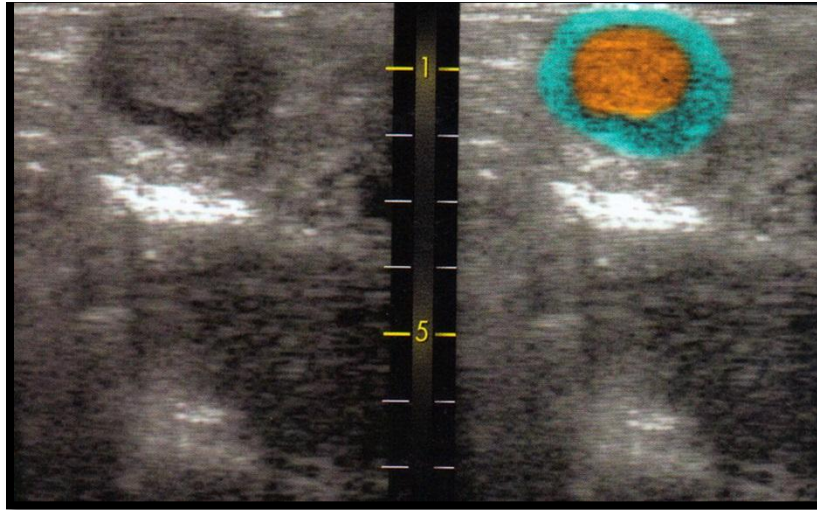
Reflexión de los ultrasonidos



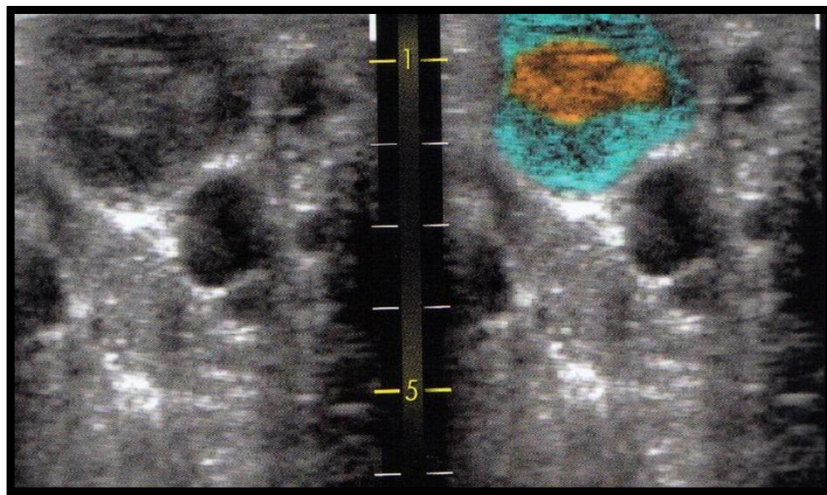
Ecografía de los ovarios



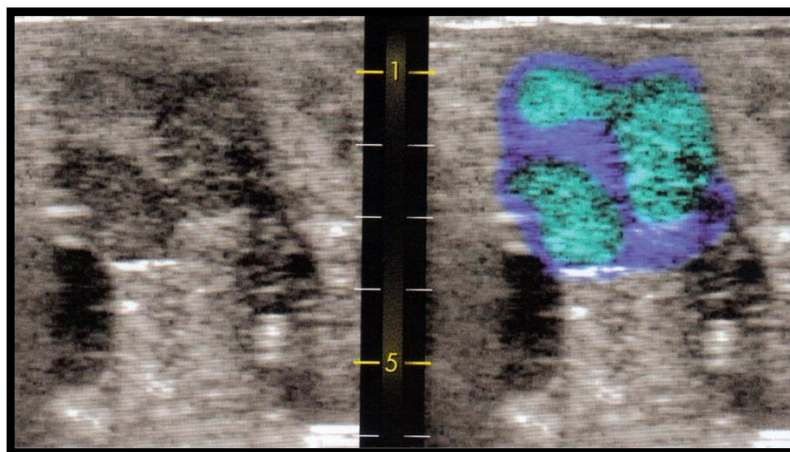
Cuerpo lúteo joven



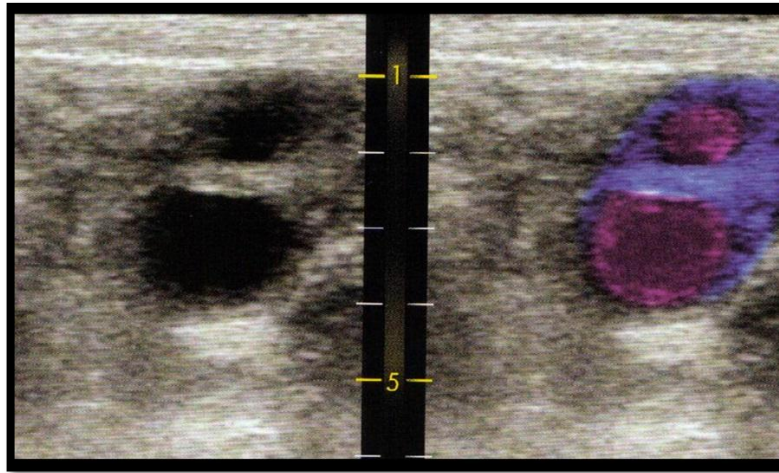
Cuerpo lúteo



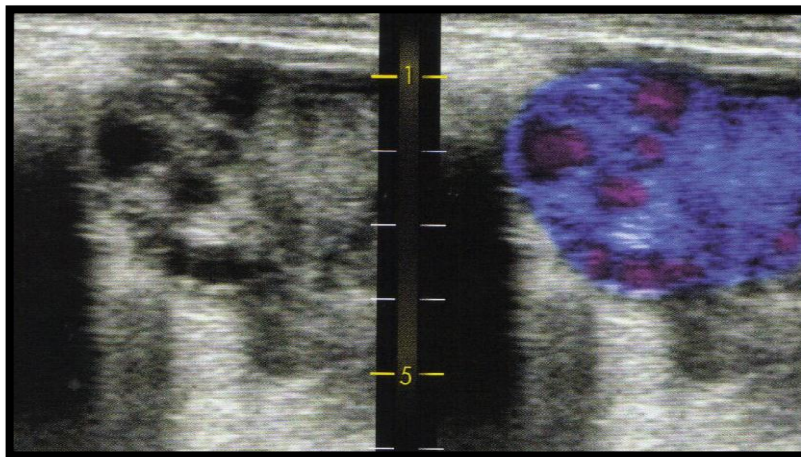
Cuerpo lúteo



Cuerpos luteos con cavidad



Folículos



Folículos pequeños