



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

EFFECTO DE LA GONADOTROPINA CORIONICA EQUINA (ECG), SOBRE LA TASA DE CONCEPCIÓN EN VACAS HOLSTEIN, SINCRONIZADAS CON PROSTAGLANDINA Y BENZOATO DE ESTRADIOL E INSEMINADAS A TIEMPO FIJO.

JOSE LUIS CARRASCO POMA

Trabajo de Titulación modalidad: Proyectos de Investigación y Desarrollo, presentado ante el Instituto de Posgrado y Educación Continua de la ESPOCH, como requisito parcial para la obtención del grado de:

MAGÍSTER EN REPRODUCCIÓN ANIMAL MENCIÓN REPRODUCCIÓN BOVINA

Riobamba-Ecuador

Febrero – 2020

©2020, JOSE LUIS CARRASCO POMA

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo, denominado: **EFEECTO DE LA GONADOTROPINA CORIONICA EQUINA (ECG), SOBRE LA TASA DE CONCEPCIÓN EN VACAS HOLSTEIN, SINCRONIZADAS CON PROSTAGLANDINA Y BENZOATO DE ESTRADIOL E INSEMINADAS A TIEMPO FIJO.**, de responsabilidad del Sr. **José Luis Carrasco Poma**, ha sido minuciosamente revisado y se autoriza su presentación.

Tribunal:

Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida; PhD.

PRESIDENTE

FIRMA

Ing. Paula Alexandra Toalombo Vargas; Mag.

DIRECTORA

FIRMA

Ing. Edgar Washington Hernández Cevallos; Mag.

MIEMBRO

FIRMA

Ing. Hermenegildo Díaz Berrones; Mag.

MIEMBRO

FIRMA

Riobamba, febrero 2020

DERECHOS INTELECTUALES

Yo, **José Luis Carrasco Poma**, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo, y que el patrimonio intelectual generado por la misma pertenece exclusivamente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.



José Luis Carrasco Poma

C.I. 0603239617

Yo, José Luis Carrasco Poma, declaro que el presente Trabajo de Titulación modalidad proyectos de investigación y desarrollo, es de mi autoría y que los resultados del mismo proyecto son auténticos y originales los textos constan en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este proyecto de investigación de maestría.

Riobamba, 17 de Diciembre de 2019



JOSÉ LUIS CARRASCO POMA

C.I. 0603239617

DEDICATORIA

Indudablemente a **DIOS**, que con su voluntad y su amor infinito me permitió alcanzar esta meta dentro de la vida estudiantil y profesional.

A mis hermanos con sus respectivas familias en especial a mi **Madrecita**, que con su amor, sus consejos siempre está para apoyarme.

Finalmente quiero dedicar esta parte de mi vida a mi **ESPOSA E HIJOS**, los cuales son el motor y la entrega en cada uno de mis días.

AGRADECIMIENTOS

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Instituto de Posgrado y Educación Continua, por formarme como profesional.

A la Ing. Paula Toalombo, estimada directora del proyecto de investigación por el apoyo diario entregado desde el inicio del trabajo hasta su finalización, gracias por la dedicación, constancia y compromiso entregado para que esta meta finalizara.

Al Ing. Hermenegildo Díaz y al Ing. Edgar Hernández, por el apoyo constante excelentes amigos, personas y colaboradores que me acompañaron durante todo el proceso demostrando calidad humana y profesionalismo.

Finalmente a todos los catedráticos quienes aportaron con sus conocimientos para la formación y logro de esta nivel estudiantil.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xii
SUMMARY	xiii
CAPÍTULO I	
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Situación del problema	2
1.3 Formulación del problema	3
1.4 Justificación de la investigación.....	3
1.5 Objetivos	3
1.6 Hipótesis.....	4
1.7 Identificación de variables.....	4
CAPÍTULO II	
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Antecedentes	5
2.2 Eficiencia reproductiva.....	5
2.3 Ciclo estral bovino.....	6
2.4 Fases del ciclo estral	6
2.5 Control endocrinológico del ciclo estral	9
2.6 Ovogénesis.....	11
2.7 Foliculogenesis	12
2.8 Dinámica folicular	12
2.9 Fases de desarrollo folicular.....	13
2.10 Cuerpo lúteo	16
2.11 Hormonas utilizadas en la sincronización de ciclos estrales.....	17
2.12 Muerte embrionaria.....	21

2.13	Ecg como estrategia para minimizar las perdidas embrionarias.....	23
------	---	----

CAPÍTULO III

3.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	24
3.1.	Localización y duración del experimento.....	24
3.2.	Unidades experimentales	26
3.3.	Factores de inclusión.....	26
3.4.	Factores de exclusión	26
3.5.	Materiales, equipos, e instalaciones	27
3.6.	Tipo de investigación.....	28
3.7.	Método de investigación	28
3.8.	Tratamientos y diseño experimental	28
3.9.	Análisis estadísticos y prueba de significancia	28
3.10.	Mediciones experimentales.....	29
3.11.	Procedimiento experimental	30
3.12.	Metodología de evaluación	33

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS Y LA DISCUSIÓN.....	35
4.1.	Estatus ovárico (folículo y cuerpo lúteo) al inicio (día 1) de la sincronización con prostaglandina y benzoato de estradiol.	35
4.2.	Estatus ovárico, post aplicación de los tratamientos hormonales con gonadotropina coriónica equina (ecg), sobre la tasa de concepción en vacas holstein, sincronizada con prostaglandina y benzoato de estradiol e inseminada a tiempo fijo.	36
4.3.	Comportamiento reproductivo post aplicación de los tratamientos hormonales con gonadotropina coriónica equina (ecg), sobre la tasa de concepción en vacas holstein, sincronizadas con prostaglandina y benzoato de estradiol e inseminadas a tiempo fijo.....	38

4.4.	Evaluación de los costos por tratamientos al utilizar gonadotropina coriónica equina (ecg), sobre la tasa de concepciones en vacas holstein, sincronizadas con prostaglandina y benzoato de estradiol e inseminadas a tiempo fijo.	42
	CONCLUSIONES.....	44
	RECOMENDACIONES.....	45
	BIBLIOGRAFÍA	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Tamaño de los Folículos.....	14
Tabla 1-3: Condiciones meteorológicas.....	24
Tabla 2-3: Cronograma de actividades	25
Tabla 3-1: Esquema del experimento.....	28
Tabla 1-4: Estatus ovárico (folículos y cuerpo lúteo) al inicio (Día 1) de la sincronización con prostaglandina y benzoato de estradiol.	36
Tabla 2-4: Estatus ovárico, post aplicación de los tratamientos hormonales con gonadotropina coriónica equina (ECG).	38
Tabla 3-4: Comportamiento reproductivo de los tratamientos hormonales con gonadotropina coriónica equina (ECG), sobre la tasa de concepción en vacas Holstein.....	39
Tabla 4-1: Evaluación de los costos por tratamientos al utilizar gonadotropina coriónica equina	43

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-4: Porcentaje de muerte embrionaria con los tratamientos hormonales, sobre la tasa de concepción en vacas Holstein	41
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2 Dinámica proestro	7
Figura 2-1 Mecanismo retroalimentación entre el hipotálamo, hipófisis, ovario y útero.	8
Figura 3-2 Relaciones temporales (inicio estro, pico preovulatorio de LH y ovulación).	8
Figura 4-2 Representación gráfica del eje hipotálamo-hipofisario, ovarios y útero.	10
Figura 5-2 Desarrollo del folículo ovárico.....	13
Figura 1-3 Protocolo de sincronización tratamiento 1.	31
Figura 2-3 Protocolo de sincronización tratamiento 2.	32

RESUMEN

Con el objetivo de determinar el efecto de la gonadotropina coriónica equina (eCG), sobre la tasa concepción en vacas Holstein, se utilizaron 50 hembras Holstein, que se encontraban en una edad comprendida entre 3 a 6 años y con una condición corporal mayor a 2,5; ubicadas el cantón Chambo de la provincia de Chimborazo ; con 2 tratamientos hormonales: T1 (prostaglandina prostaglandina + benzoato de estradiol) y T2 (prostaglandina prostaglandina + gonadotropina coriónica equina + benzoato de estradiol), para el análisis de los resultados se utilizaron las siguientes mediciones experimentales: tamaño de ovario, folículo dominante, cuerpo lúteo, folículo preovulatorio mm, tasa de concepción %, muerte embrionaria temprana % y presencia de celo %; la prueba t Student para muestras pareadas y Chi Cuadrado para variables categóricas. Las vacas tratadas con gonadotropina coriónica equina (eCG), presentaron una tasa de concepción superior con 84 % de vacas gestantes, mientras que el grupo de vacas tratadas con PGF2 α +BE alcanzaron una tasa de concepción menor de 68 %; la muerte embrionaria en las vacas sometidas al tratamiento control fue de 12 %, mientras al aplicar la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG), no se registró muerte embrionaria (0 %). Por lo que se considera que el uso de 500 UI de gonadotropina coriónica equina incrementa la tasa de concepción en vacas sincronizadas con prostaglandina y benzoato de estradiol. Por tanto, se recomienda el uso de la gonadotropina coriónica equina en los protocolos de sincronización para mejorar la ovulación y la fertilidad en vacas Holstein posparto.

Palabras clave: <HOLSTEIN>, <CUERPO LÚTEO>, <FOLÍCULO>, <TASA DE CONCEPCIÓN>, <EMBRIÓN>.



SUMMARY

In order to determine the effect of equine chorionic gonadotropin (eCG), on the conception rate in Holstein cows, 50 Holstein females were used, which were found at an age between 3 to 6 years and with a body condition greater than 2 , 5; located in the Chambo canton of the province of Chimborazo; with 2 hormonal treatments: T1 (prostaglandin prostaglandin + estradiol benzoate) and T2 (programmaline prostaglandin + equine chorionic gonadotropin + estradiol benzoate), for the analysis of the results the following experimental measurements were used: ovarian size, dominant follicle, body luteum, mm follicle, conception rate%, early embryonic death% and presence of heat%; the Student t test for paired samples and Chi Square for categorical variables. Cows treated with equine chorionic gonadotropin (eCG), presented a higher conception rate with 84% of pregnant cows, while the group of cows treated with PGF2 α + BE reached a conception rate less than 68%; Embryonic death in cows undergoing control treatment was 12%, while applying the equine chorionic gonadotropin hormone (eCG), no embryonic death was recorded (0%). Therefore, the use of 500 IU of prostaglandin and estradiol benzoate is considered. Therefore, the use of equine chorionic gonadotropin is recommended in synchronization protocols to improve ovulation and fertility in postpartum Holstein cows.

Keywords: <HOLSTEIN>, <LUTE BODY>, <FOLICLE>, <CONCEPTION RATE>, <EMBRION>.



CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

La producción ganadera en el Ecuador a través de los años ha logrado poner mucho énfasis en el desarrollo de la reproducción animal, aplicando nuevos métodos y técnicas que han permitido aumentar los índices de eficiencia reproductiva (inseminación artificial a tiempo fijo), esto se puede observar ya no solo en los grandes productores ganaderos, sino también en medianos y pequeños productores que han comenzado aplicar estas biotecnologías, sin embargo aún se observan problemas asociados al uso de biotecnologías (Anualpec, 2012).

La Inseminación Artificial (IA), ha demostrado su gran aporte para el mejoramiento genético en la ganadería lechera y nadie puede negar el gran impacto que tiene esta técnica en la mejora de los índices de reproductivos en diferentes partes del mundo.

Sin embargo, aún subsisten algunos factores que atentan contra una mejor eficiencia de la técnica y entre las que se pueden mencionar las dificultades y deficiencias en la detección de celos que influyen sobre la tasa de concepción (Diskin y Morris, 2008).

En el transcurso de los últimos otros de los factores que también han afectado el desempeño reproductivo es la producción de leche, así como a progresos importantes en nutrición y manejo del ganado. Desgraciadamente, ese incremento en la producción ha ido de la mano con una disminución en las Tasas de concepciones logradas, de tal forma que, si hace 20 años era común lograr 60% de Concepciones, hoy en día, tratándose de vacas de alta producción, lo usual es hablar de Tasas de Concepción en un rango del 42 al 50%.

En el Ecuador actualmente se realiza programas de sincronización del estro y la ovulación, para lo cual se emplean combinaciones hormonales de progesterona, asociadas con estradiol y PGF2alfa, que han dado buenos resultados en la sincronización, pero con una baja tasa de concepción, por lo que se plantea nuevos métodos hormonales de sincronización del estro como es el uso de la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG), que permitan hacer frente a la baja tasa de concepción presentada en las ganaderías lecheras (Senasa, 2012).

Se debe tener en cuenta que la principal función de la eCG al administrar previo a la ovulación estimula el crecimiento folicular a través de su acción FSH y LH, incrementa el tamaño del folículo preovulatorio, aumenta las concentraciones plasmáticas de progesterona luego de la ovulación, mejorando el desarrollo embrionario y el mantenimiento de la preñez (Baruselli et al., 2004).

Por lo anterior mencionado se planteó el uso de la gonadotropina coriónica equina para incrementar la tasa concepción en vacas Holstein, sincronizadas con prostaglandina más benzoato de estradiol e inseminadas a tiempo fijo, cuyos resultados puedan ser utilizados como alternativa dentro de los programas de sincronización.

1.1 Planteamiento del problema

1.2 Situación del problema

El área reproductiva juega uno de los papeles más importantes y preocupantes dentro de toda explotación bovina, ya que muchas veces los protocolos de sincronización son poco eficaces y no logran un porcentaje de concepción repercutiendo en las ganancias de los productores Suarez, A, (2015).

Es importante indicar que además de un protocolo IATF ineficiente, existen otros factores que también afectan el porcentaje de preñez como son la nutrición, edad, factores ambientales, condición corporal o condición fisiológica del animal; ya que según estudios realizados las deficiencias de nutrientes podrían también afectar al desarrollo folicular y por consiguiente la ovulación (Garnica, P, 2015).

Por lo anterior indicado en la actualidad los sistemas de producción lechera buscan incrementar la tasa de concepción con la finalidad de lograr una mayor eficiencia reproductiva y consecuentemente un mayor benéfico/costo, lo que se logra mediante el uso de alternativas viables que favorezcan la sincronización del estro y una optimización de los reproductivos de los hatos.

Ante lo mencionado se propone el uso de gonadotropina coriónica equina, con la finalidad de aumentar la tasa de concepción en las vacas lecheras después de la inseminación artificial.

1.3 Formulación del problema

En la actualidad muchas de las explotaciones ganaderas se encuentran utilizando la inseminación artificial a tiempo fijo, juntamente con cada uno de sus protocolos y combinación de hormonas con la finalidad de mejorar sus hatos ganaderos, pero sus resultados se han visto poco interesantes, llegando a cubrir un porcentaje hasta un 60% de efectividad en relación a la preñez, lo que han generado una pauta para la búsqueda de nuevas alternativas para tratar de incrementar el porcentaje de preñez.

1.4 Justificación de la investigación

Actualmente en la sierra central existe un bajo porcentaje en la tasa de concepción que no supera el 50% en vacas lecheras como producto de la mala detección de celos, para evitar los problemas de la detección de celos en los hatos se han desarrollado protocolos de sincronización de la ovulación asociados con hormonas que permiten también inseminar animales en un periodo establecido (IATF).

En base a lo anterior expuesto, la propuesta de este trabajo consistió en intervenir sobre esta limitante e identificar la mejor alternativa hormonal mediante el uso de prostaglandina y benzoato de estradiol, con y sin el uso de la Gonadotropina coriónica equina “eCG”, para la sincronización del estro en vacas, lo que a su vez permita planificar la detección de estros y de servicios, para incrementar la tasa de concepción y dar solución a los problemas que afectan al sector ganadero de la Provincia de Chimborazo.

El desarrollo de esta alternativa podría dar lugar a la resolución de un problema técnico concreto vinculado a la eficiencia reproductiva logrando un mayor número de vacas preñadas por época de monta, beneficiando al sector criador y en consecuencia genere la auto sostenibilidad de la explotación.

1.5 Objetivos

1.5.1 General

Evaluar el efecto de la gonadotropina coriónica equina (ECG), sobre la tasa concepción en vacas Holstein, sincronizadas con prostaglandina más benzoato de estradiol e inseminadas a tiempo fijo.

1.5.2 Específicos

- Determinar si la adición de la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG), aumenta la tasa de concepción en vacas sincronizadas con prostaglandina y benzoato de estradiol.
- Evaluar la morfometría ovárica pre y post tratamiento.
- Determinar el porcentaje presentación de celos al finalizar el tratamiento con prostaglandina, benzoato de estradiol y eCG.
- Verificar el porcentaje de muertes embrionarias tempranas.
- Establecer los costos por tratamiento

1.6 Hipótesis

La utilización de gonadotropina coriónica equina (ECG), incrementa la tasa de concepción en vacas Holstein, sincronizadas con prostaglandina más benzoato de estradiol e inseminadas a tiempo fijo.

1.7 Identificación de variables

1.7.1 Variable Independiente:

Tratamiento con gonadotropina coriónica equina (eCG).

1.7.2 Variables dependientes

- **Tasa de concepción**

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

Delgado, P, et al, (2015), al investigar la dinámica folicular en la vida reproductiva de la hembra bovina mencionan que el desempeño de los hatos bovinos está determinado por la eficiencia reproductiva de las hembras. Donde la hembra bovina está marcada desde los inicios de su vida, es decir, el desarrollo fetal la hembra bovina inicia con la preparación de su sistema reproductivo, y al nacimiento órganos como los ovarios ya tienen el potencial para la producción de ovocitos contenidos en sus folículos. En el ovario los folículos son elemento fundamental del mismo, y son estructuras desencadenantes de los procesos reproductivos y de las fases del ciclo estral. Estos folículos, que son la unidad fundamental, que determinan el potencial reproductivo que puede exhibir en una hembra desde su nacimiento a lo largo de su vida. Todos los procesos que ocurren en la hembra bovina están regulados por la compleja interacción del hipotálamo-hipófisis-ovarios a partir de la liberación de hormonas al torrente sanguíneo.

1.2 Eficiencia reproductiva

Grainica, F, (2012), al evaluar el efecto de la gonadotropina coriónica equina (ECG) en la ovulación con protocolos de IATF en vacas Holstein posparto indica que la economía a nivel mundial, trata de mejorar la rentabilidad en las explotaciones lecheras utilizando tecnologías reproductivas, pero la variabilidad de los resultados al utilizar diversos tratamientos, han requerido tiempo y esfuerzo en la detección de celos, afectado el rendimiento reproductivo en los rodeos lecheros. La incorporación de técnicas y tratamientos con dispositivos de liberación de progesterona, estradiol y eCG en los protocolos de IATF ha logrado alcanzar altas tasas de preñez en vacas de leche. Sin embargo, hay que reconocer que el éxito del programa depende de muchos factores, tales como la nutrición, salud, instalaciones y personal calificado. En las últimas décadas la selección genética, la nutrición y el manejo adecuado han sido factores relevantes en el incremento de la producción láctea por vaca; el comportamiento reproductivo ha disminuido debido a muchas causas, siendo una de ellas el balance energético negativo (NEB), que afecta a la aparición de la primera ovulación en vacas posparto temprano.

1.3 Ciclo estral bovino

Bautista, E, (2008), al comparar dos tiempos de inseminación 66 y 54 horas en la sincronización del celo en vacas Holstein mestizas manifiesta que el ciclo estral comienza con el inicio de un celo y termina aproximadamente 21 días más tarde al comenzar el próximo celo. Y es interrumpido únicamente por el estado de preñez y se reanuda aproximadamente 21 a 28 días después del parto, cuando el hipotálamo libera GnRh, se genera una secuencia de eventos que constituyen el ciclo estral. La GnRh estimula la liberación de FSH y LH desde la hipófisis, que estimulan ondas de maduración folicular en los ovarios. Al crecer el folículo dominante, aumenta la producción de estrógenos inhibiendo la liberación de FSH, generando la atrofia de los otros folículos en maduración. Cuando los estrógenos alcanzan un nivel umbral se gatilla otra oleada de GnRh y la consecuente liberación de FSH y LH que provocan la ovulación con la ruptura del folículo y liberación del óvulo. Después de la ovulación, la LH genera la formación del Cuerpo Lúteo en el orificio del ovario dejado por la ruptura del folículo.

Morales, J & Cavestany, D. en el año (2012), estudiaron el anestro posparto en vacas lecheras mediante el uso de tratamientos hormonales, donde manifiestan que el cuerpo lúteo es responsable de la producción de progesterona que prepara al útero para la preñez y además se encarga de mantener la gestación. La progesterona se incrementa rápidamente su nivel 3-5 días después de la ovulación y permanece elevado hasta el día 16-17. La progesterona es de gran importancia para el control del ciclo astral, ya que inhibe la liberación de GnRh en el hipotálamo e impide que se desencadene toda la secuencia de eventos de un ciclo estral. Si posterior a la ovulación la vaca no queda preñada, el útero libera prostaglandinas (P4) que produce la luteolisis o destrucción del cuerpo lúteo, lo que hace bajar drásticamente el nivel de progesterona circulante, ocasionando la liberación de GnRh desencadenándose un nuevo ciclo estral.

1.4 Fases del ciclo estral

1.4.1 Proestro

Gonzales K, (2008), al estudiar el ciclo estral de la vaca, indica que el proestro se caracteriza por la ausencia de un cuerpo lúteo funcional y por el desarrollo y maduración del folículo ovulatorio. El proestro en la vaca dura en promedio de 2 a 3 días. Un evento hormonal propio de esta etapa es el incremento de la frecuencia de los pulsos de secreción de LH que producen a la maduración final del folículo ovulatorio, lo cual se refleja en un aumento de las concentraciones

de estradiol. Cuando los niveles de estradiol alcanzan su nivel máximo genera el estro y desencadenan el pico preovulatorio de LH, completándose así el ciclo estral. Además de la clasificación del ciclo estral descrita anteriormente, existe otra que divide al ciclo en dos fases: la progestacional (lútea) y la estrogénica (folicular). La fase progestacional comprende el metaestro y el diestro y la fase estrogénica al proestro y estro. Aunque no es muy usual es conveniente conocerla (figura 1-2).

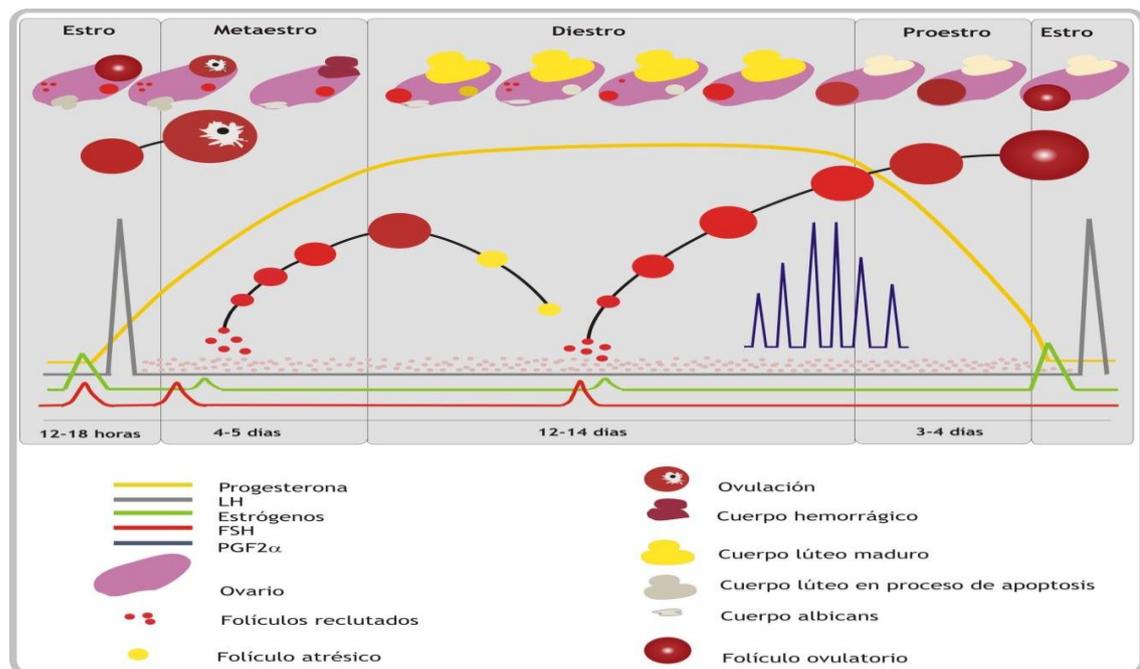


Figura 1-2 Dinámica proestro
Fuente: Gonzales K, (2008).

1.4.2 Estro

Pascual, I. en el año (2011), al investigar la reproducción animal reporta que en esta etapa la hembra acepta la monta de una compañera de hato. Esta conducta se genera por un incremento significativo del estradiol producido por el folículo preovulatorio y por la carencia de un cuerpo lúteo. La conducta estral tiene como fin llamar la atención del macho para el apareamiento. Por efecto de los estrógenos la hembra está inquieta, camina más, interactúa con sus compañeras y acepta la monta de otra hembra (conducta homosexual). También los estrógenos generan turgencia del útero, edema en los genitales externos y producción de moco cervical. La duración del estro es de 12 a 18 h y es afectada por el tipo de ganado y por las condiciones ambientales. El inicio del estro se relaciona con la secreción ovulatoria de LH (pico de LH), ya que los estrógenos al mismo tiempo generan la conducta estral también producen el pico de LH (figura 2-2).

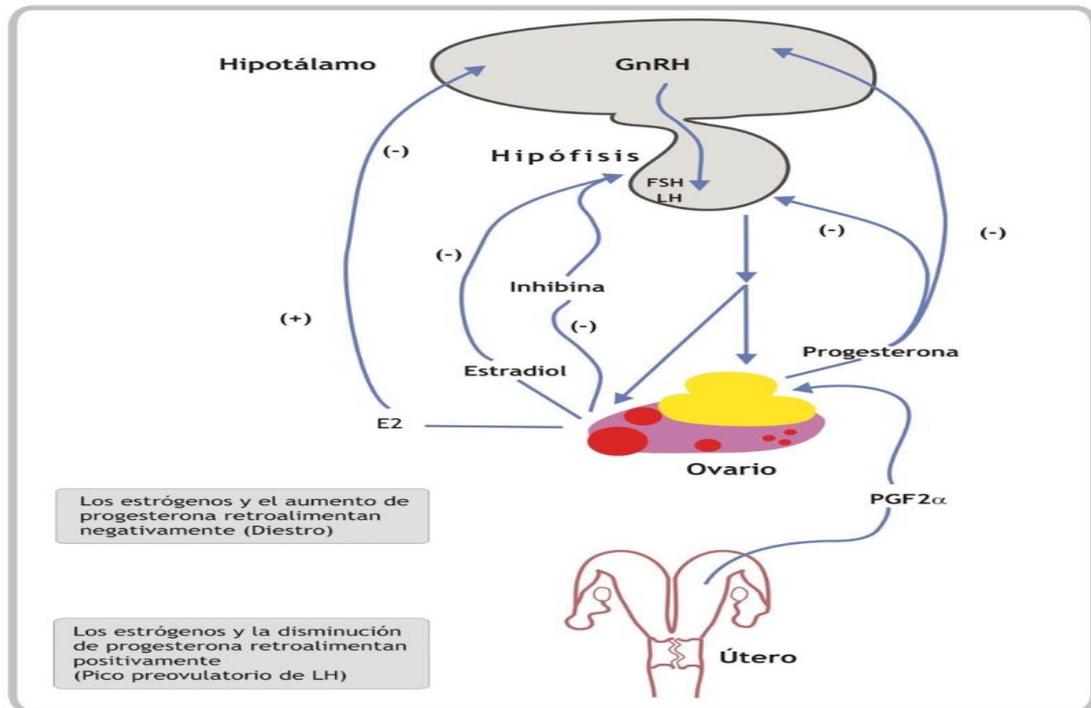


Figura 2-1 Mecanismo retroalimentación entre el hipotálamo, hipófisis, ovario y útero.
Fuente: Pascual, I. (2011).

Gonzales K, (2008), describe que el inicio del estro y pico de LH ocurre entre 2 a 6 horas, y en algunos casos estos dos eventos ocurren simultáneamente. La ovulación mantiene una relación temporal constante con el pico de LH (Figura 3-2), en general, la ovulación ocurre de 28 a 30 h después del pico de LH, o, visto de otra manera, de 30 a 36 h después del inicio del estro.

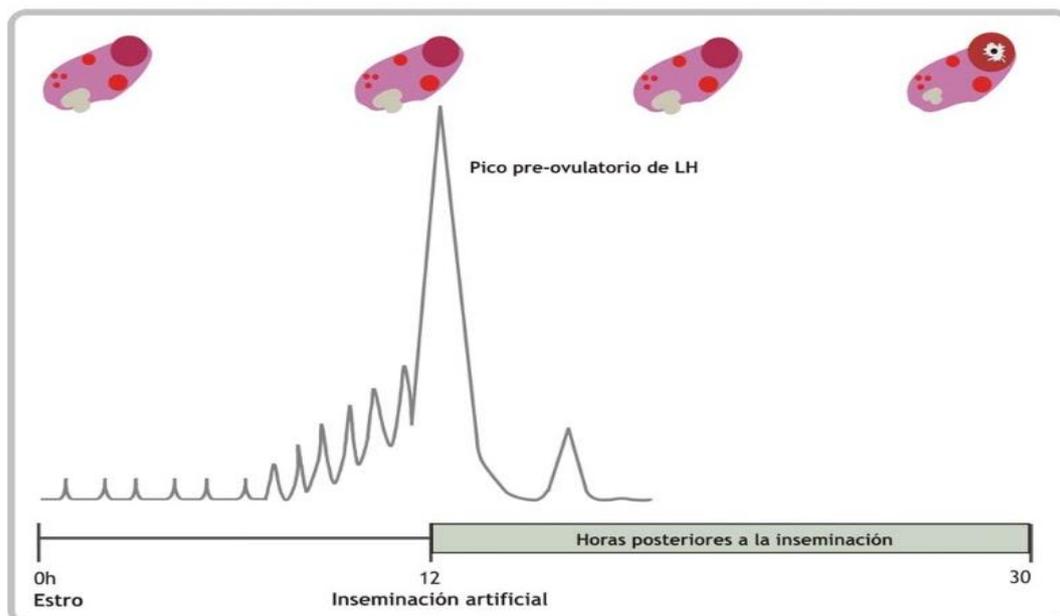


Figura 3-2 Relaciones temporales (inicio estro, pico preovulatorio de LH y ovulación).
Fuente: Gonzales K, (2008).

1.4.3 Metaestro

Cerón, J. (2014), al estudiar la fisiología clínica de la reproducción de bovinos lecheros define al metaestro como la etapa posterior al estro, tiene una duración de cuatro a cinco días. Durante esta etapa ocurre la ovulación y se desarrolla el cuerpo lúteo. Después de la ovulación hay una depresión en el lugar donde se encuentra el folículo ovulatorio (depresión ovulatoria) y como consecuencia se genera el cuerpo hemorrágico (cuerpo lúteo en proceso de formación). Durante el metaestro, las concentraciones de progesterona comienzan a incrementarse hasta alcanzar niveles mayores de 1 ng/mL, momento a partir del cual se considera que el cuerpo lúteo llegó a la madurez. Cuando las concentraciones de progesterona son mayores a 1 ng/mL se toma como criterio fisiológico para establecer el final del metaestro y el inicio del diestro. Un evento hormonal que se destaca en este periodo es la presentación del pico pos ovulatorio de FSH, lo cual desencadena la primera oleada de desarrollo folicular. Algunas vacas se genera un sangrado conocido como sangrado metaestra.

1.4.4 Diestro

Ruiz, A, (2016), al evaluar las fases del ciclo estral en la hembra bovina y su regulación hormonal señala que esta fase es caracterizada por la presencia del cuerpo lúteo y su respectiva producción de progesterona. Está regulada por las secreciones de la glándula pituitaria anterior, el útero y el ovario. Los niveles de progesterona más altos se producen en el día 10 del ciclo estral y se mantienen hasta los 16 o 18 días posteriores dependiendo de la presencia o no de un embrión.

Si la vaca está preñada, el cuerpo lúteo se mantiene, conservando altos niveles de progesterona, impidiendo la presentación de celos. En caso de no haber preñez, el útero produce PGF2 α generando la lisis o regresión del cuerpo lúteo. Con la regresión del cuerpo lúteo, comienza la reducción de los niveles de progesterona y con ello el final del diestro y el reinicio del proestro.

1.5 Control endocrinológico del ciclo estral

1.5.1 Hipotálamo

Llivicura, K, (2013), al determinar la respuesta reproductiva de la gonadotropina sérica de yegua en la sincronización de vaconas receptoras charolaise describe que el hipotálamo forma parte de la base fundamental del cerebro y sus neuronas producen la Hormona Liberadora de las Gonadotropinas o (GnRH); la GnRH se difunde a través de los capilares al sistema hipofisiario

y de allí a las células de la hipófisis anterior, en donde su función es estimular la producción y secreción de las hormonas hipofisarias: Hormona Folículo Estimulante (FSH) y la Hormona Luteinizante (LH) entre otras (Figura 4-2). Se observa un esquema simplificado de cómo los órganos y hormonas que influyen en el ciclo estral.

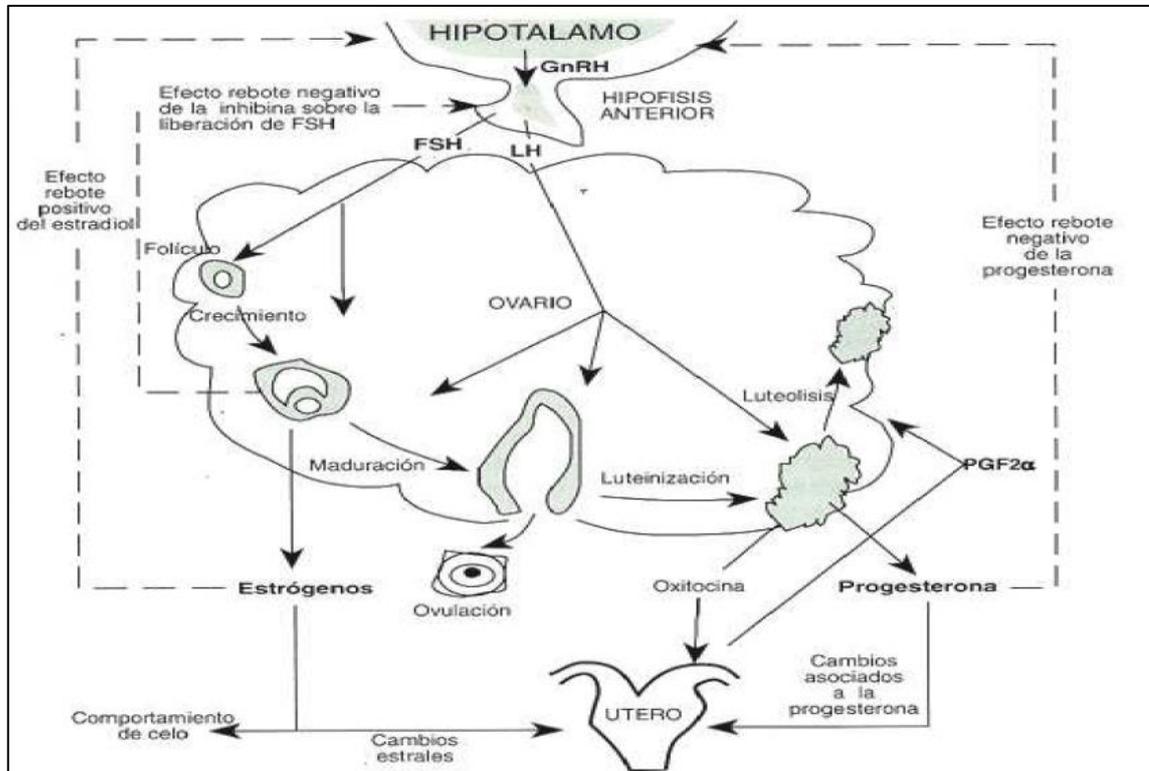


Figura 4-2 Representación gráfica del eje hipotálamo-hipofisario, ovarios y útero.

Fuente: Llivicura, K, (2013).

1.5.2 Hipófisis

Rippe, C, (2015), al indagar sobre el ciclo estral en las vacas indica que la hipófisis consta de una parte anterior y otra posterior. La hipófisis anterior o adenohipófisis produce varios tipos de hormonas de las cuales la Hormona Folículo-estimulante (FSH) y la Hormona Luteinizante (LH), cumplen un papel fundamental en el ciclo estral. La FSH es la encargada del proceso de esteroideogénesis ovárica, crecimiento y maduración folicular y la LH es la que actúan en el proceso de ovulación, formación y mantenimiento del cuerpo lúteo. La hormona oxitócica, también es producida en el hipotálamo y es almacenada en la adenohipófisis, la misma que también intervendrá en los procesos de parto, bajada de la leche, transporte de espermatozoides en el útero, así como en el proceso de luteolisis o ruptura del cuerpo lúteo en el ovario,

1.5.3 Ovarios

Puentestar, F, (2015), al evaluar la superovulación en vacas, menciona que los ovarios son glándulas que tienen básicamente dos funciones: una exocrina, que es la liberación de óvulos, y otra endocrina, que es la producción y secreción de hormonas. Entre las hormonas que producen los ovarios podemos citar los estrógenos o estradiol, la progesterona y la inhibina. Los estrógenos son hormonas esteroideas producidas en el folículo ovárico, que son los responsables de estimular la conducta sexual o de celo actuando sobre el sistema nervioso central del animal; además, tienen efecto sobre otros órganos del aparato reproductivo como son las trompas de falopio, el útero, la vagina y la vulva. Los estrógenos también tienen un efecto de retroalimentación positiva sobre el hipotálamo produciendo la liberación de GnRH que a su vez inducirá la liberación de FSH y LH en la hipófisis anterior.

1.5.4 Útero

Rippe, C, en el año (2015), manifiesta que “el útero se produce prostaglandina F2 α (PGF2 α) la cual interviene en la regulación del ciclo estral mediante su efecto de luteólisis o regresión del cuerpo lúteo. También interviene en los procesos de ovulación y parto” p 34.

Yanguma, C. (2009), al estudiar el aparato reproductor de la hembra bovina, menciona que el útero consta de un cuerpo y dos cuernos (derecho e izquierdo); su interior está recubierto de una membrana mucosa, llamada endometrio con abundantes glándulas simples, excepto en las carúnculas que no son glandulares. Las carúnculas son proyecciones de la superficie interna del útero, donde se fijan, por medio de los cotiledones, las membranas fetales durante la gestación. El cuerpo del útero se bifurca en dos cuernos y es en uno de estos donde se va a implantar el embrión y a desarrollar el feto durante el período de gestación. Las carúnculas durante la preñez aumentan su tamaño. (Yanguma, 2009).

1.6 Ovogénesis

Delgado, P, et al, (2011), señala que la ovogénesis es el proceso de formación de los óvulos o gametos femeninos que tiene lugar en los ovarios de las hembras. Donde las células germinales diploides producidas por mitosis, llamadas ovogónias, se localizan en los folículos del ovario, crecen y tienen modificaciones, por lo que reciben el nombre de ovocitos primarios.

Éstos llevan a cabo la primera división meiótica, generando una célula voluminosa u ovocito secundario que contienen la mayor parte del citoplasma original y otra célula pequeña o primer cuerpo polar. Estas dos células efectúan la segunda división meiótica; del ovocito secundario se forman otras dos células: una grande, que tienen la mayor parte del citoplasma original, y otra pequeña o segundo cuerpo polar. Los cuerpos polares se desintegran rápidamente, mientras que la otra célula se despliega para convertirse en un óvulo maduro haploide. Se produce la ovulación por rompimiento del folículo y liberación del óvulo alrededor del día 14 del ciclo menstrual.

González, V. (2012), manifiesta que la meiosis es un tipo de división celular exclusiva de las células germinales (ovogonias y espermatogonias) y tienen un doble objetivo: la reducción a un número haploide de cromosomas y la recombinación de la información genética. Antes de sufrir la meiosis, las células germinales replican su ADN y contienen en ese momento 4 copias de ADN y un número $2n$ de cromosomas, como cualquier célula diploide; mientras que entre las dos divisiones meióticas la replicación de ADN queda suprimido, lo que asegura que los gametos resultantes sean haploides.

La meiosis se detiene en dos momentos específicos: alrededor del nacimiento y en la ovulación y sólo se completará al producirse la fecundación. El proceso meiótico consta de dos divisiones: meiosis I y II, divididas cada una en cuatro fases: profase, metafase, anafase y telofase (González, 2012).

1.7 Foliculogenesis

Jaimes, S, (2016), al investigar sobre la respuesta superovulatoria en vacas Brown Swiss indica que el folículo es la unidad estructural y funcional de los ovarios. La foliculogénesis se define como el proceso de formación, crecimiento y diferenciación folicular. Abarca desde el estadio de folículo primordial hasta el folículo preovulatorio.

1.8 Dinámica folicular

Grainica, F, (2012), al evaluar el efecto de la gonadotrofina coriónica equina (ECG) en la ovulación con protocolos de IATF en vacas Holstein posparto define que la dinámica folicular se refiere al crecimiento continuo y regresión de folículos antrales durante el ciclo estrual de la vaca, la misma que ocurre en ondas u oleadas, una como mínimo y cuatro como máximo, pero el patrón más frecuente es el de 3 ondas.

La primera comienza tres días después del estro, la segunda de ocho a nueve días post ovulación y la tercera inicia de once a doce días del celo, en la cual el folículo ovulatorio surge aproximadamente en el día 18 del ciclo estral. Independientemente de la especie y del número de oleadas, cada una tiene tres fases: reclutamiento, selección y dominancia.

1.9 Fases de desarrollo folicular.

1.9.1 Reclutamiento

Santos, O, (2013), al detallar la dinámica folicular bovina, informa que el reclutamiento es un proceso por el que, bajo la responsabilidad de la FSH, un conjunto de folículos antrales tempranos (2-3 mm de diámetro) comienzan a crecer en un medio con suficiente soporte gonadotrófico que les permita progresar a la ovulación. La selección es un proceso por el cual un único folículo evade la atresia y adquiere competencia para alcanzar la ovulación. La dominancia es el medio por el cual el folículo seleccionado inhibe el reclutamiento de una nueva serie de folículos (Figura 5-2).

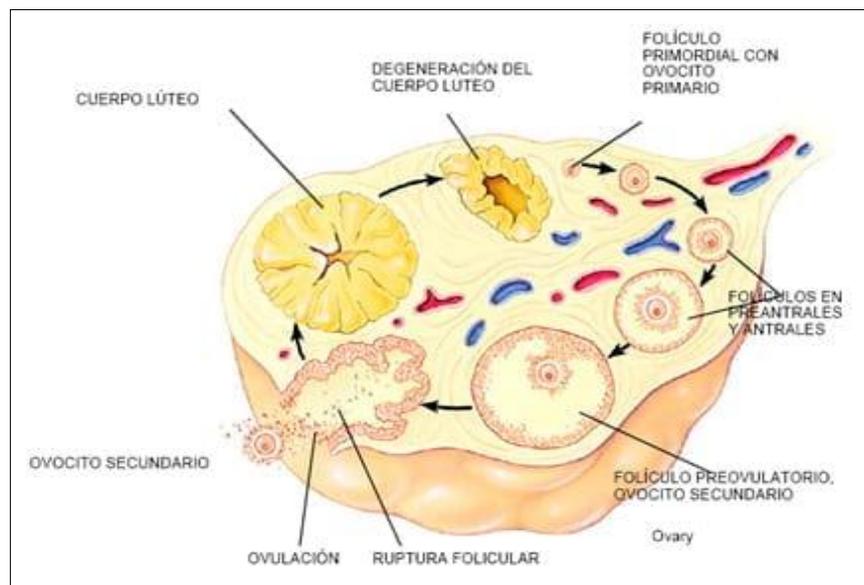


Figura 5-2 Desarrollo del folículo ovárico.
Fuente: Santos, O, (2013).

1.9.2 Selección

Valle, T, (2008), al indagar sobre la dinámica folicular ovárica durante el ciclo estral en vacas doble propósito menciona que es el folículo seleccionado que se convertirá en folículo dominante es un proceso mediante el cual el folículo produce mayores niveles de estrógenos,

promueve su propio desarrollo y aumenta su diámetro, comparado con los compañeros de su cohorte (fase de desviación) y además, adquiere competencia para alcanzar la última fase de la onda (fase de dominancia), inhibiendo el desarrollo de los compañeros de su cohorte y la emergencia de la próxima onda. El folículo seleccionado es aquel que adquiere, primero que el resto, un número mayor de receptores para LH. La fase de desviación, en la onda de crecimiento folicular, ocurre cuando se inicia la diferencia en el crecimiento de los dos folículos más grandes de una cohorte. Es a partir de este momento, que el folículo dominante y el primer folículo subordinado, divergen gradualmente en diámetro. El tamaño folicular en el cual se observa la diferencia entre ambos folículos tiene 8,5 mm en promedio.

1.9.3 Dominancia

Senger, P. (2012), al estudiar el manejo del ciclo estral del bovino detalla que la fase de dominancia 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 productos (E) capaces de inhibir el reclutamiento de una nueva onda folicular y el crecimiento de los folículos de su cohorte.

Cuando el folículo dominante encuentra un ambiente hormonal adecuado (bajos niveles de P), es capaz de ovular y como consecuencia se formará el cuerpo lúteo. En caso contrario, cuando el folículo dominante llega a la fase de dominancia durante la fase luteal, en la cual existen altos niveles de P, cuando los niveles de LH no son suficientes para promover su crecimiento final y ovulación, este folículo dominante pierde su dominancia y permite el reclutamiento y la emergencia de una nueva cohorte de folículos, del cual saldrá el próximo folículo dominante.

En la siguiente tabla se describe las características de cada tamaño folicular (Tabla 1-2).

Tabla 1-2: Tamaño 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: Senger, P. (2012).

1.9.4 Atresia folicular

Velázquez, J y Mendieta, E, (2015), al estudiar el cuerpo lúteo y atresia folicular manifiestan que solamente una pequeña fracción de los folículos ováricos presente en el ovario fetal logrará completar su maduración hasta alcanzar la etapa de ovulación, de forma tal que su destino más común es el de sufrir atresia. En la etapa fetal, es la degeneración de las células germinales primordiales la responsable de la regulación del número de folículos primordiales que sobrevivirán.

En cambio, en folículos ováricos en etapas más tardías de desarrollo, la atresia se produce con la apoptosis de las CG en respuesta a la deprivación hormonal, lo que provoca la muerte del ovocito. Este proceso se puede presentar en cualquier etapa de desarrollo folicular, incluso en folículos pre ovulatorios, aunque se ha determinado que durante la transición entre folículo secundario y terciario es más probable que aparezcan los folículos atrésicos.

Finalmente, en lo que toca al proceso de luteólisis, es muy poco lo que se conoce acerca de la participación de los procesos apoptóticos en la regresión lútea.

1.9.5 Ovulación

Grainica, F, (2012), menciona que la maduración de un folículo dominante en la superficie del ovario, produce la liberación de cantidades necesarias de estradiol y la subsiguiente liberación del ovulo a través de una estrecha herida se conoce como ovulación, la cual depende de la interacción de sustancias como las gonadotrofinas, hormonas esteroides, factores de crecimiento, entre otras. Para que se produzca este fenómeno es necesario que se rompan todas las capas celulares que separan al ovocito del exterior del folículo, tales como: el epitelio superficial del ovario, túnica albugínea, la membrana basal y el estrato granuloso.

1.9.6 Fisiología de la ovulación

Senger, P. (2012), indica que fisiológicamente, la ovulación es el resultado de la breve liberación preovulatoria de LH, la cual se produce tras un espacio de tiempo característico de cada especie que discurre entre la máxima liberación de LH y la ovulación, proceso que en la vaca tiene una duración promedio de 30 horas de haberse iniciado el estro. La producción de estrógenos por el folículo terminal produce una influencia positiva sobre la hipófisis, que genera una descarga de gonadotrofinas FSH y LH cuyos efectos producen un aumento de la vascularización del ovario

mediado por factores vasodilatadores como la histamina, bradiquinina, angiotensinas, prostaglandinas, leucotrienos y lipoxinas.

En las paredes de los capilares se forman numerosas fenestraciones que permiten la salida del plasma y células sanguíneas del folículo, provocando un edema de la teca externa. Normalmente, en la vaca un solo folículo ovula cada ciclo estrual. Alrededor del 10% de las veces ovulan dos folículos y es raro que ovulen tres. La ovulación se produce en el ovario derecho alrededor del 60% de las veces; el 40% restante ocurre en el izquierdo.

1.10 Cuerpo lúteo

1.10.1 Fisiología del Cuerpo lúteo

Trujillo A y Peña, S, (2014), al medir la eficiencia entre el diagnóstico del chequeo reproductivo por palpación rectal indican una serie de desacuerdos que se presentan constantemente al momento de determinar el tamaño del cuerpo lúteo, para la mayoría de profesionales es difícil diagnosticar la funcionalidad, tamaño y presencia del cuerpo lúteo.

1.10.2 Formación

Por su parte Senger, P, en el año (2012), indica que es la base para la formación del tejido lúteo a partir del tejido folicular se da cuando las células de la granulosa y la teca interna se mezclan formando un tejido conectivo. Al final del ciclo folicular los niveles de LH aumentan permitiendo que la pared folicular se desintegre y produzca la separación celular dando paso a una nueva etapa fisiológica llamada fase lúteo.

1.10.3 Función

Trujillo A, y Peña, S, (2014), manifiestan que la funcionalidad del cuerpo lúteo se determina a través de la medición de niveles de progesterona en suero; por medio de la palpación rectal solo se determina la presencia de un cuerpo lúteo y el tamaño aproximado que tiene. Otra forma de determinar la función luteal es por medio del vigor el cual se basa en hacer un estudio a las células luteales para determinar el grado de vascularización, su factor angiogenico y la capacidad que tienen las células grandes de sufrir hipertrofia, así como las células pequeñas de sufrir hiperplasia.

1.10.4 Tamaño

Senger, P. (2012) , indica que por medio de la palpación rectal se puede conocer el tamaño del cuerpo lúteo aproximado, como termino referencial se categoriza (I, II, III) , que va de pequeño a grande respectivamente, también se puede determinar su consistencia (dura o Blanda) cronológicamente el cuerpo lúteo del día 5 al 8 del ciclo mide 1.5cm a 2cm y es de consistencia blanda, entre el día 8 al 16 mide de 2cm a 3.5cm y después del día 17 empieza a involucionar llegando así al día 21 a medir 1cm, su desaparición total como cuerpo albicans es al día 30.

1.11 Hormonas utilizadas en la sincronización de ciclos estrales

1.11.1 Estrógenos

Sumano, H. (2006), al estudiar la farmacología veterinaria de los fármacos indica que el Benzoato de Estradiol es un derivado sintético del 17 β Estradiol, hormona esteroidea sintetizada por el folículo ovárico desarrollada para optimizar los resultados reproductivos de los tratamientos con progestágenos en bovinos.

1.11.1.1 Origen y composición

Los estrógenos son esteroides con 18 átomos de carbono y un anillo fenólico A (anillo aromático con un grupo hidrófilo carbono 3) y un grupo hidrófilo B cetónico en el carbono 17 del anillo D. Los principales estrógenos en los mamíferos son el 17 β estradiol, estrona y estriol, se producen en el folículo y en la placenta, (Sumano, 2006).

1.11.1.2 Mecanismo de acción

Bavera, G. (2015), al realizar inseminación artificial en vacas Holstein define que el uso de estradiol exógeno en el control del ciclo estral tiene como finalidad desencadenar la luteólisis, cuando se aplica en la mitad del ciclo o también se encarga de impedir el crecimiento de un nuevo cuerpo lúteo cuando es aplicado luego de la ovulación. Los estrógenos generan el crecimiento corporal, controlan la ovulación, preparan el aparato reproductor para la fecundación e implantación, además aumentan la altura celular y las secreciones de la mucosa del cérvix, provocando el engrosamiento de la mucosa vaginal, proliferación endometrial y incremento del tono uterino.

Los esteroides relacionados con la reproducción se producen en muchos tejidos, pero los tejidos esteroideogénicos más activos son las gónadas. Los estrógenos actúan principalmente mediante la regulación de la expresión génica, uniéndose en el interior de la célula con un receptor nuclear. Se producen en el folículo ovárico por estimulación de la FSH y LH que por su carácter cíclico de secreción se debe a un control neurohumoral ejercido, en parte, por el llamado sistema endocrino difuso influido por variables como horas de luz, nutrición, genética, estímulos olfatorios (Bavera, G. 2015).

1.11.1.3 Indicaciones y dosis

Acuña, V. (2007), al realizar un compendium de la reproducción animal menciona que los estrógenos se utilizan para la inducción y sincronización del celo, como terapia hormonal (anestro, cuerpo lúteo persistente, retención de placenta, metritis, piometra y fetos momificados). Inducción láctea en vacas dosificación: *General*: Anestro 3-5 mg IM. Piometra y retención placentaria: 10 mg IM. Cuerpo Lúteo persistente 4 mg IM. Sincronización de la Onda Folicular: 2 mg. Inductor de la Ovulación 1 mg.

1.11.2 Prostaglandina

Pérez, G. (2001), indica que las prostaglandinas en el sistema reproductivo juegan un papel fundamental en la ovulación, luteólisis, transportando gametos, en la motilidad uterina, expulsión de membranas fetales, y transporte de espermatozoides machos y hembras. La PGF_{2α} causa una rápida regresión del cuerpo lúteo funcional con una rápida declinación en la producción de progesterona. La Luteólisis es comúnmente seguida por el desarrollo de los folículos ováricos y celo, en bovinos, el celo se produce a los 2-4 días después de la luteólisis y en yeguas, 2-5 días. En tanto que el cuerpo lúteo inmaduro es insensible a los efectos de la PGF_{2α}, en bovinos y equinos este período refractario alcanza los primeros 4-5 días después de la ovulación.

1.11.2.1 Mecanismo de acción

Bavera, G. (2015), manifiesta que el mecanismo preciso de luteólisis inducida por PGF_{2α} es incierto, pero podría estar relacionado con cambios del flujo sanguíneo en venas útero-ováricas, inhibición de la respuesta ovárica normal a las gonadotropinas, o estimulación de enzimas catalíticas. La PGF_{2α} también tiene un efecto que estimula el músculo liso uterino causando contracción y un efecto relajante en cérvix.

1.11.3 Gonadotropina coriónica equina (ECG)

1.11.3.1 Origen y composición

Acuña, V. en el año (2007), señala que la eCG es una hormona glicoproteica de alto peso molecular secretada por las copas endometriales de yeguas gestantes y formadas a partir de la adherencia del concepto al endometrio materno, que se genera alrededor del día 40 de preñez, persistiendo hasta el día 85 de preñez.

1.11.3.2 Mecanismo de acción

Bavera, G. (2005), define que esta hormona ayuda a expresar la acción biológica de FSH y LH en relación 1,4:1, en la yegua la eCG tiene primariamente un efecto luteotrófico y a medida que las copas endometriales crecen y aumenta el contenido de eCG, induce la ovulación de folículos de mayor tamaño generando CL accesorios y aumentando el nivel de P4.

1.11.3.3 Efecto de la gonadotropina coriónica equina sobre los niveles de progesterona.

Rensis F, y López F, (2014), manifiesta que el efecto de la eCG en bovinos se debe a su doble actividad tipo FSH y LH. Su administración estimula el desarrollo de los folículos de tamaño medio y grande e induce la ovulación del folículo dominante presente en el momento del tratamiento, siendo su efecto dosis dependiente (mayor respuesta ovárica con dosis elevadas). Se ha observado que al aumentar el tamaño del folículo preovulatorio, el cuerpo lúteo que se desarrolla posteriormente es de mayor tamaño, produciéndose una mayor concentración de progesterona.

Pero la eCG no solo puede aumentar los niveles de progesterona por este mecanismo, sino que si se aplica días después de la ovulación también incrementa dichos niveles hormonales. En este caso, la eCG no aumenta el diámetro del cuerpo lúteo sino que actúa sobre las células luteales grandes aumentando su capacidad de secreción. En ambos casos, ya se aplique pre o postovulación, se produce un aumento de progesterona en sangre durante la fase luteal.

1.11.3.4 *Indicaciones y dosis*

Garnica, F, (2012), menciona que han realizado investigaciones con diferentes dosis de eCG, en vacas, consiguiendo una estimulación directa en el desarrollo, la maduración y la ovulación en la mayoría de las especies domésticas, la utilización de 400 UI de eCG al momento de retirar el dispositivo de liberación de progesterona aumentó en la concentración de progesterona en el plasma en vacas tratadas durante el anestro posparto. Sin embargo, cuando se utilizaron vacas con pobre condición corporal la aplicación de eCG aumentó los porcentajes de preñez, sobre todo en vacas sin estructuras ováricas palpables o con folículos (sin un cuerpo lúteo) al inicio del tratamiento.

Nasser et al., (2004), indica que la aplicación de eCG en el momento esperado de una nueva onda de crecimiento folicular, ha demostrado eficiencia en cuanto a superovulación y/o desarrollo de un folículo dominante de mayor diámetro, determinando de esta forma un mayor número de cuerpos lúteos o un CL grande.

Esto va acompañado de mayores concentraciones plasmáticas de P4 y mejores tasas de aprovechamiento, concepción y de preñez frente a tratamientos sin aplicación de esta hormona, han verificado que con la aplicación de eCG el día 8 de sincronización, determina apenas un 2% de doble ovulación en receptoras de embriones, pero evidenciaron que con la aplicación de esta hormona se consiguen cuerpos lúteos únicos de mayor tamaño, incrementando así la tasa de preñez. Igualmente, Quezada y Ortiz (2007), encontraron que con la aplicación de la eCG el día 8 se mejora la tasa de aprovechamiento, sin embargo, no encontraron que esta hormona mejore el área del CL.

Se han realizado investigaciones con diferentes dosis de eCG, en vacas, consiguiendo una estimulación directa en el desarrollo, la maduración y la ovulación en la mayoría de las especies domésticas. La utilización de 400 UI de eCG al momento de retirar el dispositivo de liberación de progesterona dio como resultado un aumento en la concentración de progesterona en el plasma y en las tasas de preñez en vacas amamantadas, tratadas durante el anestro posparto.

Sin embargo, cuando se utilizaron vacas con pobre o moderada condición corporal la aplicación de eCG aumentó los porcentajes de preñez, sobre todo en vacas sin estructuras ováricas palpables o sólo con folículos (sin un cuerpo lúteo) al inicio del tratamiento (Rensis F, y López F, 2014).

En un estudio realizado por Mamani et al. (2007) de acuerdo a la dosificación de la eCG, no se reporta diferencia de la tasa de aprovechamiento y tasa de preñez con la utilización de diferentes dosis de eCG (200, 300 y 400 UI) en hembras receptoras cruzadas Bos Indicus X Bos Taurus. Se han realizado estudios utilizando eCG en donde se ha observado el incremento en las tasas de preñez en programas de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF). Con la finalidad de incrementar la P4 plasmática en búfalas y vacas, se han utilizado tratamientos con GnRH, LH, hCG (esta última producida en el sincitio trofoblasto de las mujeres embarazadas) y dispositivos de liberación lenta de P4 aplicados el día 7 del ciclo estral (Campanile et al., 2007).

La hCG se ha aplicado en tratamientos de sincronización el día 6, obteniéndose tasas de preñez más altas frente a grupos sin la aplicación de esta hormona. Estos resultados igualmente sugieren que la hCG, la cual tiene acción LH, dependiendo del día de su aplicación induce la ovulación y la formación de cuerpos lúteos accesorios, los cuales incrementan la concentración de P4 plasmática y la tasa de preñez en hembras receptoras de embriones bovinos (Baruselli et al., 2003).

Investigaciones realizadas por Melanie et al. (2004), no reportaron diferencia entre la concentración plasmática de P4 y la cantidad de cuerpos lúteos presentes en hembras preñadas, por el contrario, encontraron mayor pérdida de preñeces en las hembras con doble ovulación, lo que sugiere que demasiada P4 plasmática podría estar alterando el balance hormonal uterino perjudicando el ambiente embriotrófico para el embrión en desarrollo.

.

1.12 Muerte embrionaria

Álava, J, (2013), menciona que la mortalidad embrionaria se presenta en las dos primeras fases del desarrollo embrionario del huevo, es decir, en el período ovular y en el embrionario. Toda modificación del medio materno en el curso de estos períodos mencionados puede interferir gravemente sobre el desarrollo del embrión y jugar un papel determinante en la etiología de ciertas embriopatías.

La degeneración del huevo representa la primera etapa de la mortalidad embrionaria, en la cual la división en blastómeros (futuro embrión) se opera irregularmente. En la vaca el embrión puede desaparecer mientras que las membranas embrionarias y el cuerpo lúteo se mantienen, lo que determina anestros prolongados por imposibilidad de secreción de prostaglandina endometrial, hormona que producen la lisis del cuerpo lúteo.

Si el embrión o el feto mueren al inicio de la gestación, es absorbido y termina la gestación. En una poliovulación, al contrario, la muerte o la reabsorción de uno o más embriones no lleva necesariamente al fin de la gestación, ya que algún feto puede llegar a término. La mortalidad embrionaria puede ser sospechada en toda hembra sana que retorna al celo post servicio después de un plazo superior a la duración normal del ciclo estrual.

Álava, J, en el año (2013), recalca que la mortalidad embrionaria (ME) es la pérdida de la gestación durante los primeros 42 días que corresponden al periodo embrionario. Es uno de los problemas más difíciles de diagnosticar y corregir en reproducción bovina. Se considera que si una vaca y un toro son fértiles la concepción a un servicio de esos dos individuos será alrededor del 70%.

Este número se basa en la probabilidad de fertilización que se considera es de un 80-100% sumado a la probabilidad de que el embrión sobreviva al reconocimiento materno. Dentro de los factores que influyen en la supervivencia del embrión tenemos: factores genéticos, de manejo, estrés, salud animal, entre otros. Cuando se habla de mortalidad embrionaria hay que diferenciar 2 grandes eventos en el desarrollo del conceptus. Los primeros 14 días, (etapa del desarrollo embrionario temprano), corresponden a la etapa anterior al reconocimiento materno de la preñez y después de los 14 días (etapa del desarrollo embrionario tardío) corresponden a la etapa después del reconocimiento materno de gestación.

Esta fase embrionaria dura aproximadamente 42 días. Durante esta no solamente se da el proceso de organogénesis, sino que también se forma la placenta para el desarrollo del feto. La formación de la placenta termina completamente hacia el día 90 de gestación y por esto cualquier alteración entre la fertilización y los 90 días de desarrollo tienden a ser letales. Durante los primeros 14 días se pierden el 30 % de las gestaciones, sin que clínicamente sean detectadas.

Dentro de este ciclo la mayoría (80 %) se pierden antes del octavo día considerando que la transición de mórula a blastocito es un periodo crítico de supervivencia para el embrión. Entre los 14 y 19 días, un 5-10% se pierden alrededor del reconocimiento materno de preñez. Después viene el periodo de formación de la placenta, entre el día 18-28, donde también se pierden alrededor del 5-10% de los embriones (Álava, J, 2013).

1.13 Ecg como estrategia para minimizar las perdidas embrionarias

Álava, J, (2013), manifiesta que la Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) es una glicoproteína compleja con actividad FSH y LH. Tiene una vida media aproximadamente de 40 horas en la vaca y persiste por más de 10 días en la circulación sanguínea. La eCG estimula el crecimiento folicular a través de su acción de FSH y LH, aumenta el tamaño del folículo, también aumenta las concentraciones plasmáticas de progesterona, y mejorar así el desarrollo embrionario y el mantenimiento de la preñez. También la gonadotropina coriónica equina puede aumentar las tasas de preñez en vacas de carne con cría al pie y con mala condición corporal. La eCG, produce un CL accesorio, que hace que la progesterona circulante aumente en la fase lútea posterior al tratamiento con eCG.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización y duración del experimento

La presente investigación se llevó a cabo en el cantón Chambo de la provincia de Chimborazo, ubicado en el noroeste de la provincia, a 8 Km de la ciudad de Riobamba.

3.1.1. Condiciones Meteorológicas

Las condiciones meteorológicas del cantón Chambo se detallan en la Tabla 1-3.

Tabla 1-3: Condiciones meteorológicas

Parámetros	Valores Promedios
	Chambo
Temperatura °C	10 °C
Humedad relativa %	90%
Precipitación	1520mm
Altitud msnm	3.200msnm
Longitud W	770086°
Latitud S	9812548°

Fuente: PDOT del canto Chambo y de la parroquia San Juan (2018).

La investigación tuvo una duración de 120 días, distribuidos en la realización de chequeos ginecológicos, aplicación de hormonas, prácticas de observación, Inseminación Artificial, determinación de preñez y porcentaje de muerte embrionaria (Tabla 2-3).

Tabla 2-3: Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	TIEMPO DE LA INVESTIGACIÓN															
	PRIMER MES				SEGUNDO MES				TERCER MES				CUARTO MES			
	Semanas				Semanas				Semanas				Semanas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Selección de Animales	X	X														
Identificación del estado fisiológico estructuras ováricas			X	X	X	X										
Registro del estado de los animales			X	X	X	X										
Aplicación de protocolo de inseminación PGF2 α +BE			X	X	X	X										
Aplicación de protocolo de inseminación PGF2 α +eCG+BE			X	X	X	X										
Identificación desarrollo folicular y cuerpo lúteo							X	X								
Inseminación artificial a tiempo fijo IATF							X	X								
Diagnóstico de la gestación los 30 días									X	X	X					
Diagnostico de muerte embrionaria a los 60 días											X	X	X	X	X	
Tabulación de los datos																X

Fuente: PDOT del canto Chambo y de la parroquia San Juan (2018).

3.2. Unidades experimentales

La presente investigación utilizó 50 vacas de la raza Holstein mestiza de alta cruce. Todas las vacas fueron seleccionadas tomando en consideración las siguientes características:

1. Animales con una edad comprendida entre 3 a 6 años.
2. Condición corporal de los animales mayor a 2.5 (en una escala de 1 a 5).
3. Animales libres de patología reproductiva como: quistes luteínicos, quistes foliculares, metritis, endometritis, neumovagina, urovagina.
4. Animales que tenga un post parto mayor a 60 días.

3.2.1. Condiciones del desarrollo de las unidades experimentales

Los animales seleccionados estaban bajo las siguientes características de manejo

1. Alimentación: Pastoreo extensivo con una mezcla forrajera predominando el ray grass, trébol y kikuyo, adicional una sobrealimentación a base de concentrado con un 14% de proteína y con 1,7 megacalorías (Mcal) de energía neta de lactancia/ kg de MS consumida.
2. Consumo de grasa bypass en un promedio de 400gr/vaca/día
3. Sales minerales con un alto contenido de fósforo 150gr/vaca/día
4. Todos los animales son libres de brucela y tuberculosis con certificaciones de agrocalidad.

3.3. Factores de inclusión

- Vacas Holstein
- Post parto
- Folículo Dominante
- Folículo preovulatorio
- Cuerpo luteo

3.4. Factores de exclusión

- Enfermedades reproductivas,
- Condición corporal
- Edad
- Días de lactancia.

3.5. Materiales, equipos, e instalaciones

3.5.1. *Materiales*

- Manga de Manejo.
- Cinta Bovino métrica.
- Registros de detección de Celos e Inseminación Artificial.
- Jeringas
- Agujas.
- Guantes Ginecológicos.
- Guantes de Látex.
- Pistola Universal.
- Gel Lubricante.
- Catéter descartables.
- Corta Pajuelas.
- Papel desechable.
- Termómetro.
- Termo de descongelación.
- Pinza transportadora de Pajuelas.
- Pajuelas de Semen.
- Termo Transportador de Pajuelas.
- Overol.
- Botas.
- Libreta de apuntes.
- Esferos.
- Regla.

3.5.2. *Equipos*

- Termo de Conservación de Pajuelas.
- Ecógrafo.
- Cámara fotográfica.
- Computador.

3.5.3. *Insumos*

- Gestavet (Prostaglandina, PGF2a).
- Folligon (Gonadotropina Corionica equina, ECG).
- Grafoleón (Benzoato de estradiol, BE.)

3.6. Tipo de investigación

El desarrollo de la investigación utilizó un tipo de investigación experimental que consistió en la aplicación de tratamientos hormonales y su efecto sobre la tasa de concepción en vacas Holstein mestizas.

3.7. Método de investigación

La presente investigación abordó un método longitudinal, mediante la recolección de datos en un tiempo determinado para determinar los cambios en las variables.

3.8. Tratamientos y diseño experimental

En la presente investigación se utilizó 2 tratamientos para evaluar el efecto de la gonadotropina coriónica equina (ECG), sobre la tasa concepción en vacas Holstein: D1 (PGF2a+BE) y D2 (PGF2a+BE + ECG), con 25 repeticiones por dosis, donde cada unidad experimental estuvo conformada por una vaca, se utilizó la prueba t Student para muestras pareadas y Chi Cuadrado para variables categóricas, el esquema del experimento que se utilizó en la presente investigación se muestra en la Tabla 3-3.

Tabla 3-1: Esquema del experimento.

Dosis	Código	Repeticiones	T.U.E	N° animales/tratamiento
PGF2a+BE	D1	25	1	25
PGF2a+BE+ECG	D2	25	1	25
Total de vacas				50

Fuente: T.U.E: tamaño de la unidad experimental. 1 vaca Holstein.

3.9. Análisis estadísticos y prueba de significancia

Los resultados experimentales se evaluaron mediante los siguientes procesos estadísticos:

- Prueba de hipótesis para variables categóricas, según Chi Cuadrado ($P < 0.05$).
- Prueba de hipótesis para variables continuas, según t Student al ($P < 0.05$) y ($P < 0.01$).

Para la determinación de los límites de significancia se utilizaron procedimientos estadísticos correspondientes a la distribución t Student, como se describe a continuación:

$$t. cal = \frac{d^-}{Sd^-} = \frac{(X_A^- - X_B^-)}{Sd(X_A^- - X_B^-)}$$

$$SdX^- = \frac{\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2/n}{n(n-1)}$$

$$Sd^- = \sqrt{S^2 d}$$

Dónde:

t_{cal} = Valor calculado de t de student

d^- = diferencias entre medias

D = diferencia entre valores

SdX^- = desviación estándar diferencias entre las medias.

A: Promedios con la utilización de PGF2 α + Benzoato de estradiol.

B: Promedios con la aplicación de PGF2 α +Gonadotropina (eCG)+ Benzoato de estradiol.

D: Diferencia entre Valores

Para la determinación de los límites de significancia de las variables categóricas se utilizaron procedimientos estadísticos correspondientes a la prueba X², como se describe a continuación:

$$X^2 cal = \frac{o_1 - e_1}{e_1} + \frac{o_2 - e_2}{e_2} + \dots \dots + \frac{o_n - e_n}{e_n}$$

Dónde:

$X^2 cal$ = Valor calculado de "Chi - cuadrado "

o_n = Valores observados

e_n Valores esperados

3.10. Mediciones experimentales

Para el análisis de los resultados obtenidos en la presente investigación se utilizaron las siguientes mediciones experimentales:

3.10.1. Morfometría ovárica.

- Tamaño de ovarios mm.
- Tamaño del folículo dominante. mm
- Tamaño de cuerpo lúteo mm.
- Tamaño de folículo preovulatorio mm.

3.10.2. Parámetros reproductivos.

- Presencia de celo %.
- Tasa de concepción %.
- Muerte embrionaria temprana %.

3.10.3. Indicar económico

- Costo /tratamiento.

3.11. Procedimiento experimental

3.11.1. Selección de los animales

Para la selección de los animales como se mencionó anteriormente se consideró animales que presentaron un buena condicional corporal, con una edad comprendida entre 3 a 6 años y libres de patologías reproductivas.

3.11.2. Diagnóstico de los animales previos a la aplicación de los tratamientos

Se procedió a realizar el diagnóstico ecográfico de los animales para determinar la morfometría ovárica en donde se encontraron las siguientes estructuras: folículo y cuerpo lúteo.

Todos los animales que presentaron algún tipo de alteración en el tracto reproductivo fueron descartados los cuales no ingresaron dentro del experimento.

Se seleccionaron ecográficamente a los animales que tenían un cuerpo lúteo entre 25 a 30 mm y un folículo dominante entre 8 a 10 mm (fase de desviación).

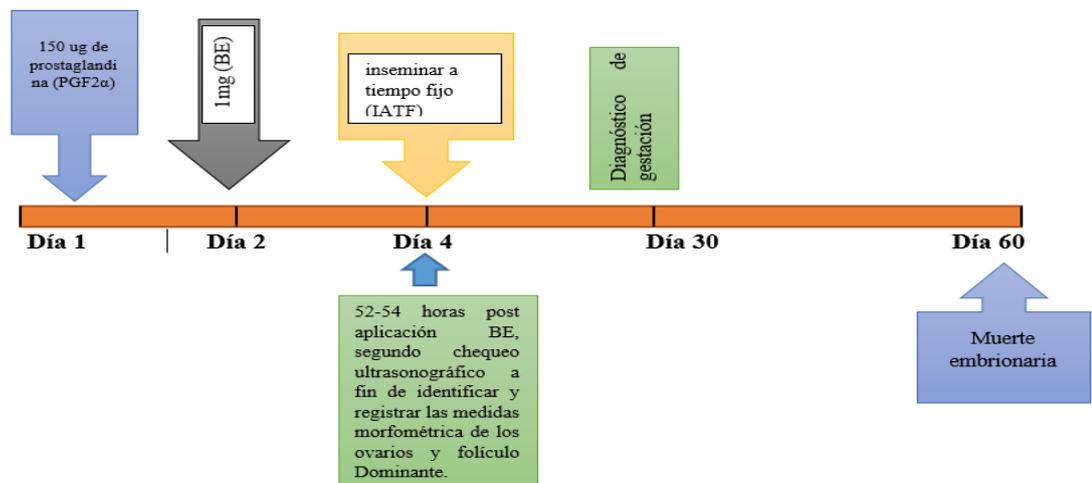
3.11.3. Aplicación de los tratamientos

3.11.3.1. Tratamiento 1

Día 1: Se administró 150 ug de D-cloprostenol, vía intramuscular, comercialmente llamado gestavet+

Día 2: se aplicó vía intramuscular 1mg de benzoato de estradiol (BE) comercialmente denominado grafoleón, además se aplicó un parche detector de celo.

Día 3: Transcurrido las 52-54 horas post aplicación benzoato de estradiol se realizó el segundo chequeo ultrasonográfico a fin de identificar y registrar las medidas morfométrica de los ovarios y folículo preovulatorio, una vez finalizado el registro se procedió a inseminar a tiempo fijo (IATF) como se muestra en la Figura 6-3.



Activar

Figura 1-3 Protocolo de sincronización tratamiento 1.

Elaborado por: José Carrasco 2019.

3.11.3.2. Tratamiento 2

Día 1: Se administró 150 ug de prostaglandina (PGF2a) y 400 ui de Gonadotropina Coriónica equina(EGC), vía intramuscular equivalente a 2ml del producto.

Día 2: se aplicó vía intramuscular 1 mg de benzoato de estradiol (BE) comercialmente denominado Grafoleón, además se aplicó un parche detector de celo.

Día 3: Transcurrido las 52-54 horas post aplicación benzoato de estradiol se realizó el segundo chequeo ultrasonográfico a fin de identificar y registrar las medidas morfométrica de los ovarios, y folículo preovulatorio, una vez finalizado el registro se procedió a inseminar a tiempo fijo (IATF), como se muestra en la Figura 7-3.

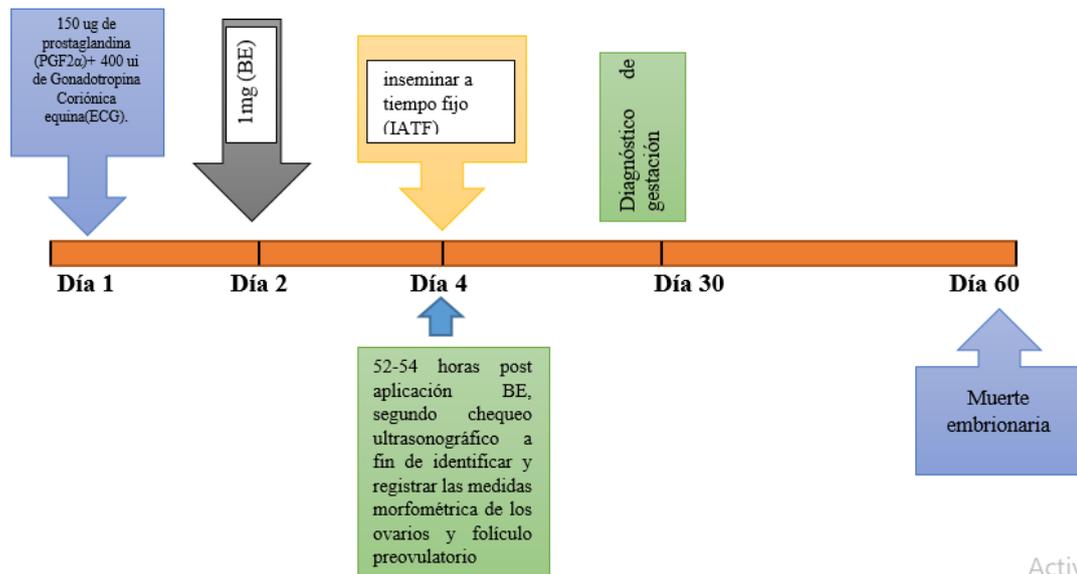


Figura 2-3: Protocolo de sincronización tratamiento 2.
Elaborado por: José Carrasco 2019.

3.11.4. Diagnóstico de la gestación

A los 30 días post inseminación se procedió a determinar el diagnóstico de gestación en donde se verificó la presencia de embrión.

3.11.5. Diagnóstico de muerte embrionaria

A los 60 días se procedió a verificar por medio ecográfico si hubo muerte embrionaria.

3.11.6. Análisis estadístico

Los datos del efecto de la gonadotropina coriónica equina (eCG), sobre la tasa concepción en vacas Holstein se determinaron mediante el paquete estadístico SPSS versión 26.

3.12. Metodología de evaluación

En la presente investigación se realizó diferentes mediciones experimentales para las cuales se aplicó las siguientes metodologías:

3.12.1. Tamaño de los ovarios mm.

Esta variable fue evaluada el día 1 previo a la sincronización y el día de la inseminación artificial por el método ultrasonografía, donde se midió el diámetro de los ovarios (derechos e izquierdos).

3.12.2. Tamaño del folículo dominante mm.

Previo al programa de sincronización y mediante el uso de ultrasonografía se realizó un barrido lateral de derecha a izquierda en cada ovario para identificar el diámetro folicular (> 8 mm).

3.12.3. Tamaño de folículo preovulatorio mm.

El día de la inseminación artificial a tiempo fijo con la ayuda del ecógrafo se procedió a medir el diámetro del folículo preovulatorio en los animales tratados con gonadotropina coriónica equina y los del grupo control.

3.12.4. Tamaño del cuerpo lúteo mm.

El tamaño del cuerpo lúteo se registró previo a la sincronización mediante el uso de ultrasonografía, con la finalidad de incorporar animales que tengan un diámetro del cuerpo lúteo entre 25 a 30 mm.

3.12.5. Porcentaje de celo presentado.

Se determinó mediante la observación y manifestación de los síntomas externos presentes en la vaca al finalizar cada uno de los tratamientos.

% celo = Número de animales que presentaron celo / número de vacas sincronizadas X 100.

3.12.6. Tasa de concepción (TC).

Este indicador se evaluó de acuerdo al número de vacas que quedaron gestantes, luego de la IATF. Este indicador se evaluó a los 30 días post servicio mediante uso de ecógrafo, y es expresado en porcentaje.

% Tasa Concepción= Número de vacas preñadas/ Número de vacas servidas *100

3.12.7. % de muerte embrionaria.

Este parámetro fue evaluado a los 60 días post inseminación artificial.

3.12.8. Indicador beneficio costo (\$).

El beneficio/costo como indicador de la rentabilidad se estimó a través de la división de los ingresos totales dividido para los egresos totales. Se determinó mediante la siguiente expresión:

BC= indicador beneficio costo

BC= IT/ET

IT= Ingresos totales

ET= Egresos totales.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y LA DISCUSIÓN.

4.1. Estatus ovárico (folículo y cuerpo lúteo) al inicio (día 1) de la sincronización con prostaglandina y benzoato de estradiol.

Como se indicó anteriormente, las vacas Holstein mestizas, como requisito presentaron un folículo mayor 8 mm y un cuerpo lúteo entre 25 y 30 mm, para ser sincronizadas con los tratamientos hormonales, cuyas medias se detallan en la Tabla 4.

4.1.1. *Tamaño de ovarios, mm.*

El tamaño de los ovarios derechos e izquierdos al iniciar la investigación registró un promedio 19, 84 y 18,56 mm respectivamente, en relación a los datos obtenidos Barón en el año (2000), manifiesta que por lo general el ovario derecho es más activo que el izquierdo, uno de los factores que hace variar el tamaño, es la existencia o no de estructuras temporales, que dependen de estado corporal y de la fase del ciclo en la cual se encuentra la vaca.

El tamaño del folículo dominante en el día 1, antes de aplicar los tratamientos hormonales registro un promedio de 9,08 mm, valor que concuerda con Enjoy, E, et al. (2012), quienes al estudiar la dinámica folicular ovárica durante el ciclo estral en vacas Holstein reportan un diámetro en la fase de desviación entre 8,0 y 9,9 mm, por lo tanto, el promedio registrado en la presente investigación se encuentra dentro de los permitidos (>8mm), para el desarrollo y aplicación de los tratamientos hormonales.

El tamaño del cuerpo lúteo en el día 1 presentó un promedio de 26, 54, se encuentra dentro del margen permitido en la investigación para la aplicación de las dosis (25 a 30 mm). Ante estos resultados Ospina, A. y Augusto, C. (2013), indican que dentro de los programas de sincronización donde se aplica prostaglandina en el día 1, es importante aplicar en vacas durante el diestro; es decir, cuando tienen un cuerpo lúteo funcional (días 6 al 17 del ciclo estral).

Tabla 1-4: Estatus ovárico (folículos y cuerpo lúteo) al inicio (Día 1) de la sincronización con prostaglandina y benzoato de estradiol.

Variables	Dosis		Promedio
	D1	D2	
Tamaño ovarios derecho , mm	19,56	20,12	19,84
Tamaño ovarios - izquierdo mm	18	19,12	18,56
Tamaño folículo dominante mm	8,76	9,4	9,08
Tamaño de cuerpo lúteo mm	25,48	27,6	26,54

S: desviación estándar

Elaborado por: José Carrasco 2019.

4.2. Estatus ovárico, post aplicación de los tratamientos hormonales con gonadotropina coriónica equina (ecg), sobre la tasa de concepción en vacas holstein, sincronizada con prostaglandina y benzoato de estradiol e inseminada a tiempo fijo.

4.2.1. Tamaño de ovarios derechos, mm.

El tamaño de los ovarios derechos presentó diferencias altamente significativas ($P \leq 0,001$), siendo el tratamiento con gonadotropina coriónica equina que presentó el mayor diámetro con $21,56 \pm 0,50$ cm y el menor se registró con el tratamiento control con $19,08 \pm 0,50$ mm (Tabla 3-4).

Los valores obtenidos guardan relación con Brito R. (2009), quien reporta un rango entre 10 a 20 mm, pero son inferiores a los publicados por Salisbury et al. (2010), quienes registraron un tamaño de 19 a 32 mm. Estos hallazgos sugieren que las diferencias encontradas entre los autores pueden estar motivada por factores relacionados a la raza, edad, paridad, nivel de alimentación y condición corporal.

Lo que es corroborado por Muñoz, R, (2013), quien indica que el desarrollo ovárico es afectado por factores intrínseco como la actividad hormonal propia de cada ovario (dinámica folicular), la edad, estado fisiológico, balance energético y tamaño de los cuerpos lúteos entre otros.

4.2.2. *Tamaño de ovarios izquierdos, mm.*

Las medias para el tamaño del ovario izquierdo al aplicar los tratamientos presentaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0,001$), siendo el tratamiento con el uso de la gonadotropina coriónica equina que presentó el mayor diámetro con $20,81 \pm 0,36$ mm y el menor se reportó con el tratamiento control con $18,5 \pm 0,36$ mm (Tabla 3-4).

Los resultados encontrados difieren de Zarniento, F. (2016), quien al evaluar el estatus ovárico en vacas multíparas menciona que los ovarios miden aproximadamente de 25 a 30 mm, autor que también indica que el tamaño varía según el estado reproductivo.

Tabla 2-4: Estatus ovárico, post aplicación de los tratamientos hormonales con gonadotropina coriónica equina (ECG).

Variables	Dosis		E.E.	S	Promedio	Probabilidad	Significancia
	D1	D2					
Tamaño ovarios derecho , mm	19,08	21,56	0,5	3,59	20,32	0,0000	**
Tamaño ovarios - izquierdo mm	18,5	20,81	0,36	2,55	19,65	0,0000	**
Tamaño folículo pre ovulatorio mm	12,36	16,7	0,4	2,79	14,53	0,0000	**

S: desviación estándar

E.E: error experimental

P >0.05: no existen diferencias significativas-

P <0.05: existen diferencias significativas.

P <0.01: existen diferencias altamente significativas.

Elaborado por: José Carrasco.

4.3. Comportamiento reproductivo post aplicación de los tratamientos hormonales con gonadotropina coriónica equina (ecg), sobre la tasa de concepción en vacas holstein, sincronizadas con prostaglandina y benzoato de estradiol e inseminadas a tiempo fijo.

4.3.1. Presencia De Celos %.

La presencia de celo de las vacas utilizadas en el presente estudio, fueron altamente significativas ($X^2 \text{ cal} > X^2 \text{ tab}$), de esta manera las vacas tratadas con prostaglandina y benzoato de estradiol presentaron el menor porcentaje de celo con 68%, en tanto que las vacas tratadas con $\text{PGF}_{2\alpha} + \text{eCG} + \text{BE}$ presentaron el mayor porcentaje de celo con 100%, lo anterior hace por lo tanto inferir que el tratamiento con eCG en los protocolos de sincronización de celos e inseminación artificial a tiempo fijo en vacas Holstein mestizas bajo las condiciones de este estudio mejora la presencia de celos (Tabla 4-4).

4.3.2. Presencia De Celo %.

La presencia de celo de las vacas utilizadas en el presente estudio, fueron altamente significativas ($X^2 \text{ cal} > X^2 \text{ tab}$), de esta manera las vacas tratadas con prostaglandina y benzoato de estradiol presentaron el menor porcentaje de celo con 68%, en tanto que las vacas tratadas con $\text{PGF}2\alpha + \text{eCG} + \text{BE}$ presentaron el mayor porcentaje de celo con 100%, lo anterior hace por lo tanto inferir que el tratamiento con eCG en los protocolos de sincronización de celos e inseminación artificial a tiempo fijo en vacas Holstein mestizas bajo las condiciones de este estudio mejora la presencia de celos (Tabla 4-4).

Estos resultados difieren de encontrados por Paredes, M, en el año (2013), quien al estudiar el efecto de dispositivos CIDR en vaconas Holstein registró 80% de celo y Proaño, L (2015), quien, al realizar la evaluación de la sincronización de celos a base de prostaglandinas, en la reproducción de vacas lactantes Holstein Friesian, registró una media de 66.67% presencia de celos.

En otras investigaciones realizadas por Espinosa, M., (2008), obtiene un 75% de celos visibles luego de aplicar la hormona GnRH; mientras Rojas. C.(2012), al evaluar la respuesta a la inducción del estro con prostaglandina $\text{PGF}2\alpha$ en vacas Holstein obtuvo 20% de presencia de celo, datos que también son inferiores a los alcanzados en la presente investigación, las diferencias encontradas quizás se debe a la administración de la gonadotropina coriónica equina que inducen el incremento de la frecuencia de los pulsos de LH, el crecimiento y la persistencia del folículo dominante con concentraciones muy altas de Estradiol que provocan por un lado el celo y a nivel endócrino.

De igual manera Fernández y Villegas en el año (2012), mencionan que el uso de eCG permite inducir la ovulación, siendo las estructuras ováricas formadas estrogénicas (folículos terciarios, folículos preovulatorios) las que inducen la manifestación del celo. Por esto, al aumentar el reclutamiento folicular se ve favorecida la manifestación del celo.

Tabla 3-4: Comportamiento reproductivo de los tratamientos hormonales con gonadotropina coriónica equina (ECG), sobre la tasa de concepción en vacas Holstein.

Variables	Tratamientos			$X^2 \text{ tab}$		
	Control	ECG	$X^2 \text{ cal}$	0,05	0,01	Sing
Presencia de celo %.	68	100	10,24	3,84	6,63	**
Taza de Concepción %.	68	84	12,8	3,84	6,63	**

ns: No existen diferencias estadísticas ($X^2 \text{ tab} > X^2 \text{ cal}$).

sing: Si existen diferencias estadísticas ($X^2 \text{ tab} < X^2 \text{ cal}$).

4.3.2.1. Taza de concepción

Para la tasa de concepción en vacas Holstein Mestizas se determinaron diferencias altamente significativas ($X^2 \text{ cal} > X^2 \text{ tab}$), de esta manera las vacas tratadas con gonadotropina coriónica equina (eCG), presentaron una tasa de concepción superior con 84 % de vacas gestantes, mientras que el grupo de vacas tratadas con PGF2 α +BE alcanzaron una tasa de concepción menor de 68 %, lo que implica un promedio de 76 % de concepción para el total de animales utilizados en la presente investigación (Cuadro 4-4); lo anterior hace por lo tanto inferir que el tratamiento con eCG en los protocolos de sincronización de celos e inseminación artificial a tiempo fijo mejora la tasa de concepción.

Los resultados obtenidos mediante el uso de la eCG difieren de Velásquez M, y Vélez B, (2011) quienes utilizaron 400 UI de eCG al retiro del DIV-B® más GnRH al momento de I.A, donde registraron 69.44% de tasa de concepción. Por su parte Vivanco en el año (2013), al utilizar Catosal al día 11 más 400 UI de eCG al retiro del DIV-B® en vacas lecheras con anestro posparto encontró un 83.3% de TC.

Alvarado, C, (2013), al evaluar el efecto de la Somatotropina Recombinante Bovina (rBST) sobre la concepción en vacas Jersey sincronizadas con dispositivos de Progesterona (CIDR) + Estradiol e inseminadas a tiempo obtuvo una tasa de concepción de 53,33% con el uso de la Somatotropina y con respecto al tratamiento control un porcentaje de preñez del 46,66%. Por su parte Dutan, J, (2013), al utilizar una doble dosis de prostaglandina más una dosis de benzoato de estradiol registró una media de 60,00% frente a 30,00% generado con una sola dosis de prostaglandina más una dosis de benzoato de estradiol; Sousa et al., (2009), al utilizar sincronizar hembras de la raza Holstein, encontraron tasa de concepción de 33.8% (eCG día 8 - 400 UI eCG) frente a 30.9%. (Sin eCG), valores inferiores a los registrados en la presente investigación.

Las diferencias encontradas con los autores probablemente se deben a la dosis de eCG, que en el día 1 permiten un mayor porcentaje de vacas ovulando y que éstas vacas luego probablemente presentaron mayores concentraciones de progesterona en sangre, lo que genera un ambiente uterino adecuado para el reconocimiento materno de la gestación.

4.3.2.2. Muerte embrionaria

La muerte embrionaria en las vacas sometidas al tratamiento control fue de 12 %, mientras al aplicar la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG), no se registró muerte embrionaria (0 %), como se ilustra en el grafico (1-4), pudiendo manifestar que el valor registrado en el tratamiento 2 se encuentra por debajo de los parámetros sugeridos por (Fricke, 2003) con una mortalidad embrionaria entre los 18 a 50 días puede morir un 10-15% de los embriones. Por lo tanto, se concluye que el porcentaje de mortalidad embrionaria obtenido en este estudio demuestra ser mucho más eficiente.

Los resultados obtenidos mediante el uso de la eCG difieren Martín, S, (2013), quien al aplicar 400 UI de eCG en vacas multíparas tuvieron un porcentaje de pérdidas de gestación 18,2%, las diferencias registradas pueden estar relacionadas al día de aplicación de la gonadotropina coriónica equina en el protocolo de sincronización que permitió un mayor desarrollo en el folículo preovulatorio (Vasconcelos et al, 2008).

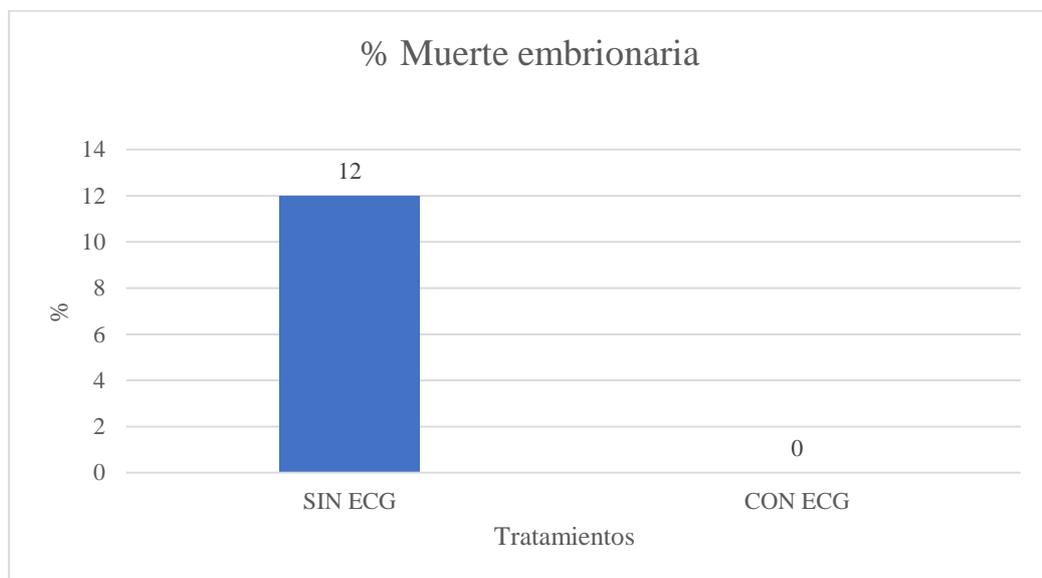


Gráfico 1-4: Porcentaje de muerte embrionaria con los tratamientos hormonales, sobre la tasa de concepción en vacas Holstein

Elaborado por: José Carrasco 2019.

Lo anterior hace inferir según Machado et al., (2012) y Perry et al (2007), que probablemente el tamaño del folículo pre ovulatorio en las vacas tratadas con eCG, influyeron sobre el tamaño del cuerpo lúteo y contenido de P4 después de la inseminación artificial (IA), que podrían estar involucrados en la baja tasa de mortalidad embrionaria en el grupo tratadas con gonadotropina coriónica equina.

Lo que es corroborado por Spencer et al, (2004) citado por (Rodríguez et al, 2007), quienes afirman que para el reconocimiento materno embrionario el embrión debe encontrar un medio uterino apropiado, influido por la progesterona (P4) lútea, ya que ésta estimula la producción de una variedad de secreciones endometriales tales como el MUC-1 (mucin glycoprotein-1), lactógeno placentario, osteoponinas, necesarias para el adecuado desarrollo de los embriones.

Por lo tanto, debe detenerse el proceso luteolítico mediante la expresión de interferón-tau por parte del embrión, evitando la muerte embrionaria temprana o favoreciendo la acción de la progesterona sobre el endometrio que conlleva a la inactivación de la producción de prostaglandina (PGF α).

4.4. Evaluación de los costos por tratamientos al utilizar gonadotropina coriónica equina (ecg), sobre la tasa de concepciones en vacas holstein, sincronizadas con prostaglandina y benzoato de estradiol e inseminadas a tiempo fijo.

Los egresos determinados por los costos incurridos en los diferentes grupos experimentales durante la investigación ascendieron a 28460,75 USD para el tratamiento con la dosis 1, y para el grupo tratado con Gonadotropina Coriónica Equina (ECG), 28760,75, mientras que los ingresos fueron determinados mediante la cotización de las reproductoras y venta de leche producida durante la investigación, obteniéndose el mejor indicador de beneficio costo en los animales del grupo tratado con ECG con un índice de 1,36 USD.

Lo que quiere decir que por cada dólar invertido se tiene un beneficio neto de 0,36 USD, posteriormente el índice de beneficio costo en el grupo de vacas control tratadas con prostaglandina y benzoato de estradiol, que alcanzó un índice de 1.20 USD, con un beneficio neto de 0.20 USD, lo que indica que la inversión con el uso de ECG es representativa en términos económicos. Tabla 5-4.

Tabla 4-1: Evaluación de los costos por tratamientos al utilizar gonadotropina coriónica equina

Detalle	Unidades	Costo unidad	DOSIS	
			Control (D1)	ECG (D2)
A. EGRESOS				
Vacas	Unidades	800	20000	20000
Alimentación	Kg MS	0,27	6937,5	6937,5
Dosis seminales (Pajuelas)	Unidades	30	750	750
Inseminación artificial	Servicio	15	375	375
PGF2 α	ml	0,64	32	32
Benzoato de estradiol	ml	0,3	15	15
Ecg	ml	6	0	300
Jeringuillas	Unidades	0,3	7,5	7,5
Guantes de Inseminación Artificial	Unidades	0,5	12,5	12,5
Catéteres	Unidades	0,25	6,25	6,25
Servicios Básicos (Agua y Luz) \$			50	50
Mano de Obra \$			75	75
Chequeo Ginecológico \$			200	200
Total de egreso, USD			28460,75	28760,75
B. INGRESOS				
Cotización de Vacas Preñada	Unidad	1250	21250	26250
Producción de Leche	Litros	0,52	12870	12870
Total de ingreso, USD			34120	39120
Índice de Beneficio costo			1,20	1,36

Elaborado por: José Carrasco 2019.

CONCLUSIONES

- El uso de 500 UI de gonadotropina coriónica en el protocolo de sincronización con prostaglandina y benzoato de estradiol incrementa la tasa de concepción en 84 %.
- La aplicación de 500 UI de gonadotropina coriónica equina en el día 1 del protocolo de sincronización de celos mejora el tamaño (diámetro) del ovario, e incrementa el tamaño del folículo preovulatorio.
- El mayor porcentaje de celos se registra con el uso de la gonadotropina coriónica equina con el 100% de vacas en celo, el mismo que aseguró un alto porcentaje de gestación.
- El porcentaje de muerte embrionaria fue menor en vacas tratadas con la hormona gonadotropina coriónica equina con el 0 %. Esto sugiere que la administración de 500 UI de eCG, aumentó las concentraciones de progesterona durante el período crítico, reduciendo las muertes embrionarias.
- El mejor Beneficio Costo, se registró mediante la utilización Gonadotropina coriónica equina en la sincronización del estro de vacas Holstein Mestizas, con un índice de beneficio costo de 0.36 centavos, constituyéndose en una excelente alternativa biotecnológica dentro de la reproducción de bovinos lecheros.

RECOMENDACIONES

- Utilizar la gonadotrofina coriónica equina en los protocolos de sincronización para mejorar la ovulación y la fertilidad en vacas Holstein posparto.
- Continuar las investigaciones en la combinación de hormonas utilizadas en los protocolos de sincronización, con la finalidad de mejorar la eficiencia reproductiva en los hatos ganaderos.

BIBLIOGRAFÍA

Álava, J, (2013), *Evaluación de la hormona coriónica equina para disminuir la muerte embrionaria en vacas*, Tesis, Escuela Superior Politécnica de Manabí.

Alvarado, C, (2013), Efecto de la Somatotropina Recombinante Bovina (rBST) sobre la concepción en vacas Jersey sincronizadas con dispositivos de Progesterona (CIDR) + Estradiol e inseminadas a tiempo fijo: Recuperado: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/523/1/TESIS.pdf>.

Acuña, V, (2007) Compendium de reproducción animal Intervet. Sinervia Uruguay/Paraguay Diciembre, 2007. Disponible desde: http://www.sinervia.com/library_files/503416277_Compendio%20Reproduccion%20Animal%20Intervet.pdf.

Bautista, E, (2008), comparación de dos tiempos de inseminación 66 y 54 horas en la sincronización del celo en vacas holstein mestizas utilizando el método ov synch en el cantón chambo, tesis ESPOCH, Recuperado:

Bavera, G. (2005). Inseminación Artificial. Cursos de Producción Bovina de Carne, Facultad de Agronomía y Veterinaria Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba, Argentina.

Brito R. (2009) Fisiología de la reproducción animal con elementos de biotecnología. 2da ed. La Habana: Ed. Félix Varela. 2009. p. 11-15. ISBN: A 978-959-1028-5.

Barón F, González, M. Determinación del porcentaje de gestación derecha o izquierda en el ganado bovino. Universidad de Córdoba, facultad de medicina veterinaria y zootecnia, departamento de zootecnia. MVZ - Córdoba 2000; 5(2):31.

Bó G, Alonso A, Caicedo J et al. Actualización sobre fisiología de la reproducción de la vaca. Especialización en reproducción bovina. IRAC, CGR, Universidad de Córdoba Argentina 2004.

Campanile G, Di Palo R, Neglia G, (2007), corpus luteum and embryonic mortality in buffaloes treated with a GnRH agonist, hCG and progesterone. *Theriogenology*. 2007; 67: pp. 1393–1398.

Cerón, J, (2014), Fisiología Clínica de la Reproducción de Bovinos Lecheros, Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado: http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/publicaciones/archivos/Fisiologia_Clinica.pdf

Delgado, P, et al,(2011), Dinámica folicular en la vida reproductiva de la hembra bovina *Rev. Medicina Veterinaria y Zootecnia Colombia* Recuperado: <http://vip.ucaldas.edu.co/vetzootec/downloads/v5n2a08.pdf>.

Dutan, J, (2013), Eficacia de la prostaglandina y benzoato de estradiol para sincronización de celo en vacas, Recuperado: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/525/1/TESIS.pdf>

Fernández y Villegas (2002), efecto de la administración de eCG o benzoato de estradiol asociados a $PGF2\alpha$ sobre la fertilidad de vacas hereford de baja condición corporal destetadas precozmente. [En línea] 2002. [Citado el: 07 de 06 de 2012.] <http://www.fagro.edu.uy/~agrocienza/VOL6/2/p33-36.pdf>. ISSN 15100839.

Grainica, F, (2012), efecto de la gonadotropina coriónica equina (ecg) en la ovulación con protocolos de IATF en vacas Holstein posparto” tesis de maestría, Universidad de Cuenca. Recuperado:

González, V. (2012). Evaluación de la expansión de las células del cúmulo en la maduración in vitro de tres tipos morfológicos de oocitos procedentes de ovarios de vacas de matadero de la

ciudad de Loja con dos medios de maduración. Loja: carrera de medicina veterinaria y zootecnia

Gonzales K, (2008), Reproducción Bovina El ciclo estral de la vaca. Recuperado: <https://zoovetesmipasion.com/ganaderia/reproduccion-bovina/el-ciclo-estral-de-la-vaca/>

<https://biologiaumb2013.webnode.com.co/news/ovogenesis/> (2013) Etapas de la Ovogénesis- BIOLOGIA UMB.

Jaimes, S, (2016), Respuesta Superovulatoria en Vacas Brown Swiss, Aberdeen Angus y Charolais en altura-Tesis de maestría. Recuperado: <http://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/8375/TM-2264.pdf?sequence=1>

Llivicura, K, (2013), evaluación de la respuesta reproductiva de la gonadotropina sérica de yegua la sincronización de vacas receptoras charolaise para transferencia de embriones”, tesis ESPOCH, Recuperado:

Martín, S, (2013), Tratamientos hormonales para reducir pérdidas de gestación en vacas lecheras, (tesis de pregrado universidad nacional de la plata) Recuperado: http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/rdata/tespo/0_pertra610.pdf.

Mamani, G. Corpus luteum size and plasma progesterone concentration in cows. *Animal Reproduction Science* pp. 296–299.

Machado, L., Bonilla, S., Schneider, A., Schmitt, E., & Corrêa, M. (2012). Effect of the ovulatory follicle diameter and progesterone concentration on the pregnancy rate of fixed-time inseminated lactating beef cows. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(4), 1004–1008. <http://doi.org/10.1590/S1516-35982012000400024>.

Melanie J, Starbuck A, Dailey E, (2004), factors affecting retention of early pregnancy in dairy cattle *Animal Reproduction Science* pp. 27–39.

Morales, J., & Cavestany, D. (2012). Anestro posparto en vacas lecheras: tratamientos hormonales. Recuperado de SMVU Veterinaria Montevideo : <http://www.revistasmvu.com.uy/component/content/article/57-currentusers/177-cientifico-anestro-posparto-en-vacas-lecheras-tratamientos-hormonales.html>.

Mogollón GF, Correa JE. (2011). Efecto del crecimiento folicular en el bovino. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile

Ospina, A., & Augusto, C. (2013). Efecto de la eCG, sobre el crecimiento del folículo preovulatorio y la tasa de preñez pos IATF, en vacas y novillas normando. Obtenido de Universidad Nacional de Cordova IRAC.

Pascual, I. (2011). *Reproduccion Animal* . Recuperado de http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/186-reprod_compendio.pdf

Pérez, G. 2001. *Farmacología Veterinaria*, Tomo II. 2ª Edición. Editorial Félix Varela, Cuba, 2001. ISBN: 959-258-164-9. 2001. Consultado: 24/01/2014. Disponible en:>http://bvs.sld.cu/revistas/san/vol9_2_05/san01205.pdf<.

Perry, G. a., Smith, M. F., Roberts, a. J., MacNeil, M. D., & Geary, T. W. (2007). Relationship between size of the ovulatory follicle and pregnancy success in beef heifers. *Journal of Animal Science*, 85(3), 684–689. <http://doi.org/10.2527/jas.2006-519>.

Rensis F, y López F, (2014). Use of Equine Chorionic Gonadotropin to Control Reproduction of the Dairy Cow: A Review. *Reprod Domest Anim*. doi:10.1111/rda.12268.

Rodriguez, J., Giraldo, C., Castañeda, S., Ruiz, T., & Olivera, M. (Agosto - Diciembre de 2007). Análisis multifactorial de las tasas de preñez en programas de transferencia de embriones en Colombia. *Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia Córdoba*(12).

Rensis F, y López F, (2014). Use of Equine Chorionic Gonadotropin to Control Reproduction of the Dairy Cow: A Review. *Reprod Domest Anim*. doi: 10.1111/rda.12268.

Ruiz, A, (2016), Las fases del ciclo estral en la hembra bovina y su regulación hormonal., reproducción bovina. Recuperado: <https://www.genbiogan.com/single-post/2016/09/19/Las-fases-del-ciclo-estral-en-la-hembra-bovina-y-su-regulaci%C3%B3n-hormonal>

Rippe, C, (2015), el ciclo estral. Recuperado: https://www.researchgate.net/publication/265116863_EL_CICLO ESTRAL.

Puentestar, F, (2015), evaluación de la superovulación con la hormona gonadotropina menopáusica humana en bovinos, en el laboratorio de biotecnología de la reproducción de la carrera de medicina veterinaria de la Universidad Técnica de Cotopaxi, tesis. Recuperado: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2877/1/T-UTC-00401.pdf>

Santos, O, (2013), Dinámica folicular bovina- Sitio de ganadería. Recuperado: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/dinamica-folicular-bovina-t30124.htm>.

Senger, P. (2012), manejo del ciclo estral del bovino. Recuperado de http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/72-manejo_farmacologico_ciclo_estral_bovino.pdf.

Senger, P.L. Ciclo estral en la hembra bovina, exploración sistemática: Definición, Componentes Internos y Externos, Importancia, Diagnóstico, 2003. Consultado: 18/11/2013. Disponible desde: <http://es.scribd.com/doc/52378942/ciclo-estral1>.

Sumano, H. Farmacología Veterinaria. Tercera Edición. México: McGRAW-HILL INTERAMERICANA, 2006.

Sangsrivong S, Combs DK, Sartori RF, Armentano LE, Wiltbank MC, 2002: High feed intake increases liver blood flow and metabolism of progesterone and estradiol 17 β in dairy cattle. *J Dairy Sci.*

Sartori R, Haughian J, Shaver RD, Rosa GJ, Wiltbank MC. Comparison of Ovarian Function and Circulating Steroids in Estrous Cycles of Holstein Heifers and Lactating Cows. *J Dairy Sci.* 2004;87: 905–920.

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.

Scándolo, D, et al (2019), Influencia del cuerpo lúteo, tamaño folicular y progesterona plasmática en un tratamiento hormonal para IATF sobre la concepción de vacas Holando, Recuperado: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/influencia-cuerpo-luteo-tamano-t43738.htm>.

Trujillo A, y Peña, S, (2014), Medición de la eficiencia entre el diagnóstico del chequeo reproductivo por palpación rectal, ecografía y niveles séricos de progesterona, UNIVERSIDAD DE LA SALLE. Recuperado: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/17503/T14.14%20T789m.pdf?sequence=3>

Valle, T, (2008), Dinámica folicular ovárica durante el ciclo estral en vacas doble propósito. Recuperado: http://www.avpa.ula.ve/libro_desarrollosost/pdf/capitulo_44.pdf.

Yanguma, C. (2009). “Aparato reproductor de la hembra bovina”.

Velázquez, J, y Mendieta, E, (2015), Cuerpo lúteo y atresia folicular, Departamento de Ciencias de la Salud, Laboratorio de Biología Molecular y Fisiología Gonadal, México. Recuperado: <http://www.encuentros.uma.es/encuentros102/luteo.htm>.

Velásquez Mejía, D., G. J. Vélez Bravo. 2011. Porcentaje de preñez en vacas con baja condición corporal tratadas con dos dosis de eCG en el día ocho del tratamiento con dispositivos intravaginales DIV-B®. Tesis Ing. Agr. El Zamorano. Honduras. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 16p.

Vivanco Gálvez, B. S. 2013. Inducción del celo y porcentaje de preñez en vacas en anestro post parto tratadas con Butaphosphano + Cianocobalamina al momento del implante intravaginal DIV-B®. Tesis Ing. Agr. El Zamorano. Honduras. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 13p