



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS
NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE
GONADOTROPINA CORIÓNICA EQUINA (eCG), EN
PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN EN VACAS
HOLSTEIN FRIESIAN MESTIZAS EN HOYA DE LOJA”**

Trabajo de tesis previo a la obtención del título de
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

AUTORA:

Guicela Maribel Acaro Vargas

DIRECTOR:

Dr. Manuel Benjamín Quezada Padilla Ms. Sc

LOJA – ECUADOR

2021

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Dr. Manuel Benjamín Quezada Padilla, Mg.Sc

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA

Que he revisado la presente tesis titulada **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE GONADOTROPINA CORIÓNICA EQUINA (eCG), EN PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN EN VACAS HOLSTEIN FRIESIAN MESTIZAS EN LA HOYA DE LOJA”** realizada por la Srta. Egresada **GUICELA MARIBEL ACARO VARGAS**, la misma que **CULMINÓ DENTRO DEL CRONOGRAMA APROBADO**, cumpliendo con todos los lineamientos impuestos por la Universidad Nacional de Loja, por lo cual, **AUTORIZO QUE SE CONTINÚE CON EL TRÁMITE DE GRADUACIÓN.**

Loja, 26 de Agosto de 2020

Atentamente



Firmado electrónicamente por:
**MANUEL BENJAMIN
QUEZADA PADILLA**

Dr. Manuel Benjamín Quezada Padilla, Mg. Sc
Director de Tesis

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Loja, 05 de Abril del 2021

En calidad de Tribunal Calificador de la Tesis de Grado titulada “**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE GONADOTROPINA CORIÓNICA EQUINA (eCG), EN PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN EN VACAS HOLSTEIN FRIESIAN MESTIZAS EN LA HOYA DE LOJA**”, de la autoría de la Srta. Egresada **Guicela Maribel Acaro Vargas**, previo a la obtención del título de Médica Veterinaria Zootecnista, ha incorporado las observaciones realizadas por el tribunal en el momento de la calificación. Por lo que se autoriza la impresión del trabajo, su difusión y la continuación de los trámites de graduación.

Atentamente

Dr. Edgar Lenin Aguirre Riofrío, Ph.D.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:
**EDGAR LENIN
AGUIRRE
RIOFRIO**

Wilmer Augusto Vacacela Ajila, Mg, Sc.
VOCAL DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:
**WILMER AUGUSTO
VACACELA AJILA**

Dra. Elena Carolina Serrano Recalde, Ph.D.
VOCAL DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:
**ELENA CAROLINA
SERRANO RECALDE**

AUTORÍA

Yo, **Guicela Maribel Acaro Vargas**, declaro ser autora del presente trabajo de tesis que ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma; los conceptos, ideas, resultados, conclusiones, y recomendaciones vertidos en el desarrollo del presente trabajo de investigación, son de absoluta responsabilidad de su autor.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Firma:



Firmado electrónicamente por:

**GUICELA
MARIBEL ACARO
VARGAS**

Autora: Guicela Maribel Acaro Vargas

Cédula: 1900846062

Fecha: 06 de Abril del 2021

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo **Guicela Maribel Acaro Vargas**, declaro ser el autora de la tesis titulada “**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE GONADOTROPINA CORIÓNIC EQUINA (eCG), EN PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN EN VACAS HOLSTEIN FRIESIAN MESTIZAS EN LA HOYA DE LOJA**”, como requisito para optar al grado de Médica Veterinaria Zootecnista, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la reproducción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera, en el Repositorio Digital Institucional (RDI): Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de Información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad. La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero, con fines académicos. Para constancia de esta autorización, firmo en la ciudad de Loja, a los 065 días del mes de Abril del año 2021.

Firma:



Firmado electrónicamente por:

**GUICELA
MARIBEL ACARO
VARGAS**

Autor: Guicela Maribel Acaro Vargas

Cédula de identidad: 1900846062

Dirección: Loja, Barrio Ciudad Alegría.

Correo electrónico: gmacarov@unl.edu.ec

Teléfono: 0939396912

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis:

Dr. Manuel Benjamín Quezada Padilla Ms. Sc

Tribunal de Grado:

Dr. Edgar Lenin Aguirre Riofrío, Ph.D. (Presidente)

Dr. Wilmer Augusto Vacacela Ajila, Mg, Sc. (Vocal)

Dra. Elena Carolina Serrano Recalde, MSc, Ph.D. (Vocal)

AGRADECIMIENTOS

Los resultados de este presente trabajo investigativo, merecen expresar un profundo agradecimiento, aquellas personas que de alguna forma son parte de su culminación, quienes con su ayuda, apoyo y comprensión me alentaron a lograr y cumplir exitosamente esta meta.

Mi especial agradecimiento a la Universidad Nacional de Loja a la Facultad Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables en especial a la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por abrirme las puertas y permitirme realizar mi formación académica.

A los docentes quienes me han impartido sus conocimientos, experiencias y sabios consejos, para formarme como profesional, de manera especial a mi tutor el Dr. Manuel Benjamín Quezada Padilla y al Dr. Hugo Paul Viñan Díaz por brindarme su apoyo en el desarrollo del presente trabajo investigativo.

Guicela Maribel Acaro Vargas

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de investigación a Dios, por haberme brindado su bendición, la sabiduría y la fuerza para seguir adelante a pesar de los tropiezos; a ti Dios te dedico este triunfo por el cual siempre estaré agradecida.

De igual manera quiero dedicar esta tesis a mis padres Teresa Vargas Tillaguango y José Acaro Vargas, por apoyarme durante toda mi carrera, por confiar en mí, brindándome su amor incondicional, cariño, comprensión, trabajo y sacrificio.

A mis hermanos Geovanny, Juan y Elva y a mis sobrinos(as) Anshy, Paola, Cristian, Samanta, porque todo su apoyo y que a pesar de los buenos y malos momentos siempre estaban ahí alentando mis días y dándome fuerzas.

A mi hija y esposo Hugo Viñan quien en el transcurso de mi vida fueron y son mi pilar fundamental de lucha y de amor y por el apoyo en los momentos más difíciles.

A mis abuelitos Etelvina Tillaguango y Carlos Vargas, quienes en el transcurso de toda mi formación profesional fueron mis segundos padres los cuales me apoyaron con sus sabios consejos día a día, y esta culminación es en memoria de ellos.

Guicela Maribel Acaro Vargas

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	I
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS	II
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	III
AUTORÍA	IV
CARTA DE AUTORIZACIÓN	V
AGRADECIMIENTO	VI
DEDICATORIA	VII
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
TÍTULO	XIII
RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XV
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Reproducción en el Ganado Bovino.....	3
2.2. Fisiología Reproductiva de la Hembra Bovina.....	3
2.3. Eje Hipotálamo-Hipófisis	4
2.3.1. Hipotálamo.....	5
2.3.2. Hipófisis.....	6
2.4. Ciclo Estral.....	8
2.4.1. Proestro.....	9
2.4.2. Estro.....	9
2.4.3. Metaestro.....	10

2.4.4. Diestro.....	10
2.5. Dinámica Folicular.....	10
2.5.1. Fase de reclutamiento.....	11
2.5.2. Fase de selección	11
2.5.3. Fase de dominancia.....	12
2.6. Ondas Foliculares.....	13
2.7. Sincronización de Celo	14
2.8. Hormonas Utilizadas Para la Sincronización	14
2.8.1. Benzoato de estradiol (BE)	14
2.8.2. Progesterona.....	16
2.8.3. Prostaglandina (PGF 2α).....	17
2.8.4. Gonadotropina coriónica equina (eCG)	18
2.9. Ecografía o Ultrasonografía Reproductiva.....	20
2.9.1. Diagnóstico de gestación temprana	21
2.10. Evaluación de la Condición Corporal	22
2.11. Trabajos Relacionados	24
3. MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1. Materiales.....	27
3.1.1. Materiales de campo	27
3.1.2. Materiales de oficina	28
3.2. Métodos	28
3.2.1. Ubicación	28
3.2.2. Descripción e identificación de las unidades experimentales (UES).....	30
3.2.3. Manejo de las unidades experimentales	30
3.2.4. Variables de estudio	30

3.2.5. Metodología de evaluación	30
3.2.6. Descripción de los tratamientos	32
3.2.7. Diseño experimental u observacional	34
3.2.8. Análisis Estadístico	34
4. RESULTADOS	35
4.1. Diámetro del Folículo Dominante	35
4.2. Diámetro del Folículo Preovulatorio	36
4.3. Porcentaje de Gestación	37
5. DISCUSIÓN	38
5.1. Diámetro del Folículo Dominante	38
5.2. Diámetro del Folículo Preovulatorio	39
5.3. Porcentaje de Gestación	40
6. CONCLUSIONES	41
7. RECOMENDACIONES	42
8. BIBLIOGRAFÍA	43

ÍDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diámetro de los folículos.....	12
Tabla 2. Variables de estudio.	31
Tabla 3. Diseño experimental u Observacional.	34
Tabla 4. Media \pm desviación estándar del diámetro del folículo dominante en milímetros (mm) de los tratamientos 1 (eCG D6), 2 (eCG D7) y 3 (eCG D8).....	35
Tabla 5. Media \pm desviación estándar del diámetro del folículo preovulatorio en milímetros (mm) de los tratamientos 1 (eCG D6), 2 (eCG D7) y 3 (eCG D8).....	36
Tabla 6. Porcentaje (%) de gestación de los tratamientos 1 (eCG D6), 2 (eCG D7) y 3 (eCG D8).	37
Tabla 7. Diámetros del folículo dominante (mm)....	50
Tabla 8. Diámetros del folículo preovulatorio (mm).....	51
Tabla 9. Número de hembras preñadas	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Activación del Hipotálamo-Hipófisis por señales.....	4
Figura 2.	Localización del hipotálamo.....	5
Figura 3.	Anatomía de la glándula hipófisis.....	6
Figura 4.	Eje Hipotálamo-Hipófisis gonadal.....	8
Figura 5.	Fases del ciclo estral y estructuras ováricas de la hembra bovina.....	9
Figura 6.	Ondas foliculares.....	13
Figura 7.	Gonadiol (Benzoato de estradiol).....	14
Figura 8.	Dispositivos intravaginales DIB.....	16
Figura 9.	Ciclase (Prostaglandina).....	17
Figura 10.	Novormon (Gonadotropina Coriónica Equina).....	19
Figura 11.	Ecografía del Aparato Reproductor de la Vaca.....	20
Figura 12.	Determinación de gestación en vacas.	21
Figura 13.	Evaluación de la condición corporal.	22
Figura 14.	Ubicación Geográfica de la Provincia de Loja.....	29
Figura 15.	Protocolos de sincronización con aplicación de eCG en el día 6.	32
Figura 16.	Protocolos de sincronización con aplicación de eCG en el día 7.	33
Figura 17.	Protocolos de sincronización con aplicación de eCG en el día 8.....	34
Figura 18.	Colocación del implante intravaginal (DIB).	47
Figura 19.	Aplicación de la hormona benzoato de estradiol (Gonadiol).....	47
Figura 20.	Remoción del dispositivo intravaginal.	48
Figura 21.	Aplicación de la hormona gonadotropina coriónica equina eCG.....	48
Figura 22.	Realización de la inseminación artificial.....	49
Figura 23.	Proceso de ecografía.....	49
Figura 24.	Determinación de gestación mediante ecografía.....	50

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE GONADOTROPINA CORIÓNICA EQUINA (eCG), EN PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN EN VACAS HOLSTEIN FRIESIAN MESTIZAS EN LA HOYA DE LOJA”

RESUMEN

Actualmente existen muchas limitantes para la aplicación de biotecnologías reproductivas como la inseminación artificial en ganado de leche en condiciones de pastoreo, entre las más importantes se encuentra las fallas en la detección de celo, anestro posparto, anestro por restricción alimenticia, etc. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la aplicación de gonadotropina coriónica equina (eCG), en protocolos de sincronización en vacas Holstein Friesian mestizas en la Hoya de Loja. Se utilizaron 24 hembras bovinas con condición corporal baja <2 , edad entre 3 y 6 años, en un periodo posparto entre los 45 a 120 días con un promedio entre 2 a 4 partos. Las vacas fueron divididas en tres tratamientos: T1: (día 0: BE (Benzoato de estradiol) + DIB (Dispositivo intravaginal); día 6: 500 U.I de eCG (Gonadotropina coriónica equina); día 8: remoción del DIB + PGF 2α (prostaglandina); día 9: BE; día 10 inseminación artificial (IA); día 40: determinación de gestación); T2: (día 0: BE + DIB; día 7: 500 U.I de eCG; día 8: remoción del DIB + PGF 2α ; día 9: BE; día 10 IA; día 40: determinación de gestación); T3: (día 0: BE + DIB. día 8: remoción DIB + PGF 2α + 500 U.I de eCG; día 9: BE; día 10: IA; día 40: determinación de gestación). Los datos reflejaron en el diámetro del folículo dominante, el mayor fue el T3 con un promedio de 16 ± 1.41 mm, seguido del T2 con 15 ± 1.85 mm y el T1 con 11.1 ± 7.18 mm; en el folículo preovulatorio el tratamiento T3 obtuvo 18.8 ± 1.16 mm, seguido del T2 con 17.9 ± 2.42 mm, y el T1 13.3 ± 13.3 mm; el porcentaje de gestación obtuvo el T3 con el 63 %, seguido del T2 con un 50 % y el T1 con un 38 %. En conclusión la aplicación de eCG aplicada en el día 8 mejoró un diámetro del folículo dominante, diámetro del folículo preovulatorio y el porcentaje de gestación.

Palabras claves: eCG; Anestro posparto; Condición corporal.

ABSTRACT

Currently there are many limitations for the application of reproductive biotechnologies such as artificial insemination in dairy cattle under grazing conditions, among the most important are the failures in the detection of heat, postpartum anestrus, anestrus due to food restriction, etc. The objective of this research was to evaluate the effect of the application of equine chorionic gonadotropin (eCG) in synchronization protocols in crossbred Holstein Friesian cows in the Loja basin. 24 bovine females with low body condition, aged between 3 and 6 years, were used in a postpartum period between 45 to 120 days with an average between 2 to 4 calvings. The cows were divided into three treatments: T1: (day 0: BE (Estradiol benzoate) + DIB (pro-gestosterone releasing intravaginal device); day 6: 500 IU of eCG (Equine chorionic gonadotropin); day 8: removal of DIB + PGF2 α (prostaglandin); day 9: BE; Day 10 artificial insemination (IA); day 40: gestation determination); T2: (Day 0: BE + DIB; day 7: 500 IU of eCG; day 8: removal of DIB + PGF2 α ; day 9: BE; Day 10 IA; Day 40: determination of pregnancy); T3: (day 0: BE + DIB. day 8: removal of DIB + PGF2 α + 500 IU of eCG; day 9: BE; day 10: IA; day 40: pregnancy determination). The data reflected in the diameter of the dominant follicle, the largest was T3 with an average of 16 ± 1.41 mm, followed by T2 with 15 ± 1.85 mm and T1 with 11.1 ± 7.18 mm; in the pre-ovulatory follicle, T3 treatment obtained 18.8 ± 1.16 mm, followed by T2 with 17.9 ± 2.42 mm, and T1 13.3 ± 13.3 mm; the pregnancy percentage obtained T3 with 63 %, followed by T2 with 50 % and T1 with 38 %. In conclusion, the application of eCG applied on day 8 improved a diameter of the dominant follicle, diameter of the preovulatory follicle and the percentage of gestation.

Key words: eCG; Postpartum anestrus; Body condition.

1. INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina es uno de los principales sustentos de la población ecuatoriana, por este motivo en la actualidad se investigan alternativas y tecnologías para adquirir una eficiencia productiva y reproductiva y generar un desarrollo socio-económico. Estas alternativas y tecnologías son las biotecnologías reproductivas que tienen como objetivo mejorar y conservar líneas genéticas, permitiendo con ello la amplia difusión de material genético superior.

Desde el siglo XVIII se aplica la inseminación artificial (IA) y con ello se ha destacado como una de las biotecnologías reproductivas eficaces en búsqueda del progreso genético; el manejo de esta técnica ha conllevado a la sincronización del celo mediante el uso de hormonas que modifican la conducta biológica dentro del ciclo estral en los animales. La sincronización hormonal permite inducir el celo en un periodo corto y reactivar la actividad sexual en animales en estado de anestro debido a su baja condición corporal, deficiencias nutricionales, manejo con cría al pie, estrés, infecciones puerperales y enfermedades bacterianas como IBR, DVB, etc (Alberio, 2003).

Los tratamientos destinados a la sincronización del celo, son mediante el uso de hormonas como prostaglandinas, benzoato de estradiol, gonadotropina coriónica equina (eCG) y dispositivos intravaginales impregnados con progesterona, los cuales son poco accesibles para los productores, debido a su elevado costo. La (eCG), es una hormona producida por las copas endometriales de la yegua preñada entre los días 40 y 130 de la gestación; dentro de los protocolos de sincronización el uso de esta hormona radica en su capacidad de estimular la producción de FSH y LH, los animales en los que se recomienda el uso de la eCG son vacas con cría al pie y con pobre condición corporal (CC) (Baruselli *et al.*, 2014).

Esta investigación se planteó los siguientes objetivos:

- Evaluar el tamaño del folículo en los días 6, 7 y 8 del protocolo de sincronización en los diferentes tratamientos.
- Determinar el tamaño del folículo preovulatorio en el día 10 en el protocolo de sincronización aplicando la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG) a diferentes tiempos.
- Establecer el porcentaje de preñez aplicando gonadotropina coriónica equina (eCG) en protocolos de sincronización a diferentes tiempos.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Reproducción en el Ganado Bovino

El ganado bovino es una de las especies de mayor importancia en el mundo debido al aporte que hace en la alimentación humana tanto en el ámbito de carne y leche, de ahí surge la necesidad de conocer la morfo-fisiología comparada de su sistema reproductor, permitiendo una mejor comprensión fisiológica adaptativa en las diferentes razas de ganado. La hembrabovina presenta un ciclo estral de 21 días, igual que en todas las hembras de las diferentes especies de animales domésticos está regulado por el eje hipotalámico-hipofisario-gónada; el celo o también conocido como estro es el momento de aceptación del macho (Vázquez, 2018).

2.2 Fisiología Reproductiva de la Hembra Bovina

Las hembras bovinas son poliestricas continuas, con un ciclo estral de 17-24 días, con un promedio de 21 días, suelen parir 1 ternero, este ciclo se ve interrumpido fisiológicamente por el anestro gestacional, por anestro lactacional o por anestro patológico ya sea por fallas anatómicas, nutricionales o funcionales.

Este ciclo empieza a funcionar luego de que la vaca llega a la pubertad; la pubertad es la edad o momento en que el animal es capaz de reproducirse por primera vez, en la hembra bovina cuando comienza esta etapa se da la presencia de folículos maduros y la presencia de un cuerpo lúteo. La pubertad tiene lugar cuando se alcanza el 40-45 % del peso del animal adulto para ganado de leche, para razas de carne oscila entre un 45 a un 55 %, la pubertad en BOS TAUROS oscila entre los 10 - 12 meses y en los BOS INDICUS entre 15 – 18 meses (Araujo, 2004).

2.3 Eje Hipotálamo-Hipófisis

Todos los fenómenos que están vinculados en la reproducción en los animales se traducen en diferentes señales:

- Señales internas; la liberación de una hormona como respuesta a la subida de un nivel.
- Señales externas; ruido, sonidos, señales audiovisuales, cambios de la temperatura.

Eje Hipotálamo-Hipofisario

7

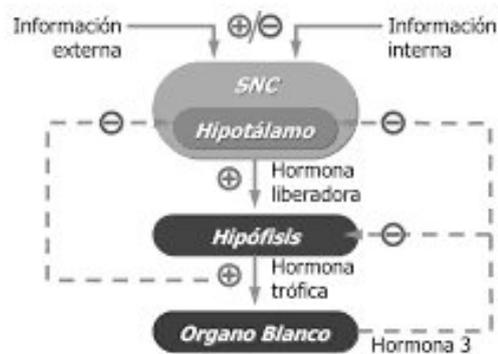


Figura 1: Activación del Hipotálamo-Hipófisis por señales.

Fuente: Bio, 2014.

La suma de todas estas señales dan lugar a una respuesta del sistema endocrino y del sistema nervioso, estos estímulos o señales llegan mediante impulsos eléctricos al hipotálamo, el cual es un órgano nervioso que está encargado de recibir y ejecutar las órdenes, que se transmitirán a la hipófisis, donde se liberan diferentes hormonas las cuales van a llegar a ciertas glándulas endocrinas del aparato reproductor (Soria, 2009).

2.3.1. Hipotálamo

El hipotálamo se localiza en el caudal al quiasma óptico y hasta el cuerpo mamilar adyacente al tercer ventrículo del cerebro y se conecta por el infundíbulo a la hipófisis. El hipotálamo se comunica por vía sanguínea local a través del sistema portal hipotalámico-hipofisiario con la adenohipófisis y así llega a cumplir ciertas funciones hipotalámicas como: conducta de defensa, conducta alimentaria, termorregulación, reproducción, secreción hormonal, control de la secreción de hormonas (Matamoros, 2017).

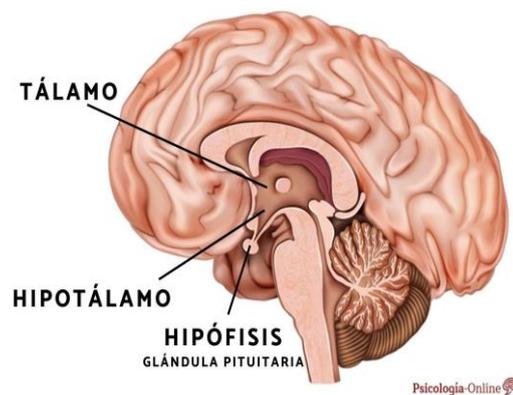


Figura 2: Localización del hipotálamo.
Fuente: Silgado, 2020.

Las neuronas del hipotálamo (células secretoras) elaboran un conjunto de hormonas liberadoras, que se dirigen a la adenohipófisis y controlan su producción hormonal como: factor de liberación de prolactina. (PRF), factor de liberación de corticotropina (CRF), factor de liberación de gonadotropinas (GnRH) la GnRH llega a la pituitaria anterior mediante el sistema porta hipotálamo-hipofisiario y se va a encargar de la liberación de la LH y FSH, factor de liberación de tirotrópina (TRH), factor de liberación de somatotropina u hormona de crecimiento (STH-RH), factor de liberación de melanina (MSH-RH) (Buestan, 2011).

2.3.2. Hipófisis

La hipófisis es una pequeña glándula que mide aproximadamente alrededor de 1 cm de diámetro, se ubica en la silla turca está unida al hipotálamo por el infundíbulo, la hipófisis presenta dos estructuras (lóbulos) importantes las mismas que producen diferentes tipos de hormonas: lóbulo anterior o Adenohipófisis y lóbulo posterior o Neurohipófisis (Matamoros, 2017).

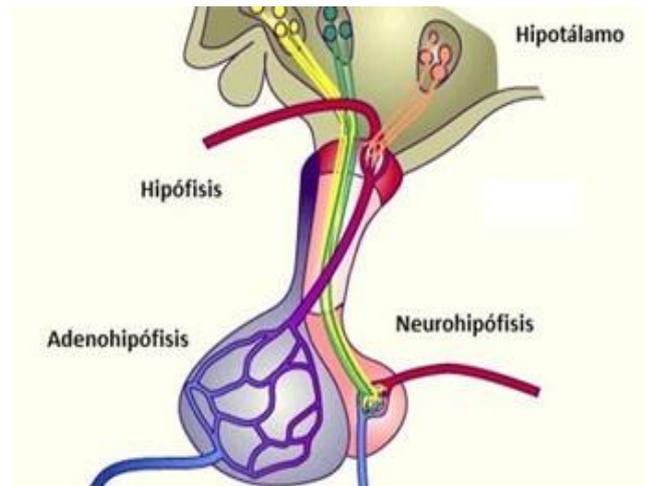


Figura 3: Anatomía de la glándula hipófisis.
Fuente: Campoverde, 2014.

2.3.2.1. Adenohipófisis

En la adenohipófisis se forman y se liberan la mayor parte de las hormonas que regulan todo el aparato reproductor, tanto del macho como de la hembra, estas hormonas se distribuyen desde la sangre a las glándulas endocrinas, las cuales como respuesta secretan otras hormonas. A la adenohipófisis las señales del hipotálamo siempre llegan vía sanguínea a través de capilares fenestrados (Matamoros, 2017).

Las hormonas que secreta la adenohipófisis son:

- Hormona foliculoestimulante o FSH.

La FSH es una hormona glicoproteica secretada por las células gonadotropas en respuesta a la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), esta hormona es necesaria para el crecimiento, selección del folículo ovárico y de tal manera también se involucra en la maduración y el aumento de la vascularización del folículo dominante. La FSH junto con la LH, estimulan la función de las gónadas de ambos sexos promoviendo la producción de esteroides sexuales y para la secreción de estrógenos del ovario (Vázquez, 2018).

- Hormona luteinizante o LH.

La LH es una hormona glicoproteica, esta hormona se encarga de estimular la maduración folicular, la formación y mantenimiento del cuerpo lúteo, también se involucra en la síntesis y secreción de los estrógenos, que permiten la inducción del estro y la ovulación. La LH ejerce su acción uniéndose a receptores de membrana en las células de la granulosa y tecales el folículo preovulatorio (Gigli *et al.*, 2006).

Otras hormonas adenohipofisarias son: la hormona adrenocorticotropa (ACTH), la hormona de la glándula tiroidea (TSH), la hormona del crecimiento (STH), la prolactina (PRL) (Matamoros, 2017).

2.3.2.2. Neurohipófisis

La neurohipófisis se desarrolla a partir de una evaginación diencefálica como una involución del cerebro y es continuo con el hipotálamo, liberan hormonas con una actuación más puntual, como la oxitocina, el sistema de comunicación del hipotálamo con la neurohipófisis es vía nerviosa (no sanguínea) por liberación de estímulos nerviosos (Matamoros, 2017).

La Oxitocina, se sintetiza en el lóbulo posterior de la hipófisis, esta hormona presenta una gran importancia en la reproducción, debido a que se involucra en la fase folicular del ciclo estral y también en la última fase de la gestación, esta hormona además va a estimular las contracciones uterinas, lo que facilitan el transporte de los espermatozoides al oviducto durante la etapa del estro (Vázquez, 2018).

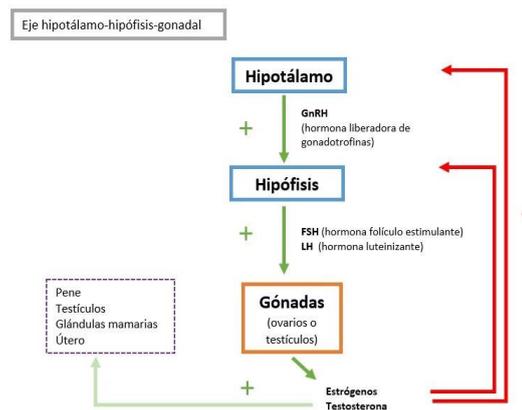


Figura 4: Eje Hipotálamo-Hipófisis gonadal.
Fuente: Weinberg, 2018.

2.4 Ciclo Estral

El ciclo estral se comprende desde el inicio del estro hasta la nueva aparición del mismo, con un tiempo promedio de 21 días, presenta un patrón cíclico de actividad ovárica que facilita a las hembras pasar de un período reproductivo de no receptividad a uno de receptividad y permitir el apareamiento y el subsecuente proceso de gestación (Mercado, 2015).

En el ciclo estral se presentan 4 fases o etapas:

- Proestro.
- Estro.
- Metaestro.
- Diestro.

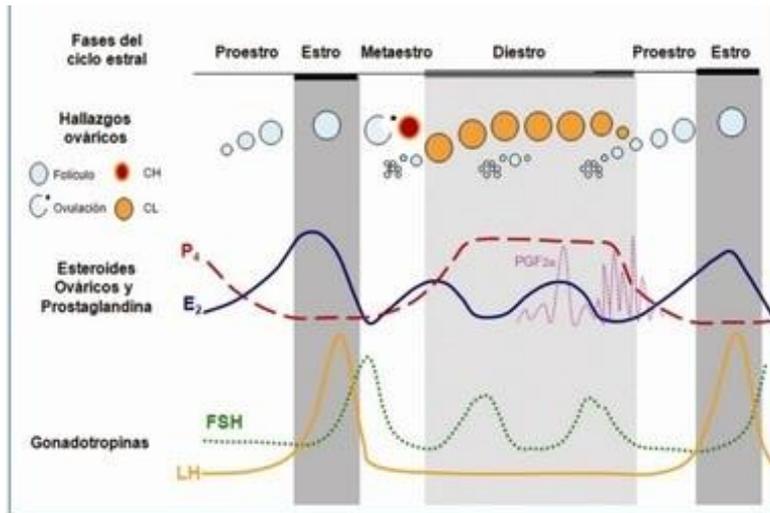


Figura 5: Fases del ciclo estral y estructuras ováricas de la hembra bovina
Fuente: Porras, 2009.

2.4.1. Proestro

Esta fase dura 2 días, durante esta fase se observa la regresión del cuerpo lúteo del ciclo anterior, como al igual la secreción creciente es la FSH convirtiéndola en la hormona dominante para el crecimiento y desarrollo de un nuevo folículo y con ello se inicia la secreción de estrógenos (Sagbay, 2012).

2.4.2. Estro

El estro dura 1 día, en esta fase se observa el crecimiento al máximo del folículo hasta madurarlo bajo la influencia de la FSH y la secreción de estrógenos es abundante siendo esta la hormona dominante en esta etapa, la hembra acepta ser cubierta por el macho, se presenta un edema vulvar y la presencia de abundante moco cristalino (Sagbay, 2012).

2.4.3. Metaestro

Tiene una duración de 2 días, en esta fase la hormona dominante es la luteinizante (LH), aquí ocurre la ovulación y se da el inicio de la formación del cuerpo lúteo, disminuye rápidamente los niveles de estrógenos y se inicia el silencio genital con la producción creciente de progesterona, la hembra presenta secreción vaginal sanguinolenta y no permite ser montada por los otros animales (Sagbay, 2012).

2.4.4. Diestro

Tiene una duración de 16 días, durante esta etapa se observa el dominio del cuerpo lúteo el cual produce progesterona convirtiéndola a esta hormona la dominante, la hembra en esta etapa presenta una tranquilidad total (Sagbay, 2012).

Entre los días 16 a 18 del ciclo son críticos para el mantenimiento de la función del cuerpo lúteo, si la vaca no inicia la preñez, el cuerpo lúteo (CL) ingresa a la regresión por efecto de la prostaglandina $PGF2\alpha$ producida en el útero. En cambio, en una hembra “preñada”, el embrión viable produce una secreción de Interferón tau (IFN-T) como señal molecular de importancia para el reconocimiento de la preñez y en el útero se bloquea la síntesis de prostaglandina $PGF2\alpha$ (Mercado, 2015).

2.5 Dinámica Folicular

Se conoce como dinámica folicular al proceso de crecimiento continuo y la regresión de folículos antrales durante el ciclo estral de la hembra bovina, los cuales acarrean al desarrollo del folículo preovulatorio y se describe al crecimiento de dichas estructuras en oleadas o grupos, durante un ciclo estral pueden ocurrir una o más oleadas (Garnica, 2012).

Independientemente de la especie y del número de oleadas, cada una tiene tres fases:

- Reclutamiento
- Selección
- Dominancia

2.5.1. Fase de reclutamiento

Esta fase es un proceso donde folículos crecen bajo la responsabilidad de la hormona folículo estimulante FSH, un conjunto de folículos antrales tempranos 2-4 mm de diámetro comienzan a crecer en un medio con suficiente soporte gonadotrópico que les permita avanzar y llegar a la ovulación (Carrasco, 2020).

La capacidad de la activina para estimular el número de receptores de FSH en los centros de la granulosa podría ser importante en la transición de los folículos para volverse dependientes de las gonadotropinas y por lo tanto pasar a la siguiente fase principal de crecimiento. El día de mayor concentración de FSH en esta se da dentro de los 5 días de la aparición de una onda (Pesantez, 2019).

2.5.2. Fase de selección

Esta fase es el proceso mediante el cual el folículo produce mayores niveles de estrógenos, promueve su propio desarrollo y aumenta su diámetro, comparando con los compañeros de su cohorte y además adquiere competencia para alcanzar la última fase de la onda, inhibiendo el desarrollo de los compañeros de su cohorte y la emergencia de la próxima onda (Carrasco, 2020).

La LH estimula la actividad de la aromatasas de las células de la granulosa lo que produce altas concentraciones intrafolículo de estrógenos, la síntesis de estrógenos por parte de este folículo dominante es responsable de la diferencia en las concentraciones de estrógenos, observadas en la vena ovárica entre los días 5 y 7 de la fase folicular (Sagbay, 2012).

2.5.3. Fase de dominancia

La fase de dominancia es el proceso por el cual el folículo seleccionado ejerce un efecto inhibitorio sobre el reclutamiento de una nueva cohorte de folículos, esta fase sucede cuando el folículo ovárico alcanza un diámetro aproximado de 10 mm, lo cual es la señal que ese folículo escapó a la atresia y secreta estrógenos que inhiben el reclutamiento de una nueva onda folicular (Carrasco, 2020).

Por otro lado, cuando el folículo dominante llega a la fase de dominancia durante la fase luteal, donde los niveles de progesterona son altos, los niveles de LH no son suficientes para su crecimiento final y ovulación, por lo cual este folículo pierde su dominancia y permite la emergencia de una nueva cohorte de folículos (Carrasco, 2020).

En la siguiente tabla se describe las características de cada tamaño folicular.

Tabla 1: Diámetro de los folículos.

DIÁMETRO	FUNCIÓN DENTRO DE LA ONDA FOLICULAR	FISIOLOGÍA Y BIOQUÍMICA
3 a 5 mm	Clase 1 Reclutamiento, grupo de pequeños folículos	Debajo del tamaño mínimo para la ovulación después de la luteólisis.
6 a 9 mm	Clase 2 Folículos en reclutamiento y folículo seleccionado.	Puede ser un folículo ovulatorio potencial en luteólisis. Las células de la granulosa carecen de receptores de LH.
10 a 15 mm	Clase 3 Folículo dominante	Las células de la granulosa tienen receptores de LH y son capaces de someterse a la ovulación.
> 15 mm	Clase 4 Gran folículo dominante	Folículo maduro dominante o preovulatorio

Fuente: Carrasco, 2020.

2.6 Ondas Foliculares

Las ondas foliculares se definen como la activación y crecimiento de un grupo de folículos que se forman en cada onda, teniendo en cuenta que en cada ovario hay una cantidad de folículos desde el más pequeño al más grande, lo cual uno se vuelve dominante debido a la fase de selección, provocando la atresia en los folículos pequeños. Sin existen diferencias en las ondas foliculares tanto en los Bos Indicus como en los Bos Tauros, estudios realizados indican que los Bos Indicus reportaron desde 2 a 4 ondas foliculares, y en las Bos Tauros de 2 a 3 ondas por ciclo estral (Vázquez, 2018).

En los ciclos estrales de 2 a 3 ondas, la primera onda folicular sucede el día de la ovulación es decir en el día 0, un día después de la fase del estro, en cambio la segunda onda emerge en el día 9 o 10 con un ciclo de dos ondas, y en los días 8 y 9 se presentará hasta 3 ondas, y para finalizar se presenta una tercera onda emergente en los días 15 y 16. Cuando existe ciclos de 4 ondas en adelante esto se puede deber a que existe un retraso en la luteólisis o por una falla en la ovulación (Vázquez, 2018).

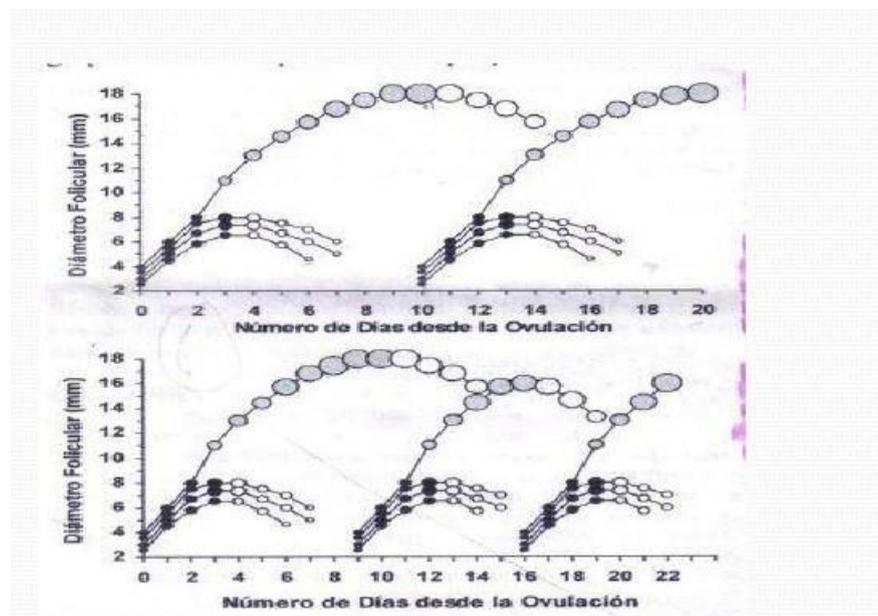


Figura 6: Ondas foliculares

Fuente: Monroy, 2009.

2.7 Sincronización de Celo

En las razas bovinas la sincronización de celo es una de las técnicas de mayor impacto que tiene como objetivo agrupar fenómenos reproductivos (celo, ovulación) en un corto periodo, lo cual contempla tener un buen funcionamiento del cuerpo lúteo, desarrollo del folículo y permitiendo regular la ovulación, para todo este proceso existen hormonas que permiten controlar el ciclo estral como la GnRH, prostaglandina, estrógenos y progesterona (Vázquez, 2018).

2.8 Hormonas Utilizadas Para la Sincronización

2.8.1. Benzoato de estradiol (BE)

El Benzoato de Estradiol es un derivado sintético del 17β Estradiol, hormona esteroidea sintetizada por el folículo ovárico desarrollada para optimizar los resultados reproductivos de los tratamientos con progestágenos en bovinos, el BE provoca la atresia del folículo dominante de la onda folicular en curso independientemente de la fase en la que este se encuentre, e induce la emergencia de una nueva onda folicular (Pesantez, 2019).



Figura 7: Gonadiol (Benzoato de estradiol)
Fuente: Zoetis, 2018.

2.8.1.1. Farmacodinamia del benzoato de estradiol

En el sistema nervioso central los estrógenos naturales estimulan la conducta de celo y en el hipotálamo ejercen un “feed back” negativo sobre el centro tónico y positivo sobre el centro cíclico, afectando la liberación de gonadotropinas desde la pituitaria (Pesantez, 2019).

La aplicación de los estrógenos tiene acciones sobre distintos órganos blanco, como los cuernos uterinos, el útero, la vagina, la vulva y el sistema nervioso central. Al nivel uterino, actúan como hormonas tróficas provocando la proliferación de células y glándulas endometriales, que aumentan su secreción, el uso de exógeno de estradiol en el control del ciclo sexual tiene como objetivo desencadenar la luteolisis, cuando es aplicado en la mitad del ciclo o impedir el crecimiento de un nuevo cuerpo lúteo cuando es aplicado luego de la ovulación. Así mismo al ser aplicado al momento de la aplicación de progestágenos suprime la onda folicular presente e induce el desarrollo de una nueva onda folicular (Pesantez, 2019).

El uso de Benzoato de Estradiol al momento de la aplicación del progestágeno (considerado este como día 0) provoca una nueva onda folicular. La aplicación del Benzoato de Estradiol a la extracción del progestágeno induce un pico preovulatorio de LH a través del feed back positivo del Estradiol sobre el GnRH y LH lo que resulta en una alta sincronía de ovulaciones (Sintex, 2005).

Las dosis a utilizar dependen del uso que se destine:

- Anestro postparto: 1 ml de benzoato de estradiol después del progestágeno.
- Celo silencioso: 2ml de benzoato de estradiol antes del progestágeno.
- Sincronización de celo: 2 ml de benzoato de estradiol antes del progestágeno y 1 ml, después del progestágeno (Paredes, 2013).

2.8.2. Progesterona

La progesterona y sus derivados son claves en la regulación de la función reproductiva de la hembra, es producida principalmente por el cuerpo lúteo y tiene sinergia sobre los tejidos previamente influidos por los estrógenos, uno de sus efectos más importantes es que retarda la ovulación principalmente al inhibir la secreción de LH, lo que se ha utilizado para sincronizar estros, a esta hormona se la conoce también como la hormona de la gestación (Orellana, 2015).

Comercialmente se encuentran dispositivos intravaginales con diferentes concentraciones de progesterona para ser usados en los protocolos como: CIDR (1.9 g de progesterona), PRID (1.55 g de progesterona), DIB (0.5 g de progesterona) (Orellana, 2015).

2.8.2.1. Dispositivo intravaginal (DIB)

El Dispositivo Intravaginal DIB se encuentra impregnado con progesterona, esta hormona es liberada y absorbida por la mucosa vaginal en cantidades suficientes para inhibir la liberación de las hormonas LH y FSH por la hipófisis frenando la ovulación y la aparición del celo (González, 2014).



Figura 8: Dispositivo intravaginal.

Fuente: El ganadero, 2019.

Esta hormona tiene un rol importante sobre la dinámica folicular, donde los niveles supraluteales ($>1\text{ng/mL}$) obtenidos a los pocos minutos de la aplicación causan la regresión del folículo dominante y aceleran el recambio de las ondas foliculares, cuando el dispositivo es retirado, la progesterona en sangre decrece en menos de 6 horas y el animal entra en celo entre las 30-90 horas posteriores (González, 2014).

2.8.3. Prostaglandina ($\text{PGF}_{2\alpha}$)

La prostaglandina $\text{F}_{2\alpha}$ actúa como un agente luteolítico natural que finaliza la fase (de cuerpo amarillo) del ciclo estral y permite la iniciación de un nuevo ciclo estral, las prostaglandinas no tienen efecto de luteólisis en un cuerpo lúteo temprano pero sí en un cuerpo lúteo maduro, es por ello que es la encargada de regular la duración del cuerpo lúteo, también tiene un efecto estimulante sobre el músculo liso lo que provoca contracciones y efectos relajantes sobre el cérvix, esta es particularmente potente para finalizar la preñez temprana (Sintex, 2005)

2.8.3.1. Ciclase DL

El ciclase se administra por vía subcutánea o intramuscular a dosis de 2 ml, la vida media de la $\text{PGF}_{2\alpha}$ es de solo pocos minutos después de la inyección por vía intramuscular pero dura más cuando es por vía subcutánea (Cabrera, 2012).



Figura 9: Ciclase (Prostaglandina)

Fuente: Syntex, 2005.

2.8.4. Gonadotropina coriónica equina (eCG)

La Gonadotropina coriónica equina (eCG o PMSG), es una hormona placentaria, que es secretada en las copas endometriales que se han formado alrededor del día 40 a 130 en las yeguas gestantes, posee una vida media de aproximadamente 2 días; poseen un peso molecular aproximadamente de 70.000 Daltons, contiene subunidades alfa y beta similares a las de la LH y FSH pero con mayor contenido de carbohidratos (45 % de su masa), su vida media prolongada favorece su uso en una sola dosis (Garnica, 2012).

2.8.4.1. Mecanismo de acción

El efecto de la eCG se debe a su doble actividad tipo FSH y LH, su administración estimula el desarrollo de los folículos en crecimiento de tamaño medio y grande, la aplicación de esta hormona horas previas a la ovulación estimula el crecimiento folicular debido a que tiene la capacidad de unirse e incrementar el número de receptores de FSH y LH, aumentando así el tamaño del folículo preovulatorio, el cuerpo lúteo que se desarrolla después de la ovulación es de mayor tamaño produciéndose así una mayor concentración de progesterona, la eCG no aumenta el diámetro del cuerpo lúteo sino que esta hormona actúa sobre las células luteales grandes aumentando así su capacidad de secreción (Baruselli *et al.*, 2014).

Los progestágenos (Esponjas vaginales, DIB) utilizados en muchas especies en forma previa, inhiben la liberación de hormonas luteinizante (LH) y foliculoestimulante (FSH) de la hipófisis, frenando el desarrollo folicular y la ovulación hasta el momento deseado, cuando los progestágenos son retirados, la concentración de progesterona en la sangre desciende rápidamente permitiendo que el animal puede entrar en celo (Sintex, 2005).

Al administrarse la eCG cuando los progestágenos son retirados, en ese momento la eCG activa las gonadotrofinas endógenas en el estímulo del desarrollo folicular y la ovulación, siendo una herramienta interesante a utilizar fundamentalmente en aquellos casos en los cuales estas funciones pueden estar comprometidas como anestros posparto, o anestros nutricionales (Sintex, 2005).

2.8.4.2. Novormon

El Novormon es una preparación altamente purificada de la Gonadotropina Coriónica Equina (eCG o PMSG), es un producto que posee una acción dual de la hormona folículo estimulante y hormona luteinizante FSH/LH, actúa estimulando en forma directa el desarrollo folicular y la ovulación en la mayoría de las especies domésticas (Sintex, 2005).

El Novormon, es muy usado debido a sus ventajas en ciertas categorías de animales para aumentar el porcentaje de preñez, como en: vacas carne con pie de cría, vacas de baja condición corporal, en vaquillonas, en vacas lecheras en lactación, vacas en anestro (Sagbay, 2012)

Las dosis que se pueden utilizar depende de cual sea su uso, si es para sincronización de celos se utilizan dosis entre 400 y 600 UI. o, para superovulación se utilizan dosis de 2500 y 3000 UI (Sintex, 2005)



Figura 10: Novormon (Gonadotropina Coriónica Equina)

Fuente: Zoetis, 2018.

2.9 Ecografía o Ultrasonografía Reproductiva

La ecografía o ultrasonografía es una técnica de diagnóstico por imagen que ha sido utilizada desde tiempos por muchos veterinarios en el medio rural como una herramienta de manejo, diagnóstico y tratamiento de los procesos reproductivos en las hembras bovinas (Vázquez, 2018).

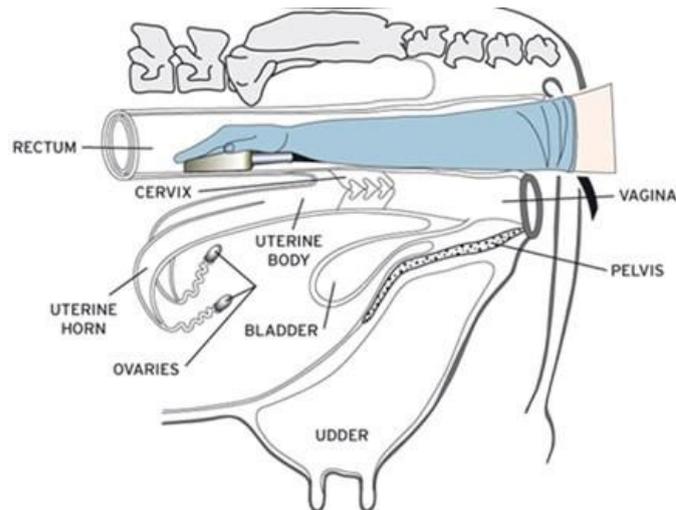


Figura 11: Ecografía del Aparato Reproductor de la Vaca

Fuente: Mercado, 2015.

La ecografía es una herramienta muy útil, eficaz y fácil, que permite examinar el tracto genital de la hembra bovina, mediante una sonda la cual accede a la observación de ovarios y útero y con ello permite evaluar la existencia de folículos, cuerpo lúteo, quistes, gestación y sexo fetal, esta técnica facilita conocer los cambios morfológicos que estos órganos presentan y tener una respuesta más correcta en comparación a una palpación transrectal (Vázquez, 2018).

El funcionamiento del ecógrafo se basa en la emisión y recepción de ondas sonoras de alta frecuencia (no audibles al oído humano) desde el transductor que se introduce en el recto a través de las paredes y se examinan los órganos reproductivos de la vaca, formándose una imagen dinámica en la pantalla del monitor del equipo que muestra una delgada y profunda área de la estructura o tejido que se está evaluando (Mercado, 2015).

2.9.1. Diagnóstico de gestación temprana

El diagnóstico precoz de gestación se puede realizar en forma práctica y rutinaria a partir del día 25 post-servicio, considerándose que debe ser sencillo y rápido, para no generar mucha manipulación sobre los cuernos, ya que se puede ocasionar una muerte embrionaria (Bellenda, 2003).

En una vaca no gestante, que esté ciclando, el tejido uterino aparece como una estructura algo ecogénica, pero en una vaca gestante la imagen no es ecogénica y corresponde al líquido amniótico y alantoideo, alrededor de los días 25 – 30 se puede distinguir el embrión como un punto blanco dentro de una zona negra. El uso de la ecografía a partir del día 28 de la gestación nos permite obtener un valor predictivo del 95 % para una prueba negativa, este valor se eleva a 98 y el 100 % si el diagnóstico de gestación se realiza, después de los días 30 y 31 (Mercado, 2015).

En esta etapa, el embrión mide aproximadamente 1 cm, y se encuentra en uno de los cortes más amplios de cuerno gestante, dentro de un líquido oscuro y límpido, pudiendo identificar los latidos cardiacos. Pero después del día 40, ya se pueden diferenciar estructuras como la cabeza, grupa, miembros y cordón umbilical (Bellenda, 2003)

Figura 12: Determinación de gestación en vacas.



Fuente: Braford, 2019.

2.10 Evaluación de la Condición Corporal

La condición corporal (CC) es básicamente una medida para estimar la cantidad de tejido graso subcutáneo, además es un indicador del estado nutricional del animal, las vacas en buen estado corporal movilizan sus reservas sin que sufran problemas metabólicos y reproductivos, mientras que las vacas flacas requieren de una mayor suplementación para evitar pérdidas excesivas de peso, producción de leche y tasa de preñez (Lopez, 2006).

Grado de condición corporal	Vértebra en la espalda	Aspecto posterior del hueso pélvico	Aspecto lateral de la línea entre las caderas	Cavidad entre cola y la tuberosidad isquiática	
				Aspecto posterior	Aspecto lateral
1 Subcondicionamiento severo					
2 Esqueleto obvio					
3 Buen balance de esqueleto y tejidos superficiales					
4 Esqueleto no tan obvio como tejidos superficiales					
5 Sobrecondicionamiento severo					

Figura 13: Evaluación de la condición corporal.

Fuente: Vique, 2012.

2.10.0.1. Condición corporal 1: Emaciada

Las costillas están muy marcadas y visibles los espacios intercostales, las vértebras lumbares son muy prominentes, afiladas y visibles, la columna vertebral es muy notoria, el área de inserción de la cola parece hueca, muy hundida, el nacimiento de la cola parece que sale por arriba de esta zona. Los huesos del anca y cadera son muy afilados y cóncavos. La piel parece apoyarse sobre la estructura ósea (Pardo, 2018).

2.10.0.2. Condición corporal 2: Delgada

Las costillas anteriores empiezan a cubrirse con tejido muscular y graso, las vértebras lumbares son menos visibles, hay más musculatura y algo de tejido graso. Los huesos del anca se notan más redondeados, pero aún son prominentes. La base de la cola está menos hundida porque se comienza a observar musculatura. El cuarto trasero tiene más musculatura, su aspecto de perfil es aún cóncavo (Pardo, 2018).

2.10.0.3. Condición corporal 3: Óptima

Las dos últimas costillas no se ven, los huesos lumbares, de la columna vertebral y del anca están redondeados por musculatura y tejido graso, la base de la cola está casi llena. El perfil del cuarto trasero es convexo, lleno de musculatura y evidencia de depósitos de grasa (Pardo, 2018).

2.10.0.4. Condición corporal 4: gorda

En ambos lados de la base de la cola se observa mucha grasa acumulada, el nacimiento de la cola comienza a enterrarse en la grasa. En el cuarto trasero comienza a aparecer polizones de grasa que se mueven al caminar el animal (Pardo, 2018).

2.10.0.5. Condición Corporal 5: Obesa

Es un animal extremadamente gordo, su movilidad se dificulta por el exceso de grasa (Pardo, 2018).

2.11 Trabajos Relacionados

Carrasco (2020), determinó el efecto de la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG) sobre la tasa concepción en vacas Holstein, donde utilizó 50 hembras bovinas con una edad comprendida de 3 a 6 años y una condición corporal mayor a 2,5. Las vacas que fueron tratadas con gonadotropina coriónica equina (eCG) + prostaglandina + benzoato de estradiol, presentaron una tasa de concepción superior del 84 %, mientras el grupo de vacas que fueron tratadas con el mismo protocolo a sin la aplicación de la eCG obtuvieron una tasa de concepción menor del 68 %. El porcentaje de la muerte embrionaria en las vacas sometidas, el tratamiento sin la aplicación de la eCG fue del 12 %, mientras que al aplicar la (eCG), no se registró muerte embrionaria (0 %). Por lo que se considera que el uso de gonadotropina coriónica equina a dosis de 500 UI más prostaglandina y benzoato de estradiol, incremento la tasa de concepción en vacas Holstein.

Espinal (2009), comprobó el efecto de la aplicación de la Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) en el día 8 del tratamiento con dispositivos intravaginales DIV-B ® en vacas con una baja condición corporal <2,5, donde utilizó 68 vacas, las cuales fueron distribuidas en tres tratamientos: T1 con 400 UI de eCG con 22 animales, T2 sin eCG 21 animales y T3 25 animales (control). Los mayores porcentajes de presentación de celo fueron de 100 % para el T1 y el T2, el T3 obtuvo un 60 %. El mayor porcentaje de preñez a primer servicio fue de 50 % con eCG, sin eCG 23.81 % y el control del 6.67 %, al segundo servicio no se encontró diferencias 27.27 % y 35.71 % y el control con 14.29 %. La mejor preñez acumulada fue de 63.64 % con eCG, sin eCG y el control de 47.62 % y 20 %. La mayor tasa de concepción con valores de 1.21, 1.5, 1.67 para los tratamientos con eCG, sin eCG y control. El menor número de servicios por concepción de todas las vacas se obtuvo con el uso de la eCG.

Sagbay (2012), en su investigación comprobó el efecto de la gonadotropina coriónica equina aplicada al momento de retirar el dispositivo de progesterona, donde utilizó 60 vacas Holstein, con una condición corporal entre 2,5 a 3,5, con un periodo post parto entre 45 a 120 días y un promedio de partos de 2 a 4 partos, donde utilizó 2 tratamientos: T1=30 animales con eCG y el T2=30 animales sin eCG. En el (T1) se aplicó Benzoato de Estradiol (BE) + Dispositivo intravaginal CIDR + prostaglandina PGF2 α (Estrumate) + 400 UI de eCG, mientras que el (T2) se aplicó BE + P4 + PGF2 α sin la adición de eCG. Después de 45 días fueron examinadas ginecológicamente para determinar el porcentaje de preñez donde se observó que el T1 presentó un 83 % de preñez mientras que el T2 obtuvo un 70 %, al análisis económico resulta más costoso preñar a una vaca sin la adición de eCG, ya que en T1 presentó un costo de 51,06 dólares mientras que T2 57,71 dólares.

Garnica (2012), determinó el efecto de la gonadotropina coriónica equina en el desarrollo folicular y la ovulación en el protocolo de sincronización E2+P4 y PGF2 α en vacas Holstein posparto, donde utilizó 60 hembras bovinas de la raza Holstein, con una condición corporal entre 2.5 y 3.5, a edades comprendidas entre 3 y 6 años, con un periodo posparto entre 45 a 120 días, con un promedio entre 2 y 4 partos, los animales utilizados en la investigación fueron distribuidos en dos tratamientos de 30 animales cada uno. En el T1: El día 0 se aplicó 2mg de BE + dispositivo CIDR. El día 7 se retiró el dispositivo + 25 mg de Dinoprost + 400 UI de eCG. El día 8 se aplicó 1mg de BE, T2, se utilizó el mismo protocolo con la variación en el día 7 que no se aplicó eCG. Los datos obtenidos reflejaron que el diámetro folicular fue similar en los T1 y 2. La ovulación mejoró un 55.5 % con la aplicación eCG, en relación sin la adición de eCG. En conclusión la administración de la eCG en la remoción del dispositivo intravaginal de progesterona no mejoró el diámetro del folículo dominante pero si la ovulación.

Martínez (2010), determinó el efecto de la aplicación de eCG al momento de la extracción del implante intravaginal DIV-B ® sobre los porcentajes de inducción de celo y preñez en vacas lecheras con presencia de anestro pos parto, la cual utilizó 72 hembras bovinas de la raza Holstein distribuidas en dos tratamientos: Al momento de colocar los implantes se aplicó 2mg de Benzoato de Estradiol (BE), y en el día del retiro del implante administro 1mg de BE + PGF2 α + 400 UI eCG lo cual es considerado T1, y T2 cuando se 1mg de BE + PGF2 α sin la adicción de eCG. Los datos obtenidos reflejaron que obtuvo un 88.63 % de presencia de celo con eCG y 67.86 % sin eCG, un porcentaje de preñez al primer servicio de 51.28 % y 36.84 %, un porcentaje de preñez al segundo servicio de 40 % y 30 %, preñez acumulada del 66.67 % y 52.63 %, un porcentaje de vacas en anestro 11.36 % y 32.14 %, servicio por concepción de 1.23 y 1.30, servicio de concepción de todas las vaca 2.07 y 2.90 de y tasa de concepción para los tratamientos con 400 UI de eCG y sin eCG 48.31 % y 34.48 % de. Lo cual se concluye que los mejores resultados se obtuvieron con el uso de eCG aplicadas al momento de retirar los implantes intravaginales, demostrando que este tratamiento es el más rentable en vacas con anestro pos parto.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

3.1.1. Materiales de campo

- 24 Hembras bovinas (Holstein Friesian mestizas)
- Ecógrafo veterinario portátil Ibex Pro (IBEX® PRO, E.I. MEDICAL IMAGING®, Estados Unidos)
- Jeringas
- Agujas hipodérmicas número 16
- Gel lubricante
- Caja de guantes ginecológicos
- Caja de guantes de látex
- Hormona Benzoato de estradiol (Gonadiol® 50 ml, ZOETIS, Buenos Aires, Argentina)
- Dispositivos intravaginales de progesterona (DIB® 0.5, ZOETIS, Buenos Aires, Argentina)
- Hormona Gonadotropina coriónica equina (Novormon® 5000, ZOETIS, Buenos Aires, Argentina)
- Hormona Prostaglandina (Ciclase DL® 20ml, ZOETIS, Buenos Aires, Argentina)
- Aplicador de dispositivos intravaginales
- Pistola de inseminación
- Pajuelas de semen
- Termo criogénico
- Termo para descongelar pajuelas

- Tijeras
- Catéteres
- Rollo de papel
- Cabo de vela
- Overol
- Botas de caucho

3.1.2. Materiales de oficina

- Computadora
- Cámara
- Libreta de apuntes
- Memoria USB

3.2 Métodos

3.2.1. Ubicación

La Hoya de Loja está ubicada al sur del país, geográficamente se encuentra a 03° 39' 55" de latitud Sur; y 79° 05' 58" de longitud Oeste, una altitud de 2.060 m.s.n.m., un clima ecuatorial de 17 - 28 °C en promedio, posee una superficie de 11053 Km². El presente trabajo se llevó a cabo en diferentes sectores de la Hoya de Loja como:

3.2.1.1. Quinta experimental punzara

La Quinta Experimental Punzara, se encuentra ubicada al sur oeste de la ciudad de Loja, en la Ciudadela Punzara, mantiene una longitud $79^{\circ} 12'40''$ O; latitud $04^{\circ}02'47''$ S, una superficie de 11.026km^2 y está situada a 2135 msnm.

3.2.1.2. Cajanuma

En la ciudad de Loja junto al sur oriente se ubica el Nudo de Cajanuma, la altitud en este sector varia de entre 2200 – 1500 m.s.n.m, mantiene una latitud de 4.0833333 y una longitud de -79.2.

3.2.1.3. Carigán

Carigán se encuentra ubicada en el noroeste del Cantón Loja, mantiene una longitud de -79.241547 S; latitud -3.959481 W.

3.2.1.4. Capulí

La parroquia Capulí se encuentra ubicada en el sur oeste del Cantón Loja, mantiene una longitud de -79.195581; latitud -4.052103.



Figura 14: Ubicación Geográfica de la Provincia de Loja
Fuente: Google Maps

3.2.2. Descripción e identificación de las unidades experimentales (UES)

Se utilizó 24 hembras bovinas de la raza Holstein Friesian mestizas, con baja condición corporal < 2 , edades comprendidas entre 3 y 6 años, en periodo postparto (entre los 45 a 120 días) y con un promedio entre 2 a 4 partos; las vacas fueron divididas en tres tratamientos de 8 animales cada uno; Todos los bovinos fueron examinados ginecológicamente mediante palpación rectal y técnica ecográfica en sus estructuras ováricas (folículos y cuerpos lúteos), con la finalidad de determinar ciclicidad reproductiva y normalidad uterina.

3.2.3. Manejo de las unidades experimentales

Al iniciar el tratamiento, todos los animales en los distintos lugares donde se encontraron, fueron sometidos a las mismas condiciones de manejo para evitar errores en la investigación.

3.2.4. Variables de estudio

Las variables analizadas fueron:

3.2.5. Metodología de evaluación

En la presente investigación se realizaron diferentes mediciones experimentales de las variables para las cuales se aplicaron las siguientes metodologías:

Tabla 2: Variables de estudio.

VARIABLES	DEFINICIÓN	CATEGORÍA	UNIDADES	INSTRUMENTOS
Desarrollo del folículo dominante	Diámetro (mm) del folículo durante su crecimiento	Día 6 Día 7 Día 8	Milímetros	Ecógrafo
Desarrollo del folículo preovulatorio	Diámetro (mm) del folículo en desarrollo pre inicio a la inseminación	Día 10	Milímetros	Ecógrafo
Porcentaje de preñez	Cantidad de animales preñados	Día 40	Porcentaje	Ecógrafo

3.2.5.1. Diámetro del folículo dominante (mm).

La toma del diámetro del folículo dominante se la realizó en el día de la aplicación de hormona gonadotropina coriónica equina (eCG) y al retiro del dispositivo DIB, mediante el uso del equipo de ultrasonido.

3.2.5.2. Diámetro del folículo preovulatorio (mm).

La medición del diámetro del folículo preovulatorio se la realizó 48 horas post retiro del dispositivo intravaginal DIB, previo a la inseminación artificial, por medio de ecografía.

3.2.5.3. Porcentaje de gestación.

Se evaluó a los 30 días posteriores a la inseminación artificial para determinar el número de vacas gestantes mediante ecografía.

3.2.6. Descripción de los tratamientos

En los tratamientos se utilizó el mismo protocolo de aplicación de las hormonas, con la modificación en el día de la aplicación de la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG), la cual se detalla a continuación:

3.2.6.1. Tratamiento 1

- Día 0: 2 ml de benzoato de estradiol (BE) + dispositivo intravaginal (DIB).
- Día 6: 500 U.I (2.5 ml) de gonadotropina coriónica equina (eCG) y medición del diámetro folicular (ultrasonografía).
- Día 8: remoción del dispositivo intravaginal DIB + 2 ml de prostaglandina (PGF 2α) y medición del diámetro folicular.
- Día 9: 1 ml de benzoato de estradiol (BE).
- Día 10: medición del diámetro del folículo preovulatorio e inseminación artificial 48 horas post retiro del dispositivo intravaginal DIB.
- Día 40: determinación de gestación con ultrasonografía.

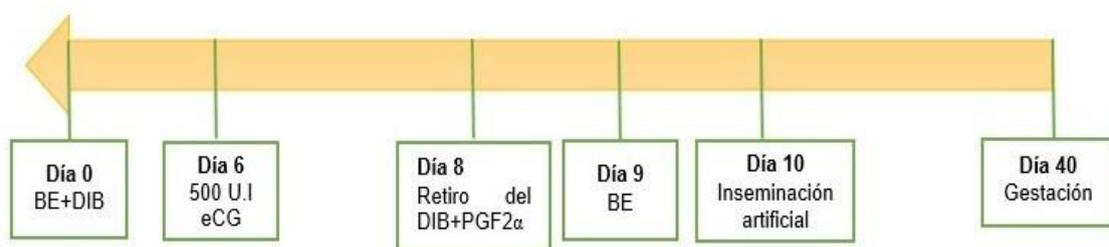


Figura 15: Protocolos de sincronización con aplicación de eCG en el día 6.

3.2.6.2. Tratamiento 2

- Día 0: 2 ml de benzoato de estradiol (BE) + dispositivo intravaginal (DIB).
- Día 7: 500 U.I (2.5 ml) de gonadotropina coriónica equina (eCG) medición del diámetro folicular (ultrasonografía).
- Día 8: remoción del dispositivo intravaginal DIB + 2 ml de prostaglandina (PGF2 α) y medición del diámetro folicular.
- Día 9: 1 ml de benzoato de estradiol (BE).
- Día 10: medición del diámetro del folículo preovulatorio e inseminación artificial 48 horas post retiro del dispositivo intravaginal DIB.
- Día 40: determinación de gestación con ultrasonografía.

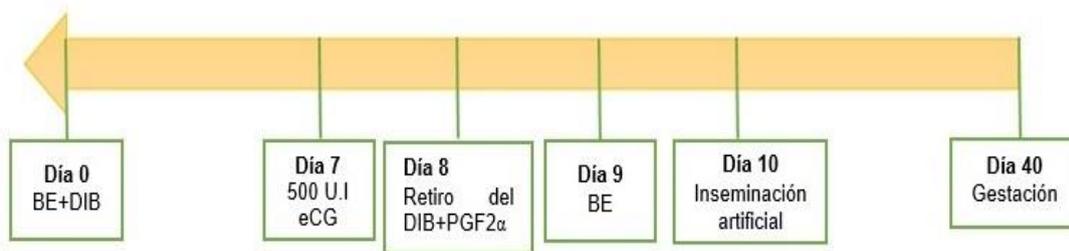


Figura 16: Protocolos de sincronización con aplicación de eCG en el día 7.

3.2.6.3. Tratamiento 3

- Día 0: 2 ml de benzoato de estradiol (BE) + dispositivo intravaginal (DIB).
- Día 8: remoción del dispositivo intravaginal DIB + 2 ml de prostaglandina (PGF2 α) + 500 U.I (2.5 ml) de gonadotropina coriónica equina (eCG) y medición del diámetro folicular (ultrasonografía).
- Día 9: 1 ml de benzoato de estradiol (BE).
- Día 10: medición del diámetro del folículo preovulatorio e inseminación artificial 48 horas post retiro del dispositivo intravaginal DIB.
- Día 40: determinación de gestación con ultrasonografía.

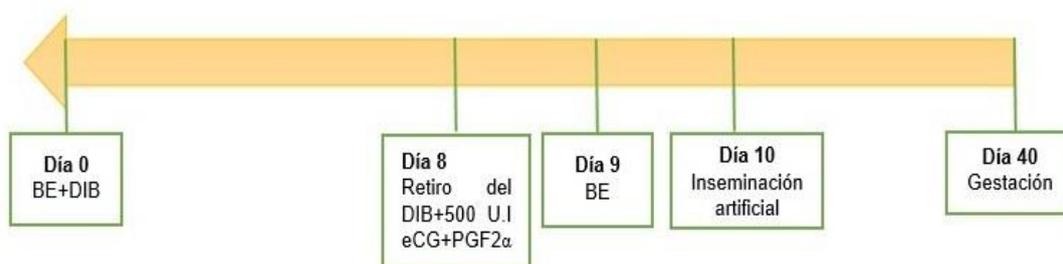


Figura 17: Protocolos de sincronización con aplicación de eCG en el día 8.

3.2.7. Diseño experimental u observacional

Para la investigación se utilizó un Diseño de bloques Completamente al Azar (DBCA) con 3 tratamientos.

Tabla 3: Diseño experimental u Observacional.

FACTOR	DÍA DE APLICACIÓN DE LA eCG	TRATAMIENTOS	REPETICIONES
Tratamiento	6	T1D6	8
	7	T2D7	8
	8	T3D8	8
1	3	3	24

3.2.8. Análisis estadístico

El presente trabajo de investigación se basó en el diseño experimental de bloques Completamente al Azar (DBCA), para la comparación múltiple de medias se aplicó la prueba de Tukey al $P \leq 0.05$.

4. RESULTADOS

4.1 Diámetro del Folículo Dominante

El diámetro del folículo dominante fue medido mediante ecografía en el día 8 post aplicación de la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG), donde estableció los siguientes resultados:

Tabla 4: Media \pm desviación estándar del diámetro del folículo dominante en milímetros (mm) de los tratamientos 1 (eCG D6), 2 (eCG D7) y 3 (eCG D8).

VARIABLE	TRATAMIENTO			E.E.M.	P-VALOR
	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3		
Diámetro del folículo dominante	11.1 \pm 7.18 a	15 \pm 1.85 a	16 \pm 1.41 a	1.54	0,08

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

De los resultados obtenidos el T3 presento un mayor tamaño del folículo dominante con un promedio de 16 \pm 1.41 mm. En cuanto al T2 presento un promedio del 15 \pm 1.85 mm, y el tratamiento T1 registro un valor inferior a los demás tratamientos con un valor de 11 \pm 7.18 mm.

4.2 Diámetro del Folículo Preovulatorio

La toma del diámetro del folículo preovulatorio se realizó 48 horas post retiro del dispositivo intravaginal DIB, previo a la inseminación artificial, por medio de ecografía, con el cual se pudo establecer los siguientes resultados:

Tabla 5: Media \pm desviación estándar del diámetro del folículo preovulatorio en milímetros (mm) de los tratamientos 1 (eCG D6), 2 (eCG D7) y 3 (eCG D8).

VARIABLE	TRATAMIENTO			E.E.M.	P-VALOR
	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3		
Diámetro del folículo preovulatorio	13.3 \pm 8,35 a	17.9 \pm 2,42 a	18.8 \pm 1,16 a	1,79	0,88

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En esta variable se observa que el T3 presentó mayor tamaño del folículo preovulatorio con un promedio de 18.8 \pm 1.16 mm. En cuanto al T2 obtuvo un promedio de 17.9 \pm 2.42 mm, y el tratamiento T1 presentó un valor inferior a los demás con 13.3 \pm 8.35 mm.

4.3 Porcentaje de Gestación

El cálculo del porcentaje de gestación se la realizó 30 días post realización de la inseminación artificial (IA), mediante el uso del equipo de ultrasonido con el cual se pudo establecer los siguientes resultados:

Tabla 6: Porcentaje (%) de gestación de los tratamientos 1 (eCG D6), 2 (eCG D7) y 3 (eCG D8).

VARIABLE	TRATAMIENTO			E.E.
	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	
Porcentaje de gestación	38 a	50 a	63 a	0.19

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$)

En esta variable se detallan los resultados obtenidos en el porcentaje de gestación de cada uno de los tres tratamientos; el T3 obtuvo el 63 % de gestación, en cuanto al T2 presento un porcentaje del 50 % y el tratamiento T1 el 38 % de gestación, demostrando que el tratamiento con mejor porcentaje de preñez el T3 aplicando la hormona gonadotropina coriónica equina eCG en el día 8.

5. DISCUSIÓN

5.1 Diámetro del Folículo Dominante

Los resultados obtenidos en esta investigación sobre el diámetro del folículo dominante, determinan que el T3 fue superior, con 16 ± 1.41 mm: datos que concuerdan con un estudio realizado por Sousa (2009), donde aplicaron a un grupo de vacas de la raza Holstein 400 UI de eCG el día 8, encontrando un tamaño del folículo dominante de 15.7 ± 0.6 mm y de 13.1 ± 0.6 mm en las vacas sin la aplicación de eCG.

Los datos alcanzados en la investigación realizada, son superiores a los mencionados por Garay (2015), que indica que al comienzo de su estudio los tratamientos 1 sin eCG y 2 con eCG, desde el día 0 obtuvieron una media de folículos presentes similares, al aplicar 400 UI de eCG en el día 5 en el T2, la respuesta por ecografía que se aprecia en el día 8 para los dos tratamientos indican que el T2 obtuvo 10.1 ± 1.07 que indica un incremento considerable a diferencia del T1 7.3 ± 0.86 .

Según Luna (2011), donde aplicó eCG en el día 5 T1 y eCG en el día 8 T2 encontrando un tamaño del folículo dominante de 11.7 ± 0.54 mm y 10.1 ± 0.60 mm, el T1 presentó al menos 2 folículos dominantes y T2 presentaron al menos 1 folículo dominante, estos datos son menores a los datos obtenidos en la investigación realizada.

Por otra parte, cuando el tratamiento de eCG se suministra el día 8, posiblemente el dominio folicular ya está establecido y solo puede tener como resultado la estimulación del folículo dominante, a esto se difiere en la adición de eCG en el día 5, lo cual desencadena el desarrollo de más de un folículo dominante debido a la emergencia de una nueva onda folicular la cual ocurre 4 - 5 días después del inicio de los protocolos (Baruselli, 2001).

5.2 Diámetro del Folículo Preovulatorio

En esta investigación los resultados que se obtuvieron en el diámetro del folículo preovulatorio mediante estímulo de la eCG fueron; el tratamiento T3 alcanzó un promedio mayor de 18.8 ± 1.16 mm en comparación con el T2 con un valor del 17.9 ± 2.42 mm y T1 con 13.3 ± 8.35 mm; esto concuerda con lo citado por Mercado (2015), que indica que los folículos preovulatorios se encuentran listos para la ovulación cuando poseen un diámetro de 18 a 21 mm; por su parte Sagbay (2012), manifiesta que la aplicación de la eCG horas previas a la ovulación estimula el crecimiento folicular debido a sus receptores de FSH y LH de los folículos, aumentando así el tamaño del folículo preovulatorio; al igual Garnica (2012), obtuvo resultados superiores del 55.5 % de ovulación en vacas tratadas con eCG, frente a vacas tratadas sin eCG

Según Garay (2015), en su investigación los tratamientos 1 sin eCG y 2 con eCG, en la respuesta de la ecografía al ser aplicada en el día 10 para determinar el diámetro del folículo preovulatorio, se aprecia que el T2 obtuvo 15.8 ± 0.88 y el T1 14.9 ± 0.97 ; al igual con un estudio realizado por Yunga (2013), donde utilizó dos grupos de vacas de la raza Holstein mestizas, indica que en el primer grupo donde aplicó IATF + 300 UI de eCG obtuvo resultados del diámetro promedio de 12.60 mm del folículo preovulatorio y el otro grupo solo de IATF sin eCG consiguió un promedio de 5.59 mm, los datos obtenidos en la investigación son superiores a los mencionados por dichos autores.

5.3 Porcentaje de Gestación

De acuerdo a los datos obtenidos se determinó que el tratamiento con mejores resultados de preñez fue el tratamiento T3 aplicando la eCG en el día 8 con un porcentaje de gestación del 63 %; seguido del tratamiento T2 donde se aplicó la eCG en el día 7 alcanzando un 50 % de gestación, y el tratamiento T1 aplicando la eCG en el día 6 presento un 38 % de gestación;

Según Garnica (2012) menciona que la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG) tiene una vida media aproximadamente de 2 días en la hembra bovina y persiste por más de 10 días en la circulación sanguínea. Al administrarla horas previas a la ovulación incrementa el desarrollo folicular y la preñez debido a su actividad, ya que permite incrementar los números de receptores de FSH y LH de los folículos, y con ello estimula el crecimiento folicular y en consecuencia incrementa la tasa de ovulación, lo enunciado tiene concordancia con los resultados encontrados, ya que el porcentaje de gestación fue superior en el T3 cuando la eCG fue administrada horas previas a la ovulación.

Los datos alcanzados en la investigación realizada, concuerdan con Martínez (2010) quien obtuvo mejores resultados con la aplicación de la eCG en el día 8, con valores 48.31 % para los tratamientos con 400 UI de eCG; al igual Espinal (2009) obtuvo resultados con un tasa de concepción del 42.42 % con eCG aplicando en el día 8 y sin eCG un 30,30 %; por otra parte Sagbay (2012) obtuvo resultados del 83 % de preñez con la adición de eCG y el 70 % de preñez sin eCG.

Según Palma (2015) los efectos negativos de la condición corporal desfavorable se demostraron en protocolos de inducción del celo que emplean eCG en dosis de 400 U.I, donde un 42,4 % de las vacas quedaron gestantes. Estos resultados son inferiores a los obtenidos con protocolos que incluyen eCG en vacas con buena condición corporal, cuyos valores oscilan entre 60 y 70 % de gestación.

6. CONCLUSIONES

Los resultados alcanzados nos permiten concluir lo siguiente:

- El tratamiento T3, donde se utilizó la gonadotropina coriónica equina (eCG) en el día 8 del protocolo de sincronización, influyó positivamente en el diámetro del folículo preovulatorio y el porcentaje de preñez en vacas Holstein Friesian mestizas en la Hoya de Loja, dichos resultados concuerdan con la hipótesis planteada para la investigación.
- El día en que se utiliza la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG) influye en los resultados, ya que la aplicación de esta en el día 6 y 7 del protocolo de sincronización no tuvo efecto significativo.
- La hormona gonadotropina coriónica equina aplicada al momento de retirar el implante intravaginal estimula el desarrollo folicular y la ovulación.

7. RECOMENDACIONES

Al finalizar el presente trabajo de investigación se recomienda lo siguiente:

- Utilizar la hormona gonadotropina coriónica equina eCG en animales de baja condición corporal.
- Evaluar otros protocolos que incluya la utilización de la hormona gonadotropina coriónica equina eCG.
- Considerar la condición corporal de los animales antes de seleccionar protocolos de sincronización para obtener buenos resultados.

8. BIBLIOGRAFÍA

Alberio, H. (2003). Nuevas biotecnologías reproductivas. Aspectos biológicos y económicos. INTA Balcarce. 1-28. Descargado de https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/79-nuevas_reproductivas.pdf

Araujo, A. (2004). Pubertad en la hembra bovina. Sitio Argentino de Producción Animal, 1-7. Descargado de http://www.produccion-animal.com.ar/información_técnica/cría/57-pubertad_en_la_hembra_bovina.pdf

Baruselli P.S., Madureira E.H., Marques M.O. 2001. Programas de IA a tiempo fijo en Bos indicus. Resúmenes Cuarto Simposio Internacional de Reproducción Animal, Huerta Grande, Córdoba; 95-116

Baruselli, P. S., Sales, J. N. S., Crepaldi, G. A., Marques, M. O., Ferreira, R. M., SáFilho, M., y Vieira, L. M. (2014). Uso de ecg asociada al control de la dinámica folicular: Iatf, tetf y spo. Taurus, 62, 32-42.

Bellenda, O. G. (2003). La ecografía aplicada a la reproducción en especies de interés productivo. Sitio Argentino de Producción Animal, 1-7. Descargado de http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_técnica/ecografía_ultrasonido/11-ecografia_aplicada.pdf

Buestan, P. (2011). Fisiología del estrés y sus efectos sobre la reproducción de la hembra bovina. Cuenca, Ecuador. Tesis De Grado de Médico Veterinario Zootecnista, 1-91.

Cabrera, J. (2012). Evaluación de prostaglandina natural (Dinoprost) y prostaglandina sintética (Cloprostenol) en el porcentaje de preñez con protocolo de sincronización (CIDR) a tiempo fijo en vacas Holstein cantón Nabón- provincia del Azuay. Cuenca, Ecuador. Tesis De Grado de Médico Veterinario Zootecnista, 1-96.

Carrasco, J. (2020). Efecto de la gonadotropina coriónica equina (eCG), sobre la tasa de concepción en vacas Holstein, sincronizadas con prostaglandina y benzoato de estradiol e inseminadas a tiempo fijo. Riobamba, Ecuador. Tesis De Grado de Magíster en Producción Animal, 1-67.

Garay, G. (2015). Valoración de la respuesta ovárica a la adición de eCG en un protocolo de sincronización a tiempo fijo en vacas Holstein. Universidad De Cuenca. Cuenca, Ecuador. Tesis de grado para optar el título de Médica Veterinaria Zootecnista, 1–70.

Garnica, P. (2012). Efecto de la gonadotropina coriónica equina (eCG) en la ovulación con protocolos de IATF en vacas Holstein posparto. Cuenca, Ecuador. Tesis De Grado de Magíster en Reproducción Animal, 1–80.

Gigli, I., Russo, A., y A, A. (2006). Consideraciones sobre la dinámica ovárica en equino, bovino y camélidos sudamericanos. Buenos Aires, Argentina. Investigación Veterinaria (Invet), 8, 1–23.

González, E. (2014). Parámetros reproductivos en vacas lecheras tratadas con 200 o 400 UI de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) a los 14 días pos inseminación artificial. Honduras. Tesis de Ingeniero Agrónomo, 1–24.

Lopez, F. (2006). Relación entre condición corporal y eficiencia reproductiva en vacas Holstein. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial (BSAA), 77–86.

Luna, N. (2011). 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. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. Tesis De Grado para optar el título de Magíster en Ciencias-Salud y Producción Animal, 1–174.

Matamoros, R. (2017). Fundamentos de fisiología y endocrinología reproductiva en animales domésticos (Universidad Santo Tomás ed.; RIL y L. Leones, Eds.). Chile.

Mercado, J. (2015). Efecto del estradiol y el factor liberador de gonadotropinas sobre la dinámica folicular de vacas Holstein. Universidad Nacional Agraria la Molina. Perú. Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Zootecnista, 1–97.

Orellana, S. (2015). Efecto de la gonadotropina coriónica equina (eCG) en la tasa de preñez con protocolo de IATF en vacas Brown Swis. Universidad Politécnica Salesiana Sede de Cuenca. Cuenca, Ecuador. Tesis de grado para optar el título de Médico Veterinario Zootecnista, 1–67.

Palma, G. (2015). Biotecnología de la reproducción ciencia, tecnología y sociedad. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Argentina. 1–49.

Pardo, S. (2018). Evaluación de dos métodos de inseminación artificial en hembras bovinas, bajo un protocolo de sincronización de celos, en el Cantón Palanda”. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. Tesis de grado para optar el título de Médica Veterinaria Zootecnista, 1–100.

Paredes, M. (2013). Eficiencia de dos implantes (DIB–CIDRS) en la sincronización de la ovulación de bovinos Holstein. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. Tesis De Grado para optar el título de Magíster en Producción Animal, 1–96.

Pesantez, J. (2019). Efecto de la GnRH, benzoato de estradiol y ablación folicular en el tiempo de reinicio de la nueva onda folicular en vacas Holstein Mestiza en fase luteal. Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador. Tesis De Grado para optar el título de Médico Veterinario Zootecnista, 1–65.

Sagbay, C. (2012). Efecto de la gonadotropina coriónica equina (eCG) aplicada al momento de retirar el dispositivo de progesterona (P4) sobre el porcentaje de preñez en vacas Holstein post-parto. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Cuenca, Ecuador. Tesis de grado para optar el título de Médico Veterinario Zootecnista, 1–89.

Sintex. (2005). Manejo farmacológico del ciclo estral del bovino. Sitio Argentino de Producción Animal, 1–5. Des- cargado de <http://www.produccion-animal.com.ar/informacion{ }tecnica/inseminacion{ }artificial/72-manejo{ }farmacologico{ }ciclo{ }estral{ }bovino.pdf>

Soria, M. (2009). Efecto del benzoato de estradiol en la morfométricas del folículo y cuerpo lúteo en vacas Holstein sincronizadas con D-Cloprostenol. Cuenca, Ecuador. Tesis De Grado de Magíster en Reproducción Animal, 1–124.

Souza AH, Viechnieski S, Lima FA, Silva FF, Araujo R, Bo´ G, Wiltbank C, Baruselli P. Effects of equine chorionic gonadotropin and type of ovulatory stimulus in a timed-AI protocol on reproductive responses in dairy cows. Theriogenology 2009. 72:10–21.

Vázquez, S. (2018). Evaluación del método de transferencia embrionaria en novillas y vacas receptoras en una hacienda de producción bovina. Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias. Machala, Ecuador. Tesis De Grado para optar el título de Médico Veterinario Zootecnista, 1–84.

Yunga, E. (2013). Efecto de la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG) en la maduración folicular en bovinos con su cría al pie. Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador. Tesis De Grado para optar el título de Magister en Reproducción Animal, 1–94.

ANEXOS

ANEXO 1. FOTOGRAFÍAS DE LAS PRÁCTICA DE CAMPO DURANTE EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.



Figura 18: Colocación del implante intravaginal (DIB).

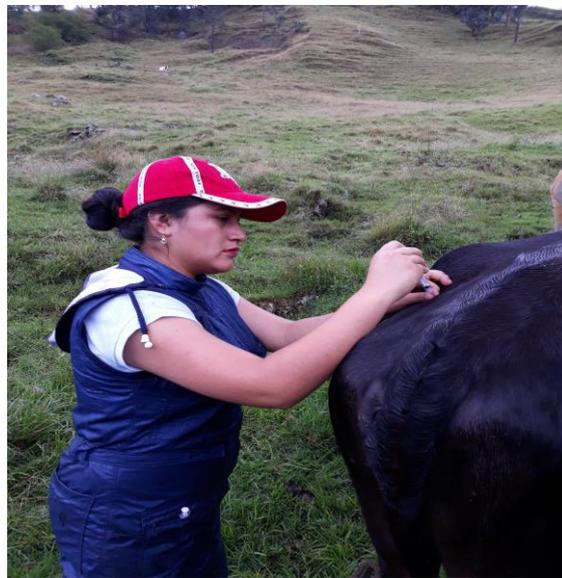


Figura 19: Aplicación de la hormona benzoato de estradiol (Gonadiol).



Figura 20: Remoción del dispositivo intravaginal



Figura 21: Aplicación de la hormona gonadotropina coriónica equina eCG



Figura 22: Realización de la inseminación artificial



Figura 23: Proceso de ecografía.



Figura 24: Determinación de gestación mediante ecografía.

ANEXO 2. RESULTADOS OBTENIDOS EN EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.

Tabla 7: Diámetros del folículo dominante (mm).

REPETICIONES	TRATAMIENTO		
	eCG D6	eCG D7	eCG D8
1	16	11	17
2	11	17	18
3	13	15	16
4	15	12	14
5	18	16	16
6	0	13	16
7	16	17	17
8	0	16	14
TOTAL	89	120	128
PROMEDIO	11,1	15,0	16,0

Tabla 8: Diámetros del folículo preovulatorio (mm).

REPETICIONES	TRATAMIENTO		
	T1 eCG D6	T2 eCG D7	T3 eCG D8
1	19	17	19
2	15	20	20
3	16	19	19
4	17	13	17
5	20	19	19
6	0	16	19
7	19	20	20
8	0	19	17
TOTAL	106	143	150
PROMEDIO	13,3	17,9	18,8

Tabla 9: Número y porcentaje de hembras preñadas.

REPETICIONES	TRATAMIENTO		
	T1 eCG D6	T2 eCG D7	T3 eCG D8
1	1	0	1
2	0	1	1
3	0	0	1
4	0	0	0
5	1	1	1
6	0	0	0
7	1	1	1
8	0	1	0
TOTAL	3	4	5
PROMEDIO	38 %	50 %	63 %