

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA**

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

*Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Médico
Veterinario Zootecnista*

TRABAJO EXPERIMENTAL:

**“EFECTO DE LA GONADOTROPINA CORIÓNICA EQUINA (ECG) EN LA TASA
DE PREÑEZ EN VACAS BRAHMAN CON PROTOCOLOS DE INSEMINACIÓN
ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO (IATF) EN CONDICIONES DE ALTITUD”**

AUTOR:

SEBASTIAN ENRIQUE LÓPEZ VANEGAS

TUTOR:

DR. FROILÁN PATRICIO GARNICA MARQUINA

CUENCA - ECUADOR

2020

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Sebastian Enrique López Vanegas con documento de identificación N° 0106148695, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación: **“EFECTO DE LA GONADOTROPINA CORIÓNICA EQUINA (ECG) EN LA TASA DE PREÑEZ EN VACAS BRAHMAN CON PROTOCOLOS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO (IATF) EN CONDICIONES DE ALTITUD”**, mismo que ha sido desarrollado para optar el título de: *Médico Veterinario Zootecnista*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, octubre de 2020



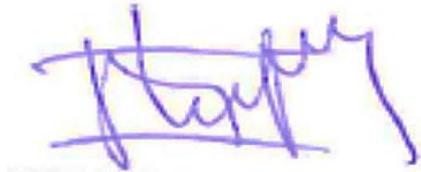
Sebastian Enrique López Vanegas

C.I. 0106148695

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“EFECTO DE LA GONADOTROPINA CORIÓICA EQUINA (ECG) EN LA TASA DE PREÑEZ EN VACAS BRAHMAN CON PROTOCOLOS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO (IATF) EN CONDICIONES DE ALTITUD”**, realizado por Sebastian Enrique López Vanegas, obteniendo el *Trabajo Experimental*, que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, octubre de 2020



Dr. Froilán Patricio Garnica Marquina

C.I. 0101650299

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Sebastian Enrique López Vanegas con documento de identificación N° 0106148695, autor del trabajo de titulación: **“EFECTO DE LA GONADOTROPINA CORIÓICA EQUINA (ECG) EN LA TASA DE PREÑEZ EN VACAS BRAHMAN CON PROTOCOLOS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO (IATF) EN CONDICIONES DE ALTITUD”**, certifico que el total contenido del *Trabajo Experimental*, es de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, octubre de 2020

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'SEBASTIAN ENRIQUE LOPEZ VANEGAS', written over a horizontal line.

Sebastian Enrique López Vanegas

C.I. 0106148695

DEDICATORIA

El presente trabajo dedico con todo mi cariño a mis padres Leonel Enrique López y Glenda Marisol Vanegas por apoyarme incondicionalmente en toda mi carrera universitaria, por guiarme en todos los aspectos de la vida con sus consejos y sabiduría, gracias a ellos he salido adelante y así culminar con nuestro objetivo de ser un profesional.

Dedico de una manera muy especial a mi compañera Sandra Calderón Abad por siempre estar a mi lado y apoyarme en este largo camino.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, quiero agradecer a Dios por haberme guiado en este duro camino, por convertirme en una persona de bien, por concederme unos padres maravillosos, también agradezco a mi demás familia como mis abuelos y tíos quienes me brindaron su apoyo en toda mi carrera universitaria.

Agradezco de manera muy especial a mi padre, Leonel Enrique López, mi ejemplo a seguir, por todo el amor y el sacrificio que me ha brindado, por convertirme en una persona honrada y responsable, por toda la confianza que ha tenido en mí he logrado culminar una meta más en mi vida.

Mi más profundo agradecimiento a todos mis maestros que conforman la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia por ser unos excelentes profesionales y compartir en toda mi carrera universitaria sus conocimientos y experiencias que me servirán en el futuro.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	13
ABSTRACT	14
1. INTRODUCCIÓN	15
1.1. PROBLEMA	16
1.2. DELIMITACIÓN	17
1.2.1. TEMPORAL	17
1.2.2. ESPACIAL	17
1.2.4. ACADÉMICA	19
1.3. EXPLICACIÓN DEL PROBLEMA	19
1.4. OBJETIVOS	19
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	19
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
1.5. HIPÓTESIS	20
1.5.1. HIPÓTESIS ALTERNATIVA	20
1.5.2. HIPÓTESIS NULA	20
1.6. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	20
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	21
2.1. EL BRAHMAN	21
2.1.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	21
2.1.2. COMPORTAMIENTO SEXUAL DE VACAS BRAHMAN	22

2.2.	FISIOLOGÍA DEL CICLO ESTRAL	22
2.2.1.	ESTRO	22
2.2.2.	OVULACIÓN.....	23
2.2.3.	METAESTRO.....	23
2.2.4.	DIESTRO O FASE LUTEAL	23
2.2.5.	PROESTRO O FASE FOLICULAR	24
2.3.	CARACTERÍSTICAS Y MANIFESTACIONES EXTERNAS DEL CELO ..	25
2.4.	EJE HIPOTÁLAMO-HIPOFISIS-OVARIO	25
2.4.1.	HIPOTÁLAMO	25
2.4.2.	HIPOFISIS	26
2.4.3.	RETROALIMENTACIÓN ESTIMULADORA	26
2.4.4.	RETROALIMENTACIÓN INHIBITORIA	27
2.4.5.	OVARIOS.....	27
2.4.6.	ÚTERO	27
2.5.	DESARROLLO FOLICULAR	29
2.6.	DINÁMICA FOLICULAR	30
2.7.	REGULACIÓN DEL DESARROLLO FOLICULAR.....	31
2.8.	HORMONAS UTILIZADAS EN LA REPRODUCCIÓN.....	33
2.8.1.	ESTRÓGENOS.....	33
2.8.2.	PROGESTERONA	34
2.8.3.	PROSTAGLANDINAS	36
2.8.4.	GONADOTROPINA CORIÓNIC EQUINA (eCG)	37

2.9.	ECOGRAFÍA	38
2.9.1.	PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA ULTRASONOGRAFÍA	38
2.9.2.	ECOGRAFÍA DE LA DINÁMICA OVÁRICA	39
2.9.3.	DIAGNÓSTICO TEMPRANO DE LA GESTACIÓN	40
2.10.	RESUMEN DEL ESTADO DEL ARTE DEL PROBLEMA	41
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	42
3.1.	MATERIALES	42
3.1.1.	MATERIALES FÍSICOS	42
3.1.2.	MATERIALES QUÍMICOS	43
3.1.3.	MATERIALES BIOLÓGICOS	43
3.2.	MÉTODO	43
3.3.	DISEÑO ESTADÍSTICO	43
3.5.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	44
3.5.1.	VARIABLES INDEPENDIENTES	44
3.5.2.	VARIABLES DEPENDIENTES	44
3.6.	DESARROLLO DEL ENSAYO	45
3.6.1.	IDENTIFICACIÓN DE LOS ANIMALES	45
3.6.2.	DIVISIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	45
3.6.3.	APLICACIÓN DEL PROTOCOLO DE IATF	45
3.6.4.	CHEQUEO GINECOLÓGICO	45
3.7.	CONSIDERACIONES ÉTICAS	46
4.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	47

4.1.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	47
4.1.1.	PORCENTAJE DE PREÑEZ	47
4.2.	ANÁLISIS T DE STUDENT PAREADO	49
4.3.	DISCUSIÓN	52
4.4.	ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS	53
4.4.1.	ANALISIS DE LOS COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS DEL TRATAMIENTO POR UNIDAD EXPERIMENTAL	53
4.4.2.	CONSIDERACIONES PARA EL ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO	55
5.	CONCLUSIONES	57
6.	RECOMENDACIONES	58
7.	BIBLIOGRAFÍA	59
8.	ANEXOS	63
8.1.	ANEXO 1. REGISTRO DE OBSERVACIÓN DEL TRATAMIENTO 1	63
8.2.	ANEXO 2. REGISTRO DE OBSERVACIÓN DEL TRATAMIENTO 2	64
8.3.	ANEXO 3. FOTOGRAFÍAS	65

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1 DATOS METEOROLÓGICOS	17
CUADRO N° 2 SIGNOS INDICADORES DEL CELO	25
CUADRO N° 3 PRINCIPALES HORMONAS DE LA REPRODUCCIÓN	28
CUADRO N° 4 MATERIALES FÍSICOS.....	42
CUADRO N° 5 MATERIALES QUÍMICOS.....	43
CUADRO N° 6 MATERIALES BIOLÓGICOS	43
CUADRO N° 7 GONADOTROPINA CORIÓNICA EQUINA (eCG).....	44
CUADRO N° 8 PREÑEZ.....	44
CUADRO N° 9 RESULTADOS OBTENIDOS EN LA INVESTIGACIÓN	47
CUADRO N° 10 DISTRIBUCIÓN DE DATOS TRANSFORMADOS A $(X + 0,5)$	50
CUADRO N° 11 DISEÑO ESTADÍSTICO T DE STUDENT PARA LA EVALUACIÓN DEL EFECTO DE ECG EN EL PORCENTAJE DE CONCEPCIÓN DE VACAS BRAHMAN.....	51
CUADRO N° 12 COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS DEL TRATAMIENTO POR UNIDAD EXPERIMENTAL.....	53
CUADRO N° 13 COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.....	54
CUADRO N° 14 ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO	55

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1 MAPA DE UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	18
FIGURA N° 2 ZONAS DE ESTUDIO	18
FIGURA N° 3 RAZA BRAHMAN	21
FIGURA N° 4 ETAPAS DEL CICLO ESTRAL.....	24
FIGURA N° 5 EJE HIPOTÁLAMO-HIPÓFISIS-GONADAL.....	29
FIGURA N° 6 DINÁMICA FOLICULAR.....	33
FIGURA N° 7 PRESENCIA Y AUSENCIA DE PREÑEZ (T1 Y T2).....	47
FIGURA N° 8 PORCENTAJE DE PREÑEZ CON LA APLICACIÓN DE 400 UI DE eCG	48
FIGURA N° 9 PORCENTAJE DE PREÑEZ SIN LA APLICACIÓN DE ECG.....	48
FIGURA N° 10 PORCENTAJE DE VACAS PREÑADAS DE LOS TRATAMIENTOS...49	
FIGURA N° 11 COSTOS DEL TRATAMIENTO POR UNIDAD EXPERIMENTAL.....	54
FIGURA N° 12 PORCENTAJES COSTO-BENEFICIO DE LOS TRATAMIENTOS	56

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la hacienda La Alegría ubicada en el cantón El Carmen de la provincia Manabí. El experimento tuvo como finalidad evaluar la tasa de preñez en vacas Brahman con la inclusión de la hormona gonadotropina coriónica equina (ecG) en un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), en condiciones de altitud a 300 m.s.n.m. La población del estudio fue de un total de 60 unidades experimentales, con una condición corporal de 4 a 6, con una edad entre 2 a 8 años, y con un período posparto de 45 a 120 días, distribuidas en dos grupos de 30 animales. En el T1 se aplicó 400 UI de la hormona eCG al momento de retirar el dispositivo intravaginal y en el T2 se excluyó la inclusión de la hormona en el protocolo. Posteriormente se realizó el chequeo ginecológico mediante la ultrasonografía a los 60 días post inseminación artificial, en donde se determinó la presencia o ausencia de preñez. En el T1 (con eCG) se obtuvieron 23 vacas preñadas y en el T2 (sin eCG) 19 resultaron preñadas. Mediante los resultados obtenidos se procedió a la tabulación de datos en una distribución t de student, el cual verificó que en la investigación no existió diferencia significativa entre los tratamientos, pero matemáticamente se comportaron de diferente manera. En el análisis Costo-Beneficio demostró una diferencia económica del 44% en el rédito económico de los tratamientos, probando de este modo la viabilidad económica de incluir la hormona eCG en el protocolo E2-P4-PGF2 α .

ABSTRACT

This research was done in “La Alegría” farm located at the Canton of El Carmen in the province of Manabí. The experiment was to evaluate the pregnancy rate on Brahman cows with inclusion of the Equine Chorionic Gonadotropin (eCG) hormone in a fixed- time artificial insemination (IATF) protocol, to a height of 300 meters above sea level. The study population consisted of a total of 60 experimental units, with a body condition of 4 to 6, between the age of 2 and 8 years, and with a postpartum period of 45 to 120 days, distributed in two groups of 30 animals. In treatment 1, 400 SI of the eCG hormone was applied at the time of removal of the intravaginal device and in treatment 2, the inclusion of the hormone in the protocol was excluded. Subsequently, a gynecological check-up was performed by ultrasonography 60 days after artificial insemination, where the presence or absence of pregnancy was determined. In T1 (with eCG) 23 cows were pregnant and in T2 (without eCG) 19 were pregnant. From the results obtained the data was tabulated in a student's t distribution which verified that in the investigation there was no significant difference between the two treatments, but mathematically they behaved differently. In the cost-benefit analysis, it was demonstrated an economic difference of 44% in the economic profitability of the treatments and thereby proving the economic viability of including the eCG hormone in the E2-P4-PGF2 α protocol.

1. INTRODUCCIÓN

La ganadería, una actividad generalizada y desarrollada en todo el país, considerada como un renglón socio-económico de gran importancia para el desarrollo del campo agrario, ha sido y es fuertemente cuestionado por su desempeño productivo, en donde muchos de los productores y/o ganaderos siguen con la búsqueda de nuevas alternativas viables y sustentables que mejoren la eficiencia de los hatos ganaderos, con el fin de generar mayores ingresos económicos en el sustento de cada día.

El comportamiento reproductivo de los animales es el principal indicador que se debe considerar en todo establecimiento ganadero, que conjuntamente con una correcta alimentación, sanidad y manejo técnico, se podrá expresar todo el potencial genético de los animales, en producción de leche, en producción de carne y en la obtención de una mayor cantidad de vacas preñadas. En este comportamiento, los métodos de reproducción que incluyan programas de sincronización de la ovulación con inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) se convierten en una de las herramientas más confiables en el medio.

En estos tipos de manipulación del celo y de ovulación, la tasa de procreo es considerablemente baja con un valor no superior al 40%, por este motivo se ha visto necesario incluir a ciertos protocolos de sincronización, el uso de hormonas que generen una mayor actividad FSH y LH en el proceso fisiológico del organismo del animal, con el fin de obtener una mayor ovulación en el protocolo y con ello, un aumento en la tasa de fertilidad en el hato ganadero.

Trabajos publicados hace un par de décadas, mencionan que la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG) administrada al finalizar un tratamiento de 7-12 días con progesterona puede mejorar la tasa de preñez en vacas de carne con cría al pie y con mala condición corporal (Roche, 1992). En vacas de razas índicas este efecto estuvo asociado al aumento del tamaño del CL, incrementando las concentraciones plasmáticas de progesterona

luego de la ovulación y mejorando así el desarrollo embrionario y el mantenimiento de la gestación (Baruselli, 2014).

Por otro lado, se ha reportado que varios genes relacionados al desarrollo del CL han sido identificados como objetivos directos de la prolactina. La expresión génica y proteica de los receptores de prolactina (PRLR) en cuerpos lúteos de animales tratados con 400 UI de eCG al finalizar un tratamiento de sincronización de la ovulación, muestra una participación de la eCG en la regulación de la expresión los PRLR que contribuyen al desarrollo del CL y al aumento de la síntesis de progesterona, demostrando un mayor desarrollo luteal, producción de progesterona, mantenimiento de la gestación en vacas de cría y un aumento de la tasa de fertilidad (Fátima, 2012).

El objetivo de esta investigación fue evaluar el comportamiento de dos protocolos de sincronización de celo a base de progesterona, benzoato de estradiol y prostaglandina, en donde a la mitad del total de las unidades experimentales se adicionó la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG) en el protocolo y al otro grupo de animales se excluyó dicha hormona, todo con la finalidad de diferenciar el porcentaje de concepción que presenta cada protocolo, esto con el fin de ofrecer información útil de la implementación de protocolos que mejoren el ámbito reproductivo de los hatos ganaderos.

1.1.PROBLEMA

Considerando los diferentes protocolos de sincronización, la combinación hormonal de GnRH, prostaglandina, progesterona y estrógenos, han mejorado la concepción en las vacas, pero en muchos casos, estos tratamientos hormonales se han visto alterados fisiológicamente de manera negativa en las tasas de procreo, representadas en factores problema, producto de disfunciones reproductivas de las vacas en servicio, como son los cambios hormonales, las enfermedades del aparato reproductor de la hembra, las pérdidas embrionarias durante la gestación temprana y la presencia de anestros profundos en vacas y vaquillonas de cualquier

edad, todo esto demostrando una importante merma productiva y económica en los sistemas de producción bovina (Olivera, 2014,p.6).

La introducción de la hormona gonadotropina coriónica equina (ecG) en ciertos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo, tiene un efecto notorio en la concepción, debido a su alto porcentaje de preñez, por la doble actividad hormonal que mantiene, por lo que con la utilización de esta hormona se llevaría un registro reproductivo óptimo, con una mayor programación de partos, con la obtención de una cría cada año, también disminuyendo el contagio de enfermedades sexuales por medio de la monta natural, todo esto generando el mejoramiento genético que todo productor desea.

1.2.DELIMITACIÓN

1.2.1. TEMPORAL

El presente trabajo tuvo una duración de 400 horas, las cuales fueron distribuidas en el proceso experimental, tabulación de datos y redacción del documento final.

1.2.2. ESPACIAL

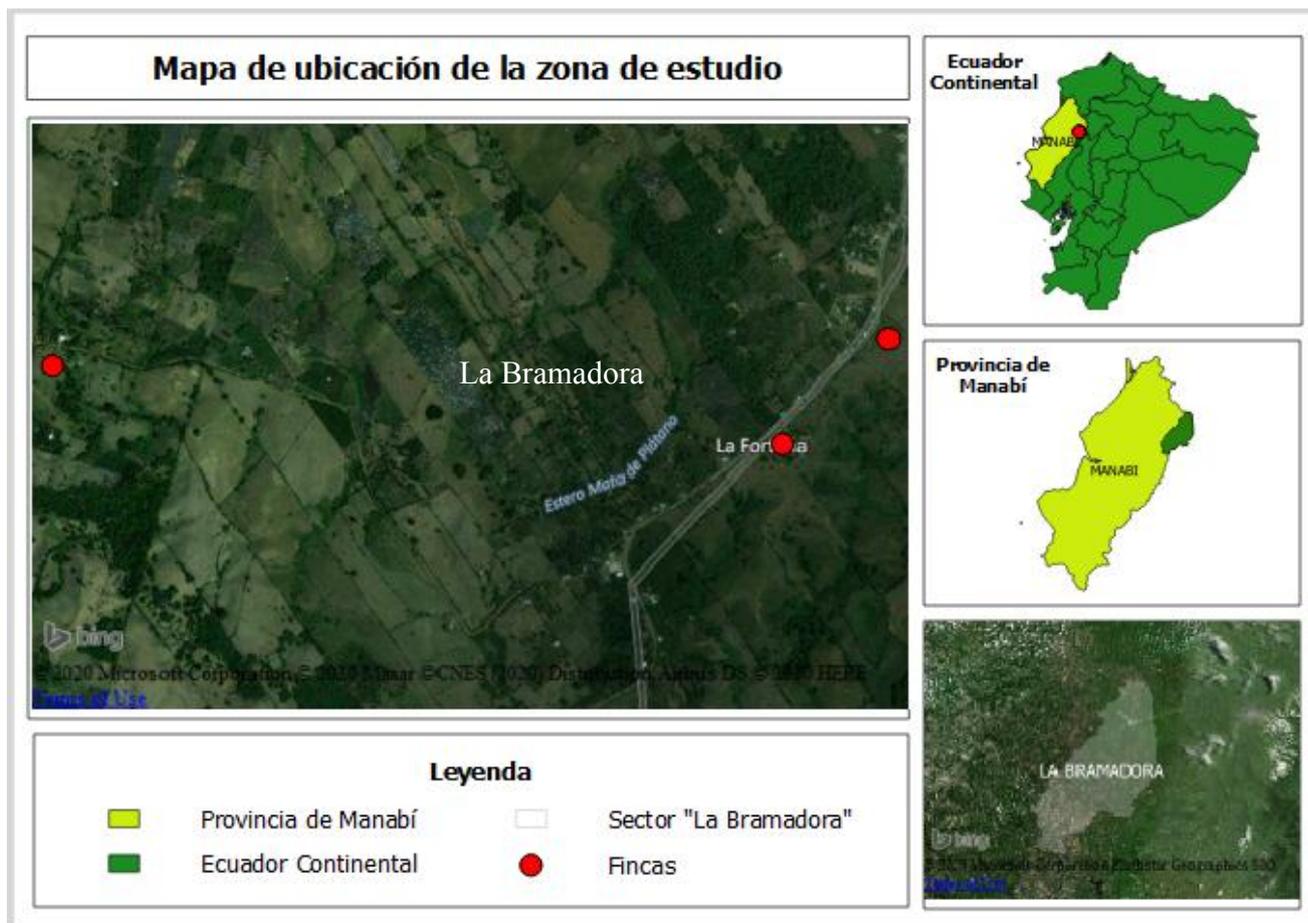
La fase experimental de la investigación se realizó en la hacienda “La Alegría”, de la provincia de Manabí, Cantón El Carmen, sector La Bramadora.

1.2.3. UBICACIÓN

CUADRO N° 1 DATOS METEOROLÓGICOS

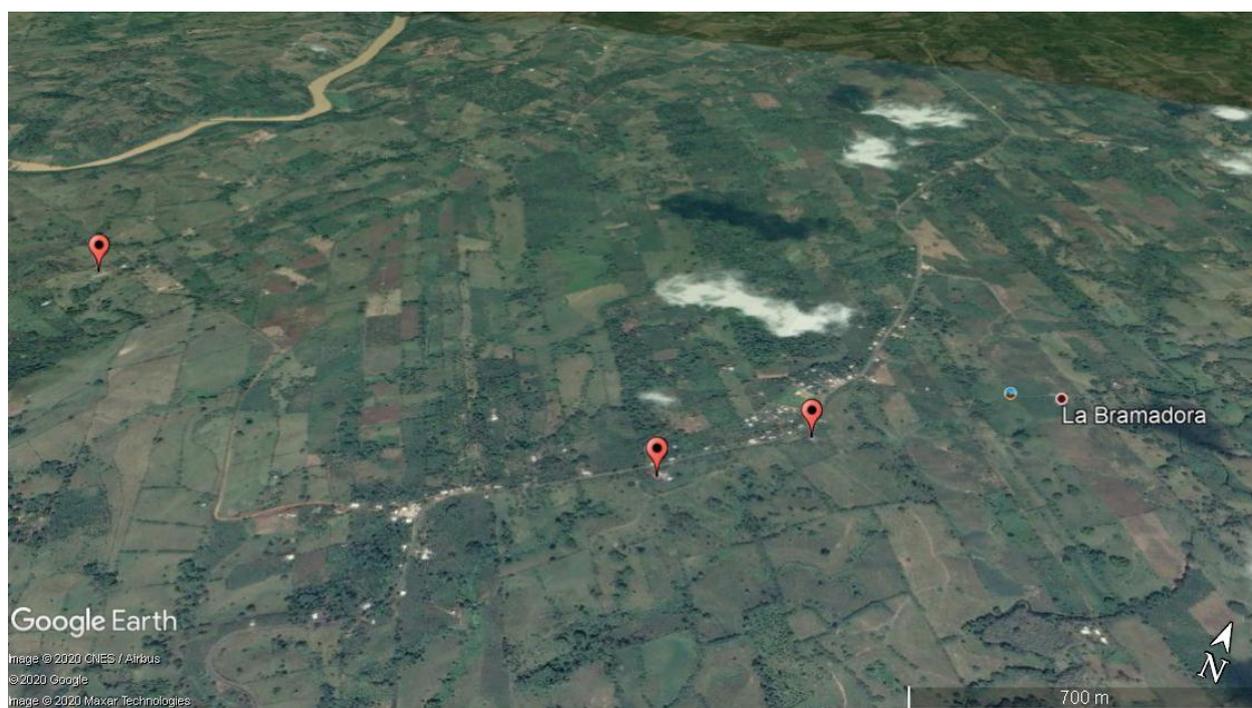
Altitud	300 m.s.n.m.
Clima	Lluvioso tropical
Temperatura	23°C
Longitud	79°34'16.78" O
Latitud	0°30'14.30" S
Nubosidad	94%
Humedad relativa	85%
Velocidad de viento	8 km/h

FIGURA N° 1 MAPA DE UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO



Fuente: (López, 2020)

FIGURA N° 2 ZONAS DE ESTUDIO



Fuente: (Google Earth Pro, 2020)

1.2.4. ACADÉMICA

Con la presente investigación se pretende proporcionar a aquellos estudiantes, profesionales y/o ganaderos información útil y confiable sobre que protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo es viable para mejorar el ámbito reproductivo de los animales.

1.3. EXPLICACIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad el área reproductiva de los rebaños ganaderos depende de ciertos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), que conjuntamente con un buen manejo nutricional y sanitario, sigue siendo el método más viable para el control de las tasas de fertilidad de los animales. Existen diversas combinaciones hormonales dentro de los protocolos de sincronización, que generalmente son a base de progestágenos, estrógenos y PGF 2α , en donde generalmente el porcentaje de preñez no supera el 50% de efectividad.

Buscando evitar dicho problema, se ha visto necesario realizar una investigación en ganado cebuino en este caso, que evalué la inclusión a los protocolos de sincronización de celo y de la ovulación, una hormona que tengan una mayor actividad FSH y LH, de esta manera logrando obtener información útil que ayude al mejoramiento de los hatos.

1.4.OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la tasa de preñez en vacas Brahman con la inclusión de la hormona gonadotropina coriónica equina (ecG) en un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), en condiciones de altitud a 300 m.s.n.m.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar el efecto de la hormona gonadotropina coriónica equina (ecG) aplicada al momento de retirar el dispositivo intravaginal de progesterona (CIDR), con respecto a la tasa de preñez de vacas Brahman.

Determinar la relación costo beneficio de la inclusión de la hormona gonadotropina coriónica equina (ecG) en un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).

1.5.HIPÓTESIS

1.5.1. HIPÓTESIS ALTERNATIVA

La inclusión de la hormona gonadotropina coriónica equina (ecG) en el protocolo E2-P4-PGF2 α al momento de retirar el dispositivo intravaginal de progesterona (CIDR), mejora el porcentaje de preñez en vacas Brahman.

1.5.2. HIPÓTESIS NULA

La inclusión de la hormona gonadotropina coriónica equina (ecG) en el protocolo E2-P4-PGF2 α al momento de retirar el dispositivo intravaginal de progesterona (CIDR), no mejora el porcentaje de preñez en vacas Brahman.

1.6.FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La realización de este trabajo experimental está enfocada en presentar resultados confiables sobre la respuesta fisiológica del ganado bovino de carne en el porcentaje de preñez, esto mediante la comparación de dos protocolos de sincronización de celo, a base de progesterona, benzoato de estradiol y prostaglandina, en donde a la mitad de las unidades experimentales se adicionó la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG), y al resto de animales sin la adición de esta hormona.

Los resultados que se obtengan de la investigación serán un medio de apoyo referencial para muchos ganaderos, zootecnistas o médicos veterinarios, motivando a que opten por la introducción de este tipo de protocolos, todo con la finalidad de mejorar el porcentaje de fertilidad en sus animales, aumentando considerablemente los ingresos económicos.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. EL BRAHMAN

Según (Gonzalez, 2019), la raza Brahman es ideal para la producción de carne en países de condiciones tropicales y es utilizado como una opción válida para la producción de leche, en especial en sistemas de doble propósito al cruzarlo con ciertas razas bovinas especializadas. La exitosa expansión de la genética Brahman no solo ha beneficiado a los criadores de puro, sino que además, los ganaderos comerciales han recibido el beneficio directo al implementar programas de cruzamiento con la raza, con lo cual se han logrado nuevos estándares de calidad y rentabilidad.

2.1.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Su talla es grande, cabeza ancha, perfil recto, cuello corto y grueso con papada grande; cuernos cortos que se proyectan hacia atrás y hacia afuera, orejas cortas y poco colgantes, vientre voluminoso, cruz alta con giba bien desarrollada, tronco cilíndrico, pierna redonda, muslos bien formados y carnosos, el color gris acero es el preferido y generalmente el color tiende a ser más oscuro en el tercio anterior y posterior de los toros. Algunos criadores han orientado la selección hacia un color rojo sólido, que está alcanzando una gran popularidad; ubres bien formadas con tetas bien puestas; miembros cortos; prepucio bien desarrollado (Montaño, 2011).

FIGURA N° 3 RAZA BRAHMAN



Fuente: (Montaño, 2011)

2.1.2. COMPORTAMIENTO SEXUAL DE VACAS BRAHMAN

La detección de celos en las vacas o novillas cebú en una considerable proporción de ellas se dificulta, ya que no siempre muestran claramente la manifestación de los signos externos de estro; influyendo significativamente entre otros factores, su complejo orden social y características de dominancia en algunas vacas tales como: edad, peso, presencia de cuernos y antigüedad en el hato o en el grupo socialmente activo. Las interacciones homosexuales son muy comunes en el ganado cebú; se comprobó que el 85 % de las montas detectadas luego de la sincronización son recibidas y dadas por vacas en estro. Por otra parte, algunas vacas exhiben montas activas en ausencia de folículos capaces de ovular, debido a una imitación de conducta de otras vacas, afectando los resultados finales de la inseminación artificial (Gonzalez y Ruiz, 2010, p.169).

2.2. FISIOLOGÍA DEL CICLO ESTRAL

(Chile, 2008, pp.27-29) Menciona que la hembra bovina es clasificada como poliéstrica típica, ya que no se ha demostrado un efecto de la estación del año sobre su actividad cíclica, Sus ciclos estrales se presentan a intervalos regulares y sin interrupción, una vez que logra la pubertad, a menos que se inicie una gestación o que las condiciones nutricionales sean muy malas.

El mismo autor señala que el ciclo estral en la hembra bovina posee una duración de aproximadamente 21 días, pero normalmente puede variar de 17 a 25 días. Siendo común que en las vaquillas el ciclo suele dure 1 a 2 días menos que en vacas. El ciclo estral en esta especie se divide tradicionalmente en 4 fases:

2.2.1. ESTRO

Se caracteriza por la receptividad sexual de la hembra, es decir, se deja montar por un toro o por otras hembras. Además, durante esta etapa ocurre el crecimiento de un folículo y su preparación para la ovulación. El período de estro varía de 2 a 50 horas en la hembra

bovina, pero promedia 12 a 18 horas en la mayoría de las condiciones. Los primeros signos de celo generalmente coinciden con el inicio del alza preovulatoria de la hormona luteinizante (LH) y la hormona folículo estimulante (FSH). La temperatura ambiental alta no parece alterar la duración del ciclo estral, pero puede reducir la duración e intensidad del celo, y reducir el flujo de sangre al tracto reproductivo y alterando las concentraciones de algunas hormonas reproductivas.

2.2.2. OVULACIÓN

La ovulación en esta especie es espontánea, es decir, ocurre independiente de la existencia de una monta, y se presenta aproximadamente 24 a 30 horas después del inicio del celo. Generalmente es un solo ovocito el que ovula; las ovulaciones dobles son poco frecuentes.

2.2.3. METAESTRO

El metaestro comprende las fases finales de la maduración folicular y la ovulación, la formación del cuerpo lúteo y el inicio de la secreción de progesterona.

2.2.4. DIESTRO O FASE LUTEAL

Una vez que se observan concentraciones significativas de progesterona (≥ 1 ng mL⁻¹) en la sangre, es el comienzo de la fase luteal o diestro, la que continúa hasta que el cuerpo lúteo comienza a regresar al inicio de la luteolisis.

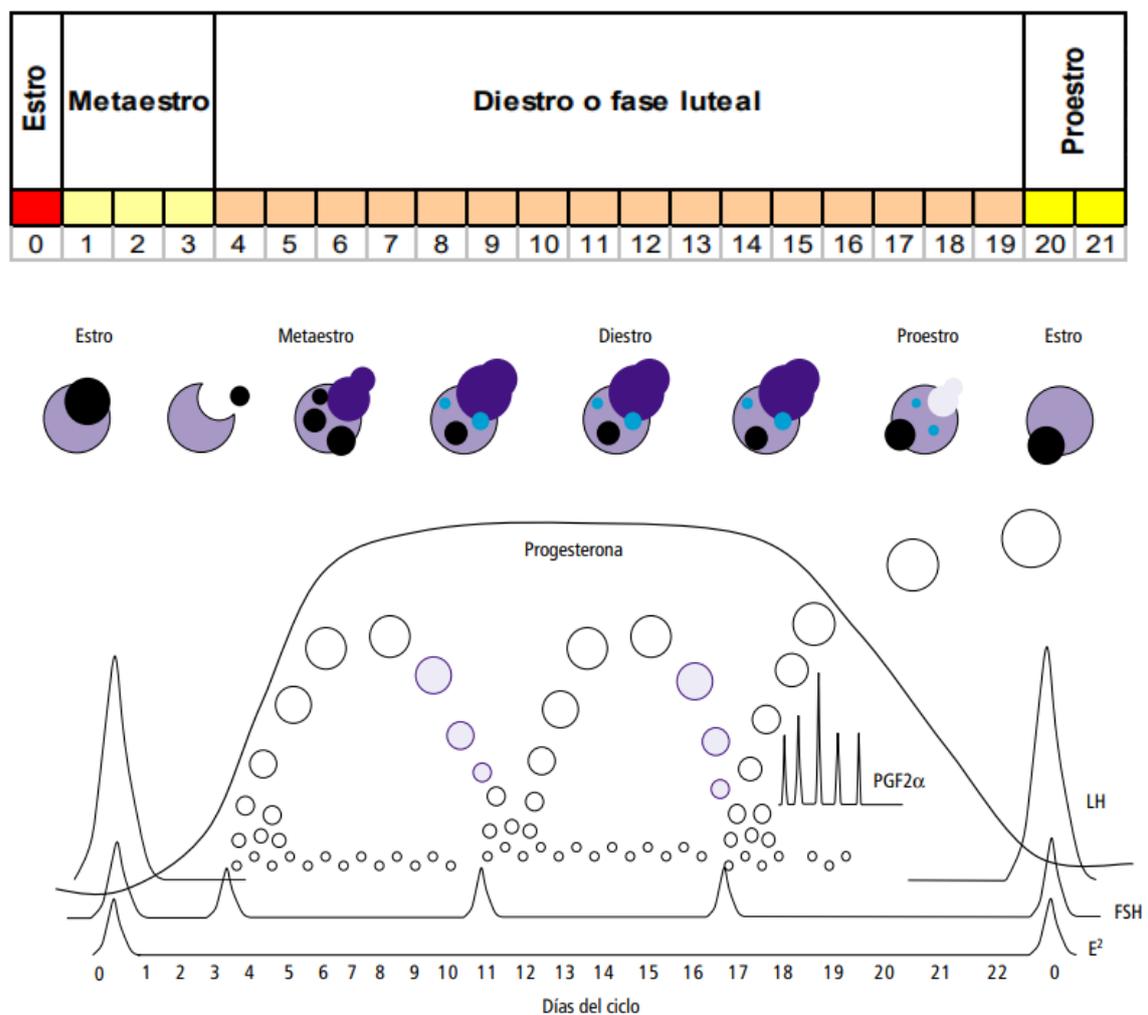
Según (González, 2011), el diestro continúa hasta el día 14, la P4 es responsable de la formación del endometrio para el establecimiento y mantenimiento de la gestación. Estimula la secreción de sustancias que nutren al embrión hasta que existe la placenta, inhiben las contracciones del útero, el moco cervical se torna más viscoso y cierra el cervix evitando la entrada de agentes extraños al útero. Después de 12 días de acción de la P4, en el útero se agotan sus receptores y se vuelve refractario a esta hormona. El estradiol folicular estimula en el útero la formación de receptores para la oxitocina y la producción de enzimas fosfatasa A y ciclooxigenasa, indispensables para la síntesis de PGF2 α . De esta forma la oxitocina

producida por el CL estimulará la secreción de $\text{PGF2}\alpha$ en las glándulas endometriales en forma pulsátil cada 6 a 8 horas, esto provoca la regresión del CL y los niveles de P4 bajan a menos de 1 ng/ml terminando el diestro.

2.2.5. PROESTRO O FASE FOLICULAR

Se inicia en la medida que las concentraciones de progesterona en sangre comienzan a declinar rápidamente producto de la lisis luteal, llevando al crecimiento de una onda folicular y la selección de un folículo ovulatorio.

FIGURA N° 4 ETAPAS DEL CICLO ESTRAL



Fuente: (Cerón, 2016)

2.3. CARACTERÍSTICAS Y MANIFESTACIONES EXTERNAS DEL CELO

CUADRO N° 2 SIGNOS INDICADORES DEL CELO

De conducta		Físicos	Fisiológicos
Principal	Secundarios		
Aceptación de la monta (Inmovilidad, Standing)	<ul style="list-style-type: none"> • Topeteo • Caminar alrededor • Lamidos • Olfateo • Bramidos • Embestidas • Apoyar cabeza en grupa • Intento de monta • Seguimiento 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Descargas de mucus por la vulva 2. Vulva roja y edematosa 3. Excoriaciones y Depilaciones en la región sacral 4. Cola manchada 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inapetencia 2. Disminución de la producción láctea. 3. Micción frecuente 4. Sangrado durante el metaestro

Fuente: (INTEC, 2016)

2.4. EJE HIPOTÁLAMO-HIPOFISIS-OVARIO

2.4.1. HIPOTÁLAMO

Es el centro de la actividad sexual que regula todos los estímulos de los receptores externos e internos de los órganos según su intensidad y variabilidad. Entre el hipotálamo y la adenohipofisis, existe una conexión vascular llamada sistema porta hipotálamo-hipofisiaria, permite que las sustancias liberadas por el hipotálamo lleguen directamente a la hipófisis, sin pasar la circulación periférica, estableciendo así una retroalimentación de ondas cortas hacia el hipotálamo (Luque, 1993, p.190).

Según (Pardo, 2012), en el hipotálamo se sintetizan y se liberan la GnRH, el cual controla la liberación de las gonadotrofinas hipofisiarias: la hormona luteinizante (LH) y el folículo estimulante (FSH). El control de la secreción de la GnRH es ejercido por la acción de los esteroides ováricos y modulados por los neurotransmisores de los sistemas adrenérgicos y aminérgicos. Este sistema hormonal: hipófisis, hipotalámico y ovárico es regulado por sistemas FeedBack, los opioides y peptídicos.

La GnRH tiene dos formas de secreción: la primera es pulsátil o tónica, regulada por estímulos externos (fotoperiodo, bioestimulación, amamantamiento) y por estímulos

internos (metabolitos, hormonas metabólicas, hormonas sexuales). La segunda forma es la preovulatoria o cíclica y es estimulada por los estrógenos durante el estro (Cerón, 2016,pp.18-19).

2.4.2. HIPOFISIS

La hipófisis produce dos hormonas gonadotrópicas: la folículoestimulante (FSH) y la luteinizante (LH), las cuales, influyen directamente sobre las gónadas, produciendo de manera secuencial el crecimiento folicular, la maduración de los ovocitos, la secreción de estrógenos, la ovulación, el desarrollo del cuerpo lúteo y la secreción de la progesterona. La FSH es la promotora del crecimiento y desarrollo folicular y la LH es por su acción la que con la FSH contribuye a la maduración del folículo y además es productora de la ovulación (Pardo, 2012).

2.4.2.1.GONADOTROFINAS HIPOFISIARIAS

La hormona folículoestimulante estimula el crecimiento y maduración del folículo ovárico. Por sí misma no causa la secreción de estrógeno a partir del ovario, pero en presencia de LH estimula la producción de estrógeno por ovarios. La hormona luteinizante según el mismo autor, es una glucoproteína de 30 000 Da, formada por una subunidad alfa y otra beta y la cual tiene vida media de 30 min. Las concentraciones tónicas o basales de LH actúan conjuntamente con las de FSH para inducir la secreción de estrógeno a partir del gran folículo ovárico. La oleada preovulatoria de LH causa la rotura de la pared folicular y la ovulación; las células intersticiales de los ovarios son estimulados por ella (Hafez, 1993,p.63).

2.4.3. RETROALIMENTACIÓN ESTIMULADORA

(Hafez, 1993,p.60) Menciona que, en este sistema, que es variante de retroalimentación positiva, una concentración creciente de hormonas causa incremento subsecuente de otra hormona. Por ejemplo, las concentraciones crecientes de estrógeno durante la fase

preovulatoria activan una liberación abrupta de LH hipofisaria. Estos dos acontecimientos son sincronizados de manera precisa, dado que es necesaria una oleada de LH para la rotura del folículo ovárico.

2.4.4. RETROALIMENTACIÓN INHIBITORIA

(Hafez,1993,p.60) Señala que, en este sistema, que es variante de retroalimentación negativa, participan relaciones recíprocas con dos o más glándulas y órganos blanco. Por ejemplo, cuando el ovario es estimulado aumenta la secreción de estrógeno, y las concentraciones de FSH disminuyen. Igualmente, cuando las hormonas hipofisarias alcanzan determinada concentración, algunos núcleos hipotalámicos reaccionan reduciendo la producción de su hormona liberadora específica. Las menores concentraciones resultantes de hormonas liberadoras hacen que decline la secreción de hormona trópica hipofisaria y, después que se reduzca el funcionamiento de la glándula blanco.

2.4.5. OVARIOS

Según (SINTEX, 2005), los ovarios producen hormonas como los estrógenos, P4 y la inhibina. Los estrógenos, hormonas esteroideas, son producidos por el folículo ovárico y tienen acciones sobre los distintos órganos blanco como son las trompas de falopio, el útero, la vagina, la vulva y el SNC, en el cual estimulan la conducta de celo y el hipotálamo donde ejercen un feed back negativo sobre el centro tónico y positivo sobre el centro cíclico. La P4, hormona esteroidea, es producida por el CL por acción de la LH, esta hormona prepara al útero para el implante del embrión y mantener la gestación. La inhibina, es producida por el folículo ovárico e interviene en el mecanismo de regulación de la secreción de FSH.

2.4.6. ÚTERO

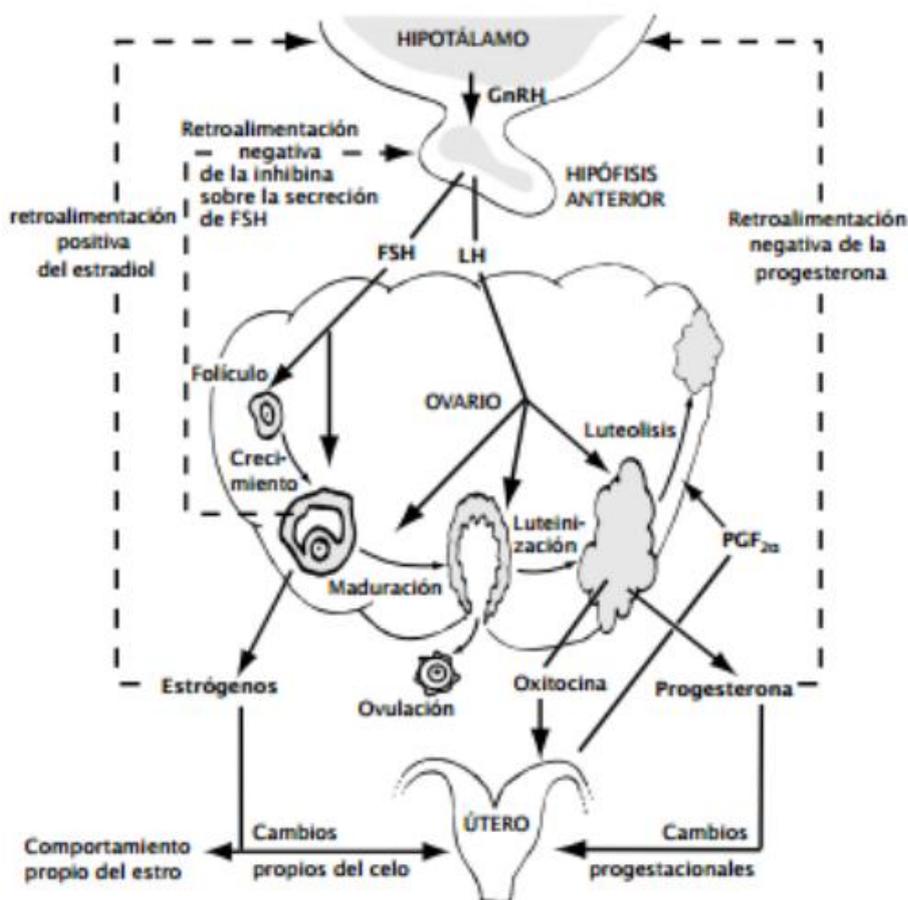
Produce la $PGF2\alpha$, la cual interviene en la regulación neuroendocrina del ciclo estral mediante su efecto luteolítico. Otras funciones son la de intervenir en los mecanismos de ovulación y del parto (SINTEX, 2005).

CUADRO N° 3 PRINCIPALES HORMONAS DE LA REPRODUCCIÓN

Fuente o glándula	Hormonas liberadoras	Actividades fisiológicas
Hipotálamo	Hormona liberadora de hormona luteinizante (LHRH) Hormona liberadora de hormona de crecimiento (GHRH) Hormona inhibidora de hormona de crecimiento (GHIH) (somatostatina) Hormona liberadora de tiotropina (TRH) Factor inhibidor de prolactina (PIF) Hormona liberadora de corticotropina (CRH)	Estimula la liberación de FSH y LH Estimula la liberación de hormona del crecimiento Inhibe la liberación de hormona del crecimiento Estimula la liberación de hormona estimulante de tiroides (TSH) y prolactina Inhibe la liberación de prolactina Estimula la liberación de ACTH
Hipófisis anterior	Hormona foliculoestimulante (FSH) Hormona luteinizante (LH) Prolactina (PRL)	Estimula el crecimiento folicular, la espermatogénesis y la secreción de estrógeno Estimula la ovulación, el funcionamiento del CL y la secreción de P4, E2 y andrógeno Promueve la lactación, estimula el funcionamiento del CL y la secreción de P4 en algunas especies, promueve el comportamiento materno Promueve el crecimiento tisular y óseo
Hipófisis posterior	Oxitocina	Estimula las contracciones uterinas, el parto y el transporte de espermatozoides y óvulos Facilita la eyección de leche Posible efecto luteolítico
Ovario	Estrógenos	Promueven el comportamiento materno; estimulan características sexuales secundarias, contracciones uterinas y crecimiento de los conductos mamarios Controlan la liberación de gonadotropina, estimulan la captación de calcio en los huesos, tienen efectos anabólicos
Útero	Inhibina y activina Relaxina Prostaglandinas	Una inhibe la FSH y otra estimula Dilata el cuello uterino Producen contracciones uterinas y son luteolíticas
Placenta	Gonadotropina coriónica humana (hCG)	Actividad de LH, mantiene el cuerpo amarillo de la preñez en primates
	Gonadotropina coriónica equina (eCG /PMSG)	Actividad de FSH, estimula la formación de cuerpos amarillos accesorios en la yegua

Fuente: (Hafez, 1993,p.59)

FIGURA N° 5 EJE HIPOTÁLAMO-HIPÓFISIS-GONADAL



Fuente: (Acuña, 2007)

2.5.DESARROLLO FOLICULAR

Según (Dután, 2013,pp.13-14), la hembra bovina nace con aproximadamente 200000 folículos primordiales, los cuales muy pocos (500-1500) inician su crecimiento en algún momento de su vida. El folículo primordial está formado un ovocito desprovisto de una zona pelúcida y rodeado por una capa de células epiteliales planas. El crecimiento de estos folículos se inicia con la división de células de la pregranulosa y la diferenciación de tejido conectivo que rodea al folículo, lo cual da origen de la teca interna.

El mismo autor señala que el desarrollo folicular inicial es independiente de la FSH y LH y que es modulado por sustancias producidas en el ovario como las paracrinas y autocrinas. Conforme el folículo crece, se forma la zona pelúcida que recubre al ovocito, la cual se origina a partir de depósitos de glicoproteínas, luego se empieza a secretar líquidos que se

acumula entre las células de la granulosa con la que se inicia la formación del antro haciendo que el folículo se distienda, esto hace que el ovocito se fije en la pared del folículo mediante el cumulus oophorus (células derivadas de la granulosa).

Este proceso juega un papel importante en la fisiología del folículo, ya que el líquido folicular permite que las diferentes células se comuniquen por medio de hormonas y sustancias paracrinas o autocrinas. Además, el ovocito mantiene una comunicación estrecha con los diferentes compartimentos foliculares, lo cual regula el proceso de maduración (Enoel, 2011,p.66).

El desarrollo folicular se clasifica en dos etapas: basal y tónica. La etapa basal comprende en el desarrollo del folículo desde las primeras etapas hasta que alcanza 3-4 mm de diámetro, este proceso es independiente de las gonadotrofinas. La etapa tónica comprende el desarrollo folicular a partir de 4mm de diámetro hasta que se convierte en preovulatorio y es regulado por las gonadotrofinas. En esta etapa se presenta en forma de oleadas constituido por fases de reclutamiento, selección, dominancia y atresia (Fernández, 2008,pp.56-59).

2.6.DINÁMICA FOLICULAR

Según (Shearer, 2003,p.41) es el proceso de crecimiento y regresión de folículos primordiales que conllevan al desarrollo de un folículo preovulatorio. Estas ondas se observan tanto en animales jóvenes como en adultos, en vacas preñadas, durante el postparto y durante el ciclo estral. En vacas, el desarrollo folicular ocurre en forma de ondas. Usualmente ocurren de 2 a 3 ondas durante cada ciclo estral y el folículo preovulatorio se origina a partir de la última onda.

El ciclo estral bovino consta básicamente de 2 ondas foliculares y cada una de ellas comienza con el reclutamiento inicial de un grupo de folículos en crecimiento. Solo uno de ellos continuará creciendo convirtiéndose en el folículo dominante, que tiene un papel activo en la regresión del resto de folículos.

Inmediatamente después de la ovulación, una nueva onda folicular comienza, el folículo dominante de esta onda no podrá ser ovulado por la presencia de altos niveles de progesterona y se volverá atrésico; inmediatamente una nueva onda folicular se inicia. El folículo dominante de la segunda onda folicular que está presente cuando la luteolisis ocurre, generalmente llegará a ser el folículo ovulatorio del ciclo.

El inicio de cada oleada de crecimiento folicular está precedido por un incremento en la concentración de FSH. Después hay un descenso significativo de la FSH debido al incremento en la concentración de estradiol, secretado por los folículos en crecimiento.

El mecanismo de selección del folículo dominante se basa en un cambio en la capacidad de respuesta a la FSH y a la LH. Ello implica primero un descenso de la concentración de FSH propiciado por el estradiol y la inhibina producidos por todos los folículos en crecimiento. El folículo dominante desarrolla la capacidad de seguir creciendo con bajas concentraciones de FSH, que son insuficientes para los folículos más pequeños.

Además, cuando el folículo dominante adquiere un diámetro de 8 mm comienza a desarrollar receptores para la LH en las células de la granulosa, que funciona como la FSH. Al final de la fase de crecimiento, dependiendo de si el cuerpo lúteo regresa o no, se producirá la ovulación o bien la pérdida de los receptores para la LH y la atresia del folículo dominante. Cuando cesa la secreción folicular de estradiol, la FSH vuelve a subir y ello desencadena la repetición del ciclo ovárico.

2.7.REGULACIÓN DEL DESARROLLO FOLICULAR

La regulación del desarrollo folicular ocurre por mecanismos de acción de tipo endocrinos, de tipo paracrino y autocrino, que operan el microambiente del ovario o ambos (Lucy, 1992,p.361).

Mientras un folículo dominante se encuentre en su fase de crecimiento o en su fase estática no aparece una nueva onda folicular. A los tres días del surgimiento de una nueva onda el folículo dominante previo inicia su proceso de atresia (Cifuentes y Lamus, 2007,p.9).

Según (Maldonado, Agudelo y Vásquez, 1997,pp.67-74), el folículo dominante de una nueva onda en crecimiento es el responsable de causar:

- La regresión de los folículos subordinados.
- La regresión del folículo dominante previo.
- Retrasar la emergencia de una nueva onda folicular.

Estos eventos operan en el ovario contralateral o ipsilateral al del nuevo folículo dominante, lo que sustenta la hipótesis sobre los mecanismos de regulación local y sistemática.

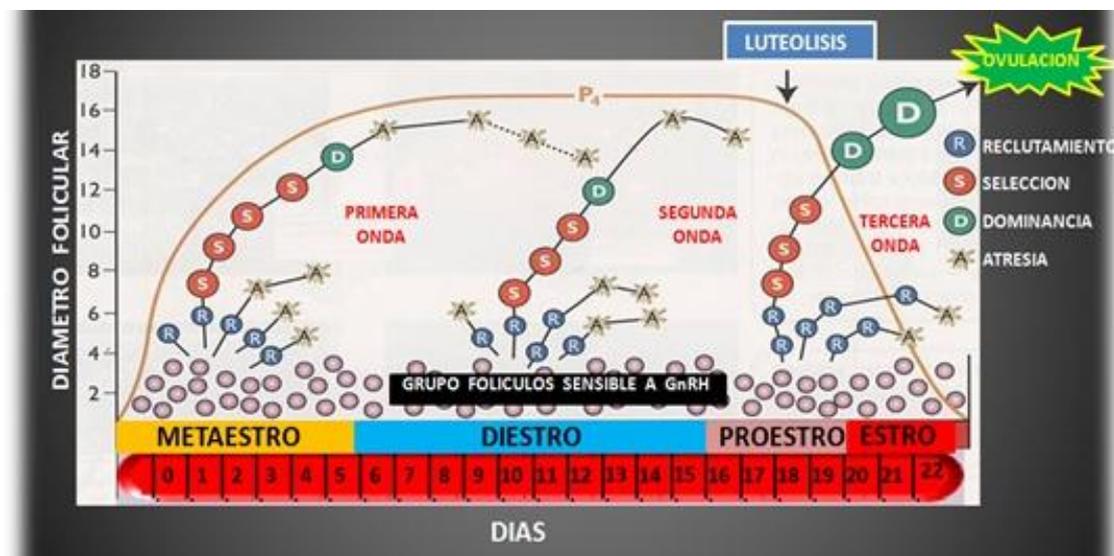
El folículo dominante causa la regresión de sus folículos subordinados. La eliminación del folículo dominante al inicio del surgimiento de la onda retrasa la regresión del primer folículo subordinado, lo que no ocurre cuando el folículo dominante es eliminado en estados avanzados del período de dominancia (Cifuentes y Lamus, 2007,p.9).

Además, durante su fase de crecimiento el folículo dominante suprime la emergencia de una nueva onda folicular. La cauterización del folículo dominante entre el día 3 - 5 del surgimiento de la onda, ocasiona un surgimiento más temprano de la siguiente onda folicular (Ginther, 1996,p.55)

De otro lado, el folículo dominante podría regular el aporte de gonadotropinas a los folículos subordinados, induciendo así su regresión. La supresión puede ocurrir por dos mecanismos: primero, suprimiendo las concentraciones plasmáticas de FSH y segundo, reduciendo la sensibilidad a la FSH. Las concentraciones de estradiol e inhibina, el inhibidor natural de la FSH, se encuentran en mayor concentración en el líquido folicular del folículo dominante que en el de los folículos subordinados. Además, factores de crecimiento

presentes en el folículo dominante le permiten a éste continuar su crecimiento aún bajo un ambiente hormonal sistémico no propicio (Sota, 2002,p.49).

FIGURA N° 6 DINÁMICA FOLICULAR



Fuente: (Gaona, 2012)

2.8.HORMONAS UTILIZADAS EN LA REPRODUCCIÓN

2.8.1. ESTRÓGENOS

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 17β estradiol, estrona y estriol. Los estrógenos son producidos por la teca del folículo ovárico que estimulan el crecimiento corporal, controlan la ovulación, preparan el aparato reproductor para la fecundación y la implantación, aumentan la altura celular y las secreciones de la mucosa del cérvix, provocan engrosamiento de la mucosa vaginal, proliferación endometrial y aumento del tono uterino (Sumano y Ocampo, 1997,p.543).

Los estrógenos son lipofílicos con absorción intestinal y acumulación en el tejido adiposo, se metabolizan en el hígado y los metabolitos se excretan principalmente por la orina y por la bilis con una semivida breve (Plumb, 2010,p.462).

Según (Añez, 2001,p.520), existen diferentes preparados comerciales de estrógenos, que se diferencian en cuanto a su efecto farmacológico principalmente a su vida media o duración. Esta última debe ser considerada cuando se administran en combinación con progestágenos en los programas de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), ya que la respuesta en la dinámica folicular variará de acuerdo al tipo de estrógeno utilizado, la dosis aplicada y el momento de la aplicación (al comienzo o al fin del tratamiento). Dentro de los diferentes tipos de estrógenos disponibles en el mercado se pueden citar:

- 17 Beta-Estradiol (17E). Estrógeno natural, vida media muy corta (24-36 hrs).
- Benzoato de Estradiol (BE). Se caracteriza por ser de vida media corta (3 días).
- Valerato de Estradiol (VE). Tiene vida media larga, variando entre 7 a 9 días.
- Cipionato de Estradiol (ECP®). Posee vida media muy larga, entre 10 a 12 días.

2.8.1.1. FUNCIÓN DE LOS ESTRÓGENOS

El estradiol tiene dos funciones principales cuando se utiliza en un protocolo de IATF con progesterona como dispositivo intravaginal; la primera cuando se aplica al inicio del tratamiento provoca atresia de los folículos existentes, induciendo una nueva onda folicular cuatro a cinco días después y la segunda al aplicar luego de la remoción del dispositivo de progesterona induce una retroalimentación positiva sobre el hipotálamo produciendo a su vez la liberación de GnRH la cual es capaz de aumentar los pulsos y la frecuencia de la hormona Luteinizante (LH), logrando la ovulación (Marquina, 2012,p.13).

2.8.2. PROGESTERONA

Según (Sumano y Ocampo, 1997,p.545), esta hormona es producida en el cuerpo lúteo del ciclo o de la gestación, aunque en algunas especies, se produce también en la placenta y en las glándulas adrenales. Los más importantes son la progesterona y el pregnanediol. Los derivados sintéticos más utilizados son el acetato de medroxiprogesterona, la clormadinoma y el acetato de megestrol. A valores adecuados suspende la secreción de hormonas

foliculoestimulante y luteinizante hipofisarias. Al disminuir sus concentraciones, se liberan nuevamente para iniciar el ciclo estrual. Prepara al útero para la gestación al bloquear la capacidad contráctil del miometrio y la implantación. Además, aumenta la eficacia metabólica del individuo durante la preñez, fomenta el apetito y disminuye la actividad motriz, con la consecuente ganancia de peso.

Básicamente, es mantener la gestación en las hembras preñadas. En una vaca cíclica, su acción principal es regular la duración del ciclo gracias a su efecto inhibitor del celo y de la ovulación. La progesterona natural tiene una vida media muy corta, apenas entre 3-4 minutos, lo que implica la necesidad de utilizar altas dosis. Una alternativa es imitar la fase luteal del ciclo, utilizando progestágenos o análogos de la progesterona, los cuales requieren dosis menores, sin producir efectos secundarios (Añez, 2001,p.521).

2.8.2.1.MÉTODOS DE CONTROL CON P4

(Ramírez, 2013,pp.89-92) Menciona que existen varios caminos por los que se puede administrar p4, o alguno de sus potentes análogos; se incluyen aquí administradores inyectables, orales, implantes y por medio de dispositivos intravaginales.

En las inyecciones de p4 se debe indicar que tiene una corta semi vida biológica, lo que hace necesario la administración repetida y continua para obtener una acción fisiológica efectiva. Hay ocasiones en las que se debe emplear la administración aguda de p4, en forma de inyecciones de 200 mg del esteroide, junto con tratamientos orales con mg, como método efectivo para controlar el estro.

Comercialmente se encuentran dispositivos intravaginales con diferentes concentraciones de progesterona para ser usados en los protocolos de IATF, tales como: CIDR (1,9 g de progesterona), PRID (1,55 g de progesterona), DIB (1 g de progesterona), DISPOCEL (1 g de progesterona) y SINCROGEST (1 g de progesterona). Uno de los más utilizados es el CIDR, con las siglas inglesas de “Controlled internal Drug Release”. Se trata de un

dispositivo intravaginal desarrollado por investigadores Australianos y comercializado por Pfizer Salud Animal, tiene forma de T y está compuesto de silicona impregnada en 1.9 g de progesterona que libera diariamente de 80 a 100 mg de la sustancia activa, unida a un hilo de nylon que permite retirarlo del fondo vaginal en el momento adecuado (Dominguez, 2012).

2.8.3. PROSTAGLANDINAS

Las prostaglandinas son ácidos grasos derivados del ciclopentano, que se sintetizan a partir de un precursor común, el ácido araquidónico. Este se deriva a su vez de diversos fosfolípidos, como los de la membrana celular. Estas en sí se originan a partir de diversos estímulos físicos, químicos, hormonales y neurohormonales (Sumano y Ocampo, 1997,p.515).

2.8.3.1.PGF 2α

Se produce en el endometrio, siendo transportada por un mecanismo de contracorriente desde la vena uterina hasta la arteria ovárica, ejerciendo su acción específica o luteolisis sobre el cuerpo lúteo del ovario. También provoca contracciones uterinas favoreciendo el transporte de espermatozoides y el parto. La única actividad útil que desarrolla la PGF α o sus análogos es la de inducir una luteolisis prematura y, en consecuencia, una caída de los niveles de progesterona; al desaparecer el feed back negativo se reanuda una secuencia de eventos hormonales y ováricos que deben culminar en un celo ovulatorio (Añez, 2001,p.521).

Los análogos de la PGF 2α tales como: tiaprost, cloprostenol, fenprostaleno, dinoprost, entre otros, son efectivos en inducir la regresión del cuerpo lúteo (CL) durante los días 6 a 17 del ciclo estrual, de allí su utilización en los protocolos de IATF (Botana y Jimenez, 2002,p.424).

2.8.4. GONADOTROPINA CORIÓNICA EQUINA (eCG)

Fue descubierta cuando sangre de yeguas preñadas produjo madurez sexual en ratas inmaduras. Es una glucoproteína con subunidades alfa y beta similares a las de la LH y FSH, pero con un mayor contenido de carbohidratos, especialmente ácido siálico. El contenido más alto de ácido siálico parece ser responsable de una vida media larga de varios días para la eCG. Por lo tanto, una sola inyección de eCG tiene efectos biológicos en la glándula blanco por más de una semana (Hafez, 2002,p.45).

Según el mismo autor, el útero equino secreta esta gonadotropina placentaria. Las copas endometriales son la fuente de origen de la eCG. Las copas que se han formado alrededor del día 40 de la preñez persisten hasta el día 85. La eCG circula en la sangre de yeguas preñadas y no se excreta por la orina. La secreción de eCG estimula el desarrollo de los folículos ováricos. Algunos folículos ovulan, pero la mayor parte se vuelven luteinizados, debido a la acción de la eCG parecida a la LH. Estos cuerpos amarillos accesorios producen progestágenos, que mantienen la preñez en la yegua. La eCG fue una de las primeras gonadotropinas disponibles comercialmente usadas para inducir la superovulación en animales domésticos.

La Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) desde el punto de vista farmacodinámico tiene una actividad semejante a las hormonas folículo estimulante y luteinizante (FSH y LH, respectivamente). Tiene una vida media de aproximadamente 2 días en la vaca y persiste por más de 10 días en la circulación sanguínea. La eCG administrada algunas horas previas a la ovulación estimula el crecimiento folicular debido a que tiene la capacidad de unirse e incrementar el número de receptores de FSH y LH de los folículos, aumentando el tamaño del folículo preovulatorio, incrementando las concentraciones plasmáticas de progesterona luego de la ovulación, mejorando así el desarrollo embrionario y el mantenimiento de la preñez (Marquina, 2012,p.17).

La dosis que se puede utilizar para obtener efectos foliculoestimulante y luteinizante, en patologías reproductivas diversas varía entre 1500 y 2500 UI de eCG por vía intramuscular (Ganchou y Belloso, 2002,p.43).

En un experimento que se realizó en Brasil reveló que los tratamientos con eCG producen niveles superiores de progesterona sérica en la fase luteal siguiente, lo que sugiere que eCG estimula el desarrollo de un CL más competente. Esto, a su vez, puede producir un incremento en la tasa de preñez, según mostramos en el caso de los bovinos para carne (Baruselli, 2010).

2.9.ECOGRAFÍA

La ecografía es una técnica de diagnóstico por imagen que se utiliza fundamentalmente para evaluar los tejidos blandos. Se trata de un procedimiento seguro, no invasivo y que no utiliza radiaciones ionizantes, por lo que no produce efectos biológicos adversos. Las imágenes ecográficas corresponden al aspecto macroscópico de cortes anatómicos, mostrando la arquitectura interna de los diferentes órganos. Con la suma de cortes se puede obtener una idea tridimensional del tamaño, la forma y la estructura de los órganos. La información obtenida a partir de las imágenes ecográficas puede complementar los resultados obtenidos mediante otros procedimientos diagnósticos, como la radiología. Los veterinarios prácticos deben familiarizarse poco a poco con la ecografía, tanto para utilizarla en sus propias clínicas, como para poder interpretar las imágenes o los informes realizados en un centro especializado. Posiblemente en poco tiempo, esta técnica de diagnóstico formará parte de la exploración rutinaria de un animal (Díez, 1992,p.139).

2.9.1. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA ULTRASONOGRAFÍA

Según (Gutiérrez y Báez, 2013,p.101) la ecografía utiliza ondas sonoras de alta frecuencia para obtener imágenes de tejidos blandos y órganos internos, que producen alternativamente los fenómenos de compresión y rarefacción, estas ondas son reflejadas de vuelta hacia un

transductor o sonda, compuesto por un cristal piezoeléctrico recubierto en ambas caras por electrodos que al ser expuestos a una señal eléctrica, hacen que el cristal se expanda y contraiga con la misma relación que la frecuencia aplicada (3,5-7,5 MHz) y posteriormente son enviadas al ecógrafo donde son analizadas y convertidas en una imagen en escala de grises, que se extiende desde el negro al blanco.

Las estructuras contenidas por líquidos como folículos, saco vitelino y otros órganos, que se visualizan en color negro, no reflejan las ondas sonoras, por lo que son denominadas anecogénicas o no ecogénicas, cuando la mayor parte del sonido se refleja hacia el transductor y se refleja una imagen de color blanco, se habla de imagen ecogénica, como en el caso de huesos y aire. Los tejidos blandos pueden aparecer en distintas clases de grises así, hiperecogénico define a los tejidos que reflejan más sonido que el tejido circundante (huesos del feto) e hipoecogénico que describe la idea contraria (cuerpo lúteo).

2.9.2. ECOGRAFÍA DE LA DINÁMICA OVÁRICA

La implementación de la ultrasonografía transrectal en bovinos ha permitido dilucidar los mecanismos ováricos que suceden durante la reactivación ovárica posparto, el ciclo estral, estimación del número de folículos en el caso de la transferencia de embriones y los tratamientos de superovulación, identificación quistes foliculares o luteales, que antes no eran conocidos. Gracias a esta técnica y al hallazgo de que el crecimiento de folículos bovinos ocurre en un patrón denominado ondas de crecimiento folicular, ha sido posible el diseño e implementación de protocolos de sincronización de ovulación para programas de Inseminación artificial (IA) y sus modificaciones, permitiendo un incremento valioso en la productividad y la calidad genética gracias a la masificación del uso de la IA.

Los folículos pueden ser visualizados, cuantificados y supervisados de forma secuencial a partir de los 2-3 mm, se muestran a través de imágenes no ecogénicas de color negro en forma redondeada o en estructuras irregulares debido a la compresión de los folículos

adyacentes, al CL y a la compresión de los folículos por el estroma ovárico. Los folículos preovulatorios se muestran como estructuras redondeadas anecogénicas de 15-17 m, tamaño con el cual se espera la ovulación en la vaca. La ovulación puede ser asumida con la desaparición del folículo preovulatorio y la posterior aparición de células luteales el cuerpo lúteo se muestra como una imagen hipoecogénica algo oscura y redondeada, alrededor de los 2-3 días posteriores a la ovulación (Gutiérrez y Báez, 2013,pp.101-102)

2.9.3. DIAGNÓSTICO TEMPRANO DE LA GESTACIÓN

El diagnóstico de gestación mediante la ecografía, se basa en la presencia de líquido uterino intraluminal, el cual se muestra a través de imágenes no ecogénicas, como en el caso de los folículos, es posible observar el embrión como una imagen ecogénica a partir del 27 posterior a la fecundación con una especificidad del 86%, un diagnóstico antes de esta fecha o por la presencia de líquido en el útero no es confiable, ya que puede confundirse con alguna patología como el piometra.

Una de las aplicaciones prácticas más empleadas de la ultrasonografía transrectal, es la evaluación del establecimiento o no de una preñez y su estado, al identificar a tiempo que una vaca servida no se encuentra gestante, es posible reducir el intervalo entre servicios, el aumento en la tasa de servicios y por ende los días abiertos. Por otro lado, el diagnóstico temprano de la gestación es de gran utilidad en los programas de Inseminación artificial, ya que la selección de las hembras es más precisa, evitando que ingresen vacas con preñez temprana (menor a 45 días), que al ser sometidas a tratamientos hormonales como en el caso de la Prostaglandina, puedan presentar un aborto. Adicionalmente el útero también puede evaluarse para las condiciones patológicas como, por ejemplo, metritis, piometra, feto macerado o momificado (Gutiérrez y Báez, 2013,p.102).

2.10. RESUMEN DEL ESTADO DEL ARTE DEL PROBLEMA

En investigaciones anteriores se determinaron que al evaluar el comportamiento de la hormona gonadotropina coriónica equina (ecG) en vacas lecheras de diferentes razas y con similares características de crianza de acuerdo al entorno que habitan, se obtuvieron diferentes resultados.

Según (Sagbay, 2012) al realizar la investigación a 2640 msnm, con 60 unidades experimentales divididas en 30 animales cada tratamiento, en donde se usó la hormona ecG, en un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) como el E2-P4-PGF2 α , aplicando la hormona al momento de retirar el dispositivo intravaginal liberador de progesterona (CIDR), este en vacas Holstein post-parto, dio a conocer que en el T1 (con ecG) existieron 21 vacas preñadas y en el T2 (sin ecG) existieron 16 preñadas. El valor calculado en el análisis de varianza no superó a los valores tabulares por lo tanto no existió diferencia significativa en la preñez de los tratamientos.

Por otra parte (Orellana, 2015), utilizó el mismo tratamiento hormonal en 30 vacas Brown swis divididas en 15 animales cada grupo, esto a 3100 msnm. La autora obtuvo que en el grupo 1 (con ecG) existieron 9 vacas preñadas y en el grupo 2 (sin ecG) existieron 6 preñadas. Con los datos obtenidos se precedió a la tabulación en la distribución t de student, el cual se comprobó que estadísticamente no existen diferencias entre el T1 y el T2.

Además, (Gárnica, 2012), analizó variables como el diámetro del folículo dominante y la presencia del cuerpo lúteo en una investigación con el mismo proceso que los anteriores autores en donde, el diámetro folicular fue similar en los tratamientos A y B. La ovulación mejoró en un 55.5% en el tratamiento A con la adición de ecG, en relación al tratamiento B sin la adición de ecG al protocolo base. El autor concluyó, que la aplicación de ecG en la remoción del dispositivo intravaginal de progesterona no mejoró el diámetro del folículo dominante, pero si la ovulación en vacas Holstein posparto.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.MATERIALES

3.1.1. MATERIALES FÍSICOS

CUADRO N° 4 MATERIALES FÍSICOS		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA
Overol	1	Unidad
Cubre bocas	1	Caja/100
Guantes de examinación	1	Caja/100
Mesa	1	Unidad
Computadora	1	Unidad
Cámara fotográfica	1	Unidad
Memoria USB	1	Unidad
Impresora	1	Unidad
Paquete de hojas A4	1	Unidad
Libreta de campo	1	Unidad
Rollo de papel desechable	2	Unidad
Bolígrafo	1	Unidad
Termómetro	1	Unidad
Aplicador de dispositivos intravaginales	1	Unidad
Jeringas de 3 cc	4	Caja/100
Aretes de identificación	1	Caja/100
Guantes ginecológicos	1	Caja/100
Pistola de inseminación artificial	2	Unidad
Catéter de pistola de inseminación	2	Funda/50
Camisa sanitaria	1	Caja/100
Corta pajuelas	1	Unidad
Termo de agua	1	Unidad
Ecógrafo	1	Unidad

3.1.2. MATERIALES QUÍMICOS

CUADRO N° 5 MATERIALES QUÍMICOS		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA
Dispositivos intravaginales (Sincrogest)	60	Unidad
Benzoato de estradiol (Sincrodiol)	4	Frasco/50ml
Prostaglandina (Sincrocio)	6	Frasco/20ml
eCG (SincoeCG)	2	Frasco/6000UI
Yodo	1	Galón
Gel lubricante	1	Galón

3.1.3. MATERIALES BIOLÓGICOS

CUADRO N° 6 MATERIALES BIOLÓGICOS		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA
Unidades experimentales	60	Unidad
Pajuela de inseminación artificial	60	Unidad

3.2.MÉTODO

La metodología que se llevó a cabo en el trabajo investigativo fue el inductivo experimental debido a que se evaluaron los hechos y las circunstancias que tiene la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG) frente a un testigo.

3.3.DISEÑO ESTADÍSTICO

El método estadístico que se utilizó en la investigación para el análisis de los datos obtenidos en la presencia o ausencia de preñez fue el diseño “t de Student pareado”, el cual fue distribuida en 30 unidades experimentales cada tratamiento, el tratamiento uno con la inclusión de la hormona eCG y el tratamiento dos sin la aplicación de eCG, esto con la finalidad de aceptar o rechazar la hipótesis planteada.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población de la presente investigación estuvo conformada por 60 animales bovinos hembras de raza Brahman, divididos en dos grupos de 30 animales, en donde a los dos tratamientos se aplicó el protocolo de sincronización de celo y ovulación E2-P4-PGF2 α , pero únicamente al T1 se adicionó al protocolo la hormona eCG. Todas las unidades experimentales fueron inseminadas, posteriormente a los 60 días se procedió al chequeo ginecológico para la confirmación o no de la gestación.

3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.5.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

CUADRO N° 7 GONADOTROPINA CORIÓNICA EQUINA (eCG)			
Concepto	Categorías	Indicadores	Índice
Aplicación de la hormona ecG para aumentar la tasa de fertilidad en vacas de raza Brahman	Química	Dosis	UI
Altitud a 300 m.s.n.m	Física	Cuantitativa	Numérica

3.5.2. VARIABLES DEPENDIENTES

CUADRO N° 8 PREÑEZ			
Concepto	Categorías	Indicadores	Índice
Preñez posterior al tratamiento con ecG y sin ecG	Biológica	Concepción	Presencia / Ausencia

3.6.DESARROLLO DEL ENSAYO

3.6.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS ANIMALES

Se identificaron las unidades experimentales mediante la determinación de una condición corporal de 4 a 6 en una escala de 1 a 9, edad entre 2 a 8 años, y con un período posparto de 45 a 120 días.

3.6.2. DIVISIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

En el lote de las 60 unidades experimentales, se dividieron en dos tratamientos de 30 animales cada uno. En el T1 se incluyó la hormona eCG en el protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo, y en el T2 se excluyó la hormona del protocolo.

3.6.3. APLICACIÓN DEL PROTOCOLO DE IATF

Una vez establecidas las unidades experimentales en cada lote, se sometieron a la sincronización de celo y ovulación con el protocolo E2-P4-PGF2 α , con eCG y sin eCG en 30 animales por tratamiento. En el día 0, se procedió a la aplicación de 2mg de Benzoato de Estradiol (Sincrodiol), por vía intramuscular, conjuntamente con la colocación de un dispositivo intravaginal liberador de progesterona (Sincrogest) polidosis. En el día 8 se procedió a retirar el dispositivo intravaginal y se administró 150 ug de cloprostenol (Sincrocio), en esta etapa al T1 se aplicó 400 UI de eCG (Sincro eCG), por vía intramuscular y al T2 sin la aplicación de esta hormona. En el día 9 se colocó 1 mg de Benzoato de Estradiol (Sincrodiol) por vía intramuscular y a las 30 horas de aplicada la hormona se procedió a la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) con pajuelas Brahman de 0,5 ml.

3.6.4. CHEQUEO GINECOLÓGICO

A los 60 días post - inseminación se realizó el chequeo ginecológico con la ayuda de un ecógrafo portátil, en donde se evaluará la preñez de cada unidad experimental, obteniendo los datos de cada mencionado, ya sean positivos o negativos a la experimentación.

3.7. CONSIDERACIONES ÉTICAS

El sector pecuario la ganadería de carne, es uno de los pilares fundamentales de mayor importancia y crecimiento en todo el mundo, en donde el consumo como la crianza per cápita igualmente se ha incrementado, convirtiéndose la carne y la leche en los nutrientes de origen animal de mayor consumo humano. Considerando, que la crianza de los animales se relaciona directamente con el bienestar animal, el cual está reflejado con el manejo, la sanidad, la nutrición y la reproducción de los mismos, se ha visto necesario aplicar consideraciones que permitan garantizar un bienestar satisfactorio durante la investigación al numeroso grupo de vacas que se encuentran alojadas en cada potrero, con el objetivo de tener mayores parámetros de rendimiento, por ende, obtener mayor utilidad en el hato ganadero y además satisfacer los requerimientos de los productores y consumidores sobre los sistemas de consumo y alimento.

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

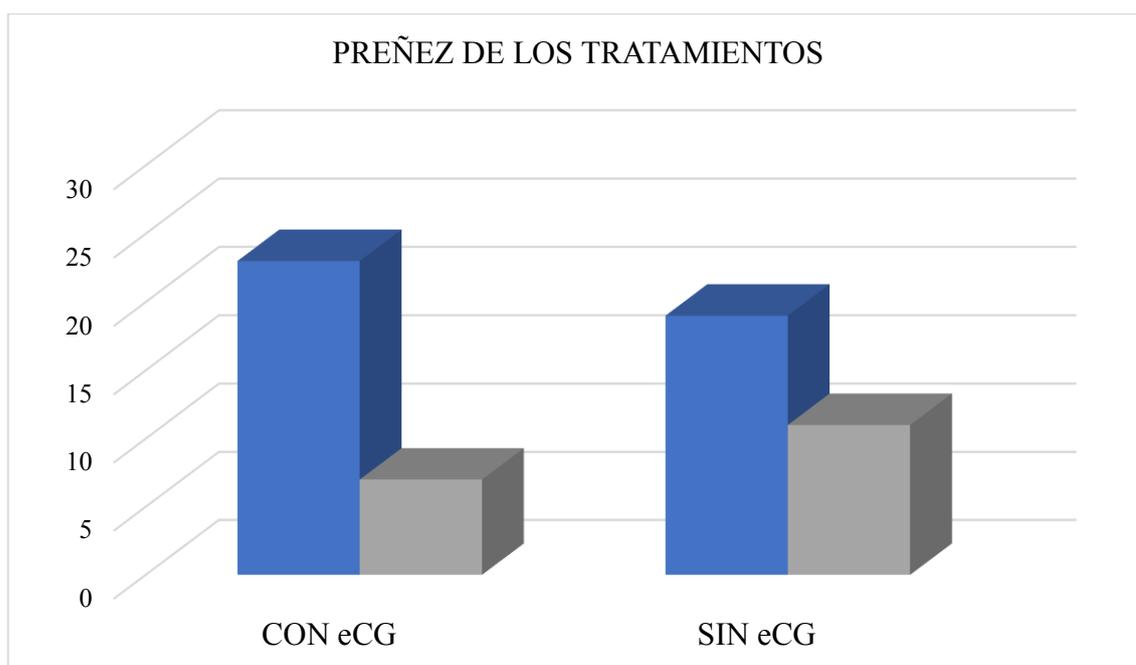
4.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

4.1.1. PORCENTAJE DE PREÑEZ

CUADRO N° 9 RESULTADOS OBTENIDOS EN LA INVESTIGACIÓN

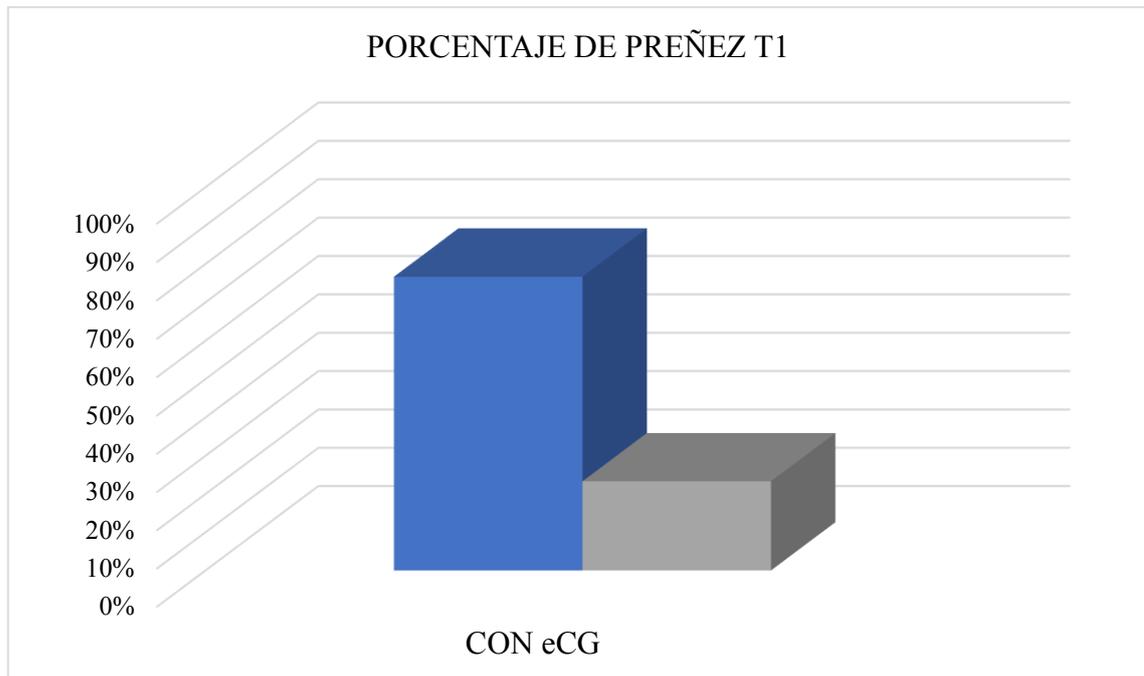
Preñez	Con eCG	Sin eCG
Presencia	23	19
Ausencia	7	11
Subtotal	30	30
Total	60	

FIGURA N° 7 PRESENCIA Y AUSENCIA DE PREÑEZ (T1 Y T2)



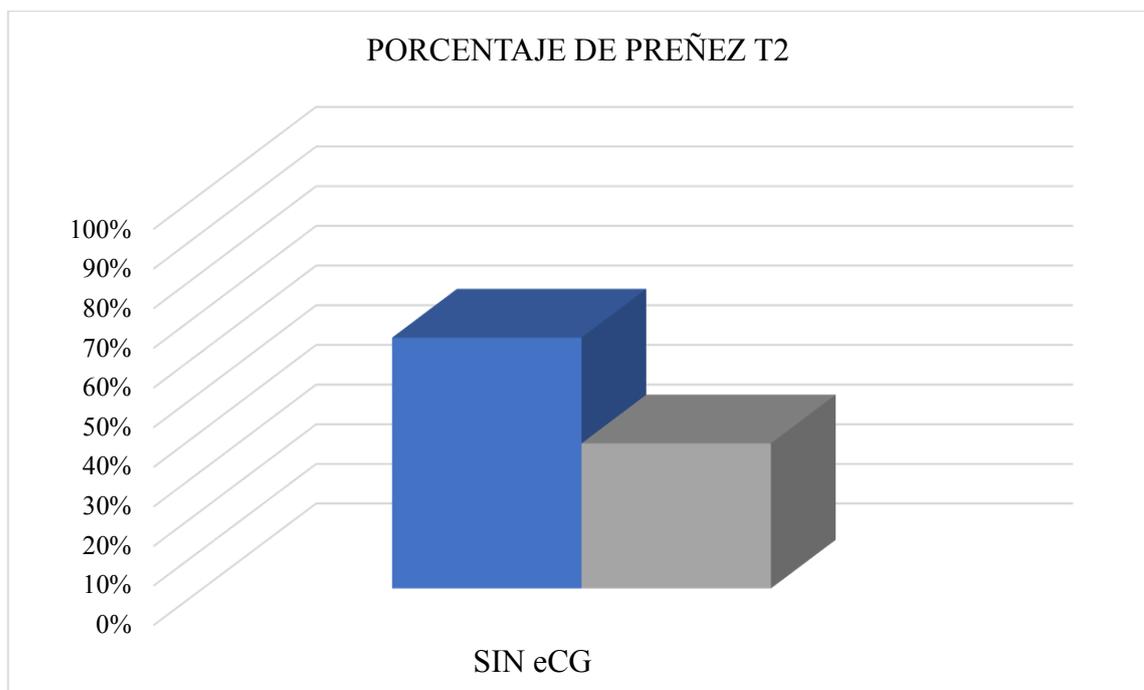
En el cuadro N°8 y en la figura N°6 se puede observar la presencia y la ausencia de la preñez en el total de las 60 unidades experimentales, el cual, en el T1 (con eCG) 23 animales resultaron preñadas y 7 no respondieron, mientras que en el T2 (sin eCG), 19 resultaron preñadas y 11 no respondieron.

FIGURA N° 8 PORCENTAJE DE PREÑEZ CON LA APLICACIÓN DE 400 UI DE eCG



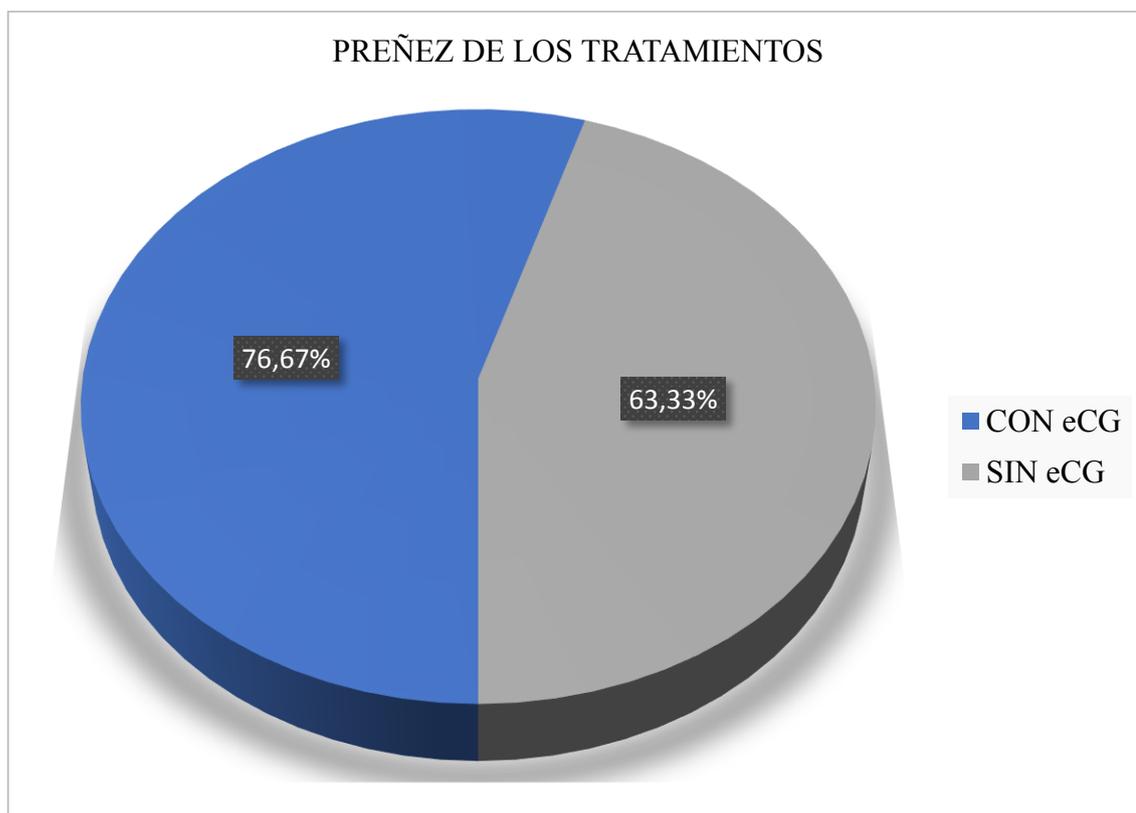
En la figura N°7 se puede observar que el porcentaje de preñez aplicando un protocolo de sincronización de celo para IATF más la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG) en el día 8 es de un 76,67% y la ausencia de preñez corresponde a un 23,33%.

FIGURA N° 9 PORCENTAJE DE PREÑEZ SIN LA APLICACIÓN DE ECG



En la figura N°8 se puede observar que el porcentaje de preñez aplicando un protocolo de sincronización de celo para IATF sin la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG) es de un 63,33% y la ausencia de preñez corresponde a un 36,67%.

FIGURA N° 10 PORCENTAJE DE VACAS PREÑADAS DE LOS TRATAMIENTOS



En la figura N°9 se puede apreciar el porcentaje de preñez de los dos tratamientos, el cual el porcentaje de fertilidad en el T1 (con eCG) es de un 76,67% de preñez, siendo superior al porcentaje de fertilidad que presenta el T2 (sin eCG) que corresponde a un 63,33% de concepción.

4.2. ANÁLISIS T DE STUDENT PAREADO

Al realizar el diseño estadístico t de student con el mismo número de repeticiones, distribuidos en dos tratamientos, T1 (eCG) y T2 (eCG), se considera que la presencia de preñez es= 1 y para la ausencia es= 0, y en base a estos datos se transformó los valores ($\sqrt{X + 0,5}$) debido a la variabilidad que se obtiene con los datos normales, esto con el fin de tener una mayor precisión en los resultados.

CUADRO N° 10 DISTRIBUCIÓN DE DATOS TRANSFORMADOS A ($\sqrt{X + 0,5}$)

T1 (con eCG)		T2 (sin eCG)	
SI	1.22	SI	1.22
SI	1.22	NO	0.71
SI	1.22	SI	1.22
SI	1.22	SI	1.22
SI	1.22	NO	0.71
SI	1.22	SI	1.22
NO	0.71	SI	1.22
SI	1.22	NO	0.71
NO	0.71	SI	1.22
SI	1.22	SI	1.22
SI	1.22	SI	1.22
SI	1.22	NO	0.71
NO	0.71	SI	1.22
SI	1.22	SI	1.22
SI	1.22	NO	0.71
NO	0.71	NO	0.71
SI	1.22	SI	1.22
SI	1.22	NO	0.71
SI	1.22	SI	1.22
SI	1.22	NO	0.71
SI	1.22	NO	0.71
SI	1.22	SI	1.22
SI	1.22	NO	0.71
SI	1.22	SI	1.22
SI	1.22	SI	1.22
NO	0.71	NO	0.71
NO	0.71	NO	0.71
SI	1.22	SI	1.22
NO	0.71	SI	1.22
SI	1.22	SI	1.22
SI	1.22	SI	1.22

En el cuadro N°9 se puede apreciar los datos que se obtuvieron en la investigación, el cual fueron tabulados y transformados para la realización estadística del diseño t de student con el mismo número de repeticiones.

CUADRO N° 11 DISEÑO ESTADÍSTICO T DE STUDENT PARA LA EVALUACIÓN DEL EFECTO DE ECG EN EL PORCENTAJE DE CONCEPCIÓN DE VACAS BRAHMAN

NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	T TAB	
T CAL	5%	1%
1.20 NS	1.69	2.45

$$S^2d = 0.003$$

$$Sd = 0.06$$

$$t = 1.20$$

$$CV = 5.60\%$$

Al realizar el análisis estadístico en una distribución t de student para el efecto de la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG) en la tasa de fertilidad con protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo en vacas Brahman a una altitud de 300 msnm, se obtiene un valor t calcular de 1.20, el cual es inferior a los valores t tabulares al 5% y al 1%, indicando que el valor obtenido no es significativo, en donde se rechaza la hipótesis alternativa de que los tratamientos se comportan de diferente manera y se acepta la hipótesis nula de que los tratamientos se comportan de la misma manera, lo que quiere decir que la hormona eCG no aumenta la tasa de preñez estadísticamente en vacas de raza Brahman.

En cuanto al coeficiente de variación, se obtiene un valor de 5.60%, el cual indica la confiabilidad de la investigación, esto de acuerdo a los rangos que se establecen para investigaciones de campo.

4.3.DISCUSIÓN

En la presente investigación, el porcentaje de preñez que se logró conseguir fue de 76.67% para el T1 y 63.33% para el T2 respectivamente. Al realizar el análisis estadístico t de student con valores transformados a $(\sqrt{X + 0,5})$ se obtiene un valor T calculado de 1.20, que al compararse con los valores T tabulares al 5% (1.69) y al 1% (2,45) es inferior, demostrando que no es significativo, por lo tanto, se rechaza la hipótesis alternativa que la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG) en el protocolo E2+P4+PGF2 α , aumenta el porcentaje de preñez en vacas de raza Brahman.

(Sagbay, 2012) señala en su investigación que el uso de la hormona eCG al momento de retirar el dispositivo intravaginal en vacas de raza Holstein, no existe un cambio significativo en los porcentajes de preñez, obteniendo el 70% en la inclusión de eCG y 53.33% en la no inclusión de la hormona.

(Orellana, 2015) Corrobora lo mencionado, que la fertilidad en vacas de raza Brown Swiss, aplicando los mismos protocolos, no es significativo, ya que el porcentaje de preñez que se alcanzó fue del 60% (con eCG) y el 40% (sin eCG), tomando en cuenta que el número de animales fue del 50% en comparación a las otras investigaciones.

(Gárnica, 2012) Menciona en su estudio con respecto a la ovulación, si bien no mejoró el diámetro folicular como se planteó, sin embargo, sobrepasó la expectativa supuesta en la hipótesis (incremento del 20%) para la ovulación en un 35% en vacas Holstein manejadas en óptimas condiciones nutricionales y de salud.

Estos resultados son reafirmados por (BO, 2009) en donde menciona que, cuando se ha usado eCG junto con P4+EB en protocolos de IATF en vacas en buena condición corporal los porcentajes de preñez no se incrementaron con respecto a los grupos que no recibieron la eCG.

4.4. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS

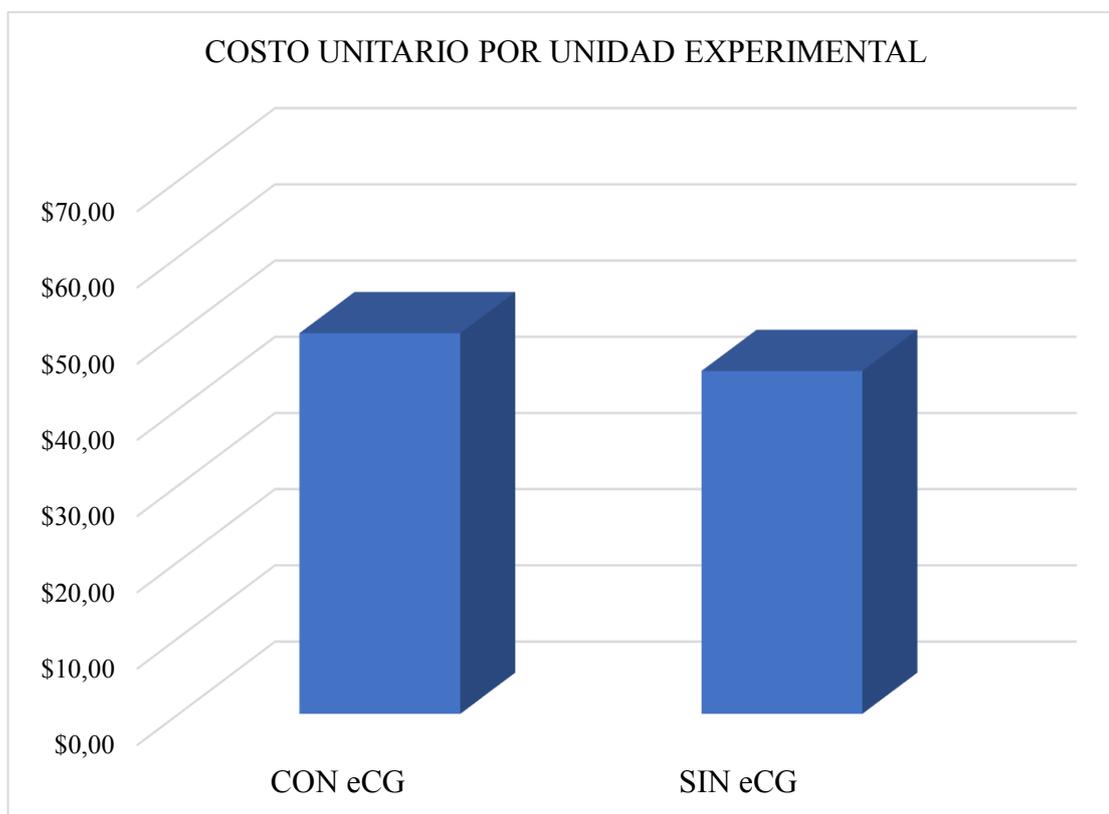
4.4.1. ANÁLISIS DE LOS COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS DEL TRATAMIENTO POR UNIDAD EXPERIMENTAL

CUADRO N° 12 COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS DEL TRATAMIENTO POR UNIDAD EXPERIMENTAL

DESCRIPCIÓN	T1 (con eCG)	T2 (sin eCG)
Dispositivo intravaginal (Sincrogest)	10,80	10,80
Benzoato de estradiol (Sincrodiol)	0,84	0,84
Prostaglandina (Sincrocio)	2,36	2,36
eCG (Sincro eCG)	4,80	0
Jeringuilla 3 ml	0,60	0,45
Pajuela	10,00	10,00
Catéter de inseminación	0,14	0,14
Camisa sanitaria	0,05	0,05
Lubricante	0,10	0,10
Guante ginecológico	0,20	0,20
Toalla absorbente	0,03	0,03
Mano de obra	20,00	20,00
TOTAL	49,92	44,97

Al observar en el cuadro N°11, el costo por unidad experimental para el T1 (con eCG) corresponde a un valor de \$ 49,92, mientras que en el T2 (sin eCG) el total del costo es de \$ 44,97, siendo superior el costo unitario del T1, con una diferencia económica de \$ 4,95.

FIGURA N° 11 COSTOS DEL TRATAMIENTO POR UNIDAD EXPERIMENTAL



En la figura N°10 se puede observar los costos unitarios por tratamiento, en donde se evidencia que el T1 (con eCG), es superior con una diferencia de \$ 4,95 con el T2 (sin eCG).

CUADRO N° 13 COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

TRATAMIENTOS	COSTO UNITARIO	N° DE UNIDADES EXPERIMENTALES	COSTO TOTAL
T1 (CON eCG)	49,92	30	1497,60
T2 (SIN eCG)	44,97	30	1349,10

En el cuadro N°11 se observan los costos unitarios por unidad experimental y el costo total de cada tratamiento con 30 unidades experimentales cada uno, en donde existe una diferencia de \$ 148,50 de T1 con el T2.

4.4.2. CONSIDERACIONES PARA EL ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO

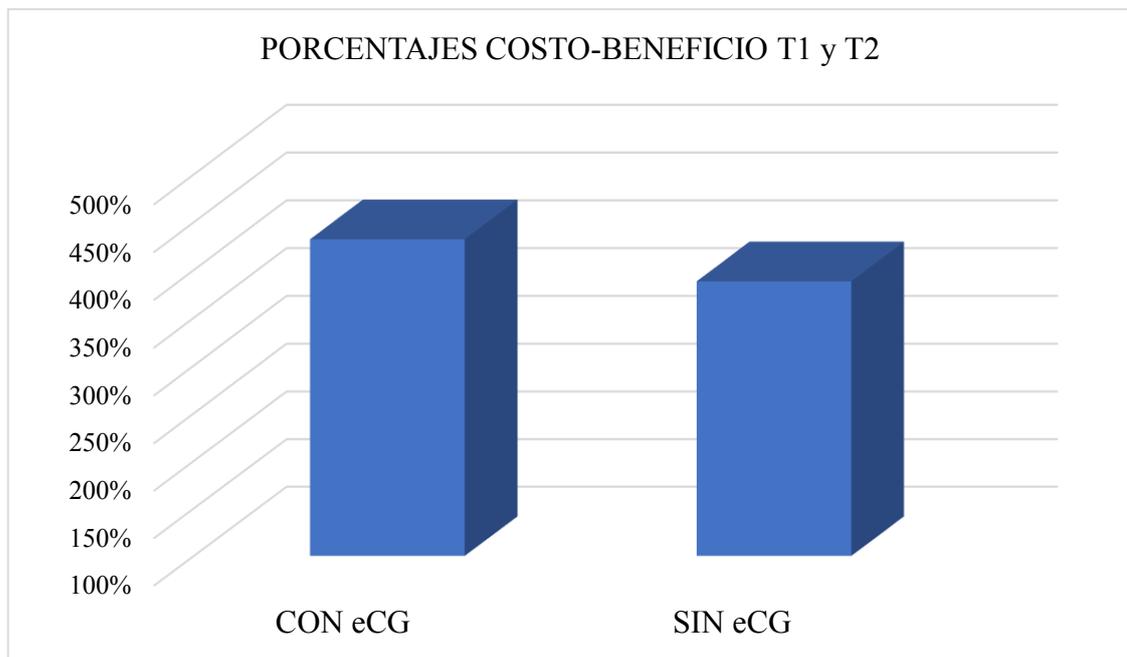
- Se consideró el costo por animal dependiendo el tipo de tratamiento sin eCG o con eCG.
- Se asume el porcentaje de preñez por experimento, 76.67% para el T1 y de 63,33% para el T2.
- Se consideró el precio de cada cría, el cual es comercializada al momento del destete a los 7-8 meses de edad, en hembras destinadas a engorde \$ 350, hembras destinadas para futuras madres \$ 600, machos destinados para engorde \$ 500, y como toro reproductor \$800, todo esto asumiendo una proporción equitativa del 50% con respecto al sexo de la cría.
- Se asume el 1% de mortalidad en las crías, en su etapa de crecimiento, hasta el momento del destete.

CUADRO N° 14 ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

	T1 (CON eCG)	T2 (SIN eCG)
TOTAL INGRESOS	\$ 7.969,85	\$ 6.583,50
TOTAL EGRESOS	\$ 1.497,60	\$ 1.349,10
TOTAL BENEFICIO	\$ 6.472,25	\$ 5.234,40
PORCENTAJE DEL BENEFICIO	432%	388%

En el cuadro N°12, se puede apreciar el análisis costo beneficio de la investigación, considerando los precios de las diferentes crías al momento del destete, en donde se puede concluir que existe una diferencia del 44% en el redito económico de incluir la hormona eCG al protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo E2-P4-PGF2 α .

FIGURA N° 12 PORCENTAJES COSTO-BENEFICIO DE LOS TRATAMIENTOS



En la Figura N°11 se observan los porcentajes del análisis costo-beneficio de los tratamientos, para T1 el porcentaje de ganancia es del 432% mientras que para el T2 el porcentaje de ganancia es del 388%. Teniendo en consideración estos resultados, se puede concluir que el T2 genera una ganancia mayor que el T1.

5. CONCLUSIONES

El porcentaje de preñez obtenido en el tratamiento 1 con la adición de la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG) fue de 76,67% y en el tratamiento 2 sin la adición de la hormona fue de 63,33%, lo que demuestra una mayor tasa de fertilidad en el T1.

Al comparar los resultados, se puede mencionar que la inclusión de la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG) en el protocolo IATF, aplicada en vacas de una condición corporal adecuada no aumenta el porcentaje de concepción.

En cuanto a la altitud de la zona de estudio, en donde se pretendía alguna diferencia significativa, se obtienen resultados similares a otras investigaciones aplicadas en condiciones diferentes, concluyendo que el problema radica en la condición corporal de los animales.

En el análisis Costo-Beneficio existe una diferencia económica del 44% en el rédito económico de los tratamientos, demostrando la viabilidad económica de incluir la hormona eCG en el protocolo E2-P4-PGF2 α .

6. RECOMENDACIONES

Aplicar la hormona gonadotropina coriónica equina eCG en protocolos E2-P4-PGF2 α , preferiblemente al momento del retiro del dispositivo intravaginal, especialmente en vacas con condiciones corporales comprometidas.

Se recomienda principalmente llevar un correcto registro sanitario del hato ganadero, el cual consta que todos los animales estén desparasitados, vitaminados y vacunados (especialmente IBR), esto previo a un protocolo IATF.

En caso de sospechar la caída del dispositivo intravaginal, realizar un chequeo ginecológico para la comprobación del mismo.

Previo a la inseminación artificial realizar un análisis de la calidad seminal de las pajuelas a utilizar mediante un microscopio.

Profundizar más investigaciones sobre el uso de esta hormona en diferentes razas en nuestro país por el motivo que se han visto factores importantes por el cambio de clima.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, V. (2007). *Compendio de reproducción animal*. Obtenido de https://www.sinervia.com/library_files/503416277_Compendio%20Reproduccion%20Animal%20Intervet.pdf
- Añez, J. C. (2001). *Hormonas de la reproducción bovina*. Venezuela: AVPA.
- Baruselli, E. (2010). *Actualización sobre protocolos de IATF en bovinos de leche utilizando dispositivos con progesterona*. Obtenido de http://www6.produccionbovina.com/?s_token=1576824336.0044158327&uuiid=1576824336.0044158327&searchbox=1&showDomain=1&tdfs=1
- Botana, L. (2002). *Farmacología y Terapéutica Veterinaria*. España: McGRAW-HILL INTERAMERICANA DE ESPAÑA.
- Bru, N. D. (1992). *Principios básicos de la ecografía*. Madrid: FVM.
- Cerón, J. H. (2016). *Fisiología Clínica de la Reproducción Bovina*. México: UNAM.
- Chile, F. (2008). *MANUAL DE PRODUCCIÓN BOVINA*. Chile: INDAP.
- Cifuentes, I. D., & Lamus, Y. A. (2007). *DINAMICA FOLICULAR EN HEMBRAS BOVINAS CEBUINAS SINCRONIZADAS MEDIANTE DISPOSITIVO INTRAVAGINAL NUEVO Y USADO*. Bogotá: UDS.
- Dominguez, C. (18 de Mayo de 2012). *Inducción y sincronización del celo en novillas*. Obtenido de <http://62.174.80.130/articulos/n168/A16806.pdf>
- Dután, D. J. (2013). *EFICACIA DE LA PROSTAGLANDINA Y BENZOATO DE ESTRADIOL PARA LA SINCRONIZACIÓN DE CELO EN VACONAS*. Cuenca: UDC.
- Enoel, A. C. (2011). *Efecto de la Somatotropina Recombinante Bovina (rBST) sobre la concepción en vacas Jersey*. Cuenca.

- Fátima, L. (2012). *La expresión génica global en el cuerpo lúteo bovino se altera después de tratamientos estimulantes y superovulatorios*. Sao Paulo: Europe PMMC.
- Fernández, M. (2008). *El ciclo estral de la vaca*. Zaragoza: Servet.
- Ganchou, F. P., & Belloso E. S. (2002). *Tratamiento del anestro postparto con progesterona intravaginal mas eCG en vacas mestizas tropicales*. Trujillo-Venezuela.
- Gaona, M. G. (18 de Julio de 2012). *Manual de reproducción bovina*. Obtenido de <http://reproduccionbovina-mgrg.blogspot.com/2012/07/>
- Gárnica, P. (2012). *EFEECTO DE LA GONADOTROPINA CORIÓNICA EQUINA (eCG) EN LA OVULACIÓN CON PROTOCOLOS DE IATF EN VACAS HOLSTEIN POSPARTO*. Cuenca: UDC.
- Ginther, O. (1996). Selection of the dominant follicle in cattle. *Biol Reprod*, 55.
- González, G. (30 de Septiembre de 2011). *Reproducción*. Obtenido de <http://mvz.unipaz.edu.co/textos/preproduccion/bovinos.pdf>
- Gonzalez, K. (10 de Enero de 2019). *La raza de ganado Brahman*. Obtenido de https://zoovetesmpasion.com/ganaderia/razas-bovina/la-raza-de-ganado-brahman/#raza_de_ganado_brahman
- Gonzalez, M. & Ruiz, E. (2010). *Comportamiento Sexual de Vacas Brahman en una Región del Caribe Colombiano*. Colombia: Scielo.
- Gutiérrez, D. & Báez, G. (2013). *LA ULTRASONOGRAFÍA EN BOVINOS*. Cúcuta-Colombia: ISSN.
- Hafez, E. (2002). *Reproducción e inseminación artificial en animales*. México: MCGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES.
- Hafez, E. S. (1993). *Reproducción e inseminación artificial en animales*. México: INTERAMERICANA.

- INTEC. (2016). *Manual del protagonista reproducción animal*. Nicaragua: JICA.
- Lucy, M. (1992). *Factores que afectan la dinamica folicular ovarica en ganado*. ANIMSCIE.
- Luque, H. (1993). *Regulacion Hormonal de los Ciclos Reproductivos*. México: RedMed.
- Maldonado, J., Agudelo, B. & Vásquez, A. (1997). Dinámica folicular en novillas y vacas Bos indicus y Bos taurus. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 67-74.
- Montaño, D. G. (19 de Septiembre de 2011). *Ganadería del siglo XXI*. Obtenido de <http://hdaavidgarciam.blogspot.com/2011/09/rinotraqueitis-infecciosa-bovina.html>
- Olivera, R. N. (2014). *Uso de gonadotropina coriónica equina en la sincronización de la ovulación y el mantenimiento de la gestación en vacas de carne*. Córdoba: IRAC.
- Orellana, S. (2015). *EFFECTO DE LA GONADOTROPINA CORIÓNICA EQUINA (ecG) EN LA TASA DE PREÑEZ CON PROTOCOLOS DE IATF EN VACAS BROWN SWIS*. Cuenca: UPS.
- Pardo, R. (15 de Diciembre de 2012). *Reproducción y Endocrinología*. Obtenido de www.veterinaria.org
- Plumb, D. (2010). *Manual de farmacología veterinaria*. Buenos Aires: InterMédica.
- Ramírez, F. D. (2013). *Inseminación y transferencia de embriones en animales de granja*. Colombia: Grupo Latino Editores.
- Roche, J. (1992). *Anestro posparto en vacas lecheras y de carne*. Dublín: Science.
- Rupérez, R. (2004). *APLICACIÓN DE LA ECOGRAFÍA EN LA REPRODUCCIÓN BOVINA*. Buenos Aires: Sitio argentino de producción animal.
- Sagbay, C. (2012). *EFFECTO DE LA GONADOTROPINA CORIONICA EQUINA (ecG) APLICADA AL MOMENTO DE RETIRAR EL DISPOSITIVO DE*

*PROGESTERONA (P4) SOBRE EL PORCENTAJE DE PREÑEZ EN VACAS
HOLSTEIN POST-PARTO.* Cuenca: UPS.

- Shearer. (2003). *Fisiología de la Reproducción Bovina*. Obtenido de http://axonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/criaysalud/36/cys_36_40-41_Fisiologia%20de%20la%20reproduccion%20bovina.pdf
- SINTEX. (2005). *Manejo Reproductivo en Bovinos de Carne*. Obtenido de http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/69-manejo_reproductivo_bovinos.pdf
- Sota, L. (2002). *Sincronización y Resincronización de Celos y de Ovulaciones en Ganado de Leche y Carne*. Bogotá.
- Sumano, H., & Ocampo, L. (1997). *Farmacología Veterinaria*. México: McGraw-Hill Interamericana.

8. ANEXOS

8.1. ANEXO 1. REGISTRO DE OBSERVACIÓN DEL TRATAMIENTO 1

REGISTRO DE OBSERVACIÓN TRATAMIENTO 1 (CON eCG)								
	N° VACA	EDAD		CC	N° PARTOS	ESTADO REPRODUCTIVO	CONDICIÓN	
		AÑOS	MESES				PREÑADA	NO PREÑADA
1	602	3		5	1	Normal	X	
2	4421	4		5	2	Normal	X	
3	6894	3		5	1	Vaginitis	X	
4	036	5		6	2	Normal	X	
5	868	5		5.5	2	Normal	X	
6	500	4		5	1	Normal	X	
7	4860	4	6	5	2	Normal		X
8	6889	3	5	5	1	Normal	X	
9	703	3	6	4.5	1	Normal		X
10	503	4		5	1	Normal	X	
11	700	3		6	1	Normal	X	
12	505	4		4	1	Normal	X	
13	506	5		4.5	2	Vaginitis		X
14	507	4		4.5	1	Normal	X	
15	582	5		6	2	Normal	X	
16	4852	8		6	6	Normal		X
17	714	3		5	0	Normal	X	
18	4476	8		6	6	Normal	X	
19	4882	8		6	6	Normal	X	
20	715	4		5	0	Normal	X	
21	716	3		5	0	Normal	X	
22	4416	7		6	5	Normal	X	
23	708	4		5	1	Normal	X	
24	4898	8		5	5	Normal	X	
25	707	4	6	5	1	Normal		X
26	705	4		5	1	Normal		X
27	4828	6		4	2	Normal	X	
28	4404	8		5	4	Normal		X
29	4830	8		4.5	7	Normal	X	
30	4403	6		5	3	Normal	X	
OBSERVACIONES								

8.2.ANEXO 2. REGISTRO DE OBSERVACIÓN DEL TRATAMIENTO 2

REGISTRO DE OBSERVACIÓN TRATAMIENTO 2 (SIN eCG)

	N° VACA	EDAD		CC	N° PARTOS	ESTADO REPRODUCTIVO	CONDICIÓN	
		AÑOS	MESES				PREÑADA	NO PREÑADA
1	396	8		5	5	Normal	X	
2	4887	8		5	5	Normal		X
3	4886	8		5	5	Normal	X	
4	4899	7		5.5	5	Normal	X	
5	7282	3		5	1	Normal		X
6	4891	8		6	6	Normal	X	
7	4864	8		6	6	Normal	X	
8	4870	8		5.5	7	Normal		X
9	7266	3		5	1	Normal	X	
10	4894	8		5.5	5	Normal	X	
11	4895	5		5	2	Normal	X	
12	430	7		5	4	Normal		X
13	435	4		5	2	Normal	X	
14	4892	8		5.5	7	Normal	X	
15	4896	8		5	2	Normal		X
16	712	3		5	0	Normal		X
17	713	3		5	0	Normal	X	
18	6834	2	3	5	0	Normal		X
19	4435	2	3	4.5	0	Normal	X	
20	4436	2	6	4.5	0	Normal		X
21	4430	2	6	5	0	Normal	X	
22	4426	2	7	5	0	Normal		X
23	4429	2	3	5	0	Normal	X	
24	6831	2	4	5	0	Normal	X	
25	4445	2	6	5	0	Normal		X
26	6900	2	3	5	0	Normal		X
27	4412	2	6	5	0	Normal	X	
28	4434	2	5	5	0	Normal	X	
29	4455	2	6	5	0	Normal	X	
30	4431	2	6	5	0	Normal	X	
OBSERVACIONES								

8.3. ANEXO 3. FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA N°1 HORMONAS DEL PROTOCOLO IATF

FOTOGRAFÍA N°2 HORMONA GONADOTROPINA CORIÓNICA EQUINA
(ECG)

FOTOGRAFÍA N°3 UNIDADES EXPERIMENTALES



FOTOGRAFÍA N°4 CONDICIÓN CORPORAL PROMEDIO DE LAS VACAS



FOTOGRAFÍA N°5 APLICACIÓN DEL DISPOSITIVO INTRAVAGINAL DÍA 0



FOTOGRAFÍA N°6 DEPÓSITO DEL DISPOSITIVO INTRAVAGINAL



FOTOGRAFÍA N°7 APLICACIÓN DEL BENZOATO DE ESTRADIOL DÍA 0



FOTOGRAFÍA N°8 VACAS POST APLICACIÓN DE LAS HORMONAS DÍA 0



FOTOGRAFÍA N°9 RETIRO DEL DISPOSITIVO INTRAVAGINAL DÍA 8



FOTOGRAFÍA N°10 DESINFECCIÓN DE DISPOSITIVOS INTRAVAGINALES



FOTOGRAFÍA N°11 APLICACIÓN DE PGF2A Y ECG DÍA 8



FOTOGRAFÍA N°12 MANIFESTACIÓN DE CELO TRATAMIENTO 1



FOTOGRAFÍA N°13 MANIFESTACIÓN DE CELO TRATAMIENTO 2



FOTOGRAFÍA N°14 INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO DÍA 10



FOTOGRAFÍA N°15 PAJUELAS MR CSQB 062/04



FOTOGRAFÍA N°16 VACAS POST INSEMINACIÓN



FOTOGRAFÍA N°17 CHEQUEO GINECOLÓGICO A LOS 45 DÍAS POST

INSEMINACIÓN



FOTOGRAFÍA N°18 PREÑEZ

