



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CENTRO DE POSTGRADO

Maestría en
“REPRODUCCIÓN ANIMAL”

***“EFECTO DE LA HORMONA GONADOTROPINA CORIONICA EQUINA
(eCG) EN LA MADURACION FOLICULAR EN BOVINOS CON SU CRIA
AL PIE”***

**Diseño de Tesis previo a la obtención
del título de MAGISTER EN
REPRODUCCION ANIMAL**

Autor: Dr. Edwin Salomón Yunga Ayavaca

Director: Dra. Eliana Patricia Merchán Peñafiel. MgSc.

Cuenca – Ecuador
2013



RESUMEN

El uso de biotecnologías reproductivas en la ganadería, ayuda a concentrar y planificar los eventos de importancia en la economía ganadera, la aplicación de programas de IATF reduce los gastos por mano de obra en la detección de celos y así programar las pariciones a lo largo del año. El uso de eCG mejora varios parámetros en ciertas categorías de hembras bovinas al introducirla en un IATF. El objetivo de esta investigación fue mejorar el crecimiento del folículo ovulatorio en bovinos hembras de raza Holstein Mestizas con su cría al pie a partir de la aplicación de eCG en un protocolo de IATF. Se emplearon 30 vacas con ternero al pie, de 2 a 5 partos, CC de 2,5 a 3,5 y de 45 a 150 días pos-parto; se dividió en dos grupos: Grupo A.- IATF + eCG, Grupo B.- IATF. Los fármacos hormonales fueron los mismos para ambos grupos a excepción de la eCG que fue destinada solo para el grupo A. Los datos se levantaron al inicio y final del tratamiento. En los ADEVA's se obtuvieron diferencias significativas en el tamaño de los folículos: 12,60 mm (IATF + eCG) vs 5,89mm (IATF). Se concluye que la eCG asociada a un IATF promueve un mejor desarrollo de los folículos ovulatorios, estimula la dominancia folicular, y mejora las manifestaciones de celo. **Palabras clave: eCG, IATF, celo, vaca con cría al pie.**



ABSTRAC

The use of reproductive biotechnologies in livestock, helps to concentrate and plan major events in the livestock economy, the implementation of programs IATF reduces labor expenses in heat detection and calving schedule and over year. The use of eCG improves several parameters in certain categories of female cattle to place it in a TAI. The objective of this research was to improve ovulatory follicle growth in cattle Holstein Crossbred females with calf at foot from eCG applying a TAI protocol. 30 cows were used with calf foot 2 to 5 deliveries, body score of 2.5 to 3.5 and 45 to 150 days postpartum, and were divided into two groups: Group A - TAI + eCG, Group B. - TAI. Hormonal agents were the same for both groups except the eCG was intended only for Group A. The data were collected at the beginning and end of treatment. In the ANOVA's were significant differences in the size of the follicles: 12.60 mm (IATF + eCG) vs 5.89 mm (IATF). It is concluded that eCG promotes IATF associated with a better development of ovulatory follicles, stimulates follicular dominance, and improves the manifestations of estrus. **Keywords: eCG, IATF, estrus, cow with calf at foot.**



INDICE

Contenido

1. INTRODUCCION.....	7
2. REVISION DE LITERATURA.	9
2.1 ANATOMÍA REPRODUCTIVA DE LA HEMBRA BOVINA.	9
2.1.1 Ovarios.....	9
2.1.2 Oviductos.....	9
2.1.3	
Útero.....	1
0	
2.1.7 Vagina.....	
11	
2.1.8 Vulva.....	
12	
2.2 FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DE LA HEMBRA BOVINA.....	13
2.2.1 Control neuroendócrino de la reproducción.....	
14	
2.2.2 Dinámica folicular.....	16
2.2.3 Ciclo estral en la hembra bovina.....	17
2.2.4 Conducta sexual y Celo.....	20
2.3 HORMONAS QUE INTERVIENEN EN LA REPRODUCCIÓN.....	22
2.3.1 Hormona Hipotalámica (GnRH).....	22



	UNIVERSIDAD DE CUENCA	FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
2.3.2	Hormonas Adenohipofisarias (FSH) y (LH).....	23
2.3.3	Hormona Neurohipofisaria (oxitócica).....	23
2.4	HORMONAS GONADALES Y DEL TRACTO REPRODUCTIVO DE LA VACA	24
2.4.1	Los estrógenos.....	24
2.4.2	Progesterona (P4).....	25
2.4.3	La inhibina.....	25
2.4.4	Prostaglandina F2 α (PGF2 α).....	25
2.5	EL AMAMANTAMIENTO Y LA REPRODUCCIÓN.	27
2.6	HORMONAS DEL AMAMANTAMIENTO.....	29
2.6.1	Prolactina.....	29
2.6.2	Oxitocina.....	30
2.6.3	Opioides.....	30
2.7	ANESTRO.	31
2.7.1	Anestro por lactancia.....	31
2.8	INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO “IATF”	32
2.8.1	Ventajas y desventajas de la inseminación artificial	33
2.8.2	Fundamentos de la IATF.....	34
2.8.3	Protocolos de IATF.....	34
2.9	GONADOTROPINA CORIÓNICA EQUINA (eCG, PMSG).....	36
2.9.1	Fundamentos.....	36
2.9.2	Mecanismo de acción de la eCG.....	36
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	38



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

3.1	MATERIALES.	38
3.1.1	Materiales de campo.....	38
3.1.2	Materiales de escritorio.....	39
3.2	MÉTODOS.	39
3.2.1	Ubicación Geográfica.....	39
3.2.2	Diseño.....	39
3.2.3	Descripción del diseño experimental.....	40
3.2.4	Modelo matemático del diseño.....	40
3.2.5	Prueba de chi cuadrado para las variables del experimento.....	40
3.2.6	Caracterización de la unidad de análisis.....	41
3.2.7	Criterios de inclusión y exclusión.....	41
3.2.8	Procedimientos para la ejecución del experimento.....	41
3.2.9	Información de campo.....	42
3.2.10	Resumen de datos.....	43
3.2.11	Análisis estadístico.....	44
3.2.12	Esquema del ADEVA del DBA.....	45
3.3	HIPOTESIS.	35
4.	RESULTADOS.	45
4.1	EVALUACIÓN ECOGRÁFICA INICIAL DE LOS OVARIOS DE LAS VACAS.....	46
4.2	ECOGRAFÍA DE LOS OVARIOS POS-TRATAMIENTO “IATF”	48
4.3	RESULTADO DE LAS MANIFESTACIONES DE CELO POS-TRATAMIENTO.....	49
4.4	ANALISIS DE VARIANZA DEL TAMAÑO DE LOS OVARIOS.	50
4.4.1	Desarrollo del ovario derecho de los tratamientos.....	50
4.4.2	Desarrollo del ovario izquierdo de los tratamientos.....	53
4.5	ANALISIS DE VARIANZA DEL NÚMERO DE FOLÍCULOS.....	55
4.5.1	Número de folículos pos-tratamiento del ovario derecho.....	55
4.5.2	Número de folículos pos-tratamiento del ovario izquierdo.....	57

AUTOR: Edwin Yunga A



UNIVERSIDAD DE CUENCA	FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
4.6	ANÁLISIS DE VARIANZA DEL TAMAÑO DEL FOLÍCULO..... 59
4.6.1	Tamaño del folículo dominante pos-tratamiento..... 59
4.6.2	Prueba de D.M.S. 5%..... 59
4.6.3	Manifestaciones de celo generadas por los tratamientos.....62
5.	DISCUSIÓN..... 64
6.	CONCLUSIÓN 66
7.	RECOMENDACIONES 67



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Frecuencia de folículos de los ovarios derecho e izquierdo de los animales seleccionados para el experimento.	46
Cuadro 2. Frecuencia de cuerpos lúteos de los ovarios derecho e izquierdo de los animales seleccionados para el experimento.	47
Cuadro 3. Presencia de folículos en ovarios derecho e izquierdo de los animales seleccionados para el experimento luego de aplicados los tratamientos.	48
Cuadro 4. Efecto de los tratamientos sobre la manifestación de estro en los animales empleados en el experimento.	49
Cuadro 5. Valores promedio en mm de los ovarios derechos en los tratamientos.	50
Cuadro 5.1 Análisis de variación (ADEVA) del desarrollo de los ovarios derechos en mm generado por los tratamientos.....	41
Cuadro 6. Valores promedios en mm de los ovarios izquierdos obtenidos en la investigación.....	43
Cuadro 6.1. Análisis de variación (ADEVA) del desarrollo de los ovarios Izquierdos generado por los tratamientos.....	43
Cuadro 7. Valores promedios del número de folículos pos-tratamiento del ovario derecho.....	45
Cuadro 7.1. Análisis de variación (ADEVA) del número de folículos post tratamientos del ovario derecho.....	45
Cuadro N 8. Valores promedios del número de folículos pos-tratamiento del ovario izquierdo.....	47
Cuadro 8.1. Análisis de variación (ADEVA) del Número de folículos post tratamientos del ovario izquierdo.....	47
Cuadro 9. Valores promedios del tamaño en mm de los folículos dominantes pos-tratamiento.....	49



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Cuadro 9.1. Análisis de variación (ADEVA) del tamaño de folículos en mm obtenidos post-tratamientos.....	49
Cuadro 10. Análisis de X^2 para las manifestaciones de celo en los tratamientos: IATF y IATF + eCG.....	51



INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Tamaño de los ovarios derechos en los dos grupos de vacas Holstein mestiza tratadas con “IATF” e “IATF + eCG”	52
Gráfico 2. Tamaño del ovario izquierdo en los dos grupos de vacas Holstein mestiza tratadas con “IATF” e “IATF + eCG”	54
Gráfico 3. Número de folículos del ovario derecho generados por los tratamientos en los dos grupos de vacas.....	56
Gráfico 4. Número de folículos del ovario izquierdo generados por los tratamientos en los dos grupos de vacas.....	58
Gráfico 5. Tamaño en mm de los folículos dominantes pos-tratamiento.....	61
Gráfico 6. Animales con celo y sin celo luego de la aplicación de los protocolos en los dos grupos de vacas.....	63



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Estructuras Anatómicas del aparato Reproductor de la hembra bovina	13
Figura 2	Control neuro-endocrino de la hembra bovina.	14
Figura 3	Esquema de la Dinámica Folicular durante el ciclo estral bovino.	17



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

INDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 1 HOJA DE CAMPO	74
ANEXO N° 2 HORMONAS UTILIZADAS EN EL EXPERIMENTO	75
ANEXO N° 3 HORMONAS PARA EL IATF	76
ANEXO N° 4 ECOGRAFO MINDRAY	77
ANEXO N°5 BOVINOS PARA EL EXPERIMENTO CON SU RESPECTIVO TERNERO.....	78
ANEXO N° 6 BOVINOS CON EL IMPLANTE CIDR	79
ANEXO N° 7 IMÁGENES ECOGRAFICAS OBTENIDAS EN EL EXPERIMENTO ...	80
ANEXO N° 8 IMÁGENES ECOGRAFICAS OBTENIDAS EN EL EXPERIMENTO ...	81
ANEXO N° 9 IMÁGENES ECOGRAFICAS OBTENIDAS EN EL EXPERIMENTO ...	82



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Yo, Edwin Salomón Yunga Ayavaca, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Efecto de la Hormona Gonadotropina Corionica Equina (eCG) en la maduración Folicular en Bovinos con su cría al Pie . El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Edwin Salomón Yunga Ayavaca
0103878195

Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316

e-mail cdjbv@ucuenca.edu.ec casilla No. 1103

Cuenca - Ecuador



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Yo, Edwin Salomón Yunga Ayavaca, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Edwin Salomón Yunga Ayavaca
0103878195

Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316

e-mail cdjbv@ucuenca.edu.ec casilla No. 1103

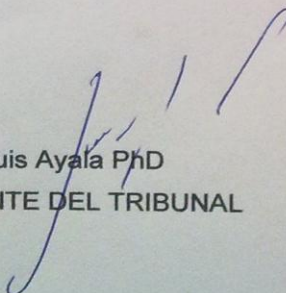
Cuenca - Ecuador

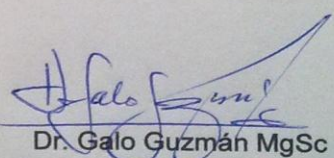


CERTIFICACIÓN

El Tribunal de tesis y grado CERTIFICA que el trabajo de investigación denominado *"EFECTO DE LA HORMONA GONADOTROPINA CORIONICA EQUINA (eCG) EN LA MADURACION FOLICULAR EN BOVINOS CON SU CRIA AL PIE"* realizado por el maestrante: Edwin Salomón Yunga Ayavaca, ha sido revisado y aprobado ajustándose a las normas establecidas por el Departamento de Posgrados de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca.

Cuenca, 15 de Mayo de 2013


Dr. Luis Ayala PhD
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL


Dr. Galo Guzmán MgSc
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



UNIVERSIDAD DE CUENCA


FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dra. Patricia Merchán P. MgSc. DIRECTORA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICA:

Que el presente trabajo de investigación realizado por el maestrante: Edwin Salomón Yunga Ayavaca, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, ajustándose a las normas establecidas por el Departamento de Posgrados de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca; por lo que autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

Cuenca, 15 de Mayo de 2013


Dra. Patricia Merchán P. MgSc.
DIRECTOR



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

AGRADECIMIENTO

Mis más sinceros agradecimientos a todas las personas que colaboraron para el desarrollo de este trabajo de investigación.

Del mismo modo mi eterna gratitud a quienes han apoyado esta etapa de crecimiento en mi formación profesional: Novia, familiares y amigos

Edwin



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

DEDICATORIA

Este trabajo dedico con especial agrado a Ruth mi amada novia, por su apoyo y ánimo que me brinda día con día para alcanzar nuevas metas, tanto profesionales como personales gracias por creer en mí.

A mi Papa José y Mama María y Hermanos quienes con su sacrificio y constancia me apoyaron incondicionalmente en este nuevo logro profesional.



1. INTRODUCCION.

La optimización de la eficiencia reproductiva es uno de los principales factores que contribuyen para mejorar el retorno económico de una explotación ganadera. Sin lugar a dudas el crecimiento y desarrollo folicular se correlaciona directamente con la tasa de preñez con un impacto importante para el establecimiento ganadero (1). Lograr un ternero por vaca por año en cualquier sistema de producción bovina, significa que las hembras deberían estar nuevamente preñadas entre los 75 y los 85 días pos-parto (1)

Los niveles de concepción en las hembras bovinas que están con su cría al pie es muy variable y se ubica entre el 27,6% el 67,7%, la duración del anestro en estos animales es variable dependiendo en factores como el estado nutricional y la presencia de distocias, presencia continua del becerro que inhibe la secreción continua de la hormona liberadora de las gonadotropinas o GnRH y hormona luteinizante o LH lo que causa un retraso en el crecimiento de los folículos y por ende el retraso de una nueva etapa de gestación (2).

En los sistema de explotación extensivo tradicionales requieren la presencia del ternero para realizar el proceso de ordeño por lo que la producción y reproducción se ve afectada al interactuar las hormonas de la reproducción y de la lactación reflejándose en la variabilidad del periodo de duración del anestro posponiendo una nueva gestación.

Con la finalidad de mejorar el desempeño reproductivo de las vacas con cría al pie, reflejado en un adecuado desarrollo y crecimiento folicular, se han utilizado tratamientos hormonales para Inseminación Artificial a Tiempo Fijo o IATF solos y en combinación con la hormona Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) la misma que se vincula a los receptores foliculares de la hormona folículo



UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
estimulante (FSH) y de la hormona luteinizante (LH), y a los receptores de LH del Cuerpo Lúteo, creando de esta forma mejores condiciones de crecimiento folicular, ovulación y luteinización (3).

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo:

Mejorar el crecimiento del folículo ovulatorio en bovinos hembras Holstein Mestiza con su cría al pie, a partir de la aplicación de Gonadotropina Coriónica (eCG) en un protocolo de IATF.

Los objetivos específicos fueron:

- Realizar un chequeo de los ovarios previo al tratamiento utilizando ecógrafo.
- Comparar el crecimiento folicular entre los protocolos: Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF).- Benzoato de Estradiol (BE) + Progesterona (P4) + Cipionato de Estradiol (ECP) + Prostaglandina (PGF2 α);
- Y IATF + eCG.- Benzoato de Estradiol (BE) + Progesterona (P4) + Cipionato de Estradiol (ECP) + Prostaglandina (PGF2 α) + Gonadotropina Corionica Equina (eCG). en vacas Holstein mestizas.
- Determinar la presencia de manifestaciones de celo en los animales post-tratamiento



2. REVISION DE LITERATURA.

2.1 ANATOMÍA REPRODUCTIVA DE LA HEMBRA BOVINA.

El estudio de la reproducción de la hembra bovina requiere un pleno conocimiento de las estructuras anatómicas en cuanto a lo que se refiere a ubicación anatómica y exploración manual; así, los órganos que conforman el aparato genital permitirán, la formación del ovulo, fecundación y desarrollo fetal hasta el parto (4). Haciendo una revisión de dentro hacia fuera tenemos los siguientes órganos:

2.1.1 Ovarios.

Los ovarios son órganos principales de la reproducción de la hembra y tiene forma ovoide, miden en promedio de 3-4 cm de longitud, 2-3 cm de ancho y 1-2 cm de espesor, en la hembra no gestante se ubican a nivel de la bifurcación de los cuernos, junto a la pared lateral externa cuyas funciones son las de producir los gametos femeninos (óvulos) ,función exocrina así como la de producir y secretar hormonas de la reproducción (Estrógenos y progesterona, inhibina, folistatina ,relaxina ,activinas) ,función endocrina. En la superficie del ovario se puede encontrar la presencia de dos estructuras como son el cuerpo lúteo y los folículos ovulatorios (4); (5).

2.1.2 Oviductos.

Son tubos sinuosos en un número de dos, de 20 a 30 cm de longitud que se extienden desde las extremidades de los cuernos hasta los ovarios, captan al óvulo y lo conducen hacia el útero. Se dividen en tres regiones: a) pabellón, formado por fimbrias que toman la forma de embudo; b) ampolla tubárica, tiene



UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
un diámetro de 3 a 5 mm y es donde se produce la fecundación; c) Itsmo, tiene un diámetro de 0,8 a 1 mm, es el más largo y se extiende desde la ámpula hasta el cuerno correspondiente (4); (5).

Cada uno de estos segmentos está adaptado para desempeñar su función. Por lo tanto el oviducto a través de su motilidad recibe el óvulo u óvulos y empuja los cigotos hacia el interior del útero, mientras que su secreción proporciona un entorno adecuado para la supervivencia de los gametos, su fertilización y para los primeros días críticos de la vida embrionaria (6).

2.1.3 Útero.

Es un órgano tubular hueco, musculo membranoso que se sitúa por delante de la vagina, hasta la bifurcación de la estructura. Se encuentra situado en la cavidad abdominal, pero puede conseguirse parte de su estructura posterior en el interior de la cavidad pelviana, se encuentra fijado a las paredes de la cavidad pelviana por el ligamento ancho del útero (4); (5).

2.1.4 Cuello uterino.

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), Se sitúa entre el útero y la vagina, mide de 10 a 15 cm y de 3 a 5 cm en vacas adultas, variando en función de la edad y el número de partos, en la vaca es el punto de referencia para la localización del aparato genital (4).

Tiene como función proporcionar una barrera protectora que es relativamente eficaz contra las infecciones ascendentes, excepto en las especies cuyo semen se deposita intrauterinamente. La integridad morfológica y funcional del



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

útero y cuello uterino es necesaria para establecer y mantener la gestación y para el parto (4); (5).

2.1.5 Cuerpo del útero.

Es un órgano bicorne, situado de 25 a 45cm de la vulva, en posición anterior con respecto al cérvix, mide de 9 a 12cm de diámetro transversal por 2-5cm de longitud (4).

2.1.6 Cuernos Uterinos.

Están unidos en una distancia de 15 cm. A nivel de la separación de los cuernos tienen un diámetro de 3 a 4 cm que va disminuyendo e incurvando a medida que se extienden (4); (5).

Entre las funciones que se desempeña el útero se pueden mencionar las siguientes:

1. Sirve como sitio de transporte para los espermatozoides hacia el sitio de fecundación.
2. Regula la vida del cuerpo lúteo a través de la producción de prostaglandina.
3. Permite el desarrollo del producto durante la gestación y la expulsión del mismo durante el parto (4); (5).

2.1.7 Vagina.

Se extiende desde el cérvix hasta el vestíbulo, en la hembra no gestante la vagina y el vestíbulo vaginal miden de 15 a 30cm. Durante la gestación el útero desciende en la cavidad abdominal extendiendo la vagina. Se relaciona



UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
dorsalmente con el recto, ventralmente con la vejiga y la uretra. Sirve como órgano copulador y segmento final del canal de parto, el semen es depositado en la porción anterior de la Vagina (4); (5).

2.1.8 Vulva.

Comprende el vestíbulo vaginal y los labios vulvares, por dentro de la comisura inferior se encuentran el clítoris de unos 10 cm de longitud siendo visible solamente la extremidad sin considerarse como órgano estimulador de la hembra. Los labios vulvares son gruesos y arrugados con una comisura ventral que termina en un borde agudo, proyectado hacia afuera, en el que existe un pequeño mechón de pelos; tiene tres funciones principales: dejar pasar la orina, abrirse para permitir la cópula y sirve como parte del canal de parto (4); (5).

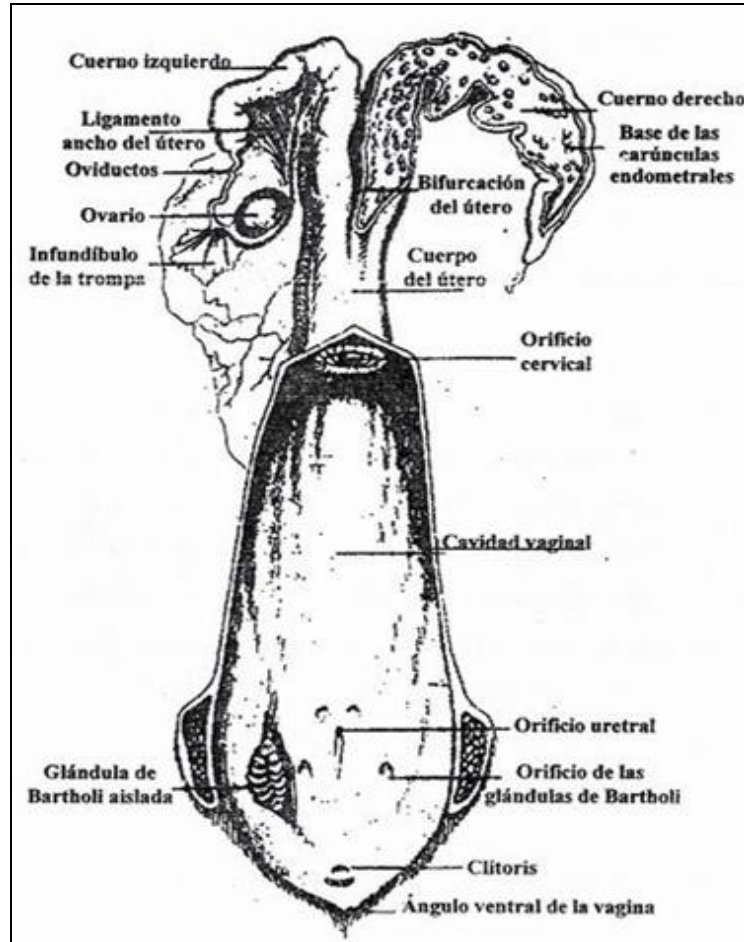


Figura 1 Estructuras Anatómicas del aparato Reproductor de la hembra bovina

Fuente: Reproducción animal aplicada (2)

2.2 FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DE LA HEMBRA BOVINA.

La reproducción en casi todas las especies animales está regulada por un mecanismo neuro-humoral en ambos sexos que debe estar sincronizado pues se inicia con cambios químicos en diferentes lugares y etapas, y que empieza a manifestarse en el cortejo (5). La eficiencia reproductiva en las hembras bovinas está determinada a partir del desarrollo de los folículos contenidos en los ovarios involucrando directamente el desempeño de los hatos bovinos (7).



2.2.1 Control neuroendócrino de la reproducción.

La reproducción, cuyo referente es el ciclo estral, está regulada por una interacción hormonal regida por el eje hipotálamo-hipófisis-ovario-útero (8); (9); (5).

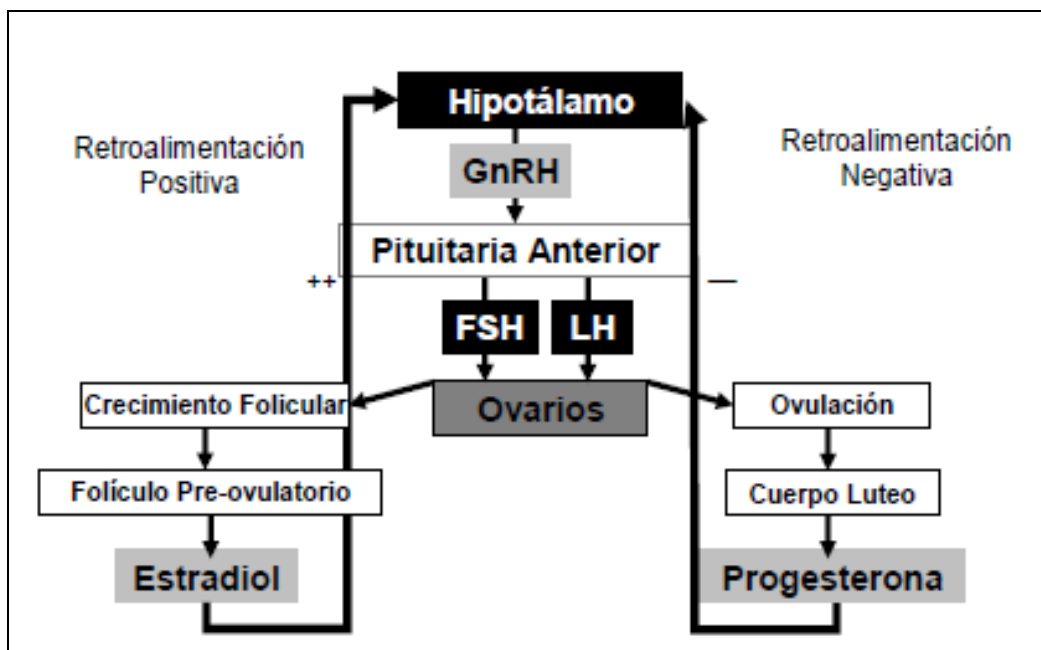


Figura 2 Control neuro-endocrino de la hembra bovina.

Fuente: Dairy Cattle Reproduction Conference, 2009

- **Hipotálamo.** Producen la hormona liberadora de gonadotropina o GnRH que es liberada a los capilares del sistema porta hipofisiario y de aquí a las células de la adenohipófisis en donde su función es estimular la síntesis y secreción de las hormonas hipofisarias Folículo-estimulante (FSH) y Luteinizante (LH) (4); (5).



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

- **Hipófisis.** Está formada por una parte anterior o adenohipófisis y una posterior o neurohipófisis. La adenohipófisis produce varios tipos de hormonas, de las cuales la FSH y LH cumplen un papel relevante en el control neuroendócrino del ciclo estral. La FSH es la responsable del crecimiento y maduración folicular, y la LH interviene en el proceso de ovulación, formación y mantenimiento del cuerpo lúteo (9); (8).
- **Neurohipofisis.** No es un órgano secretor, sus hormonas se originan en los núcleos supraóptico y supraventricular, emigran hasta dicho lóbulo a lo largo de los tractos nerviosos que conectan el hipotálamo con la glándula. Donde esta almacenada la oxitocina y la vasopresina (8).
- **Ovarios.** Liberan óvulos y secretan hormonas. Entre las hormonas que producen los ovarios están los estrógenos, la progesterona y la inhibina. Los estrógenos, hormonas esteroideas, son producidos por el folículo ovárico y tienen acciones sobre los distintos órganos blanco como son las trompas de Falopio, el útero, la vagina, la vulva y el sistema nervioso central, en el cual estimulan la conducta de celo y el hipotálamo donde ejercen un "feed back" negativo sobre el centro tónico y positivo sobre el centro cíclico. La progesterona, hormona esteroidea, es producida por el cuerpo lúteo por acción de la LH. A nivel hipotalámico ejerce un efecto feed back negativo sobre el centro tónico. La inhibina, hormona proteica, es producida por el folículo ovárico (células granulosas) e interviene en el mecanismo de regulación de la secreción de FSH. Ejerce un feed back negativo a nivel hipofisiario, produciendo una menor secreción de FSH (10); (11); (5).



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

- **Útero.** Produce la prostaglandina F₂α (PGF₂α), la cual interviene en la regulación neuroendócrina del ciclo estral mediante su efecto luteolítico (9).

2.2.2 Dinámica folicular.

Se conoce como dinámica folicular al proceso de crecimiento y regresión de folículos antrales que conducen al desarrollo de un folículo preovulatorio. En este proceso se genera entre 1 y 3 ondas de crecimiento y desarrollo folicular las que ocurren durante un ciclo estral bovino, y el folículo preovulatorio deriva de la última. En si la dinámica folicular ocurre en Fases: reclutamiento, selección, dominancia y atresia (12).

- **Reclutamiento:** es el proceso por el cual una cohorte (grupo) de folículos comienza a madurar en un medio con un aporte adecuado de gonadotropinas que le permiten avanzar hacia la ovulación (12).
- **Selección:** Es el proceso por el cual uno o varios folículos son elegidos y evitan la atresia con la posibilidad de llegar a la ovulación, tienen un tamaño promedio de 6 a 9 mm (12).
- **Dominancia:** Es el proceso por el cual el folículo seleccionado domina ejerciendo un efecto inhibitorio sobre el reclutamiento de una nueva cohorte de folículos. Este folículo alcanza un tamaño marcadamente superior a los demás, es responsable de la mayor secreción de estradiol y adquiere la capacidad de continuar su desarrollo en un medio hormonal adverso para el resto de los folículos (12).



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

- **Atresia:** La fase de atresia, consiste en la desaparición de los folículos que no son seleccionados como dominantes, o del folículo dominante el cual no llega a ser ovulatorio (12).

La causa por la cual regresiona el folículo dominante de las primeras ondas sería la presencia de una baja frecuencia de los pulsos de LH debido a los altos niveles de progesterona, que provocarían una menor síntesis de andrógenos y en consecuencia una menor síntesis de estradiol que iniciarían la atresia folicular (12); (13).

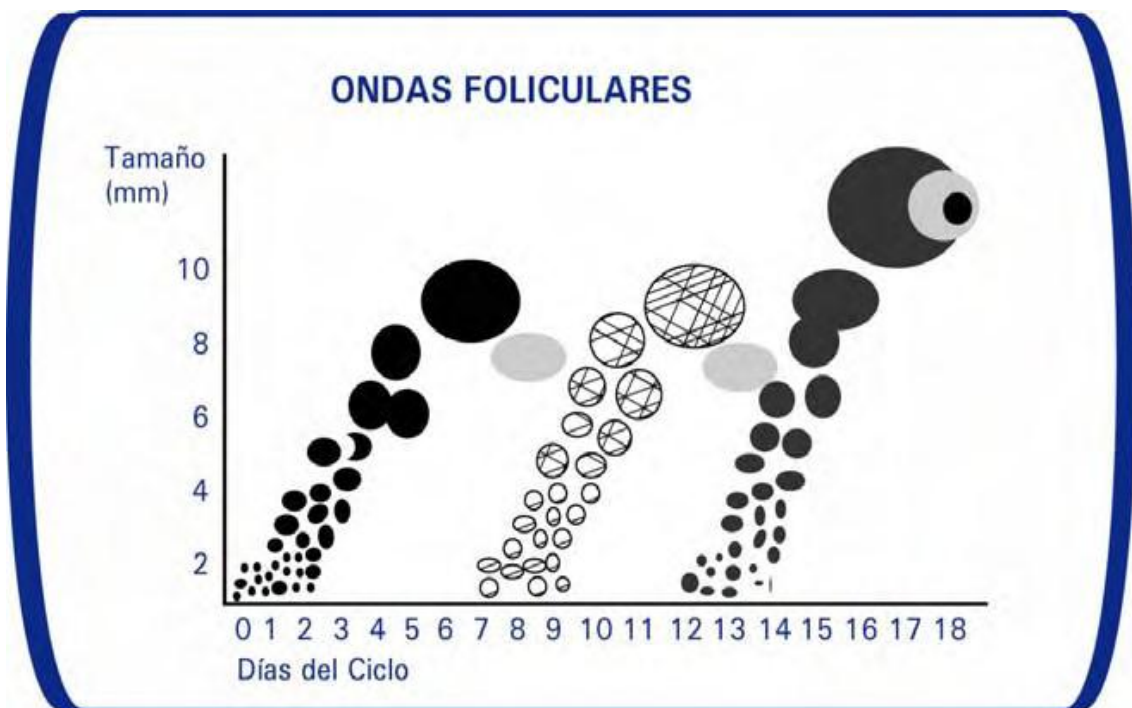


Figura 3 Esquema de la Dinámica Folicular durante el ciclo estral bovino.

Fuente: Fisiología reproductiva del Bovino (14).

2.2.3 Ciclo estral en la hembra bovina.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Consiste en una serie de eventos reproductivos predecibles que comienzan en el estro y terminan en el estro siguiente. Se continúan a lo largo de la vida adulta y son interrumpidos por la gestación, lactancia, nutrición inadecuada, circunstancias ambientales estresantes, condiciones patológicas del tracto reproductivo como: infecciones uterinas, momificaciones fetales, etc., causante de anestros, período en el cual la ciclicidad se ve interrumpida (4).

El ciclo estral provee a las hembras repetidas oportunidades para quedar gestantes, la receptividad sexual y copulación son los eventos comportamentales principales que ocurren durante el estro; la copulación generalmente ocurre temprano en el ciclo estral, si no ocurre la concepción comienza otro ciclo estral, proporcionándole a la hembra otra oportunidad para concebir (5).

- **Fases del ciclo estral:**

- *Proestro*: Esta etapa se caracteriza por un crecimiento folicular previo a la receptividad sexual. Empieza con la regresión del cuerpo lúteo y la caída de los niveles de progesterona, y se prolonga hasta el inicio del estro. La principal característica que distingue el proestro es el rápido crecimiento folicular. Los efectos de los estrógenos se pueden observar en la parte final de este período, en el sistema de conductos, en el comportamiento de acercamiento al estro (4); (12).

- *Estro ó celo*: Esta etapa se caracteriza por la receptividad sexual, las hembras manifiestan un comportamiento diferente con signos físicos que denotan el reflejo de quietud a la monta y aceptación a la cópula. Sin embargo cada especie inicia esta



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

etapa de diferente manera. Así en la vaca, el inicio es brusco y en la yegua tarda varios días. La ovulación se produce en la vaca aproximadamente 12 horas después de finalizado el estro. La extensión del estro varía con las especies, la raza y las condiciones ambientales, las razas europeas son más definidas que las indicas, en climas cálidos el período de estro puede ser más corto (10 – 15 horas), que las 18 horas promedio, de los climas fríos (4); (9).

- *Metaestro*: Esta etapa se inicia con la ovulación y termina al alcanzar el cuerpo lúteo su plena funcionabilidad. En otras palabras, esta es la etapa de maduración del cuerpo hemorrágico a cuerpo lúteo (10); (4).

- *Diestro*: Esta etapa se caracteriza por la plena funcionabilidad del cuerpo lúteo, el cual secreta sus máximas cantidades de progesterona (4); (11).

- **Duración del ciclo estral.** El ciclo estral en las vacas, se basa en un patrón regular de 21 días, incluyendo tres oleadas de crecimiento folicular. La duración periódica del tiempo de cada oleada es alrededor de siete días, y el folículo más grande en la tercera oleada, ovula. Durante el período temprano postparto también ocurren oleadas de crecimiento folicular, permaneciendo una dinámica basada en un ciclo de 21 días, sin embargo la variación es de 17 a 25 días y es considerada normal. En novillas el ciclo estral, generalmente es un días más corto que en la vaca. Los ciclos estrales cortos, son una de las principales causas de la baja tasa de concepción a primer servicio en vacas con



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

baja condición corporal, cuando se induce la ovulación con el destete del becerro o con la administración de hormonas como es el caso hCG (15).

2.2.4 Conducta sexual y Celos.

El celo es un período de aceptación para el apareamiento (receptividad sexual) que normalmente se presenta en novillas subescentes y vacas no preñadas. Este período de receptividad puede durar de seis a 30 horas y ocurre cada 21 días en promedio pudiendo variar normalmente de 18 a 24 días (16).

- **Detección de celo.**

La detección de celos requiere de una aguda observación. Permite maximizar la vida productiva de la vaca considerando el periodo de espera voluntario, permitiéndole obtener un ternero al año. Intervalos entre partos más largos poseen un efecto negativo en la vida productiva de la vaca. La detección de celo es un componente crítico de un buen manejo reproductivo en la explotación lechera (17).

- **Manifestaciones de celo**

La mayoría de las vacas poseen un patrón de comportamiento que cambia gradualmente desde el comienzo al final del celo. El mejor indicador de que una vaca está en celo es cuando se mantiene quieta y se deja montar por sus compañeras o por un toro, en este momento la vaca permanece inmóvil, muestra signos asociados con el celo temprano y el tardío como balidos semejantes a los de un toro, signos generales de nerviosismo, corridas hacia adelante como si estuviese atacando. La posición de cabeza a cabeza con otra vaca se ve frecuentemente, golpes o empujones contra los costados de otras



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

vacas, olfateo de la vulva o la orina de otros animales acompañado algunas veces con inversión de los orificios nasales (flemen). Cuando las vacas se colocan en un círculo, aquella en celo intenta descansar su barbilla en la espalda de otra. Esto puede conducir o no a la actividad de monta. La vulva esta rosada e inflamada descargando un moco claro. Acompañados a estos signos, existe una disminución del apetito y producción de leche, los animales presentan raspaduras y posible pérdida de pelos en la base de la cola (9); (8).

- **Métodos de detección de celo.**

La expresión de la conducta de estro puede estar anulada o variar en la intensidad y en la duración por diversos factores como el clima, la nutrición, el amamantamiento y la raza. No obstante, son los factores asociados con la calidad con que se ejecuta la técnica de detección de celos que afectan principalmente la eficiencia y/o la exactitud del diagnóstico (conocimiento de los signos y síntomas de una hembra en celo, elección del lugar de detección, momento y tiempo de observación y frecuencia de observación, entre los más importantes) (13).

Se han desarrollados diversos métodos de ayuda dentro de los cuales se incluyen los métodos visuales como la utilización de animales marcadores, pintura en la grupa, cápsula detectora de monta, detectores de la actividad motora (pedómetros) y radiotelemedría. Si bien este último es el método de ayuda que mejores resultados ha obtenido, dado su costo y dificultad de implementación, no puede ser considerado de elección para los sistemas de producción del país en la actualidad. Por otra parte, una vez que los factores asociados con la calidad con que se ejecuta la técnica de detección de celos hayan sido resueltos en el mayor grado posible, el método de pintura en la



UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
grupa constituye una herramienta válida como ayuda a la detección por observación visual (18); (19).

2.3 HORMONAS QUE INTERVIENEN EN LA REPRODUCCIÓN.

Dentro de las hormonas que intervienen en la reproducción citaremos las hormonas sexuales involucradas en el ciclo estral, hormonas que se encuentran reguladas por el sistema neuroendocrino del eje hipotálamo-hipófisis- ovarios-útero (4); (7).

2.3.1 Hormona Hipotalámica (GnRH).

La GnRH es una hormona producida en una célula neuronal y liberada en sus terminales neuronales. Un área clave para la producción de GnRH es la zona preóptica del hipotálamo, que contiene la mayoría de las neuronas secretoras de GnRH (20). La GnRH es secretada en el torrente sanguíneo portal hipofisiario, en la eminencia media. La sangre portal lleva la GnRH a la glándula pituitaria, que contiene células gonadotropas donde la GnRH activa su propio receptor GnRHR (8); (21). Resultando en la activación de proteínas implicadas en la síntesis y secreción de las gonadotropinas LH y FSH. La GnRH es degradada por proteólisis (22).

La GnRH se encuentra también en órganos fuera del hipotálamo y la hipófisis, es liberada en forma de pulsos hacia la adenohipofisis en donde estimula la síntesis de la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH), hormonas relevantes en el control del ciclo estral que actúan sobre el ovario y causan la maduración del folículo y secreción de estrógeno (11); (9).



2.3.2 Hormonas Adenohipofisarias (FSH) y (LH).

La FSH es la responsable del proceso de esteroidegénesis (folicular) “producción de estrógenos”, crecimiento y maduración del folículo dominante. La LH está involucrada en el proceso de esteroidegénesis (luteal) “liberación de progesterona”, ovulación, formación y mantenimiento del cuerpo lúteo (10); (5); (9). Estas dos hormonas son secretadas a la corriente sanguínea por medio de pulsos que varían en frecuencia y amplitud y reguladas por el sistema tónico y cíclico ubicado en el hipotálamo. El sistema tónico produce el nivel basal circulante, siempre constante de hormonas hipofisarias encargadas del desarrollo de los elementos germinales y endocrinos del ovario. El sistema cíclico es de función aguda, siendo activo solo 12 a 24 horas en cada uno de los ciclos reproductivos de las hembras “generalmente en el estro”. El modo cíclico tiene la función de generar la dehiscencia folicular (11); (9).

2.3.3 Hormona Neurohipofisaria (oxitócica).

La oxitocina es una hormona formada por nueve aminoácidos, que participa en la regulación de diversos procesos fisiológicos, la mayoría de ellos vinculados con la reproducción, donde se incluyen la función ovárica, el parto, la lactación y el establecimiento de conductas como el instinto materno y otras interacciones sociales importantes para el comportamiento sexual (22); (8). La acción combinada de oxitocina y la secreción de PGF_{2a} uterina, definen la duración de la fase lútea. La administración de antagonistas de la oxitocina en ovinos, o la administración continua de oxitocina, que regula a la baja los receptores a oxitocina, retrasan la luteólisis y prolongan el ciclo estral. En la vaca, al momento del parto, la densidad de receptores uterinos a la oxitocina se aumenta casi 200 veces, en respuesta al cambio en la relación estrógenos progesterona. La oxitocina almacenada en la neurohipófisis interviene en la



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

luteólisis permitiendo la posterior ovulación del folículo dominante. También es generada en el útero (22).

2.4 HORMONAS GONADALES Y DEL TRACTO REPRODUCTIVO DE LA VACA

Dentro de las hormonas que intervienen en la reproducción, que se encuentran reguladas por el ovario y útero citaremos las siguientes:

2.4.1 Los estrógenos.

Los estrógenos son hormonas de tipo sexuales esteroideas femeninas. Son hormonas esteroideas producidas por los folículos ováricos en maduración tienen rangos más amplios en las funciones fisiológicas. Tienen influencia sobre los oviductos, el útero, la vagina, la vulva, así como en el sistema nervioso central y el hipotálamo, estimulando la conducta de celo y ejerciendo retroalimentación negativa sobre el centro tónico y positivo sobre el centro cíclico; en la vulva y vagina produce aumento del flujo sanguíneo, congestión hiperemia (9); (20).

En la cervix produce relajación, aumento de diámetro y aparece abundante secreción mucosa filante y transparente el estrógeno en ausencia de progesterona, estimula la síntesis para receptores de GnRH en la hipófisis que la vuelve más sensible a la GnRH estimulando la síntesis del pico de LH que permiten la ovulación del folículo ovulatorio o de Graaf (9); (5).



2.4.2 Progesterona (P4).

La progesterona, también conocida como P4 (pregn-4-en-3,20-diona), es una hormona esteroide C-21 involucrada en la gestación y embriogénesis de las especies. La progesterona pertenece a una clase de hormonas llamadas progestágenos (9). Es una de las hormonas sexuales que se desarrollan cuando la hembra alcanza la pubertad, actúan principalmente en la segunda fase de los cambios endometriales que inducen a los estrógenos y estimulando los cambios madurativos, preparando así al endometrio para la implantación del embrión. Estos efectos también ocurren en las mamas. La progesterona se encarga de engrosar y mantener sujeto al endometrio en el útero. Es la hormona responsable de mantener el embarazo (9); (4); (11).

Es producida en el cuerpo lúteo, placenta y glándula suprarrenal por acción de la LH y ejerce su acción después de que los órganos diana han sido estimulados por los estrógenos, preparando al útero principalmente para la gestación; entre los días 16 a 19 del ciclo estral hay un descenso de los niveles de progesterona plasmática debido al incremento en la concentración de estrógenos (9); (20).

2.4.3 La inhibina.

Es una hormona gonadal proteica producida por las células de la granulosa en las hembras del folículo ovárico y las glándulas de sertoli en los machos e interviene en la regulación de la FSH, reduciendo la secreción de esta última por retroalimentación negativa sobre la hipófisis. Inhibe la liberación de la FSH, regula la liberación de FSH y LH, Se libera para hacer feed back para la FSH (4).

2.4.4 Prostaglandina F2 α (PGF2 α).

Autor: Edwin Yunga A.



La prostaglandina contiene 20 átomos de carbono, incluyendo un anillo ciclopentano. Son mediadores, y tienen diversos efectos fisiológicos muy potentes. A pesar de que técnicamente son hormonas, rara vez son clasificadas como tales (23).

Hasta el momento se han reconocido nueve receptores de prostaglandinas en diferentes tipos de células. Las prostaglandinas se enlazan a una subfamilia de receptores transmembrana de la superficie celular, los receptores acoplados a proteína G. Estos receptores se denominan DP1-2, EP1-4, FP, IP, y TP, que hace referencia al receptor que enlaza la correspondiente prostaglandina (por ejemplo, los DP1-2 se unen a los receptores de PGD_2) (22).

Las prostaglandinas son potentes, pero tienen una corta vida media antes de inactivarse y excretarse. Por lo tanto, ejercen sólo una función paracrina (activa a nivel local) o autocrina (actuando en la misma célula de la que se sintetiza) (6); (25). La inhibición de la síntesis de prostaglandinas es el mecanismo de acción de una clase de fármacos anti-inflamatorios, antipiréticos y analgésicos: los AINEs, que son medicamentos muy usados tales como el ibuprofeno y el paracetamol (22).

El dinoprost (prostaglandina $F_{2\alpha}$ o $PGF_{2\alpha}$) es una forma natural de prostaglandina que se utiliza en medicina para inducir el parto y como abortivo. El $PGF_{2\alpha}$ actúa enlazándose al receptor $F_{2\alpha}$ de la prostaglandina. Este receptor es codificado por el gen PTGFR y es un miembro de la familia de receptores acoplados a proteína G. Los principales efectos del dinoprost son la contracción uterina y la broncoconstricción. Al activarse el receptor $F_{2\alpha}$, el dinoprost media en la luteólisis. Prostaglandina E (PGE) Importante en la



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

función reproductiva e las ovejas. Prostaglandina E_2 (PGE_2) Interviene en la ovulación y en la inhibición y contracción de la musculatura uterina (22).

Prostaglandina F_2 alfa (PGF_{2a}) Importante en la contracción uterina, facilita el parto, en la eliminación de las membranas fetales, abortos en etapas tempranas, tiene una acción luteolítica y destruye el cuerpo amarillo. Las prostaglandinas son utilizadas para sincronizar celo, inducir partos, en caso de quistes luteínicos y piometra (20); (23).

2.5 EL AMAMANTAMIENTO Y LA REPRODUCCIÓN.

El amamantamiento es un estímulo exteroceptivo que tiene un rol fundamental en la regulación de la reproducción de los mamíferos, su efecto varía desde una inhibición total, como ocurre en la cerda, hasta un efecto irrelevante como en la oveja, mientras que la vaca ocupa una posición intermedia. Se considera que la frecuencia, duración e intensidad del amamantamiento son factores primarios para determinar la duración del anestro posparto (24).

Durante el periodo posparto, existen condiciones físicas y fisiológicas que evitan la gestación, la ausencia de ovulación parece estar relacionada con la lactancia, que retarda la ocurrencia del primer estro. La anovulación en este periodo se atribuye al bloqueo del pulso generador de GnRH y por consiguiente a la supresión en la secreción pulsátil de LH, con la subsecuente falta de maduración folicular (25).

En la mayoría de los mamíferos, el amamantamiento durante el puerperio retrasa el restablecimiento de la actividad ovulatoria, el ordeño regular de las vacas lecheras es menos inhibitorio para la liberación espontánea de LH que la combinación de ordeño y amamantamiento. Además el cese de



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

amamantamiento en vacas productoras, incrementa la cantidad de LH liberada en respuesta a la GnRH; se ha sugerido que de manera alternativa la inhibición de la secreción de LH puede ser causada por altas concentraciones de cortisol presentes durante el amamantamiento y ordeño (24).

Los estímulos nerviosos provenientes del pezón no serían los causales de la inhibición de la secreción de hormona luteinizante (LH) durante el período de anestro posparto. En la vaca con cría al pie existe otro mecanismo no asociado a la estimulación de la glándula mamaria, que relaciona el amamantamiento del ternero con la prolongación del anestro posparto. Estudios realizados indicarían que la mera percepción de ser amamantada podría ser suficiente para prolongar el período de anestro afectando el ciclo reproductivo de la vaca (24).

Dado que la vaca sólo permite el amamantamiento por su propio ternero se consideró probable que las señales exteroceptivas responsables por el mantenimiento de la supresión de la liberación de LH eran el resultado del vínculo maternal vaca-ternero. Investigaciones realizadas resaltan la importancia del vínculo maternal entre vaca y ternero en el mantenimiento del anestro posparto inducido por el amamantamiento e indican la intervención del sistema nervioso central en el mismo. Asimismo se destaca la importancia de la visión y el olfato para el reconocimiento del ternero, poniendo en marcha los mecanismos que mantienen la inhibición de la secreción de LH y por ende el estado anovulatorio de la vaca de cría en posparto (24).

La formación del vínculo maternal con el neonato es el resultado de distintas señales fisiológicas y hormonales asociadas el período tardío de la gestación, parto y el neonato mismo. Luego el amamantamiento de la vaca de su propio ternero resulta en un incremento de los tonos opioide y adrenérgico, aumento de la sensibilidad a la retroalimentación negativa con estradiol, supresión del



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

eje hipotálamo-hipofisario y mantenimiento del estado anovulatorio. Por el contrario, el regreso a la ciclicidad ovárica normal ocurre cuando las claves exteroceptivas necesarias asociadas con el amamantamiento y la interacción vaca-ternero están ausentes (destete, amamantamiento forzado por ternero ajeno) o no son más efectivas (escape fisiológico natural). Esto refleja la desinhibición del eje hipotálamo-hipofisario, el reinicio de actividad eléctrica multifocal (MUA), y de pulsos de GnRH y LH (24).

2.6 HORMONAS DEL AMAMANTAMIENTO.

El ciclo de lactancia comprende cuatro periodos consecutivos: a) Mamogénesis que refiere al desarrollo de la glándula mamaria; b) Lactogénesis, que es el proceso de diferenciación de las células alveolares mamarias con capacidad para secretar leche; c) Galactopoyesis que es la etapa de mantenimiento de la producción láctea; y d) Involución, regresión gradual de la glándula mamaria después de cumplir su función durante la lactación fisiológica. Cada fase está caracterizada por un estricto control hormonal; así, las hormonas reproductivas (estrógenos, progesterona, lactógeno-placentaria, prolactina y oxitocina) actúan directamente sobre la glándula mamaria; las hormonas del metabolismo (hormona crecimiento, cortico esteroides, tiroides, insulina) que funcionan en distintas partes del cuerpo y a menudo tienen efecto sobre la glándula mamaria, y finalmente hormonas de producción local que incluyen la hormona de crecimiento, prolactina, para-tiroidea-peptídica (PTHrp) y leptina (recientemente descrita, hormona con síntesis en el tejido adiposo pero también en la glándula mamaria) (26).

2.6.1 Prolactina.

Autor: Edwin Yunga A.

Pág. 29



La prolactina es una hormona peptídica segregada por la adenohipófisis, que estimula la producción de leche en las glándulas mamarias y la síntesis de progesterona en el cuerpo lúteo. Su función principal es estimular y mantener la lactancia puerperal, acción directa sobre las células acidofílicas conocidas como lactótrofos de la glándula mamaria. Interviene en el aumento del sistema ductal y en el desarrollo del sistema lóbulo alveolar, juntamente con hormonas como los estrógenos, progesterona, hormona del crecimiento, corticoides y lactógeno placentario (9); (5).

2.6.2 Oxitocina.

La oxitocina se produce en dos lugares, en el ovario y el hipotálamo, actúa en los procesos reproductivos según la fase folicular del ciclo estral. La oxitocina es una hormona liberada por la glándula pituitaria posterior, la cual facilita la eyección de la leche mediante contracciones en las células mioepiteliales de los alvéolos y conductos de la glándula mamaria, participa en las contracciones uterinas durante el parto y juega un papel muy importante en la regulación de la vida del cuerpo lúteo y la conducta materna (Hermosilla, 2009). En una hembra durante la lactancia, los estímulos visuales y táctiles asociados con el amamantamiento o el ordeño inducen a la liberación de oxitocina a la circulación. La oxitocina está involucrada en la función lútea esta actúa en el endometrio para inducir la liberación de prostaglandina que tiene acción luteolítica (Hincapié, et. al, 2005).

2.6.3 Opioides.

Los opioides son sustancias agonistas y antagonistas con actividad semejante a la morfina, actúan a nivel del hipotálamo inhibiendo el factor de liberación de



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

GnRH y el factor liberador de corticotropina (CRF) disminuyendo las concentraciones circulantes de las hormonas LH, FSH y adenocorticotropina (ACTH), el efecto inhibitorio se ve más pronunciado en la LH que en la FSH (27); (28).

Investigaciones sugieren un mecanismo probable mediante el cual las sustancias opiáceas podrían ser el factor causal de la supresión de la LH, inducida por el amamantamiento de la vaca. Existen evidencias que los opioides endógenos son al menos parcialmente responsables de la inhibición de la actividad ovárica provocada por el amamantamiento de la cría. Se considera que los opioides actúan inhibiendo la síntesis o liberación de la GnRH por lo que reduce la frecuencia de los pulsos de la LH y no favorece el desarrollo total de los folículos (9); (28).

2.7 ANESTRO.

Es el periodo inactivo del aparato reproductor, en el que el desarrollo folicular está bloqueado o disminuido, ninguno de los folículos ováricos que inician su crecimiento durante este periodo alcanza su maduración para llegar a ovular, el cuerpo lúteo se encuentra en regresión y no es funcional, las secreciones del tracto genital son mínimas, el cérvix se encuentra cerrado, la baja actividad conlleva a una baja irrigación que se refleja en la coloración de la mucosa vaginal, por lo tanto no hay concepción disminuyendo la tasa de preñez del hato. El anestro está asociado a ovarios estáticos y se lo puede clasificar en: posparto, estacional, por lactancia y nutricional (29).

2.7.1 Anestro por lactancia.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

El anestro lactacional es de duración variable y depende de varios factores aparte del amamantamiento. El destete suprime este factor inhibitor de la ciclicidad estral y termina el anestro en caso de no haber otra causa (Perea, et. al, 2009). La causa del anestro lactacional debido al amamantamiento de la cría, además de estimular la liberación de oxitocina por la hipófisis posterior para la "bajada" de la leche y de prolactina por la hipófisis anterior, induce la secreción de endorfinas (opioides) en el hipotálamo, las cuales inhiben la liberación de GnRH; al no haber GnRH no se van a producir y liberar en cantidades suficientes y en el momento oportuno de la FSH y la LH, por lo tanto no habrá en los ovarios un efecto estimulante del crecimiento, diferenciación, maduración y ovulación del folículo (25).

Conforme crece el becerro empieza a ingerir otros alimentos aparte de la leche y ya no se amamanta tan frecuentemente. La disminución de la frecuencia de amamantamiento hace que se liberen menos endorfinas y paulatinamente se quita la inhibición que ejercen sobre el hipotálamo y se va liberando GnRH en pulsos cada vez más amplios y frecuentes, lo que hace que se liberen FSH y LH, que viajan al ovario y estimulan el proceso completo de foliculogénesis culminando con la ovulación, con lo que se reinicia la actividad ovárica posparto (24).

Como el amamantamiento de la cría no es el único factor involucrado en el anestro lactacional, a veces el reinicio de actividad ovárica se da hasta el destete o después del mismo, en ocasiones bastante después debido principalmente a malas condición físicas de la vaca por deficiencias nutricionales, infestaciones parasitarias o enfermedades infecciosas o metabólicas (30); (3).

2.8 INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO "IATF".



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Consiste en la introducción del semen en los órganos genitales de la hembra sin la intervención del macho, facilitando la fecundación y producción de una cría. Es una técnica que permite un mejor uso del material genético de los machos cuyas características zootécnicas son superiores a la mayoría de los animales de su especie, desde el punto de vista productivo representa una posibilidad para aumentar la eficiencia en la producción de las especies domésticas (31).

2.8.1 Ventajas y desventajas de la inseminación artificial.

Ventajas:

- Permite el mejoramiento genético acelerado, mediante el uso de sementales probados.
- Mejor utilización del semental, ya que a partir del eyaculado es posible inseminar a varias hembras.
- Evita la transmisión de enfermedades venéreas.
- Facilita el transporte y la distribución del semen.
- Evita la presencia del macho en el hato y el gasto de su manutención, así como el peligro que representa.
- Estimula el uso de registros.
- Facilita la implementación de programas de sincronización y cruzamientos.
- Posibilita la adquisición de semen de animales valiosos por parte de ganaderos de escasos recursos (32).
-

Desventajas:

- Implica un dominio de la técnica.
- Se requiere detección del estro.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

- Puede que se presente características no deseables (5).

2.8.2 Fundamentos de la IATF.

El desarrollo de un buen sistema de sincronización de la ovulación para IATF se inicia en el entendimiento de las bases biológicas de la dinámica folicular ovárica y de la regresión del Cuerpo Lúteo (CL). Es preciso desarrollar un sistema que controle el crecimiento de los folículos ováricos preovulatorios, la regresión del CL, y la ovulación. Esto se puede lograr combinando inyecciones de un agonista de GnRH y de PGF o tratamientos a base de progestágenos y estrógenos (33).

2.8.3 Protocolos de IATF.

Se puede clasificar a los protocolos de IATF en aquellos que utilizan combinaciones de GnRH y prostaglandina F_{2α} (PGF_{2α}) y los que utilizan dispositivos con progesterona y estradiol.

- **Protocolo de GnRH y PGF_{2α}.** Llamados protocolos Ovsynch, sincronizan la ovulación sin tomar en cuenta las manifestaciones de estro. El protocolo Ovsynch ha resultado en una fertilidad aceptable para vacas de leche y de carne. Sin embargo, los resultados de su aplicación en rodeos de cría (vacas con cría al pie) manejados en condiciones pastoriles no han sido satisfactorios, debido a los bajos porcentajes de concepción que se obtienen en vacas en anestro y su empleo depende de la categoría de animales a utilizar y del estado de ciclicidad del rodeo. El protocolo de éste método es: Día 0: GnRH, Día 7: PGF_{2α}; Día 9: GnRH, I.A. a tiempo fijo 18-24 hs más tarde (13).



- **Protocolo de progesterona (P4), prostaglandina (PGF2 α) y estradiol (E2).** Existen actualmente en el mercado dispositivos eficientes que liberan P4 y que son mantenidos en la vagina por un período de 7 u 8 días. El tratamiento más utilizado consiste en administrar 2 mg de benzoato de estradiol (EB) por vía intramuscular junto con la inserción del dispositivo en el Día 0 del tratamiento; en el Día 7 u 8, se extrae el implante y se aplica PGF2 α intramuscular y 24 h después se administra 1 mg de EB intramuscular. Se realiza IATF entre las 52 y 56 h de la remoción del dispositivo. La función fundamental de la aplicación de estrógenos en el inicio del tratamiento es provocar la atresia de los folículos existentes e impedir de esta manera la formación de folículos persistentes que interfieren negativamente en la fertilidad. Como la atresia es seguida por el comienzo de una nueva onda folicular a los 4 días se asegura de esta manera la presencia de un folículo nuevo y un ovocito viable en el momento de retirar el dispositivo. Por último, la segunda administración de EB es fundamental para sincronizar la ovulación y obtener buenos índices de preñez a la IATF (13).
- **CIDR + benzoato de estradiol**

El uso de la primera inyección de benzoato de estradiol junto con la aplicación del dispositivo de CIDR, ayuda a la progesterona a aumentar su efecto de bloquear la liberación de las hormonas LH y FSH, por lo tanto inhibe la maduración folicular con la consecuente atresia de los mismos (en animales ciclando), esto permite sincronizar el surgimiento de una nueva onda folicular 4 días y medio después. Al retirar el CIDR, se produce la caída súbita de la progesterona, lo cual causa un incremento del pulso de la LH, permitiendo que el folículo dominante ovule en el celo. Luego, una segunda inyección de benzoato de estradiol



UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
aplicada después de retirar el CIDR, aumenta el incremento en la secreción de hormona LH (pico pre-ovulatorio); esto produce la detección (manifestación más expresiva) y precisión del celo y ovulación (13).

2.9 GONADOTROPINA CORIÓNICA EQUINA (eCG, PMSG).

2.9.1 Fundamentos

La Gonadotropina Coriónica equina (eCG, PMSG) es una hormona glicoproteica secretada en las capas endometriales de las yeguas gestantes, entre los días 40 y 120 de gestación aproximadamente, se caracteriza por poseer actividad FSH (folículo estimulante) y LH (luteinizante) cuando es administrada en especies distintas al equino, en donde sólo posee actividad LH; también se caracteriza por tener una vida media prolongada que favorece su uso en una sola dosis a diferencia de la FSH cuya vida media es extremadamente corta y requiere aplicaciones múltiples (34).

La utilización de la eCG en veterinaria queda pues fundamentada desde el punto de vista endocrinológico justificándose su uso en todas aquellas situaciones donde se requiera la terapia con gonadotropinas exógenas, particularmente cuando se requiere un efecto FSH, es decir el estímulo de la foliculogénesis en ovarios con actividad reducida o nula (14).

2.9.2 Mecanismo de acción de la eCG.

El uso de la eCG en vacas con anestro posparto tiene un efecto estimulante en la FSH, también posee efecto similar a la LH, siendo utilizada para estimular el



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

crecimiento de los folículos en el posparto (37). La eCG administrada horas previas a la ovulación estimula el crecimiento folicular a través de su acción de FSH y LH, aumenta el tamaño del folículo preovulatorio, incrementa las concentraciones plasmáticas de progesterona luego de la ovulación, mejorando así el desarrollo embrionario y mantenimiento de la preñez y tiene una vida media de 40 a 50 horas, además de 118 a 123 horas para sus componentes de rápida y lenta absorción respectivamente (9); (13).

El uso de dispositivos de P4 en combinación con eCG ha sido muy utilizado en vacas en anestro posparto. Tratamientos con eCG han mostrado un incremento en el porcentaje de preñez en vacas con cría con alta incidencia de anestros (13).

Sin embargo, cuando se ha usado junto con P4+EB en protocolos de IATF en vacas en buena condición corporal los porcentajes de preñez no se incrementaron con respecto a los grupos que no recibieron la eCG. Esto se debería a que estas vacas no necesitarían del estímulo extra que ofrece la eCG para el crecimiento folicular por encontrarse en buena condición corporal y por lo tanto la adición de eCG solo tendría resultados positivos en vacas en una condición corporal comprometida. Esto se corroboró en trabajos realizados por donde se concluyó que la aplicación de 400 U.I. de eCG en el momento de retirado el dispositivo con P4 aumenta los porcentajes de preñez en vacas británicas con cría y con buena condición corporal. Sin embargo, cuando se utilizaron vacas con pobre o moderada condición corporal la aplicación de eCG aumento los porcentajes de preñez, sobre todo en vacas sin estructuras ováricas palpables o solo con folículos (sin un CL) al inicio del tratamiento (13). En otro estudio se demostró que el tratamiento con eCG incrementa las concentraciones plasmáticas de P4 y el porcentaje de preñez a IATF en vacas con cría en anestro posparto. Por lo tanto, el tratamiento con eCG puede ser una herramienta importante para aumentar la tasa de concepción a la IATF, disminuir el periodo posparto y mejorar la eficiencia reproductiva (3); (34).



3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES.

3.1.1 Materiales de campo.

- **Físicos.**

1 hielera.

1 caja de jeringas de 3ml

1 caja de guantes ginecológicos.

1 equipo de ultrasonografía (Mindray 3300).

1 sonda multifrecuencias.

2 bretes o mangas.

1 aplicador de implantes.

- **Químicos.**

5 frascos de Foligon® (eCG)

2 frascos de Grafoleón® (Benzoato de estradiol).

2 frascos de Lutalyse® (Prostaglandina F2 α).

1 frasco de ECP® (Cipionato de estradiol).

30 CIDR's (Dispositivos de liberación controlada para progesterona).

- **Biológicos.**

30 vacas Holstein mestizas.



3.1.2 Materiales de escritorio.

30 Hojas de campo.

2 Lápices.

1 Equipo de computación.

1 Resma de papel Bond A4 70gr/m².

3.2 MÉTODOS.

3.2.1 Ubicación Geográfica.

El experimento se llevó a cabo en los sectores de San Antonio y San Gabriel de la parroquia Chaucha perteneciente al cantón Cuenca. La Parroquia está ubicada geográficamente en las siguientes coordenadas:

Longitud	79°30' W
Latitud	2°50' S
Extensión	339 Km
Altura	2250 m.s.n.m.

3.2.2 Diseño.

Teniendo como objetivos específicos la comparación de valores promedio obtenidos durante el desarrollo folicular, para esta investigación se empleó un Diseño de Bloques al Azar (D.B.A.) con dos tratamientos y 3 repeticiones con 5 unidades experimentales cada una, dando un total de 30 unidades experimentales. Para los análisis de frecuencias relativas de la ocurrencia de



UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
varios hechos que se generan durante el desarrollo folicular se realizó la prueba de chi cuadrado.

3.2.3 Descripción del diseño experimental.

- Tipo de diseño: DBA (Diseño de Bloques al Azar)
- Tratamientos: 2 Tratamientos:
Tratamiento A: IATF + 300 UI eCG
Tratamiento B: IATF
- Repeticiones: 3 repeticiones
- Unidades experimentales por repetición: 5 x tratamiento
- Total Unidades experimentales 30 Unidades experimentales (vacas)

3.2.4 Modelo matemático del diseño.

$$X_{ij} = \mu + T_i + B_j + \Sigma_{ij}$$

X_{ij}: Observación cualquiera debido a tratamiento y repetición.

M: Media de la población.

T_i: Efecto que provoca los tratamientos.

B_j: Efecto que provoca las repeticiones.

Σ_{ij}: Efecto del error experimental.

I: Tratamiento.

j: Repeticiones.

3.2.5 Prueba de chi cuadrado para las variables del experimento



3.2.6 Caracterización de la unidad de análisis.

Las unidades de análisis estuvieron integradas por hembras bovinas adultas divididas en dos grupos de 15 individuos cada uno, seleccionadas a partir de los criterios de inclusión y exclusión.

3.2.7 Criterios de inclusión y exclusión.

Previo al inicio del experimento se procedió a realizar un chequeo ginecológico de los órganos reproductivos internos, a fin de descartar patologías como quistes ováricos, ovarios atrésicos, cuerpos lúteos cavitarios, metritis, piometra, etc.

- **Criterios de inclusión.** Los animales estudiados fueron hembras bovinas de raza Holstein mestiza, con condición corporal de 2.5 a 3.5, con 2 a 5 gestaciones y un período de lactancia de 45 a 150 días.
- **Criterios de exclusión.** Se excluyeron del experimento las hembras bovinas de razas cebuinas y las hembras holstein mestizas de condición corporal < 2.5 y > 3.5 , < 2 y > 5 gestaciones, con periodo de lactancia < 45 y > 151 días.

3.2.8 Procedimientos para la ejecución del experimento.

Los procedimientos desarrollados para el experimento se ejecutaron según lo planificado así:



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

- **Tratamiento A.** Se aplicó un implante de progesterona de 744 mg, de liberación lenta, intravaginal (CIDR), seguido de la aplicación de 10 mg de benzoato de estradiol (2ml de Grafoleón®), al 7° día se administró 12,5 mg de prostaglandina (2,5 ml de Lutalyse ®). Al 9° día se retiró el implante y se aplicó 1mg de cipionato de Estradiol (0,5 ml de E.C.P. ®) y 300 UI de Gonadotropina Coriónica equina (1,5 ml de Foligón ®).

- **Tratamiento B.** Se aplicó un implante de progesterona de 744 mg de liberación lenta intravaginal, seguido de la aplicación de 10 mg de benzoato de estradiol (2ml de Grafoleón®), al 7° día se administró 12,5 mg de prostaglandina (2,5 Lutalyse ®). Al 9° día se retiró el implante y se aplicó 1 mg de cipionato de Estradiol (0,5ml de E.C.P. ®).

3.2.9 Información de campo.

La información levantada se realizó en dos momentos:

- **Primer momento.-** En el 1° día, se registro la información que sirvió para evaluar el estado de los órganos internos a través de un chequeo ginecológico ayudado por ecografía. Una vez que se comprobó que no existían patologías se procedió a levantar los siguientes datos:
 - Tamaño de los ovarios.
 - Presencia de folículos.
 - Presencia de cuerpo lúteo.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

- **Segundo momento.**-Está información se recogió al día 11° apoyados con el ecógrafo, la misma permitió evaluar los siguientes parámetros:

- Tamaño de los ovarios.
- Presencia y tamaño de los folículos.
- Manifestaciones de estro (comprobado por observación) a las 48H pos finalización del tratamiento.

3.2.10 Resumen de datos.

Los datos recolectados y se ingresaron en tablas para su procesamiento mediante la estadística descriptivas basadas en las medidas de tendencia central y de dispersión (media aritmética, desviación estándar, coeficiente de variación, rango) de los bovinos del experimento.

- **Crecimiento folicular**

- Media aritmética: $(\bar{x}) = \frac{\sum xi}{n}$

- Rango: $(R) = x \max - x \min$

- Desviación Estándar: $s = \sqrt{s^2}$

- Coef. de Variación: $CV = \frac{s}{\bar{x}} \times 100$



- **Celo.**

- Ji cuadrado (X^2)

3.2.11 Análisis estadístico.

Para la comparación del tamaño de los ovarios, tamaño de los folículos, número de folículos de las variables cuantitativas, se empleó el análisis de varianza ADEVA; y la prueba de X^2 para las variables cualitativas (manifestaciones de celo). En los casos en donde existieron diferencias significativas entre los promedios observados, se realizó la prueba de significación de D. M. S. al 5% y D. M. S. 1%.



3.2.12 Esquema del ADEVA para DBA.

F de V	GI	SC	CM	F. Cal.
Total	(rt -1) 15	$\frac{\sum X^2 ij}{rt} - FC$		
Tratamientos	(t-1) 3	$\frac{\sum X^2 i}{r} - FC$	$\frac{SCTrat}{glTrat}$	$\frac{CMTrat.}{CME.Exp.}$
Repeticiones	(r-1) 3	$\frac{\sum X^2 j}{t} - FC$	$\frac{SCRep}{glRep}$	$\frac{CMRep.}{CME.Exp.}$
Error Experimental	(t-1)(r-1) 9	$SCT - SCTr - SCr$	$\frac{SC E.Exp.}{gl E.Exp.}$	

$$FC = \frac{(\sum xij)^2}{rt}$$

$$CV = \frac{\sqrt{CME.Exp.}}{\bar{x}} \times 100$$

3.3 HIPOTESIS.

Ha. La aplicación de Gonadotrofina Corionica (eCG) en un protocolo de IATF mejora el crecimiento folicular en vacas holstein mestizas con ternero al pie.

4. RESULTADOS.



4.1 EVALUACIÓN ECOGRÁFICA INICIAL DE LOS OVARIOS DE LAS VACAS.

La evaluación ecográfica se realizó previo al inicio de los tratamientos y categorizados de acuerdo al ovario derecho e izquierdo, la presencia de folículos y cuerpos lúteos.

Cuadro 1. Frecuencia de folículos de los ovarios derecho e izquierdo de los animales seleccionados para el experimento antes de la aplicación del tratamiento.

Tratamiento	vacas	Presencia de Folículos					
		Ovario derecho		Ovario izquierdo		Total	
		Frecuencia.	%	Frecuencia.	%	Frecuencia.	%
IATF + eCG	15	13	27,67%	9	19,15%	22	46,81%
IATF	15	15	31,91%	10	21,28%	25	53,19%
Total	30	28	59,57%	19	40,43%	47	100%
Media (\bar{X})		14	28,5%	9,5	20,22%		

- **Prueba de Chi cuadrado**

χ^2	P
0,04	0,949

La presencia de folículos encontrados en las vacas, previo a los tratamientos se muestra en el **Cuadro 1**. Se observan 47 folículos en todos los animales que conformaron el experimento; de los cuales 22 corresponden a las vacas que conformaron el tratamiento A (IATF + eCG) representando un 46,81%, y 25



folículos a las vacas del tratamiento B (IATF) lo que representa 53,19%. Se aprecia un Chi cuadrado de 0,04 y un valor $p= 0,949$, mostrando 28 folículos del ovario derecho con un porcentaje de 59,57% frente a los ovarios izquierdos con un 40,43% independientemente de la distribución de los animales dentro de los tratamientos empleados.

Cuadro 2. Frecuencia de cuerpos lúteos de los ovarios derecho e izquierdo de los animales seleccionados para el experimento antes de la aplicación.

Tratamiento	Vacas	Presencia de cuerpo lúteo					
		Ovario derecho		Ovario izquierdo		Total	
		Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
IATF + eCG	15	9	33,33%	2	7,41%	11	40,74%
IATF	15	12	44,44%	4	14,81%	16	59,26%
Total	30	21	77,78%	6	22,22%		
Media (\bar{X})		10,5	38,89%	3	11,11%	27	100%

• **Prueba de Chi cuadrado**

χ^2	P
0,174	0,675

El **Cuadro 2** muestra los cuerpos lúteos encontrados en las vacas previo a los tratamientos. En las 30 vacas se observa 27 cuerpos lúteos; 11 corresponden a las vacas que conformaron el tratamiento A (IATF +eCG) representando el 40,74%, y 16 folículos a las vacas del tratamiento B (IATF) que representa el 59,26%. La mayor presencia de cuerpos lúteos (77,78%) se da en los ovarios derechos y un 22,22% en los izquierdos. El valor de chi cuadrado de 0,174 y el valor $p>0,05$ ($p =0,675$) indican que no hay diferencias significativas en cuanto



UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
 a la presencia de cuerpos lúteos de los ovarios de los animales que conformaron los grupos.

4.2 ECOGRAFÍA DE LOS OVARIOS POS-TRATAMIENTO “IATF”.

Cuadro 3. Presencia de folículos en ovarios derecho e izquierdo de los animales seleccionados para el experimento luego de aplicados los tratamientos.

Tratamiento	N° de vacas	Presencia de Folículos					
		Ovario derecho		Ovario izquierdo		Total	
		Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
IATF + eCG	15	13	29,55%	6	13,64	19	43,18%
IATF	15	15	34,09%	10	22,72	25	56,82%
Total	30	28	63,64%	16	36,36%	44	100%
Porcentaje		14	31,81%	8	18,18%		

- **Prueba de Chi cuadrado**

χ^2	P
0,331	0,565

La presencia de estructuras ováricas encontradas en las vacas posterior a la aplicación de los tratamientos se muestra en el **Cuadro 3**. Se observa la presencia de 44 folículos, de los cuales 19 (43,18%) pertenecen al tratamiento A (IATF + eCG) y 25 (56,82%) al tratamiento B. La actividad ovárica se presenta más acentuada en los ovarios derechos mostrando un 63,64% frente



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

a un 36,36% en los ovarios izquierdos de todos los folículos presentes. El valor de chi cuadrado (0,331) y el valor $p > 0,05$ (0,565) indica que no hay diferencias significativas en cuanto a la presencia de folículos de los ovarios. Cabe mencionar que en este análisis solo se observan la presencia de folículos y más no su tamaño o número.

En cuanto la estructura ovárica “Cuerpo lúteo”, al aplicar la prostaglandina genera lisis sobre ésta elemento por lo que al momento de su evaluación no se encontró presente.

4.3 MANIFESTACIONES DE CELO POS-TRATAMIENTO.

Las manifestaciones de celo también fueron analizadas en este trabajo por efecto de los tratamientos y así poder establecer diferencias.

Cuadro 4. Efecto de los tratamientos sobre la manifestación de celo en los animales empleados en el experimento.

MANIFESTACIÓN DE CELO	PROTOCOLO				TOTAL	
	IATF + eCG		IATF			
SI	11	73,33%	7	46,66%	18	60,00%
NO	4	26,66%	8	53,33%	12	40,00%
TOTAL	15	100%	15	100%	30	100,00%

- **Prueba de Chi cuadrado**



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

χ^2	p
0,90	0,346

El **Cuadro 4** muestra que las manifestaciones de celo en los dos tratamientos fue del 60,00% (18/30), expresándose con mayor frecuencia en el tratamiento A en un porcentaje de 73,33% (11/15) frente al 46,66% (7/15) de celos manifestados en el tratamiento B. El valor de chi cuadrado (0,90) y el valor $p > 0,05$ ($p = 0,346$) indican que los tratamientos no influenciaron en la manifestación de celo.

4.4 ANALISIS DE VARIANZA DEL TAMAÑO DE LOS OVARIOS.

4.4.1 Desarrollo del ovario derecho de los tratamientos.

Cuadro 5. Valores promedio en mm de los ovarios derechos en los tratamientos.

TRATAMIENTO	REPETICIÓN			Σ TRAT.	\bar{x}_i
	I	II	III		
IATF+ eCG	23,1	21,52	28,04	72,66	24,22
IATF	25,44	16,4	32,82	74,66	24,88
Σ REP	48,54	37,92	60,86	147,32	24,55

Cuadro 5.1 Análisis de variación (ADEVA) del desarrollo de los ovarios derechos en mm generado por los tratamientos.

F de V	gl	SC	CM	F. Cal.	F. Tab	
					0.05	0.01



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Tratamiento	1	0,66	0,66	0,05 ^{NS}	28.51	98.49
Repetición	2	131,80	65,90	4,95 ^{NS}	19.00	99.00
Exp	2	26,60	13,30			
Total	5	159,07				

CV = 14,86 %

El ADEVA determina diferencias no significativas con relación al tamaño en mm de los ovarios en los tratamientos “IATF” e “IATF + eCG” por lo que se acepta la hipótesis H_0 de que los tratamientos tienen igual comportamiento en el desarrollo de los ovarios derechos.

Las repeticiones representan diferencias no significativas; es decir que los tres bloques compuestos por cinco vacas cada unidad experimental fueron homogéneas.

El coeficiente de variación de 14.86% determina que la variación fue normal en el desarrollo de los ovarios derechos durante la investigación.

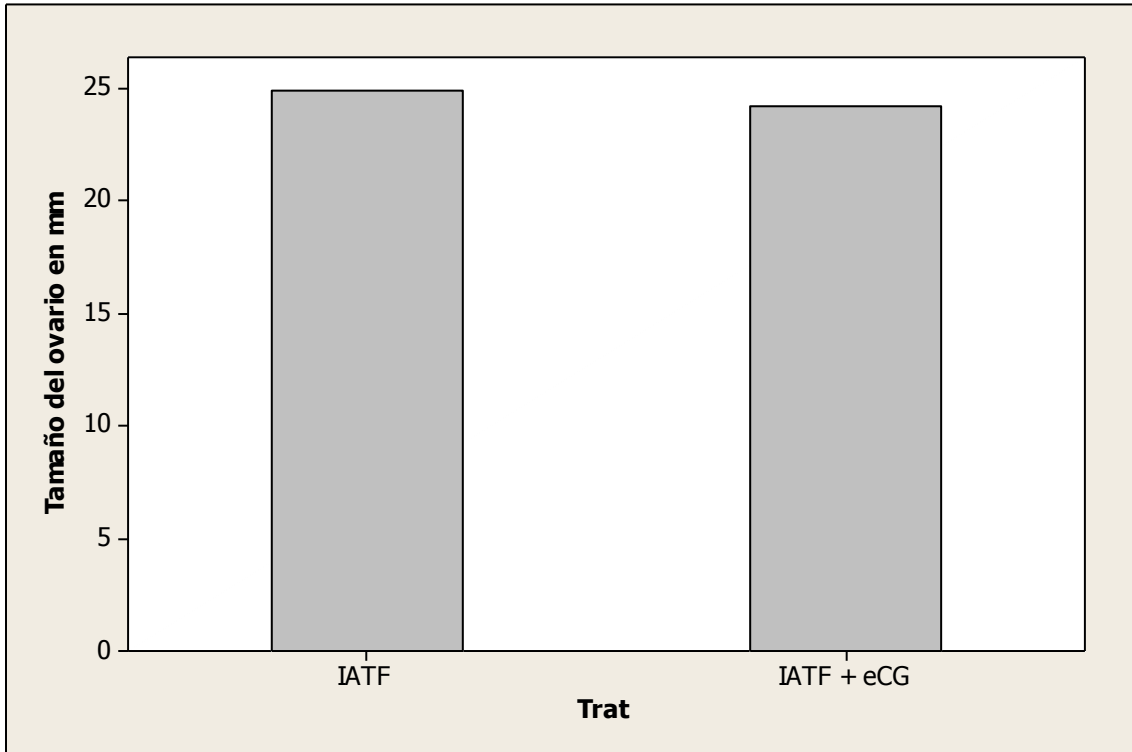


Gráfico 1. Tamaño de los ovarios derechos en los dos grupos de vacas Holstein mestiza tratadas con “IATF” (24,88 mm) e “IATF + eCG” (24,22 mm). En el gráfico 1 en base al ADEVA se observa una similitud entre las medias de los tamaños de los ovarios derechos generadas por los tratamientos.



4.4.2 Desarrollo del ovario izquierdo de los tratamientos.

Cuadro 6. Valores promedios en mm de los ovarios izquierdos obtenidos en la investigación.

TRATAMIENTO	REPETICIÓN			ΣTRAT.	\bar{x}_i
	I	II	III		
IATF+ eCG	17,4	15,38	19,88	52,58	17,57
IATF	16,22	16,6	13,20	46,02	15,34
Σ REP	33,62	31,98	33	98,6	16,43

Cuadro 6.1. Análisis de variación (ADEVA) del desarrollo de los ovarios Izquierdos generado por los tratamientos.

F de V	gl	SC	CM	F. Cal.	F. Tab	
					0.05	0.01
Tratamiento	1	7,17	7,17	0,89 ^{NS}	28.51	98.49
Repetición	2	0,68	0,34	0,04 ^{NS}	19.00	99.00
Exp	2	16,04	0,02			
Total	5	23,90				

CV = 0,84 %

El ADEVA determina diferencias no significativas en cuanto al tamaño en mm de los tratamientos “IATF” e “IATF + eCG” por lo que se acepta la hipótesis H_0 de que los tratamientos tienen igual comportamiento en el desarrollo de los ovarios Izquierdos.

El coeficiente de variación de 0,84% determina una variación normal en el desarrollo de los ovarios izquierdos generados por los tratamientos.

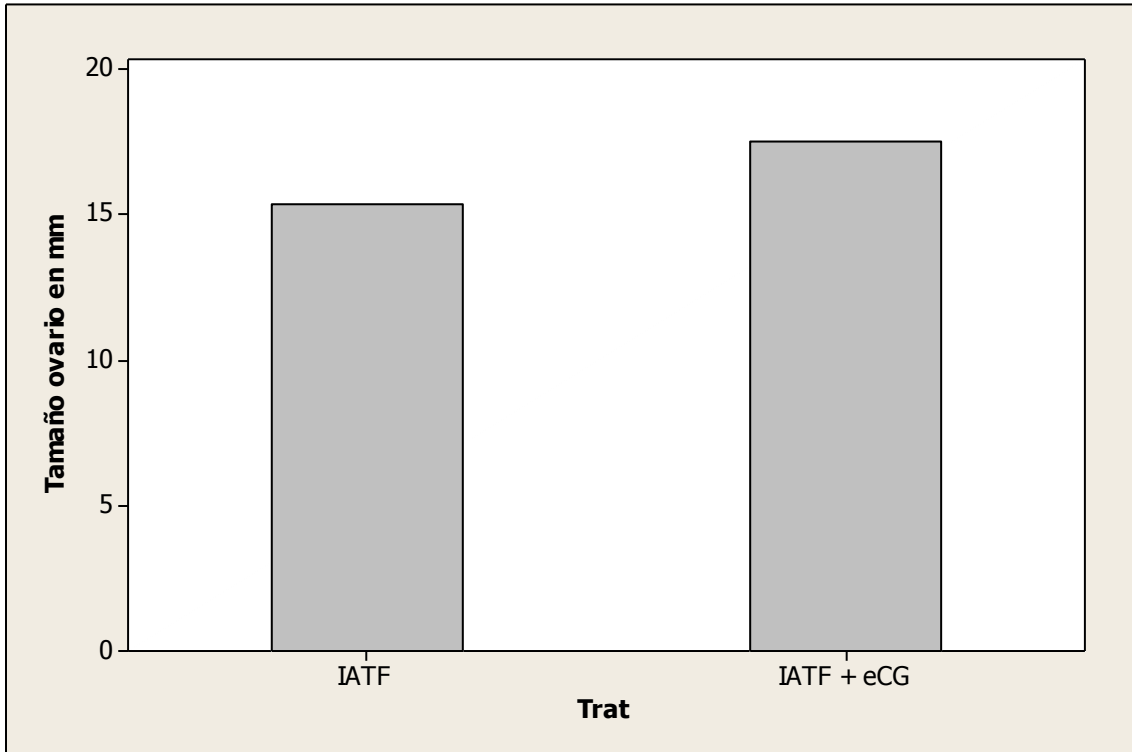


Gráfico 2. Tamaño del ovario izquierdo en los dos grupos de vacas Holstein mestiza tratadas con “IATF” (15,34 mm) e “IATF + eCG” (17,57 mm).

En el **Grafico 2** se observa que el tratamiento IATF + eCG genera un mayor desarrollo del folículo izquierdo con relación al tratamiento IATF; sin embargo, en el ADEVA no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas.



4.5 ANALISIS DE VARIANZA DEL NÚMERO DE FOLÍCULOS.

4.5.1 Número de folículos pos-tratamiento del ovario derecho

Cuadro 7. Valores promedios del número de folículos pos-tratamiento del ovario derecho.

TRATAMIENTO	REPETICIÓN			ΣTRAT.	\bar{x}_i
	I	II	III		
IATF+ eCG	1,4	1,2	0,8	3,4	1,13
IATF	2,4	1,6	1,2	5,2	1,73
Σ REP	3,8	2,8	2,0	8,6	1,43

Cuadro 7.1. Análisis de variación (ADEVA) del número de folículos post tratamientos del ovario derecho.

F de V	gl	SC	CM	F. Cal.	F. Tab	
					0.05	0.01
Tratamiento	1	0,54	0,54	9,00 ^{NS}	28.51	98.49
Repetición	2	0,81	0,41	6,78 ^{NS}	19.00	99.00
Exp.	2	0,12	0,06			
Total	5	1,47				

CV = 17,08%

El ADEVA determina diferencias no significativas para el numero de folículos en los tratamientos “IATF” e “IATF + eCG” por lo que se acepta la hipótesis H_0 de que los tratamientos tienen igual comportamiento en el número de folículos.

El coeficiente de variación de 17,08% determina que la variación fue normal durante el tiempo que duró la investigación.

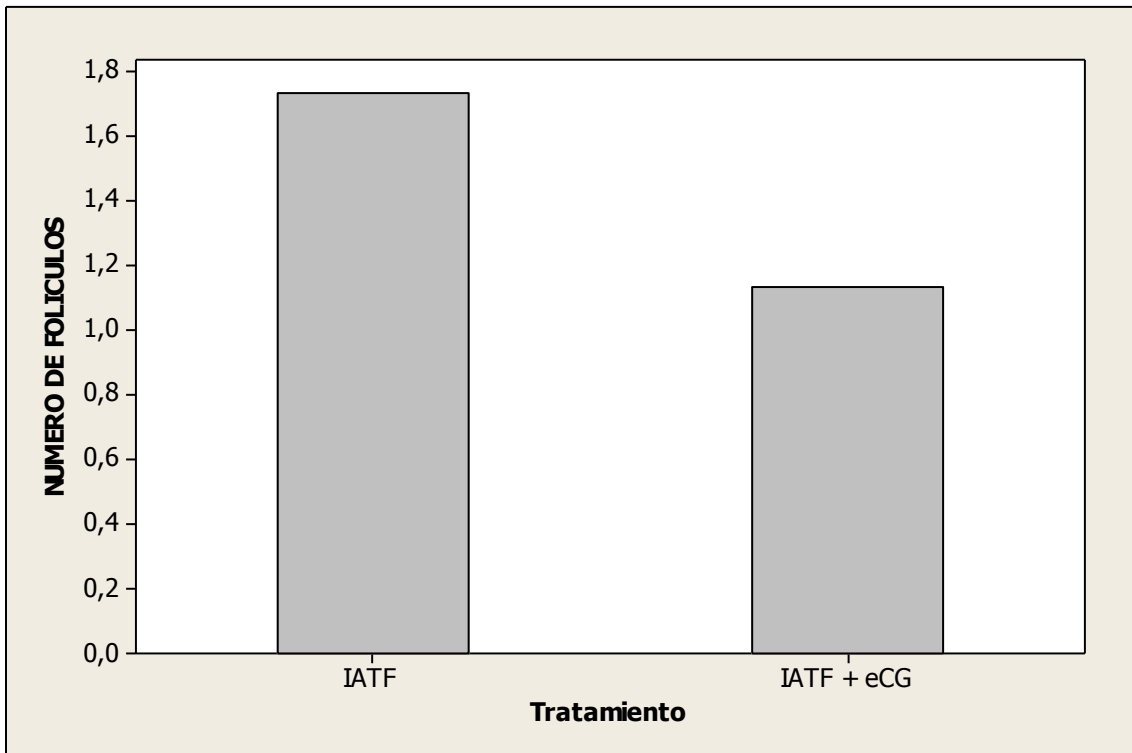


Gráfico 3. Número de folículos del ovario derecho generados por los tratamientos en los dos grupos de vacas “IATF” (1,73 N° de folículos) e “IATF + eCG” (1,13 N° de folículos).

A pesar que en el **gráfico 3** se observa aparentemente una diferencia entre la cantidad de folículos generados por el tratamiento A (IATF + eCG) y el tratamiento B (IATF), al realizar el análisis estadístico respectivo se determinó que no existen tales diferencias.



4.5.2 Número de folículos pos-tratamiento del ovario izquierdo

Cuadro 8. Valores promedios del número de folículos pos-tratamiento del ovario izquierdo.

TRATAMIENTO	REPETICIÓN			ΣTRAT.	\bar{x}_i
	I	II	III		
IATF+ eCG	0,4	0,6	0,2	1,2	0,40
IATF	2,0	2,0	0,4	4,4	1,47
Σ REP	2,4	2,6	0,6	5,6	0,93

Cuadro 8.1. .Análisis de variación (ADEVA) del Número de folículos post tratamientos del ovario izquierdo.

F de V	gl	SC	CM	F. Cal.	F. Tab	
					0.05	0.01
Tratamiento	1	1,71	1,71	5,95 ^{NS}	28.51	98.49
Repetición	2	1,21	0,61	2,12 ^{NS}	19.00	99.00
Exp.	2	0,57	0,29			
Total	5	3,49				

CV = 57,69 %

El ADEVA determina diferencias no significativas con respecto al número de folículos de los tratamientos “IATF” e “IATF + eCG” por lo que se acepta la hipótesis H_0 de que los tratamientos tienen igual comportamiento en el número de folículos.

El coeficiente de variación de 57,69% determina que la variación no fue normal durante el tiempo que duró la investigación, por influencia de la edad de los animales, estado fisiológico y factores nutricionales.

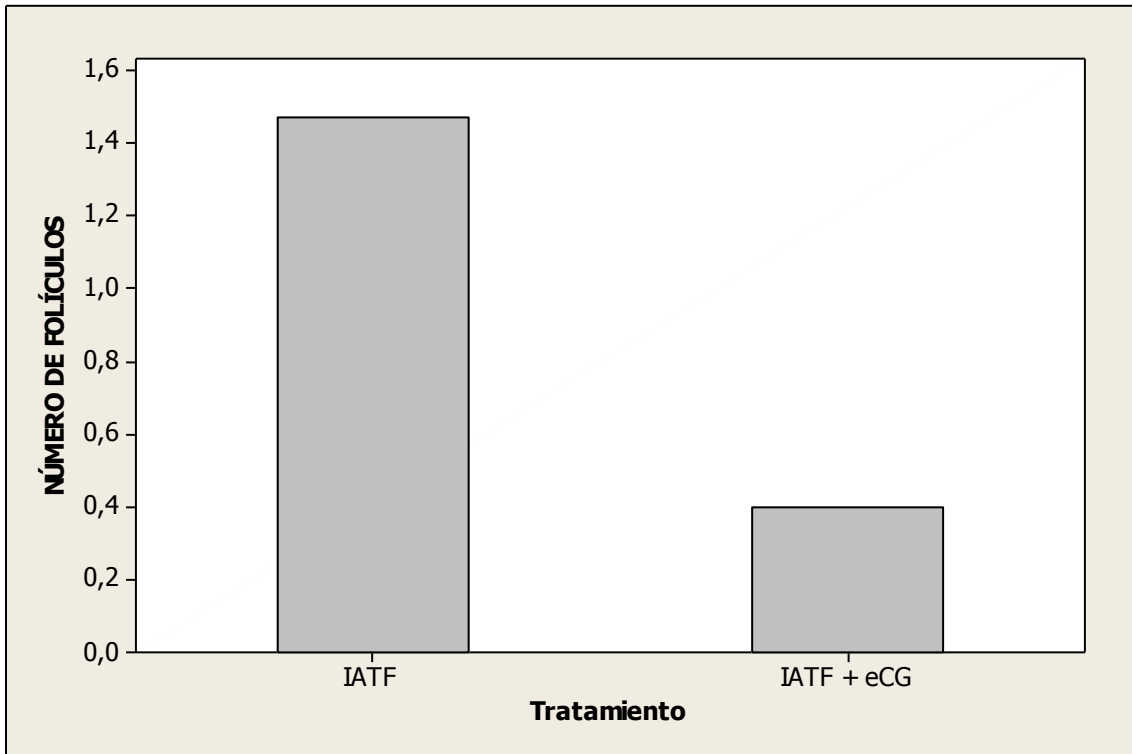


Gráfico 4. Número de folículos del ovario izquierdo generados por los tratamientos en los dos grupos de vacas “IATF” (1,47 N° de folículos) e “IATF + eCG” (0,40 N° de folículos).

A pesar que en el gráfico 4 se observa una aparente diferencia entre la cantidad de folículos generados por el tratamiento A (IATF + eCG) y el tratamiento B (IATF) en el ovario izquierdo, al realizar el análisis estadístico respectivo se determinó que no existen tales diferencias.



4.6 ANALISIS DE VARIANZA DEL TAMAÑO DEL FOLÍCULO.

4.6.1 Tamaño del folículo dominante pos-tratamiento.

Cuadro 9. Valores promedios del tamaño en mm de los folículos dominantes pos-tratamiento.

TRATAMIENTO	REPETICIÓN			ΣTRAT.	\bar{x}_i
	I	II	III		
IATF+ eCG	12,58	12,34	12,88	37,8	12,60
IATF	5,12	6,98	5,56	17,66	5,89
Σ REP	17,7	19,32	18,44	55,46	9,24

Cuadro 9.1. Análisis de variación (ADEVA) del tamaño de folículos en mm obtenidos pos-tratamientos

F de V	gl	SC	CM	F. Cal.	F. Tab	
					0.05	0.01
Tratamiento	1	67,60	67,60	98,08*	28.51	98.49
Repetición	2	0,66	0,33	0,48 ^{NS}	19.00	99.00
Exp	2	1,38	0,69			
Total	5	69,64				

CV = 8,99 %.

4.6.2 Prueba de D.M.S. 5%.

TRATAMIENTO	IATF + eCG	IATF	DMS	$S\bar{x}$
	a	b	6.71*	2,92
Media (\bar{x})	12,60	5,89		



4.6.3 Prueba de D.M.S. 1%.

TRATAMIENTO	IATF + eCG	IATF	DMS	S \bar{X}
	a	b		
Media (\bar{X})	12,60	5,89	6.71 ^{NS}	6,72

El ADEVA determina diferencias significativas al 5 % del tamaño en mm de los folículos dominantes de los tratamientos, por lo que se acepta la H_0 de que la introducción de hormona Gonadotrópica Coriónica Equina eCG a un protocolo de IATF promueve un desarrollo folicular mayor en relación a los obtenidos en un protocolo normal, sin embargo, al realizar los cálculos al 1% de significación, los resultados obtenidos en el tamaño de folículo dominante en los dos tratamientos, son similares.

La prueba de diferencia mínima significativa (DMS) al 5% determina dos rangos: "a" y "b", el rango **a** involucra el tratamiento IATF + eCG siendo el mejor para incrementar el tamaño del folículo dominante post tratamiento.

Las repeticiones representan diferencias no significativas, es decir que los tres bloques compuestos por cinco vacas fueron homogéneos.

El coeficiente de variación de 8,99% determina que la variación de las vacas fue normal durante el tiempo en que se realizó la investigación.

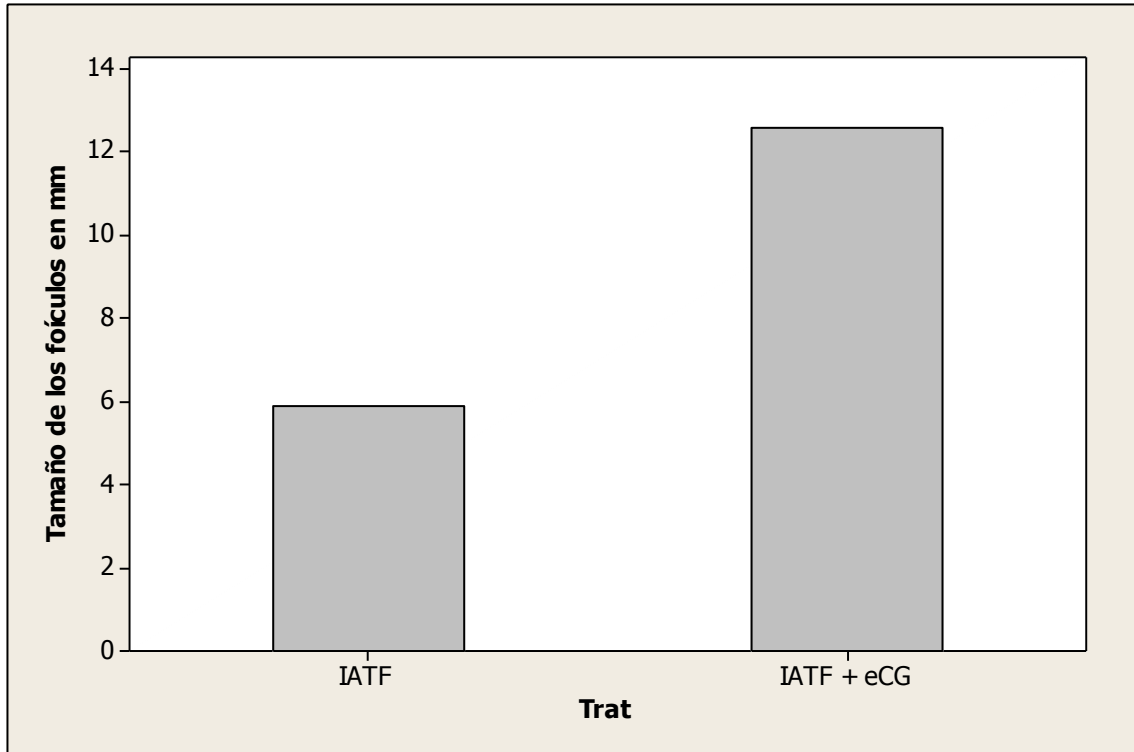


Gráfico 5. Tamaño en mm de los foliculos dominantes pos-tratamiento.

En el gráfico se puede observar que en el tratamiento IATF (5,89 mm) el tamaño de los foliculos dominantes se ubican muy por debajo del tamaño de los foliculos dominantes generados por el tratamiento IATF+ eCG (12,60 mm).

**4.6.4 Manifestaciones de celo generadas por los tratamientos.**

Cuadro 10. Análisis de X^2 para las manifestaciones de celo en los tratamientos: IATF y IATF + eCG.

PROTOCOLO	CELO				TOTAL	
	SI		NO			
IATF + eCG	11	73,33%	4	26,66%	15	100,00%
IATF	7	46,66%	8	53,33%	15	100,00%
TOTAL	18	60,00%	12	40,00%	30	100,00%

- **Prueba de Chi cuadrado**

X^2	P
0,90	0,346

El análisis de X^2 establece que las mayores tasas de manifestaciones de celo se deben a la aplicación de eCG en los protocolos de IATF en esta investigación. Sin embargo el valor de $p > 0,05$ indica que el celo en el tratamiento de "IATF+ eCG" no dependió de la hormona aplicada al observarse tasas del 73,33% de celo con respecto al 46,66% del tratamiento que solo se aplicó IATF.

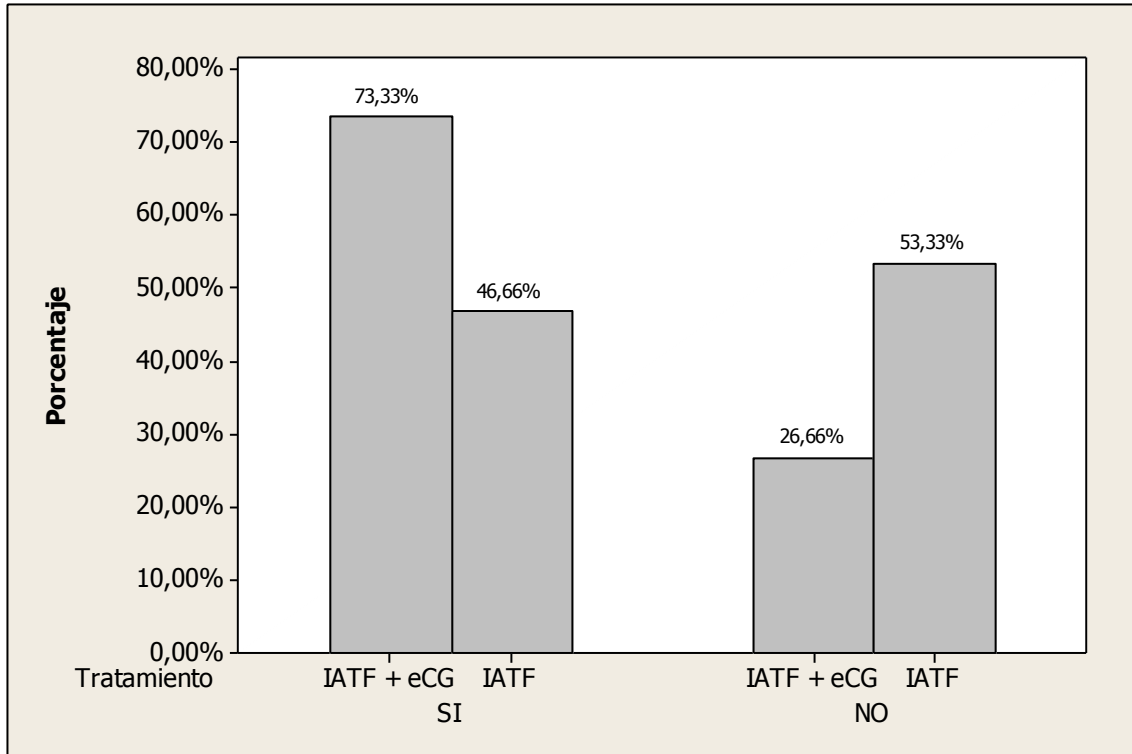


Gráfico 6. Animales con celo y sin celo luego de la aplicación de los protocolos en los dos grupos de vacas “IATF” (7 con celo y 8 sin celo) e “IATF + eCG” (11 con celo y 4 sin celo).



5. DISCUSIÓN

El objetivo de esta investigación fue mejorar el crecimiento del folículo ovulatorio en bovinos hembras de raza Holstein Mestiza con su cría al pie, a partir de la aplicación de la hormona Gonadotropina Coriónica equina (eCG) en un protocolo de IATF basado en la aplicación de Benzoato de Estradiol (BE) + Progesterona (P4) + Cipionato de Estradiol (ECP) + Prostaglandina (PGF2 α).

Al realizar los análisis estadísticos se comprobó que la introducción de eCG en un protocolo de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) promueve el desarrollo y crecimiento folicular en las vacas Holstein mestiza con ternero al pie que están en condición corporal entre 2,5 y 3,5; con 2 a 5 gestaciones y de 45 a 150 días pos-parto.

El tamaño del folículo dominante observado al día 11 desde el día de inicio fue de 12,60 mm en los animales que se aplicó el protocolo de IATF en asociación con eCG, los datos son inferiores a los obtenidos por (Bó , et. al, 2009) cuya investigación fue realizado en ganado específicamente de leche y de carne dando un tamaño folicular de $15,0 \pm 0,7$ mm; los resultados obtenidos en este trabajo son ligeramente superiores a los observados por (Duica, 2010) que obtuvo un promedio de $11,6 \pm 0,5$ mm al evaluar mediante ultrasonografía los folículos en el día 9 en un tratamiento de sincronización de celo en base a benzoato de estradiol, progesterona en implante, prostaglandina y eCG. Valores similares obtuvo (Tovío, 2011) al aplicar eCG en el día 5 del protocolo con benzoato de estradiol, progesterona en implante y prostaglandina, obteniendo un diámetro folicular de $11,7 \pm 0,54$ mm y evaluación de al día 9 del inicio del protocolo.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

En lo referente al celo, los datos obtenidos 48 horas después de finalizado el tratamiento mostraron 73,33% en las vacas que fueron tratadas con BE + P4 + PGF2 α + eCG, siendo superiores a los observados por (Uribe, et. al, 2011) quienes obtuvieron un 46,7% de celo en vacas de raza Brahman empleando valerato de estradiol, norgestomet (implante) y 400UI de eCG, sin embargo, los resultados obtenidos son similares a los obtenidos por (Martínez, et. al, 2007) que obtuvieron un 71,1% de celo empleando un protocolo de sincronización basado en benzoato de estradiol, progesterona en implante (con retiro a los 8 días), prostaglandina y eCG al momento de retirar el implante, los resultados son similares a los obtenidos por el autor de este trabajo.



6. CONCLUSIÓN

En base a los resultados y discusión realizados podemos concluir que:

La administración de la hormona Gonadotropina Corionica equina (eCG) a un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo basado en benzoato de estradiol, progesterona de liberación controlada (CIDR) y prostaglandina, promueve un mejor desarrollo ($12,60 \pm 0,27$ mm) de los folículos en vacas Holstein mestizas con ternero al pie, en comparación con el protocolo de IATF empleando las mismas hormonas y la misma metodología de aplicación pero sin asociar a eCG ($5,89 \pm 0,97$ mm).

La eCG, además de mejorar el desarrollo folicular, mejoró la presencia de estro (73,33% en IATF + eCG vs 46,66% en IATF) por lo que podría emplearse en programas de sincronizaciones de celo en donde se considere las cualidades reproductivas de los sementales y así poder acercarse a la producción de un ternero por año.



7. RECOMENDACIONES

El anestro posparto es uno de los inconvenientes más importantes dentro de la reproducción de vacas con cría al pie y sus interacciones con la edad, la nutrición reflejada en la condición corporal y la influencia medioambiental incluyendo el manejo; por tal razón y en vista de que la eficiencia reproductiva está alrededor de una cría por año, se recomienda la introducción de la eCG en programas de inseminación artificial a tiempo fijo que emplean benzoato de estradiol, progesterona y prostaglandina por generar un mejor desarrollo folicular y presencia de celo.

No obstante, el estudio realizado en esta investigación solo permitió observar el efecto que tiene la eCG sobre el desarrollo del folículo ovulatorio, por lo que se recomienda una continuidad de este trabajo encaminado a la observación del efecto de esta hormona sobre el desarrollo del cuerpo lúteo y los índices de fertilidad al ser fecundadas con inseminación artificial o monta natural.



8. BIBLIOGRAFÍA.

1. **Delgado Jorge, Amores Eliecer.** Efecto de la sincronización y resincronización de celos sobre el porcentaje de preñez en la raza Brangus. Tesis, 2010. [Citado el: 30 de Marzo de 2013.] <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/622/1/T3009.pdf>.
2. **Hincapie J, Brito R, Campo E.** Reproduccion animal aplicada Fundamentos de la fisiologia y biotecnologias. *Reproduccion animal aplicada Fundamentos de la fisiologia y biotecnologias.* Tegucigalpa : Litocom, 2005, págs. 69-70.
3. **Aspron M, A.** *www.ivis.org.* Manejo Reproductivo del ganado, 2 de abril de 2004. [Citado el: 27 de diciembre de 2011.] <http://www.ivis.org>.
4. **Perea Fernando, y otros, et al.** TRATAMIENTO DEL ANESTRO POSTPARTO CON PROGESTERONA INTRAVAGINAL MAS eCG EN VACAS MESTIZAS TROPICALES.[Citado el: 12 de mayo de 2012.] <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/27916/2/articulo6.pdf>. ISSN 0798-2259.
5. **Bó G. A. y otros ,et.al.** ACTUALIZACIÓN SOBRE PROTOCOLOS DE IATF EN BOVINOS DE LECHE UTILIZANDO DISPOSITIVOS CON PROGESTERONA. 2009. [Citado el: 20 de Noviembre de 2012.] http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/145-IATF.pdf.
6. **Motta Pablo, y otros.et. al.** Dinámica folicular en la vida reproductiva de la hembra bovina. [En línea] 2011. [Citado el: 8 de Diciembre de 2012.]
7. **Arroyo J., Magaña H. y Camacho M.** REGULACIÓN NEUROENDOCRINA DEL ANESTRO POSPARTO EN LA OVEJA.2009. [Citado el: 1 de Diciembre de 2012.] <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/939/93912996001.pdf>.
8. **Glauber Claudio.** Fisiologia de la lactacion en la vaca lechera. 2007. [Citado el: 15 de Noviembre de 2012.] http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/131-fisiologia.pdf.
9. **Hermosilla Ricardo.** Efecto de la aplicación de oxitocina sobre el periodo de dias abiertos en vacas de doble proposito en el trópico. 2009. [Citado el: 9 de agosto de 2012.]



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

<http://148.226.12.104/bitstream/12345678/89/1/RICARDO%20SANTIAGO%20HERMOSILLA.pdf>
f.

10. **Hernandez, Ismael, y otros.** et. al. 2006. [Citado el: 14 de Octubre de 2012.]
http://www.imbiomed.com.mx/1/1/articulos.php?method=showDetail&id_articulo=41110&id_seccion=1492&id_ejemplar=4207&id_revista=4. ISSN 1405-6852 .

11. **Hincapie John, Pipaon Emilio, Blanco Gustavo.** *Trastornos reproductivos en la hembra bovina.* Tegucigalpa : Litocom, 2008. ISBN 99926-50-67-2.

12. **Catalano, Rodolfo y Callejas, Santiago.** DETECCIÓN DE CELOS EN BOVINOS. FACTORES QUE LA AFECTAN Y METODOS DE AYUDA.2001. [Citado el: 29 de Diciembre de 2012.]
<http://www.vet.unicen.edu.ar/html/Areas/Obstetricia%20e%20inseminacion%20artificial/Documentos/2009/Deteccion%20de%20celos.pdf>.

13. **Cutaia Lucas, Bó Gabriel.** USO DE LA TECNOLOGÍA DE IATF EN RODEOS LECHEROS. 2002. [Citado el: 30 de Diciembre de 2012.]
http://www.produccionovina.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/101-iatf_en_rodeos_lecheros.pdf.

14. **Mendoza Christian, Loor Vasquez.** "Comparación de dos métodos de sincronización de ovulación Heat-synch y Heat-synch modificado con separación temporal del ternero mas Gonadotropina Corionica Equina (eCG) en un programa IATF en vacas mestizas cebuinas". 2012. [Citado el: 30 de Diciembre de 2012.]
<http://repositorio.utm.edu.ec/bitstream/123456789/456/1/FCVTGMVZ2012-0358.pdf>.

15. **Bó G., Cutaia L.** IMPLEMENTACION DE PROGRAMAS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN RODEOS DE CRIA. 2007. [Citado el: 2 de Enero de 2013.]
http://www.pecplan.com.br/upload/library/Implementacao_IATF_rodeos_cria.pdf.

16. **Tovio Nestor.** Efectos de la aplicación de eCG (Día 5 u 8) sobre el desarrollo del cuerpo lúteo, nivel de progesterona y tasa de preñez en hembras receptoras de embriones bovinos. 2011. [Citado el: 31 de Diciembre de 2012.]
<http://www.bdigital.unal.edu.co/4235/1/780179.2011.pdf>.

17. **Illera Mariano.** *Reproducción de los animales domésticos.* Madrid : AEDOS, 1994. ISBN: 84-7003-339-5.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

18. **Arthur Geoffrey H., Noakes David E., Pearson Harold. et. al.** *Reproduccion y Obstetricia en Veterinaria (Teriogenología)*. Madrid : McGraw-Hill Interamericana, 1991. ISBN: 84-7615-747-9.
19. **Senger, P L.** Ciclo estral, exploracion sistematica. *Ciclo estral, exploracion sistematica*. Buenos Aires : intermedica, 2008, pág. 32.
20. **Hafez E.S.E., Hafez B.** *Reproducción e inseminación artificial en animales*. Mexico : McGraw-Hill Inteamericana, 2004. ISBN: 0-683-30577-8.
21. **Vittone J. S. , y otros.et.al.** Destete precoz y desempeño reproductivo en vacas tratadas con progesterona intravaginal. 2011. [Citado el: 28 de Marzo de 2013.] http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0004-05922011000400022&script=sci_arttext&tlng=en. ISSN 0004-0592.
22. **Donzelli M. V., y otros.** Efecto de la nutrición sobre la duración del anestro posparto en vacas de cría. 2010. [Citado el: 1 de Abril de 2013.] <http://www.scielo.org.ar/pdf/invet/v12n2/v12n2a08.pdf>. ISSN: 1668-3498.
23. **Blanco Dairom.** Técnicas para la resolución del anestro verdadero en bovinos de aptitud. 2008. [Citado el: 30 de Marzo de 2013.] <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030308/030823.pdf>. ISSN: 1695-7504.
24. **Galina Carlos, Valencia Javier.** *Reproduccion de Animales Domésticos*. México : Limusa S.A. , 2009. ISBN: 978-968-18-7132-1.
25. **Hintz Harold, y otros. et.al.** *Ganaderia: Guía para la reproducción, nutrición. cría y mejora del ganado*. Primera. México : McGraw-Hill, 1987. pág. 286. Vol. I. ISBN: 968-422-268-8.
26. **Laing J. A., Brinley W. J., Wagner W. C. et.al.** *Fertilidad e Infertilidad en la práctica veterinaria* . México : LIMUSA, S. A., 1990. ISBN: 968-18-0319-1.
27. **Hincapié J. J., Brito R., Campo E. et.al.** *Reproduccion animal aplicada Fundamentos de la fisiologia y biotecnologias*. Tegucigalpa : Litocom, 2005. págs. 69-70.
28. **Rippe,Christian A.** EL CICLO ESTRAL. 2009. [Citado el: 2 de Abril de 2013.] <http://www.dcrcouncil.org/media/Public/Rippe%20DCRCH%202009.pdf>.
29. **Jiménez Florencio, y otros.et.al.** EVALUACIÓN DE CUATRO MÉTODOS DE DETECCIÓN DEL CELO EN NOVILLAS DE DOBLE PROPOSITO. 2009. [Citado el: 2 de Abril de 2013.] <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/28965/1/articulo7.pdf>.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

30. **Restrepo Giovanni.** *BIOTECNOLOGÍAS REPRODUCTIVAS APLICABLES A LA PRODUCCIÓN BOVINA EN COLOMBIA.* Medellín : GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA ANIMAL, 2007.

31. **Sumano Héctor, Ocampo Luís.** *Farmacología Veterinaria.* México : McGraw-Hill Interamericana, 2006. ISBN: 970-10-5696-5.

32. **Pérez Jorge T.** *Evaluación del efecto de hCG y GnRH sobre la tasa de concepción de vacas Holstein de primer servicio en tres hatos lecheros localizados en el cantón Mejía.* Quito : Universidad San Francisco de Quito, 2008. Tesis.

33. **Morales Edgar Rodolfo.** Utilización de prostaglandinas en el tratamiento de metritis en bovinos. Bases digitales, 2012. [Citado el: 02 de Abril de 2013.] <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2103/1/17T1104.pdf>.

34. **Stahinger Rodolfo.** Mecanismos Fisiológicos del anestro pos-parto en la vaca de cría. [aut. libro] Gustavo Palma. *Biología de la reproducción.* Chaco : INTA, 2003.

35. **Báez Giovanni, Grajales Henry.** Anestro posparto en ganado bovino en el trópico. 2009. [Citado el: 01 de Abril de 2013.]

<http://revistas.unicordoba.edu.co/ojs/index.php/mvz/article/viewFile/291/285>.

36. **Arroyo J., Magaña H., Camacho, M.** et.al. REGULACIÓN NEUROENDOCRINA DEL ANESTRO POSPARTO EN LA OVEJA. 2009. [Citado el: 04 de Abril de 2013.] <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=93912996001>.

37. **Perean F., y otros.et.al.** Factores que afectan la respuesta reproductiva de vacas mestizas en anestro tratadas con un progestágeno intravaginal o con destete temporal por 120 horas. 2009. [Citado el: 03 de Abril de 2013.] <http://www.bioline.org.br/request?la09007>. ISSN: 1022-1301.

38. **Giraldo J. J.** Una mirada al uso de la inseminación artificial en bovinos. 2008. [Citado el: 03 de Abril de 2013.]

http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/467/1/5157_uso%20de%20la%20inseminaci%3b%20artificial%20en%20bovinos.pdf. ISSN : 1794-4449.

39. **Vélez M., Hincapié J. J. y Matamoros I. et.al.** *Producción de Ganado lechero en el Trópico.* 6° edición. Tegucigalpa : Zamorano Academic Press, 2009. ISBN: 1-885995-69-5.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

40. **Sintex.** Especialidades veterinarias. *Manejo farmacológico del ciclo estral del bovino.* Sintex, 22 de julio de 2005. [Citado el: 22 de diciembre de 2012.] <http://www.produccionanimal.com.ar>.

41. **Uribe Luís, y otros. et.al.** Evaluación de implantes de norgestomet reutilizados en protocolos de sincronización del estro en vacas Brahman. 2011. [Citado el: 05 de Abril de 2013.] <http://apps.unicordoba.edu.co/revistas/revistamvz/mvz-181/v18n1a12.pdf>.

42. **Duica Arturo.** EFECTO DEL DIÁMETRO DEL FOLÍCULO OVULATORIO, TAMAÑO DEL CUERPO LÚTEO Y PERFILES DE PROGESTERONA SOBRE LA TASA DE PREÑEZ EN LA HEMBRA RECEPTORA DE EMBRIONES BOVINOS. Tesis, 2010. [Citado el: 03 de Abril de 2013.] <http://www.bdigital.unal.edu.co/3775/1/780174.2010.pdf>.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ANEXOS

**ANEXO N° 1 HOJA DE CAMPO**

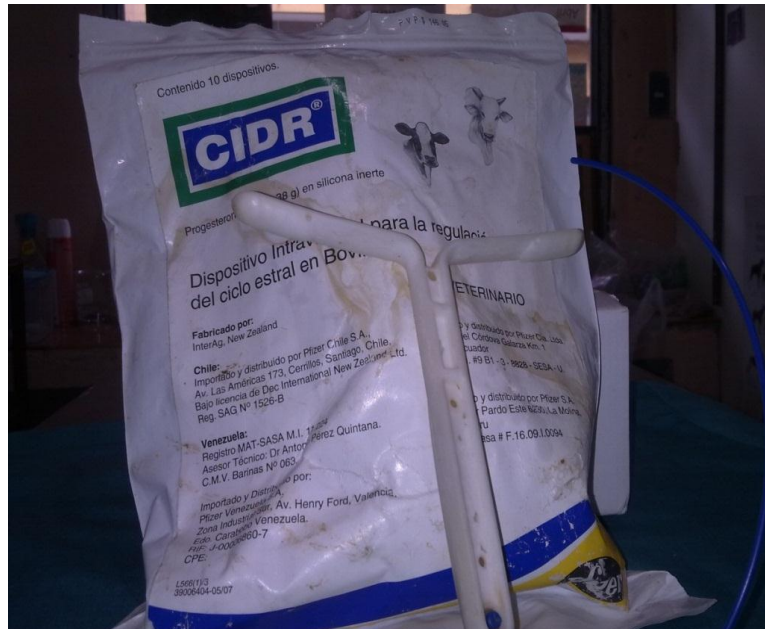
 <p>UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS MESTRIA EN REPRODUCCION ANIMAL</p>		
FICHA DE REGISTRO DE LA EVALUACION FÍSICA Y ECOGRÁFICA DE LOS ANIMALES QUE INTEGRARON LA INVESTIGACIÓN.		
1. Datos Informativos		
Fecha: _____	N° Animal: _____	
Edad: _____	Origen: _____	
Nombre: _____	Tiempo pos-parto: _____	
2. Información estado físico		
Cond. Corp.: _____	N° de gestaciones: _____	
Lactancia: _____		
3. Evaluación órganos reproductivos internos pre-tratamiento		
Ovario Derecho.	Tamaño: _____	C. Luteo: si _____ No _____
	Folículos: Si _____ No <input type="checkbox"/>	
Ovario Izquierdo.	Tamaño: _____	C. Luteo: si _____ No _____
	Folículos: Si _____ No <input type="checkbox"/>	
4. Evaluación órganos reproductivos internos pos-tratamiento.		
IATF + eCG <input type="checkbox"/>	IATF <input type="checkbox"/>	
Ovario Derecho.	Tamaño: _____	Folículos: N° _____
	Tamaño de folículo dominante: _____ mm	
Ovario Izquierdo.	Tamaño: _____	Folículos: N° _____
	Tamaño de folículo dominante: _____ mm	
Manifestaciones de celo: si <input type="checkbox"/>	no <input type="checkbox"/>	



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ANEXO N° 2 HORMONAS UTILIZADAS EN EL EXPERIMENTO





UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ANEXO N° 3 HORMONAS PARA EL IATF





UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ANEXO N° 4 ECOGRAFO MINDRAY
DP-3300 Vet. SONDA MULTIFRECUENCIAS





UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
**ANEXO N° 5 BOVINOS PARA EL EXPERIMENTO CON SU RESPECTIVO
TERNERO**





UNIVERSIDAD DE CUENCA

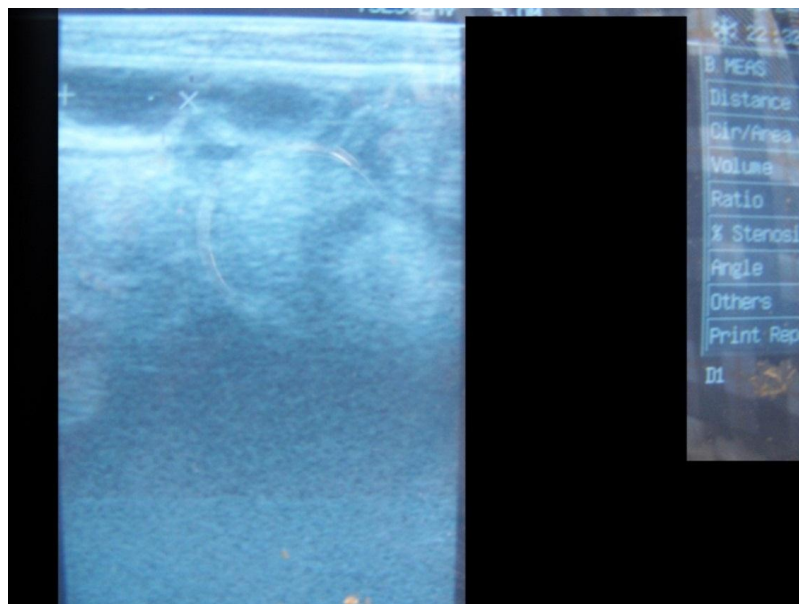
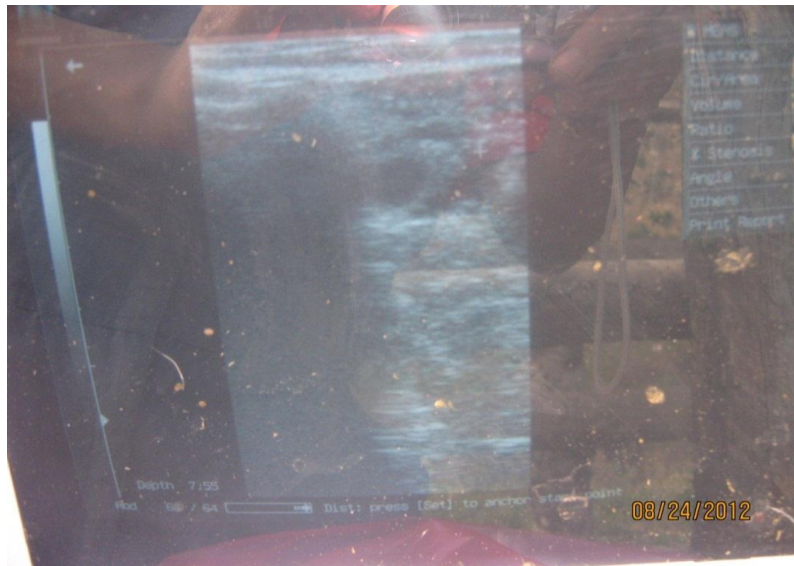
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ANEXO N° 6 BOVINOS CON EL IMPLANTE CIDR





UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ANEXO N° 7 IMÁGENES ECOGRAFICAS OBTENIDAS EN EL EXPERIMENTO





UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ANEXO N° 8 IMÁGENES ECOGRAFICAS OBTENIDAS EN EL EXPERIMENTO





UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ANEXO N° 9 IMÁGENES ECOGRAFICAS OBTENIDAS EN EL EXPERIMENTO

