

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Tesis previa a la obtención del título de
Médico Veterinario Zootecnista

TÍTULO

**“EFECTO 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”**

AUTOR:

Cristhian Fabián Sagbay D.

DIRECTOR:

Dr. Patricio Garnica M.

CUENCA – ECUADOR

2012

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD DEL PROFESOR

El presente trabajo de investigación titulado “EFECTO 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”, ha sido revisado en la fase de campo como también en el documento final con absoluta claridad por cuanto doy confiabilidad de los resultados obtenidos.



.....
Dr. Patricio Garnica M.
DIRECTOR DE TESIS

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo Cristhian Sagbay Díaz, declaro que los conceptos, análisis y las conclusiones establecidas en el presente trabajo de investigación son de exclusiva autoría, responsabilizándome de todos los datos obtenidos en dicha investigación y autorizo a la Universidad Politécnica Salesiana el uso de la mismas para fines académicos.



.....
Cristhian Sagbay Díaz

AUTOR

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación y esfuerzo dedico a mis padres Félix Sagbay, y Diana Díaz, las personas que me enseñaron a alcanzar y cumplir cada uno de mis objetivos depositando toda su confianza en mí para que no exista ningún obstáculo e impedimento tanto para la realización de este trabajo de investigación como para cumplir la meta de la culminación de mis estudios universitarios.

A mi hermana Diana Sagbay por estar siempre conmigo, ser un apoyo y fortaleza para seguir adelante.

También quiero dedicar este trabajo a mis profesores de la carrera como al Dr. Patricio Garnica, a la Dra. Mónica Brito, Dr. Cornelio Rosales, Dr. Pablo Guillen, Ing. Pedro Webster, que cada día en las aulas fueron compartiendo sus conocimientos y experiencias para ir formando a un grupo de jóvenes capaces, que puedan desenvolverse ante la sociedad.

A mis amigos por estar presentes en el momento oportuno y poder contar con ellos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primera instancia a Dios por darme la oportunidad de disfrutar de la vida, y a mis padres por estar conmigo apoyándome incondicionalmente a lo largo de mi trayectoria estudiantil y poder llegar a cumplir tanto mis objetivos como metas.

También quiero agradecer a mi director de tesis al Dr. Patricio Garnica por dedicar parte de su valioso tiempo en el desarrollo de mi trabajo de investigación, finalmente quiero agradecer a mis profesores por haber compartido sus conocimientos en las aulas de estudio y a mis compañeros porque me ayudaron para poder salir adelante con mi trabajo de grado.

TÍTULO:

“EFECTO 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”

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	13
INTRODUCCIÓN	16
CAPÍTULO I.....	18
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	18
2. JUSTIFICACIÓN.	19
3. OBJETIVOS.	20
3.1. Objetivo general.....	20
3.2. Objetivos específicos.	20
CAPÍTULO II.	21
2. MARCO TEÓRICO.	21
2.1. CICLO ESTRAL DEL BOVINO.	21
2.1.1. Proestro.	21
2.1.2. Estro o Celo.	21
2.1.3. Metaestro.	21
2.1.4. Diestro.....	21
2.2. CONTROL NEUROENDÓCRINO DEL CICLO ESTRAL.....	23
2.2.1. Hipotálamo.....	23
2.2.2. Hipófisis.....	23
2.2.3. Ovarios.....	24
2.2.4. Útero.	24
2.3. ENDOCRINOLOGÍA DEL DESARROLLO FOLICULAR.	27
2.3.1. El reclutamiento.....	27
2.3.2. Selección del folículo dominante.....	28
2.3.3. Folículo dominante seleccionado.....	29
2.4. HORMONAS DE LA REPRODUCCIÓN.	31
2.4.1. Hormona folículo estimulante (FSH).	31
2.4.2. Hormona luteinizante (LH).....	31
2.4.3. Estrógenos.....	31
2.4.3.1. Farmacocinética.....	32
2.4.3.2. Mecanismo de secreción.	32
2.4.4. Progestágenos.	33
2.4.4.1. Mecanismo de acción.	34

2.4.4.2.	Farmacocinética.....	34
2.4.4.3.	Farmacodinámica.	34
2.4.4.4.	Dispositivo intravaginal de progesterona.	35
2.4.5.	Prostaglandinas.	36
2.4.5.1.	Mecanismo de acción.	37
2.4.5.2.	Prostaglandina F2 α (PGF2 α).	37
2.4.5.3.	Farmacodinámica.	38
2.4.5.4.	Farmacocinética.....	38
2.5.	GONADOTROPINA CORIÓNICA EQUINA (eCG).....	39
2.5.1.	Mecanismo de acción.....	41
2.5.2.	Efecto de la eCG en los porcentajes de preñez.	42
2.6.	PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN ESTRAL.	43
2.7.	TIPOS DE PROTOCOLOS DE INSEMINACIÓN.	44
2.7.1.	PROTOCOLOS CON PROGESTÁGENOS.....	44
2.7.1.1.1.	Bloqueo a través de la administración de MGA (Acetato de Melengestrol).	44
2.7.1.1.2.	Bloqueo a través del implante subcutáneo de norgestomet.....	44
2.7.1.1.3.	Bloqueo a través de la utilización de dispositivos intravaginales. ...	45
2.7.2.	PROTOCOLOS CON PROSTAGLANDINAS.	46
2.7.2.1.1.	Doble aplicación de prostaglandinas en la totalidad de los animales. 46	
2.7.2.1.2.	Doble aplicación de Prostaglandina con inseminación después de la primera y segunda dosis.....	46
2.7.2.1.3.	Aplicación única de prostaglandina después de un periodo de observación de celos.	46
2.8.	ECOGRAFÍA REPRODUCTIVA.	47
2.9.	APLICACIÓN EN REPRODUCCIÓN ANIMAL.	48
2.10.	MODO DE EXPLORACIÓN.	48
2.11.	DIAGNÓSTICO DE GESTACIÓN.....	49
2.12.	GESTACIÓN.	50
2.12.1.	Reconocimiento materno de la gestación.	50
2.13.	FALLA EN LA CONCEPCIÓN EN EL GANADO LECHERO.	51
	CAPÍTULO III.	52
3.	HIPÓTESIS.	52

3.1.	Hipótesis nula.....	52
3.2.	Hipótesis alternativa.....	52
3.3.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	52
3.3.1.	Variables independientes.....	52
3.3.2.	Variables dependientes.....	52
3.3.3.	INDICADORES.....	53
CAPÍTULO IV.....		54
4.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	54
4.1.	Población.....	54
4.2.	Diseño experimental.....	54
4.3.	Lote de experimento.....	54
CAPÍTULO V.....		55
5.	MARCO METODOLÓGICO.....	55
5.1.	DELIMITACIÓN.....	55
5.1.1.	Temporal.....	55
5.1.2.	Espacial.....	55
5.1.3.	Académica.....	56
CAPÍTULO V.....		57
6.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	57
6.1.	MÉTODOS.....	57
6.1.1.	MÉTODO.....	57
6.2.	PROCESO.....	57
6.3.	TÉCNICA.....	57
6.4.	PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO.....	58
6.4.1.	IDENTIFICACIÓN DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES.....	58
6.4.2.	LOTIZACIÓN DEL REJO.....	58
6.4.3.	APLICACIÓN DE LOS PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN.....	58
6.4.4.	CHEQUEO GINECOLÓGICO Y TOMA DE DATOS.....	59
6.4.5.	ANÁLISIS Y TABULACIÓN DE DATOS.....	59
6.5.	EQUIPOS Y MATERIALES.....	60
6.5.1.	De oficina.....	60
6.5.2.	De campo.....	61
6.6.	MARCO LOGÍSTICO.....	62

6.6.1. Recursos financieros.....	62
6.6.2. Recursos humanos.....	62
6.6.3. Recursos Institucionales.....	62
CAPÍTULO VI.....	63
7. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	63
7.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	63
7.2.2. Costos unitarios.....	67
7.2.3. Comparación de indicadores económico.....	67
7.2.4. El valor neto de los tratamientos.....	68
7.2.5. Análisis de la Relación Beneficio/Costo.....	69
7.2.6. Análisis de la relación Costo/Beneficio.....	69
CONCLUSIONES.....	71
RECOMENDACIONES.....	72
ANEXOS.....	73
BIBLIOGRAFÍA.....	85

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1 Funciones principales de las hormonas que intervienen directamente en la reproducción.....	25
Cuadro N° 2. eCG (gonadotropina coriónica equina)	52
Cuadro N° 3. Preñez	52
Cuadro N° 4 Distribución de los animales por tratamiento.....	54
Cuadro N° 5. Equipos de Oficina.	60
Cuadro N° 6. Equipos de Campo.	61
Cuadro N° 7. Resultados obtenidos en la investigación.....	63
Cuadro N° 9 ADEVA para porcentajes de preñez de tratamientos.....	65
Cuadro N° 10 Costos por tratamiento.	67
Cuadro N° 11 Indicadores económicos (valores unitarios en USD).....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Etapas del ciclo estral del Bovino.....	22
Figura: N° 2 Hormonas del Ciclo Estral	23
Figura N° 3 Interrelaciones en el control de la función reproductora de la hembra. .	26
Figura N° 4 Eje Hipotálamo-Hipófisis-Ovario.	27
Figura N° 5 Dinámica Folicular.	30
Figura N° 6 Desarrollo Folicular.....	30
Figura N° 7 Ecografía del Aparato Reproductor de la Hembra.	47
Figura N° 8 Gestación de 35 días	49
Figura N° 9 Croquis del Lugar de la Investigación.....	56
Figura N° 10. Protocolo de sincronización de celo para T1.....	59
Figura N° 11. Protocolo de sincronización de celo para T2.....	59
Figura N° 12 Vacas Preñadas y no Preñadas (T1 y T2).	63
Figura N° 13. Total de Vacas Preñadas de T1 y T2.	64
Figura N° 15 Relación Beneficio/Costo de Tratamientos	69
Figura N° 16 Relación Costo/Beneficio de los Tratamientos.	70

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la hacienda el Cortijo ubicada en el cantón Biblián, en la parroquia Jerusalén caracterizada por una zona productora de leche en la hacienda se identificaron sesenta vacas Holstein para la investigación. Todas las vacas se encontraron en las mismas condiciones de manejo, alimentación, condición corporal entre 2,5 a 3,5, un periodo post parto entre 45 a 120 días y un promedio de partos de 2 a 4 partos.

Las sesenta vacas Holstein de la investigación se dividieron en dos grupos cada uno conformado por 30 vacas donde se consideró al Tratamiento 1 (T1) la aplicación de eCG y al Tratamiento 2 (T2) sin la aplicación de eCG, cada tratamiento fue compuesto por seis réplicas cada réplica conformada por cinco animales.

En el protocolo de sincronización de celo de las vacas del Tratamiento 1 se aplicó con la aplicación de Benzoato de Estradiol (BE) + Dispositivo intravaginal CIDR (P4) + PGF2 α (Estrumate), con la aplicación de 400 UI de eCG, mientras que el tratamiento 2 se aplicó BE + P4 + PGF2 α sin la adición de eCG. Después de 45 días se realizó el chequeo ginecológico para determinar el porcentaje de preñez en las vacas de la investigación, donde se observó que en T1 se presentó un 83% de preñez mientras que en T2 hubo un 70% de preñez, donde se pudo considerar un incremento de 19,33% de preñez por parte del T1 que estadísticamente se considera como no significativo.

En el cálculo del ADEVA se obtuvo un Coeficiente de Variación del 22,10% que nos indica que la investigación se encuentra dentro de los márgenes de tolerancia para el diseño utilizado. El Análisis de Varianza dio a conocer que el valor calculado no supera a los valores tabulares por lo tanto las diferencias de preñez de las vacas de los tratamientos no son significativas, por lo que se acepta la hipótesis nula que con el uso de la eCG al momento de retirar los dispositivos intravaginales de progesterona (CIDR), no existen cambios significativos en los porcentajes de preñez.

Por parte del análisis económico se puede considerar como una alternativa la adición de eCG dentro de un protocolo de sincronización de celos, dicho análisis dio a

conocer que resulta más costoso preñar a una vaca sin la adición de eCG, ya que en T1 presentó un costo de \$ 51,06 mientras que T2 \$ 57,71 de los costos directos de la práctica.

SUMMARY

This research was conducted on the farm Cortijo Biblián located in the canton, in the parish Jerusalem characterized by a milk producing area in the farm sixty Holstein cows were identified for investigation. All cows were in the same conditions of handling, feeding, body condition score of 2.5 to 3.5, a postpartum period from 45 to 120 days and an average delivery 2 to 4 deliveries.

The sixty research Holstein cows were divided into two groups each consisting of 30 cows which were considered to Treatment 1 (T1) the application of eCG and Treatment 2 (T2) without the application of eCG, each treatment was composed of six replicas each replica consists of five animals.

The estrus synchronization protocol of the Treatment 1 consisted of cows with the application of estradiol benzoate (EB) + CIDR intravaginal device (P4) + PGF2a (Estrumate) with the application of 400 IU of eCG, while treatment 2 applied BE + P4 + PGF2a without the addition of eCG. After 45 days gynecological screening was performed to determine the pregnancy rate in cows of the research, which was observed in T1 was presented with 83% of pregnancy while in T2 was 70% of pregnancy, which might be considered an increase of 19.33% of pregnancy by the T1 is considered statistically insignificant.

In calculating the ANOVA yielded a coefficient of variation of 22.10% which indicates that research is within the tolerances for the design used. The ANOVA revealed that the calculated value does not exceed the tabular values therefore differences cow pregnancy treatments are not significant, so the null hypothesis is accepted that the use of eCG time of removal of progesterone intravaginal devices (CIDR), no significant changes in pregnancy rates.

By the economic analysis can be considered as an alternative to the addition of eCG in an estrus synchronization protocol, such analysis revealed that it is more expensive to impregnate a cow without the addition of eCG, and that a cost for T1 \$ 51.06 to \$ 57.71 T2 while the direct costs of the practice.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la ganadería bovina es una de las actividades que se ha caracterizado por generar un desarrollo socio-económico, en el cual existe una búsqueda constante de nuevas alternativas y tecnologías para incrementar la eficiencia reproductiva de los hatos ganaderos.

Considerando que la eficiencia reproductiva es el parámetro fundamental para consolidar el crecimiento y rentabilidad de una ganadería, dicha eficiencia puede verse afectada por múltiples factores tales como, nutricionales, trastornos reproductivos, problemas metabólicos, medio ambientales, ineficiencia en detección de celos.

Con la ayuda de un programa de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) se trata de remediar dichos problemas en especial con la detección de celos, estos programas están conformados por la aplicación de hormonas como progestágenos, estrógenos, prostaglandinas, que tienen como finalidad la manipulación del ciclo estral de los bovinos para poder manejar la ovulación y preñez.

Estos protocolos de sincronización de celo, han demostrado que tienen una eficiencia de un 35% de preñez por lo cual ha generado interés para buscar variaciones o combinaciones dentro de los tratamientos de sincronización como la adición de la eCG.

La eCG al administrar algunas horas previo a la ovulación estimula el crecimiento folicular a través de su acción FSH y LH, aumenta el tamaño del folículo preovulatorio, incrementa las concentraciones plasmáticas de progesterona luego de la ovulación, mejorando así el desarrollo embrionario y el mantenimiento de la preñez (Baruselli et al., 2004).

Los resultados obtenidos de esta investigación van a ser de gran importancia para la reproducción bovina, considerando como una opción el aplicar este tratamiento para tratar de mejorar los índices de preñez dentro de las explotaciones ganaderas.

El objetivo de esta investigación fue comparar el comportamiento de dos tipos de protocolos de sincronización de celo, conformados con BE + P4 y PGF2 α con la adición de eCG en T1 mientras que en T2 no se aplica dicha hormona, para establecer cuál de los dos tratamientos presentan mejores resultados en cuanto a preñez.

CAPÍTULO I.

1. PLANTEAMIENTO 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 en un porcentaje de hasta un 50% de efectividad en relación a la preñez, dando a conocer una pauta que nos ayuda a generar la búsqueda de nuevas alternativas para tratar de incrementar el porcentaje de preñez.

2. JUSTIFICACIÓN.

De acuerdo a los bajos porcentajes de preñez obtenidos en la diferentes explotaciones ganaderas ha generado un efecto negativo que han llevado a buscar las alternativas más apropiadas para poder generar e incrementar los índices de preñez y obtener mejores resultados.

Considerando que la reproducción mediante monta natural puede generar riesgos por el hecho que se puede provocar la diseminación de enfermedades de transmisión sexual, y no se podría controlar o llevar un seguimiento exacto del animal en gestación.

Mientras que con la Inseminación artificial a tiempo fijo juntamente con la acción de la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG) podríamos elevar los porcentajes de preñez mediante su mecanismo de acción dentro de una protocolo de sincronización de celo y consigo se podría llevar registros, programar partos, evitar diseminación de enfermedades, mejorar genéticamente nuestro hato ganadero.

Los resultados finales de la investigación van a favorecer y enriquecer a los ganaderos y personas involucradas con el tema como médicos veterinarios los que van a tener como referencia información que les podría ayudar a tomar decisiones y mejorar las condiciones de un hato ganadero.

3. OBJETIVOS.

3.1. Objetivo general.

- Evaluar efecto de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) en los porcentajes de preñez en los protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).

3.2. Objetivos específicos.

- Evaluar el efecto de la gonadotropina coriónica equina (eCG) al momento de retirar los dispositivos intravaginales de progesterona en relación a los porcentajes de preñez.
- Determinar un análisis de costo/beneficio.

CAPÍTULO II.

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. CICLO ESTRAL DEL BOVINO.

GASQUE, Ramón (2008)¹⁷ manifiesta que: “Los ciclos estrales regulares de las vacas adultas tienen una duración promedio de 21 días y presentan 4 etapas: proestro, estro, metaestro y diestro”.

2.1.1. Proestro.

GARCÍA, Javier (2010)¹⁵ indica que: Tiene una duración de 3 a 4 días. Durante esta fase se observa la regresión del cuerpo lúteo del ciclo anterior, la secreción creciente de FSH con el consiguiente desarrollo de un nuevo folículo. Se inicia la secreción de estrógenos.

2.1.2. Estro o Celo.

Su duración es de 6 a 30 horas. El folículo está maduro bajo la influencia de la FSH y la secreción de estrógenos es abundante. Durante esta fase la hembra acepta ser cubierta por el macho o debe ser inseminada porque en esta etapa se presenta la ovulación. El óvulo pasa al oviducto para encontrarse con los espermatozoides y se produzca la fecundación.

2.1.3. Metaestro.

Tiene una duración de 3 a 4 días. Durante esta fase se inicia la formación del cuerpo lúteo bajo la influencia de la LH, disminuye rápidamente los niveles de estrógenos y se inicia el silencio genital con la producción creciente de progesterona.

2.1.4. Diestro.

GONZÁLEZ, Gustavo (2006)¹⁸ señala que: al 5to día se observa un CL maduro. Las concentraciones en la sangre de P4 son mayores a 1 ng/ml.

¹⁷GASQUE, Ramón, “Reproducción Bovina”, ENCICLOPEDIA BOVINA, 1^{ra} edición, UNAM, 2008, Pág. 392.

¹⁵GARCIA Javier, *Visión Fisiología de la Reproducción Bovina*, CIGAL, 2010, Disponible desde: <http://www.cigal.biz/ponencias/23junio.pdf>, Pág. 5

¹⁸GONZÁLEZ Gustavo, *Reproducción*, Virbac, N° 15, 2006, Disponible desde: <http://mvz.unipaz.edu.co/textos/preproduccion/bovinos.pdf>, Pág. 3

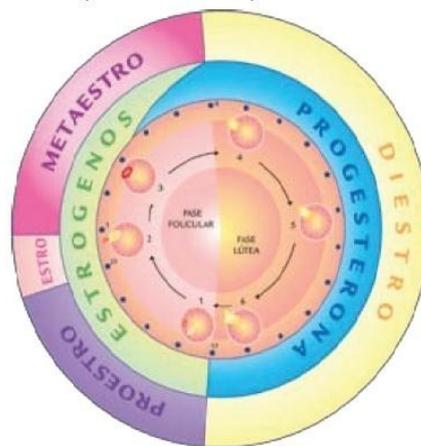
El diestro continúa hasta el día 14, la P4 es responsable de la formación del endometrio para el establecimiento y mantenimiento de la gestación.

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 la cérvix evitando la entrada de agentes extraños al útero.

También estimula en la glándula mamaria la síntesis alveolar y la secreción láctea.

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 prostaglandina F2 α . De esta forma la oxitocina producida por el CL estimulará la secreción de PGF2 α 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 y comenzando el proestro.

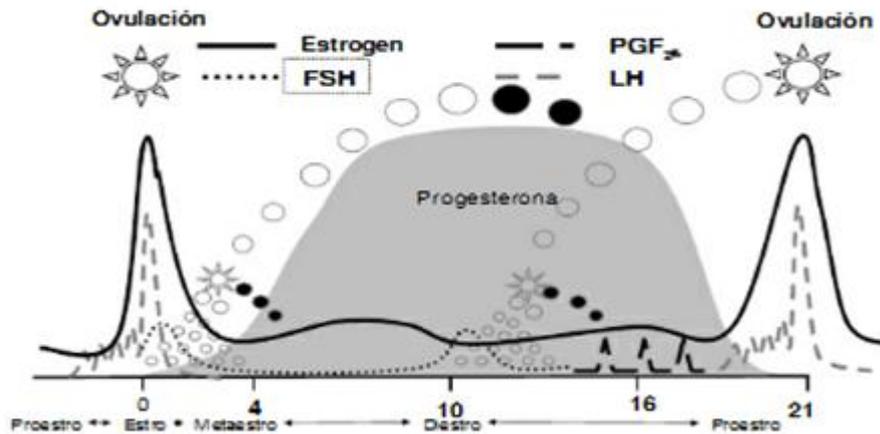
Figura N° 1. Etapas del ciclo estral del Bovino



Fuente: GONZÁLEZ, Gustavo (2006)¹⁸

¹⁸GONZÁLEZ, Gustavo. Art. Cit. Pág. 3

Figura: N° 2 Hormonas del Ciclo Estral



Fuente: RIPPE, Christian (2009)²⁹

2.2. CONTROL NEUROENDÓCRINO DEL CICLO ESTRAL.

2.2.1. Hipotálamo.

RIPPE, Christian (2009)²⁹ expone que: Forma parte de la base 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 Hormona luteinizante (LH) entre otras.

2.2.2. Hipófisis.

CUNNINGHAM, James (2005)¹¹ manifiesta que: La glándula hipofisiaria se divide en tres partes un lóbulo anterior denominado adenohipófisis, un lóbulo intermedio llamado pars intermedia y uno posterior denominado neurohipófisis [...] La adenohipófisis produce hormonas peptídicas de gran importancia en el control de la reproducción dos gonadotropinas la hormona folículo estimulante (FSH), y la hormona luteinizante (LH), y una tercera llamada prolactina. Otras

²⁹RIPPE, Christian, *El ciclo estral de la Vaca*, Dairy Cattle Reproduction Conference, 2009, Disponible desde: <http://es.scribd.com/jcampillo86/d/58403293-16-Rippe-El-CicloEstral-Final>, Pág. 113

²⁹RIPPE, Christian. Art. Cit. Pág. 111

¹¹ CUNNINGHAM, James, *Fisiología Veterinaria-*, 3ra. Edición. Editorial ELSERVIER, España. Pág. 376.

hormonas hipofisiarias la hormona del crecimiento (GH), la corticotropina (ACTH) y la tirotropina (TSH).

RIPPE, Christian (2009)²⁹ “La FSH es la encargada del proceso de esteroideogénesis, crecimiento y maduración folicular y la LH es la que interviene en el proceso de ovulación, formación y mantenimiento del cuerpo lúteo”.

2.2.3. Ovarios.

SINTEX, (2005)³¹ señala que: Entre las hormonas que producen los ovarios podemos citar a los estrógenos, la progesterona y la inhibina. Los estrógenos, hormonas esteroideas, son producidos por el folículo ovárico y tienen acciones sobre los distintos órganos blanco como son las trompas de Falopio, el útero, la vagina, la vulva y el sistema nervioso central, en el cual estimulan la conducta de celo y el hipotálamo donde ejercen un "feed back" negativo sobre el centro tónico y positivo sobre el centro cíclico.

La progesterona, hormona esteroidea, es producida por el cuerpo lúteo por acción de la LH. [...] Esta hormona prepara el útero para el implante del embrión y para mantener la gestación.

La inhibina, hormona proteica, es producida por el folículo ovárico (células granulosa) e interviene en el mecanismo de regulación de la secreción de FSH.

2.2.4. Útero.

Produce la prostaglandina F2a (PGF2a), la cual interviene en la regulación neuroendócrina del ciclo estral mediante su efecto luteolítico. Otras funciones son la de intervenir en los mecanismos de ovulación y del parto. Idem³³

²⁹RIPPE, Christian. Art. Cit. Pág. 112

³¹Sintex, *Fisiología Reproductiva del Bovino*, 2005, Disponible desde: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/71-fisiologia_reproductiva_del_bovino.pdf, Pág. 2.

³³ Idem. Pág. 2

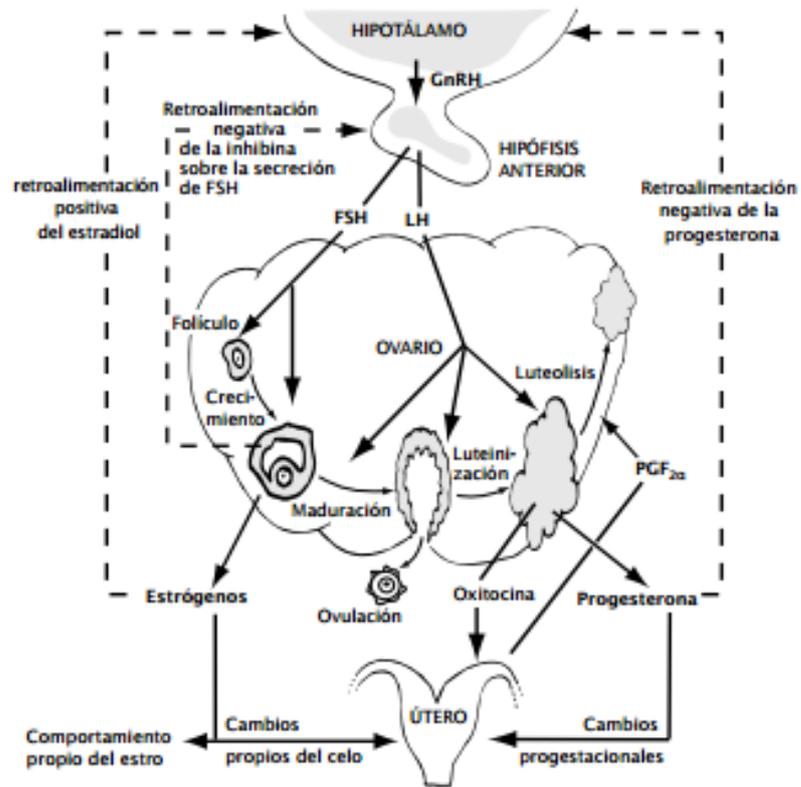
Cuadro N° 1 Funciones principales de las hormonas que intervienen directamente en la reproducción.

Hormona	Origen	Función principal
Hormonas liberadoras	Hipotálamo	Estimular la secreción de las hormonas de la hipófisis. Hay una hormona liberadora para cada hormona producida.
Gonadotrópicas		
FSH	Adenohipófisis	Desarrollo del folículo y secreción de la hormona estrogénica en hembras. En machos, producción de los espermatozoides.
Luteinizante	Adenohipófisis	Ovulación y función del cuerpo lúteo en hembras. Secreción de la hormona testosterona en machos.
Prolactina	Adenohipófisis	Desarrollo y función de la glándula mamaria.
Oxitocina	Neurohipófisis	Contracciones uterinas en el parto y excreción de leche.
Relaxina	Ovario, útero y placenta	Dilatación del cérvix y relajamiento del conducto obstétrico.
Gonadales femeninas		
Estrógeno	Folículo ovárico	Desarrollo de los órganos genitales y características sexuales secundarias femeninas; celo y preparación endometrial; desarrollo de glándula mamaria.
Progesterona	Cuerpo lúteo	Preparación endometrial ovárica del útero para implantación del embrión y el mantenimiento de preñez. Desarrollo de la glándula mamaria.
Masculinas		
Testosterona	Células testiculares	Desarrollo de los órganos genitales y características masculinas secundarias.

Fuente: GASQUE, Ramón (2008)¹⁷

¹⁷ GASQUE, Ramón. Art. Cit. Pág. 401

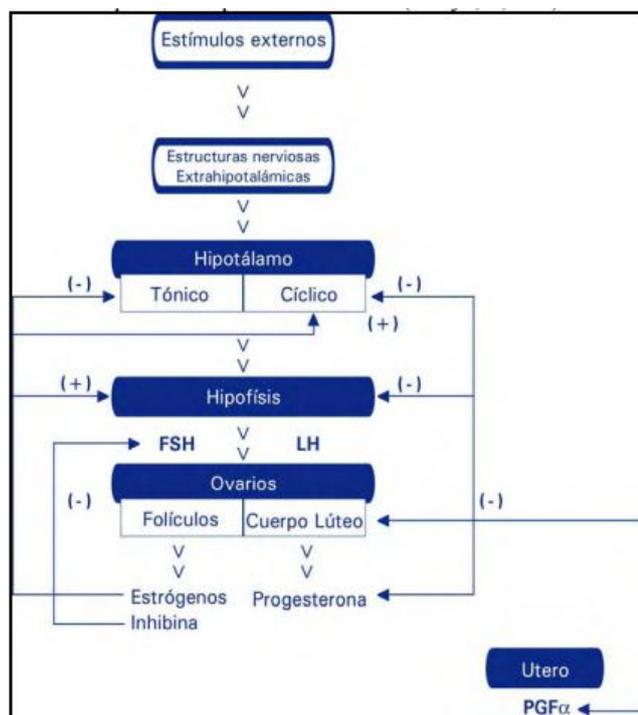
Figura N° 3 Interrelaciones en el control de la función reproductora de la hembra.



Fuente: ACUÑA, Victoriano. (2005)¹

¹ACUÑA, Victoriano, "Compendio de Reproducción Animal", *Intervet*, Diciembre, 2007, Disponible desde: http://www.sinervia.com/library_files/503416277_Compendio%20Reproduccion%20Animal%20Intervet.pdf, Pág. 6

Figura N° 4 Eje Hipotálamo-Hipófisis-Ovario.



Fuente: SINTEX, (2005)³¹

2.3. ENDOCRINOLOGÍA DEL DESARROLLO FOLICULAR.

ACUÑA, Victoriano (2006)¹ indica que: “El crecimiento y el desarrollo folicular se caracterizan, en los rumiantes, por dos o tres olas foliculares consecutivas por ciclo estral. [...] Cada ola implica el reclutamiento de una nueva cohorte de folículos de la reserva ovárica total y la selección de un folículo dominante, que sigue creciendo y madurando hasta alcanzar la fase preovulatoria, mientras que los otros se atresian”.

2.3.1. El reclutamiento.

HENAO, Guillermo y TRUJILLO, Luis (2000)²¹ exponen que: La fase inicial del crecimiento folicular, originada a partir de los folículos primordiales, presumiblemente es independiente de las gonadotropinas hipofisiarias y se caracterizan por un desarrollo lento de los folículos

³¹SINTEX. Art. Cit. Pág. 1

¹ACUÑA, Victoriano. Art. Cit. Pág. 18

²¹HENAO Guillermo y TRUJILLO Luis, “Establecimiento y Desarrollo de la Dinámica Folicular Bovina”, Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, No. 2, 2000, Disponible desde: <http://www.agro.unalmed.edu.co/departamentos/panimal/docs/establecimiento.pdf>, Pág. 3

que, dura cuatro a seis meses hasta su conversión en folículo antral pequeño. En contraste con ésta, la etapa final, denominada fase folicular que se desarrolla en forma de ondas tiene crecimiento rápido influenciado por las hormonas gonadotrópicas, hasta convertirse en folículo maduro.

ACUÑA, Victoriano (2007)¹ menciona que: “En esta etapa, los folículos en crecimiento no disponen de un número suficiente de receptores de LH para responder a una estimulación de tipo LH, razón por la cual esta fase del crecimiento recibe a veces el nombre de FSH dependiente”.

“En el vacuno, los picos secuenciales de FSH, asociados con nuevas olas de folículos, se dan durante el ciclo estral, en el periodo del post parto, durante la gestación y antes de la pubertad”.

2.3.2. Selección del folículo dominante.

HENAO, Guillermo y TRUJILLO, Luis (2000)²¹ especifica que: Se refiere al mecanismo que determina cual folículo de la cohorte es seleccionado para continuar creciendo y convirtiéndose en dominante. El principal evento morfológico en el proceso de selección es la divergencia. [...] Corresponde al tiempo durante el cual el folículo dominante y el subordinado más desarrollado crecen a tasas diferentes antes que el subordinado manifieste atresia.

SAMUEL, S.C. (2001)³⁰ expone que: La FSH estimula la actividad de la aromataza de las células de la granulosa lo que produce altas concentraciones intrafoliculares de estrógenos, la síntesis de estrógenos por parte de este folículo dominante es responsable de la diferencia en las concentraciones de estrógenos observadas en la vena ovárica entre los días 5 y 7 de la fase folicular se anticipa la formación del antro y la adquisición de receptores de LH. El folículo dominante pasa entonces por una secuencia ordenada de eventos en los que la FSH y los estrógenos estimulan el crecimiento y formación del antro folicular y la aparición de receptores de LH.

ACUÑA, Victoriano (2007)¹ “La secreción de estradiol, y quizás de andrógenos, por parte del folículo dominante, está asociada con el cese del ascenso de la FSH y su posterior mantenimiento a niveles basales (Ginther et al., 2000 a,b)”.

¹ACUÑA, Victoriano. Art. Cit. Pág. 17-18.

²¹HENAO, Guillermo y TRUJILLO, Luis. Art. Cit. Pág. 4

³⁰ SAMUEL, S.C. (et al.), *Endocrinología de la Reproducción*, 4ta. Edición, Editorial Médica Panamericana S.A, Argentina, Febrero 2001, Pág. 175,

¹ ACUÑA, Victoriano. Art. Cit. Pág. 19

2.3.3. Folículo dominante seleccionado.

SAMUEL, S.C. (2001)³⁰ expresa que: El notable aumento de la síntesis de estrógenos en el folículo dominante durante la segunda mitad de la fase folicular se acompaña de la caída de los niveles circulantes de FSH como resultado el resto de folículos de la cohorte no alcanzan a desarrollar. Estos folículos se caracterizan por una baja síntesis de estrógenos y una elevada cantidad de andrógenos, así como una sensibilidad disminuida a FSH. [...].

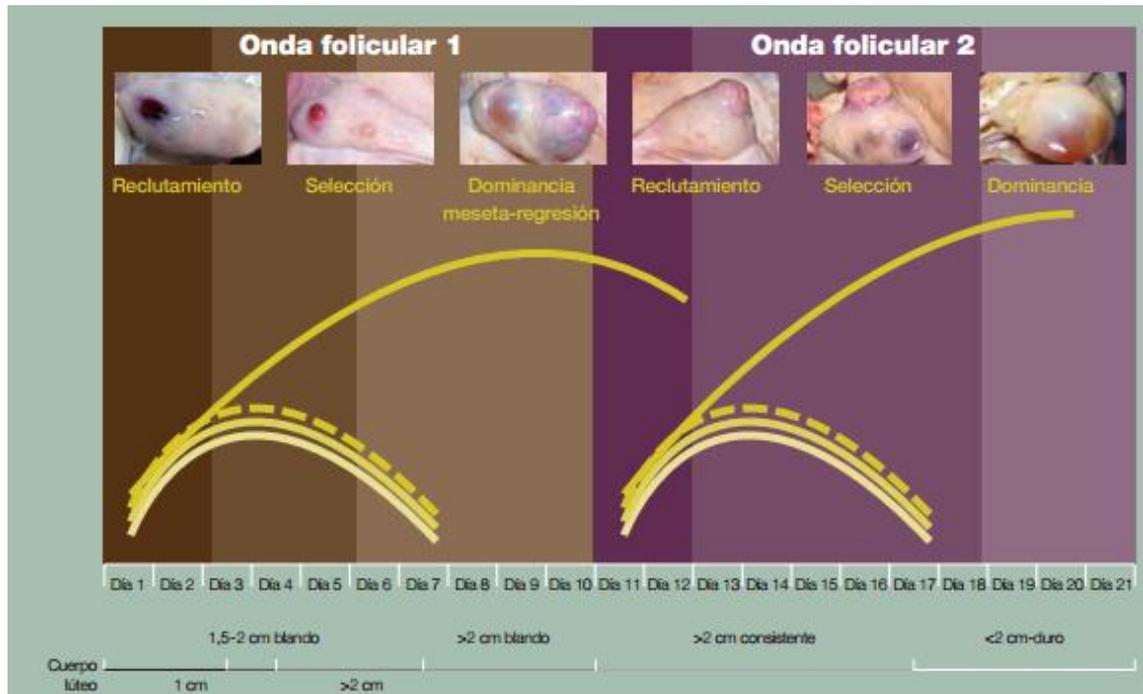
Existen cambios tecales asociados con el desarrollo del folículo dominante. Por cierto hacia el día séptimo del ciclo, el folículo destinado a ovular es rodeado por la teca que selectivamente toma más receptores de LH que la teca del resto de la cohorte en desarrollo, el día 9 de la fase folicular, la vascularización de la teca del folículo dominante es el doble de la de los otros folículos. Este aumento de la irrigación conduce a una mayor entrega de la LH y lipoproteínas de baja densidad a la teca y de FSH a las células de la granulosa.

ACUÑA, Victoriano (2007)¹ “Los factores nutricionales, los ambientales e incluso los infecciosos, que afectan directa e indirectamente al patrón de la GnRH/LH en el vacuno, tendrán un efecto considerable sobre el destino del folículo dominante y, consecuentemente, sobre la ovulación y la fertilidad”.

³⁰SAMUEL, S.C. Art.Cit. Pág. 175-176

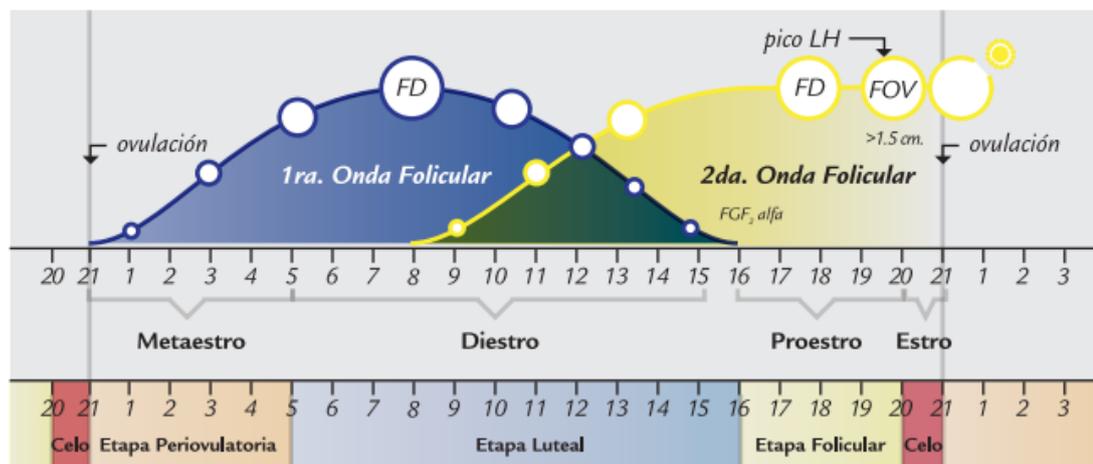
¹ACUÑA, Victoriano. Art. Cit. Pág. 19

Figura N° 5 Dinámica Folicular.



Fuente: FERNÁNDEZ, Manuel (2006)¹⁴

Figura N° 6 Desarrollo Folicular.



Fuente: IÑIGUEZ, Fernando²⁵

¹⁴ FERNÁNDEZ, Manuel, *El Ciclo Estral de la Vaca Diagnóstico Fotográfico*, Editorial Servet, Zaragoza. España, 2006, Pág 15.

2.4. HORMONAS DE LA REPRODUCCIÓN.

2.4.1. Hormona folículo estimulante (FSH).

RAMÍREZ, Lílido (2006)²⁸ “Estimula el crecimiento y desarrollo de los folículos ováricos y la secreción de la hormona femenina denominada estrógenos, permitiendo la aparición del celo en las hembras”.

2.4.2. Hormona luteinizante (LH).

GUTIÉRREZ, Juan (2008)¹⁹ indica que: Glucoproteína compuesta de una subunidad alfa y una beta con un peso molecular de 30.000 daltons y una actividad biológica de 30 minutos. Los niveles tónicos o basales de LH actúan en conjunto con la FSH para inducir la secreción de estrógeno del folículo maduro. LH induce la ovulación y mantiene el cuerpo lúteo; estimula junto con la FSH, la secreción de esteroides, tanto en el ovario (estrógenos en el folículo y progesterona en el cuerpo lúteo) como en el testículo (testosterona en las células de Leydig).

2.4.3. Estrógenos.

SUMANO Héctor, y OCAMPO, Luis. (2006)³⁴ mencionan que: “Los principales estrógenos en los mamíferos son 17 β -estradiol, estrona, estriol. Se producen en los folículos ováricos y en la placenta, en la actualidad existen estrógenos sintéticos que han sustituido en parte a los naturales ejemplos de ellos son dietilestilbestrol, etinilestradiol, bencestrol y hexestrol”.

²⁵ IÑIGUEZ, Fernando, “Manipulación del Ciclo Estral en Ganado Bovino”, Virbac al día, N° 23, México, Disponible desde: <http://www.virbac.com.mx/publicaciones/alDia/gl-23/pdf.pdf>, Pág. 2

²⁸ RAMÍREZ, Lílido, “Hormonas Hipofisiarias del Bovino”, Mundo Pecuario, N° 1, Venezuela, 2006, Disponible desde: http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/21948/2/articulo_7.pdf, Pág. 18.

¹⁹ GUTIÉRREZ, Juan, *Hormonas de la Reproducción bovina*, 2008, Disponible desde: http://www.avpa.ula.ve/libro_desarrollosost/pdf/capitulo_42.pdf, Pág. 519

³⁴ SUMANO Héctor, y OCAMPO, Luis, “*Farmacología Veterinaria*”. Tercera Edición. Mexico: McGraw-Hill Interamericana, 2006. Pág 840

2.4.3.1. Farmacocinética.

BOTANA, Luis (2002)⁸ indica que: Se absorben bien en el intestino debido a su naturaleza lipófila, acumulándose en el tejido adiposo. Los estrógenos naturales son rápidamente metabolizados por el hígado presentando una semivida breve (alrededor de 6 min), mientras que los sintéticos se degradan lentamente.

El metabolismo origina la estrona que sufre conversión por 17 α hidroxilación y 17-cetoreducción en estriol metabolito que se elimina a través de la orina, también sufren conjugación con sulfatos y ácido glucorónico, que se pueden eliminar por la orina o por la bilis.

Los glucuronoconjugados eliminados por bilis al intestino sufren la acción enzimática de glucuronidasas de origen bacteriano lo que produce la ruptura del enlace con el ácido glucorónico y permite la liberación del estrógeno y su reabsorción.

HÁFEZ. S (2002)²⁰ señala que: Tienen un rango amplio de funciones fisiológicas.

Actúa sobre el SNC para inducir el comportamiento estral en la hembra sin embargo en algunas especies como la vaca y la oveja necesitan pequeñas cantidades de progesterona con estrógenos para inducir el estro.

Actuar en el útero para aumentar la amplitud y la frecuencia de las contracciones potencializando los efectos de la oxitocina y la PGF2 α .

Desarrolla físicamente las características sexuales secundarias femeninas.

Estimular el crecimiento de los conductos y causa el desarrollo de la glándula mamaria.

2.4.3.2. Mecanismo de secreción.

Héctor Sumano y Luis Ocampo. (2006)³⁴ La mayoría de estrógenos naturales se producen en el folículo ovárico bajo la estimulación de las hormonas folículoestimulante (FSH) y luteinizante (LH), por retroalimentación negativa los valores sanguíneos de estrógenos inhiben la secreción de las hormonas FSH de la hipófisis y GnRH del hipotálamo.

⁸ BOTANA, Luis, *Farmacología y Terapéutica Veterinaria*, 2da. Edición, Mc GRAW-HILL INTERAMERICANA, España, 2002, Pág. 412

²⁰ HÁFEZ, B (2002) *“Reproducción e inseminación artificial en animales”*. Séptima Edición. Editorial. McGraw-Hill. Pág. 42

³⁴Héctor Sumano y Luis Ocampo. Op. Cit. Pág. 840

Parece ser que el carácter cíclico de la secreción de FSH y LH 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.

GASQUE, Ramón (2008)¹⁷ actúan sobre el cerebro de la vaca y provocan los cambios de comportamiento característicos del estro o calor. Simultáneamente actúan sobre el tracto reproductor causando cambios como inflamación de la vulva, hiperemia de la vagina, salida de moco cervical e incremento del tono uterino. Sus altas concentraciones causan incremento de la LH que dará origen a la ovulación al final del estro o calor.

2.4.4. Progestágenos.

BOTANA, Luis (2002)⁸ La progesterona y sus derivados son claves en la regulación de la función reproductiva de la hembra. Estos fármacos son capaces de modular diversas funciones endócrinas y reproductoras en los mamíferos, como facilitar la liberación de ovocitos maduros, la implantación y el mantenimiento de la gestación, además de modificar el crecimiento del endometrio y disminuir la actividad contráctil del músculo uterino.

Ejerce efectos fisiológicos sobre la secreción láctea, favoreciendo el desarrollo de la glándula mamaria y suprimiendo la síntesis y la liberación de gonadotropinas.

SUMANO Héctor, y OCAMPO Luis (2006)³⁴ consideran que: Son secretados por el cuerpo amarillo ovárico, la placenta, la corteza suprarrenal y los testículos en menor cantidad. Los más importantes son la progesterona y el pregnanediol. Los derivados sintéticos más utilizados son la 6 α -metil-17 α acetoxiprogesterona y el acetato de medroxiprogesterona.

Casi siempre la progesterona tiene efectos complementarios de los estrógenos. Por ejemplo, después de la fase proliferativa del ciclo estrual (estrogénica) sigue la fase secretora (progestágena). En valores adecuados, la progesterona suspende la secreción de FSH y LH hipofisarias. Al disminuir sus concentraciones, se liberan nuevamente para iniciar el ciclo estrual. La progesterona 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.

¹⁷GASQUE, Ramón. Op. Cit. Pág. 392

⁸ BOTANA, Luis. Op. Cit. Pág 419

³⁴SUMANO Héctor, y OCAMPO, Luis. Op. Cit. Pág 847, 848.

Otros de sus efectos influyen en el desarrollo del sistema lobuloalveolar de la glándula mamaria y en la retención de cierta cantidad de sodio en el organismo, lo que induce un aumento en la retención de agua. Uno de sus efectos más importantes es que retarda la ovulación, principalmente al inhibir la secreción de FSH y LH, lo que se ha utilizado para sincronizar estros.

2.4.4.1. Mecanismo de acción.

BOTANA, Luis (2002)⁸ indica que: Se han descrito dos receptores para la progesterona PR A y PR B, estos receptores son codificados por un solo gen y están bajo el control de diferentes promotores que originan subgrupos de ARNm.

Los progestágenos se unen al dominio de unión ubicado en el segmento carboxi terminal del receptor (HBD), una vez unido el progestágeno a la proteína esta interactúa con el ADN a través de una secuencia denominada DBD, permitiendo la unión del receptor a secuencias específicas del ADN. Que activan la transcripción de los genes específicos.

2.4.4.2. Farmacocinética.

SUMANO Héctor, y OCAMPO (2006)³⁴ exponen que: Tiene una vida media curiosamente corta de 22 a 36 min. [...] Esto hace que sea inútil su administración oral en la mayoría de las especies.

Casi sin excepción, los estrógenos se unen a las proteínas plasmáticas en un porcentaje alto (65 a 78%), principalmente a la albúmina. Parte de la progesterona se une a la transcortina (proteína transportadora de corticosteroides), y los estrógenos, a una globulina específica de los esteroides sexuales.

2.4.4.3. Farmacodinámica.

Tiene un efecto inhibitorio dependiente de la dosis en la secreción de gonadotropinas hipofisarias y cierto efecto estrogénico, anabólico y androgénico.

⁸ BOTANA, Luis. Op. Cit. Pág. 419

³⁴SUMANO Héctor, y OCAMPO. Op. Cit. Pág. 848

2.4.4.4. Dispositivo intravaginal de progesterona.

2.4.4.4.1. DISPOSITIVO INTRAVAGINAL D.I.B.

Sintex³² considera que: La progesterona liberada del D.I.B es estructuralmente idéntica a la endógena y tiene un rol importante sobre la dinámica folicular ovárica. Los niveles supraluteales (> 1 ng/ml) obtenidos a los pocos minutos de la introducción del dispositivo provocan la regresión del folículo dominante y aceleran el recambio de las ondas foliculares, este cese de la secreción de productos foliculares (estrógenos e inhibina) produce el aumento de FSH que va ser la responsable del comienzo de la emergencia de la siguiente onda folicular. Por otro lado la extracción del dispositivo provoca la caída de Progesterona a niveles subluteales (< 1 ng/ML) 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 inducen finalmente el pico LH que es seguido por la ovulación.

2.4.4.4.2. DISPOSITIVO INTRAVAGINAL CIDR.

Según: GARGANTINI, Guillermo¹⁶

Descripción.

Dispositivo intravaginal para la regulación del ciclo estral en vacas y vaquillonas.

Composición.

Progesterona activa 10% (1,9 g.).

Acción.

Es un dispositivo de aplicación intravaginal a base de progesterona, indicado para la sincronización de servicios y tratamientos del anestro en vacas y vaquillonas de carne o leche.

El dispositivo CIDR actúa como un depósito de progesterona natural, la cual es liberada y absorbida por la mucosa vaginal, en cantidades suficientes para inhibir la liberación de las hormonas luteinizante (LH)

³² SINTEX, *Manejo Farmacológico del Ciclo Estral del Bovino*, 2005, Disponible desde: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/72-manejo_farmacologico_ciclo_estral_bovino.pdf, Pág. 1

¹⁶GARGANTINI, Guillermo, CIDR, Pfizer, disponible desde: http://www.sani.com.ar/producto.php?id_producto=3735, Pág. 1.

y folículo estimulante (FSH) por la hipófisis frenando la ovulación y consecuente aparición del celo.

Cuando el CIDR es retirado, la concentración de progesterona en sangre decrece en sangre menos de 6 horas y el animal entra en celo entre las 30-90 hs posteriores.

Indicaciones.

CIDR está indicado para la regulación de ciclo estral en vacas y vaquillonas (sincronización de celos), tratamientos de anestro y acortamiento del intervalo entre primer servicio/concepción (Re sincronización).

Contraindicaciones y advertencias.

No utilizar en animales con anomalías anatómicas en el aparato reproductor.

No utilizar en animales con pobre condición corporal, enfermos, malnutridos, estrés por manejo, puede no lograrse el efecto esperado.

Los dispositivos ya reutilizados deben enterrarse o quemarse.

Conservar entre 0 y 30 °C.

Mantener al abrigo de la Luz.

2.4.5. Prostaglandinas.

SUMANO Héctor, y OCAMPO, Luis (2006)³⁴ indican que: “Son ácidos grasos derivados del ciclopentano, que se sintetizan a partir de un precursor común, el ácido araquidónico prostanoico. Este se deriva a su vez, de diversos fosfolípidos, como los de la membrana celular o bien se obtienen directamente de la dieta o indirectamente por la acción de una enzima acilhidrolasa”.

HÁFEZ, B (2002)²⁰ menciona que: Las prostaglandinas relacionadas más estrechamente con la reproducción principalmente son PGF₂ α y la prostaglandina PGE₂.

Las prostaglandinas no se localizan en ningún tejido en particular, son transportados en la sangre para actuar en un tejido blanco lejos del lugar de producción. Algunas formas nunca aparecen en la sangre mientras

³⁴SUMANO Héctor, y OCAMPO, Luis. Op. Cit. Pág. 814

²⁰HAFEZ, B. Op. Cit. Pág. 46

que otras son degradadas después de la circulación a través del hígado y de los pulmones.

2.4.5.1. Mecanismo de acción.

ECHEVERRÍA, J, (2006)¹² mecanismo de acción se halla estrechamente relacionado con receptores específicos de la membrana que activan una proteína G específica desencadenando la cascada de AMPc y la correspondiente liberación de Ca por medio del fosfatidilinositol (Phillippe et al, 1997). [...].

Al mismo tiempo se hace referencia a la presencia de diferentes receptores para cada prostanoide, indicando la existencia de receptores específicos para Tx, PGI, PGE, PGF y PGD (Coleman et al, 1990; Sharif et al, 1998). Estos se hallan distribuidos en varios tejidos, por ejemplo en el caso de PGD y PGE podemos encontrarlos en el centro termorregulador, estómago, pulmón, riñón y útero (Illarata, et al, 1994; Vane & Botting, 1994; Watabe et al, 1993), mientras que los correspondientes a PGD pueden hallarse en SNC relacionados con los mecanismos inductores del sueño (Vane & Botting, 1994).

Como sugieren estudios llevados a cabo por Powel et al (1974), Rao (1973) Hasumoto et al (1997), el órgano de expresión de receptores para PGF más abundante es el cuerpo lúteo. Es importante resaltar que la cantidad de receptores presentes varía con el momento del ciclo.

2.4.5.2. Prostaglandina F2 α (PGF2 α).

HÁFEZ, B (2002)²⁰ “La PGF2 α es un agente luteolítico natural que finaliza la fase lútea (de cuerpo amarillo) del ciclo estral y permite el inicio de un nuevo ciclo estral en ausencia de fertilización, esta es particularmente potente para finalizar la preñez temprana”.

ECHEVERRÍA, J (2006)¹² expone que: En el ovario, la concentración de PG dentro de los folículos, aumenta a medida que éstos maduran (Narumiya et al, 1999). Particularmente, la PGF2 α genera contracciones en la musculatura lisa uterina al mismo tiempo que provoca la apertura del cuello (Vane & Botting, 1994; Phillippe et al, 1997; Niswender et al, 2000).

¹² ECHEVERRÍA, J, “Endocrinología Reproductiva: Prostaglandina F2 α en vacas”, Revista Electrónica de Veterinaria REDVET, Vol.II, 1, Enero, 2006, Disponible desde: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010106/010603.pdf>, Pág. 7.

²⁰ HAFEZ, B, Op. Cit. Pág 46.

¹² ECHEVERRÍA, J. Art. Cit. Pág 7-8.

Es la encargada de regular la duración del cuerpo lúteo, ya que se considera que induce la luteólisis del mismo (Mc Donald, 1988; Vane & Botting, 1994; Sharif et al, 1998; Narumiya et al, 1999; Niswender et al, 1988; Adamrrana s, 2001; de la Sota y col, 2002).

2.4.5.3. Farmacodinámica.

SUMANO Héctor, y OCAMPO, Luis (2006)³⁴ La PGF2 α pasa del endometrio a la vena uterina y de esta a la arteria uteroovárica que corre paralela a la vena en una sección, por medio de gradientes de concentración.

El mecanismo de regresión del cuerpo amarillo por efecto de la PGF2 α se debe a que disminuye el riesgo de dicho cuerpo, lo que interfiere en el aporte hormonal a éste; además, la PGF2 α parece tener efecto lítico directo sobre las células luteínicas. En el aparato reproductor femenino estimula la actividad del miometrio e induce relajación del cuello uterino (cérvix).

2.4.5.4. Farmacocinética.

HINCAPIÉ, John (2005)²³ anota que: “La vida media plasmática de la PGF2 α es aproximadamente de ocho minutos y en los pulmones es metabolizada inicialmente a 13-14 dihydro 15 keto- PGF2 α (PGFM)”.

HÁFEZ (2002)²⁰ “Se pueden considerar como hormonas que controlan varios fenómenos fisiológicos y farmacológicos como la contracción del músculo liso en los aparatos gastrointestinal y reproductivo, la erección, la eyaculación, el transporte de espermatozoides, la ovulación la formación del cuerpo amarillo, el parto y la eyección de la leche”.

³⁴SUMANO Héctor, y OCAMPO, Luis. Op. Cit. Pág 816

²³HINCAPIÉ, John, *Reproducción Animal Aplicada*, 2da. Edición, Litocom editores, Honduras, 2005.

²⁰HÁFEZ, B. Op. Cit. Pág 46.

2.5. GONADOTROPINA CORIÓNICA EQUINA (eCG).

BOTANA, Luis (2002)⁸ menciona que: “Glucoproteína que posee actividad de FSH y LH con una semivida de 40 horas y que persiste durante aproximadamente 10 días [...] A causa de los problemas que ocasiona la estimulación ovárica permanente que produce la eCG, se administra en el momento de la inseminación artificial un antisuero anti-eCG o anticuerpos monoclonales anti-eCG”.

SUMANO Héctor, y OCAMPO, Luis (2006)³⁴ “En la actualidad la eCG se obtiene del suero de yegua preñada durante la primera mitad de la gestación”.

HÁFEZ, B, (2002)²⁰ “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”.

SINTEX, (2005)³² manifiesta que: Desde el punto de vista endocrinológico es importante resaltar dos valiosas características de la eCG que se distingue de otras hormonas glicoproteicas, la primera es el hecho de poseer actividad FSH (Folículo Estimulante) y LH (Luteinizante) cuando es administrada en especies distintas al equino, en donde sólo posee actividad LH y la segunda característica es su alto contenido en carbohidratos. [...].

Justificándose su uso en todas aquellas situaciones donde se requiera la terapia con gonadotropinas exógenas, particularmente cuando se requiere un efecto FSH, es decir el estímulo de la foliculogénesis en ovarios con actividad reducida o nula.

TOVÍO, Néstor (et al.,) (2008)³⁵ menciona 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 de buen tamaño. Esto va acompañado de mayores concentraciones plasmáticas de P4 y mejores

⁸ BOTANA, Luis, Op. Cit. pág. 426

³⁴ SUMANO Héctor, y OCAMPO. Op.cit. Pág 865.

²⁰ HÁFEZ, B. Op. Cit. Pág. 45.

³² SINTEX. Art. Cit. Pág. 2, 3.

³⁵ TOVÍO, Néstor (et al.,), “Desarrollo embrionario y estrategias antiluteolíticas hormonales en programas de transplante de embriones bovinos”, Revista MVZ Córdoba, N°1, Córdoba, Enero-Mayo, 2008, Disponible desde: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-02682008000100015&script=sci_arttext, Pág. 1.

tasas de aprovechamiento, concepción y de preñez frente a tratamientos sin aplicación de esta hormona. [...].

Nasser et al, 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, 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.

NÚÑEZ, Richard (2011)²⁶ expone que: La eCG administrada algunas horas previo a la ovulación estimula el crecimiento folicular a través de su acción de FSH y LH, aumenta el tamaño del folículo preovulatorio, incrementa las concentraciones plasmáticas de progesterona luego de la ovulación, mejorando así el desarrollo embrionario y el mantenimiento de la preñez (Baruselliet al., 2004).

TOVÍO, Néstor (et al.) (2008)³⁵ “En un estudio realizado recientemente por Mamani (et al) de acuerdo con 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 BosIndicus X Bos Taurus”.

NÚÑEZ, Richard (2011)²⁶ “La utilización de 400 UI de eCG al momento de retirar el dispositivo de liberación de progesterona en un tratamiento para sincronizar la ovulación, dio como resultado un aumento en la concentración de progesterona en plasma y en las tasas de preñez en vacas con cría al pie tratadas durante el anestro posparto (Baruselliet al., 2004; Bóet al., 2007)”.

²⁶ NÚÑEZ, Richard, *Utilización de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) en Vacas de Carne, Sobre la Tasa de Preñez y Pérdidas Embrionarias en un Programa de Inseminación Artificial*, Universidad Nacional de Córdoba Facultad de Ciencias Agropecuarias, Córdoba, 2011, Disponible desde : <http://www.iracbiogen.com.ar/admin/biblioteca/documentos/Trabajo%20Final%20-%20Especialidad%20Nu%C3%B1ez.pdf>, Pág. 5.

³⁵ TOVÍO, Néstor (et al.). Art. Cit. Pág. 1

²⁶ NÚÑEZ, Richard. Art. Cit. Pág. 5.

BUSTOS, Laureano y DUARTE, Marcelo (2010)¹⁰ La aplicación de ecg en protocolos de IATF está siendo cada vez más usada gracias a la ventaja que esta tiene en ciertas categorías de animales de aumentar el porcentaje de preñez, por ejemplo en vacas de carne con cría al pie y de baja condición corporal (Thedy D.X. et al. 2009) , en vaquillonas y vacas sin cría al pie y en mala CC (Stahringer R.C et al. 2009), en vacas lecheras en lactancia y en anestro (Bryan M.A et al. 2009), también se ha usado en animales con buena condición corporal y ciclando sin obtener un aumento significativo de la preñez (Ramos, M et al.2009).

BÓ, Gabriel⁶ Tratamientos con eCG han mostrado un incremento en el porcentaje de preñez en vacas con cría con alta incidencia de anestros. Sin embargo, cuando se ha usado junto con P4+EB en protocolos de IATF en vacas en buena condición corporal los porcentajes de preñez no se incrementaron con respecto a los grupos que no recibieron la eCG. Esto se debería a que estas vacas no necesitarían del estímulo extra que ofrece la eCG para el crecimiento folicular por encontrarse en buena condición corporal y por lo tanto la adición de eCG solo tendría resultados positivos en vacas en una condición corporal comprometida.

Esto se corroboró en trabajos realizados por Cutaia et al. Donde se concluyó que la aplicación de 400 U.I. de eCG en el momento de retirado el dispositivo con P4 aumenta los porcentajes de preñez en vacas británicas con cría y con buena condición corporal. Sin embargo, cuando se utilizaron vacas con pobre o moderada condición corporal la aplicación de eCG aumento los porcentajes de preñez, sobre todo en vacas sin estructuras ováricas palpables o solo con folículos (sin un CL) al inicio del tratamiento. Baruselli et al., (2004) En otro estudio se demostró que el tratamiento con eCG incrementa las concentraciones plasmáticas de P4 y el porcentaje de preñez a IATF en vacas con cría en anestro posparto. Por lo tanto, el tratamiento con eCG puede ser una herramienta importante para aumentar la tasa de concepción a la IATF, disminuir el periodo posparto y mejorar la eficiencia reproductiva.

2.5.1. Mecanismo de acción.

SINTEX (2005)³² El Norvormon es una preparación altamente purificada de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG o PMSG). [...]

¹⁰ BUSTOS, Laureano y DUARTE, Marcelo, *Evaluación del Efecto de la eCG en el Porcentaje de Preñez Aplicando a los 14 Días Post-IATF en Vaquillonas Aberdeen Angus de 24 Meses*, Tesis, Universidad Nacional de Córdoba Facultad de Ciencias Agropecuarias, 2010, Disponible desde: <http://www.iracbiogen.com.ar/admin/biblioteca/documentos/Trabajo%20final%20especializacion%20-%20BUSTOS%20-%20DUARTE.pdf>, Pág. 2

⁶ BÓ, Gabriel, *El Uso de Tratamientos hormonales y Estrategias de Manejo para Mejorar el Desempeño Reproductivo en Ganado de Carne en Anestro Pos Parto*, IRAC, Disponible desde :<http://www.repromax.com.mx/informesTecnicos/IATF-en-vacas-en-anestro.pdf>, Pág. 3, 4.

³² SINTEX. Art. Cit. Pág 3

Cuando los progestágenos son retirados, la concentración de progesterona en sangre cae rápidamente con lo cual al animal puede entrar en celo, la administración de Novormon en ese momento potencia las gonadotropinas endógenas en el estímulo del desarrollo folicular y la ovulación, siendo una herramienta interesante a utilizar fundamentalmente en aquellos casos en los cuales estas funciones puedan estar comprometidas (anestro posparto o nutricionales).

2.5.2. Efecto de la eCG en los porcentajes de preñez.

Sintex (2005)³³ menciona que: “En su artículo Manejo reproductivo en Bovinos de carne, menciona lo siguiente, la utilización de Norvormon (eCG) en el día 8 del tratamiento puede ser una alternativa para incrementar los porcentajes de preñez en rodeos de cría con alto porcentaje de anestro o en vacas con una condición corporal por debajo de la óptima”.

FERNÁNDEZ, Abella, (2002)¹³ manifiesta que: en su trabajo de investigación efecto de la administración de eCG o Benzoato de estradiol asociados a PGF2 α sobre la fertilidad de vaca Hereford de baja condición corporal destetadas precozmente, indica que:

La utilización de eCG incrementa la tasa de concepción de los animales inseminados en forma sistémica, permitiendo la inseminación artificial a tiempo fijo sin necesidad de levantar celo. No obstante en los animales en celo la fertilidad es significativamente superior a la observada en los animales sin celo.

La utilización de eCG si bien es más cara con respecto al uso BE (1,8 vs 0,3 U\$\$/vacca) mejora en 20 puntos de porcentajes la tasa de concepción.

BÓ, Gabriel, (2005)⁷, expone que: otra alternativa para aumentar los porcentajes de preñez en programas de IATF en ganado *Bos indicus* en anestro, es la aplicación de 400 UI de eCG en el momento de extracción de los dispositivos de liberación de P4. El tratamiento con eCG aumentó los porcentajes de preñez en grupos de vacas posparto con cría y con alta incidencia de anestro. Tres estudios recientes evaluaron el

³³ SINTEX, *Manejo Reproductivo en Bovinos de Carne*, 2005, Disponible desde: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/69-manejo_reproductivo_bovinos.pdf, Pág. 4

¹³ ALBELLA, Fernández, “Efecto de la administración de eCG o Benzoato de estradiol asociados a PGF2 α sobre la fertilidad de vacas hereford de baja condición corporal destetadas precozmente”, *Agrociencia*, Vol. VI, Nº 2, Disponible desde: <http://www.fagro.edu.uy/~agrociencia/VOL6/2/p33-36.pdf>, Pág. 36

⁷ BÓ, Gabriel, *Estrategias para incrementar la preñez en vacas en anestro*, Universidad Católica de Córdoba, 2005, disponible desde: http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/manual-ganaderia/seccion6/articulo12-s6.pdf, Pág. 467, 468.

efecto de eCG en el momento de extracción del dispositivo con P4, en vacas posparto con cría. [...].

La tasa final de preñez fue más alta en vacas tratadas con eCG que en las controles. El incremento total fue principalmente debido al aumento del porcentaje de preñez en vacas con folículos medianos o pequeños a principios del experimento.

BÓ, Gabriel (2009)⁵, en su artículo Actualización sobre protocolos de IATF en bovinos de leche utilizando dispositivos con progesterona, menciona que: La eCG no aumentó el diámetro del folículo ovulatorio, según se reportó en determinados experimentos realizados en bovinos para carne. Sin embargo, otro experimento que se realizó recientemente 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 cuerpo lúteo más competente. Esto a su vez, puede producir un incremento en la tasa de preñez. [...]

Los tratamientos con dispositivos de liberación de progesterona, estradiol y eCG han brindado la posibilidad de aplicar la IATF con altas tasas de preñez en vacas de leche cíclicas y no cíclicas. No obstante, es importante reconocer que el éxito del programa reproductivo también depende de muchos factores de manejo, tales como el manejo y de salud, las instalaciones y la disponibilidad de personal certificado.

2.6. PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN ESTRAL.

HUANCA, Wilfredo (2001)²⁴ anota que: “Uno de los objetivos de un programa de manejo reproductivo en un establecimiento ganadero está orientado a obtener óptimos parámetros reproductivos, entre ellos una reducción del intervalo entre partos, buscando obtener una máxima eficiencia para garantizar el retorno económico.

La búsqueda de elevados índices de producción asociados con una alta eficiencia reproductiva, deben ser las metas fijadas por los productores para mejorar su productividad y un satisfactorio retorno económico.

Sin embargo, existen factores que dificultan la posibilidad de alcanzar las metas fijadas, entre los que podemos considerar las deficiencias del nivel nutricional y las diferencias de manejo de los animales en cada uno de los establecimientos (Arthur et al., 1996).

⁵ BÓ, Gabriel, *Actualización sobre protocolos de IATF en bovinos de leche utilizando dispositivos con progesterona*, IRAC, 2009, Disponible desde: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/145-IATF.pdf, Pág. 5, 10.

²⁴ HUANCA, Wilfredo, “Inseminación Artificial a Tiempo Fijo en Vacas Lecheras”, *RevInvVet*, Perú, 2001, Disponible desde: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v12n2/a20v12n2.pdf>, Pág. 161.

HÁFEZ, B, (2002)²⁰ “Existen dos métodos básicos para sincronizar los ciclos estruales en las especies de granja, los cuales dependen de la inhibición de secreción de LH o de acortar el tiempo de vida del cuerpo lúteo (CL) y del inicio subsecuente del estro y la ovulación”.

2.7. TIPOS DE PROTOCOLOS DE INSEMINACIÓN.

2.7.1. PROTOCOLOS CON PROGESTÁGENOS.

2.7.1.1.1. Bloqueo a través de la administración de MGA (Acetato de Melengestrol).

BEALUBA, Facundo (2006)³ indica que: Actualmente los protocolos mas recomendados, prevén la administración de 0,5mg de MGA por cabeza por día durante 7 días mesturado con una ración. En el séptimo día luego de la suspensión del MGA se administra prostaglandina (dosis recomendada por el fabricante) provocando la lisis del cuerpo lúteo de animales que ya estaban ciclando al comienzo del tratamiento. Cuatro días después de la aplicación de prostaglandina, con el objetivo de inducir la ovulación o luteinización folicular, se administra GnRH. La inseminación artificial es realizada luego de la detección de celo, 48 a 96 hs posteriores a la aplicación de prostaglandina.

Este protocolo está indicado principalmente para vaquillonas próximas al inicio de la pubertad o ya púberes y en vacas acíclicas posparto.

2.7.1.1.2. Bloqueo a través del implante subcutáneo de norgestomet.

El Norgetomet es un potente progestágeno sintético que es utilizado de forma de implante subcutáneo el cual contiene impregnado 3 mg (Crestar) del principio activo [...]

Estos implantes se aplican en la cara dorsal de la oreja del animal, permaneciendo por 9 días. Cuando se coloca el implante se administran 5mg de Valerato de Estradiol y 3 mg de Norgestomet, el primero para promover la luteolisis de un eventual cuerpo luteo y sincronizar la onda de crecimiento folicular, y el segundo con el intento de promover altas concentraciones de Norgestomet en el inicio del tratamiento, promoviendo con esto de inmediato el bloqueo hipotalámico-hipofisiario. En caso de posibles animales cíclicos del grupo tratado, se

²⁰HÁFEZ, B. Op. Cit. Pág. 417.

³ BEALUBA, Facundo, *Métodos de Sincronización de Celos en Bovinos*, Sitio Argentino de Producción Animal, 2006, Disponible desde: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/92-metodos_sincronizacion.pdf, Pág. 2,3.

recomienda cuando se retira el implante la aplicación de una dosis de prostaglandina.

Para vacas, las cuales se sabe que están acíclicas, se indica en este momento la administración de 400 a 700 UI de eCG. La inseminación artificial se realiza en un tiempo predeterminado, aproximadamente 50 hs posteriores al retiro del implante.

2.7.1.1.3. Bloqueo a través de la utilización de dispositivos intravaginales.

Actualmente en el mercado se encuentran disponibles diferentes tipos de dispositivos intravaginales los cuales contienen concentraciones variadas de progesterona, como por ejemplo tenemos: CIDR-B (1,9 g de progesterona), PRID (1,55 g de progesterona), DIB (1 g de progesterona), DISPOCEL (1 g de progesterona), etc.

Uno de los más utilizados es el CIDR-B. Este dispositivo consta con un implante en forma de T de silicona con un molde de nylon impregnado con 1,9 g de progesterona. La mucosa vaginal absorbe aproximadamente 0,5 a 0,6 mg de progesterona al día, determinándose esta forma el bloqueo hipotalámico-hipofisiario.

El dispositivo es introducido en la cavidad vaginal a través de un aplicador semejante a un espejo que mantiene las extremidades de la T aproximadas a manera de facilitar su introducción. La extremidad distal del CIDR contiene un filamento de nylon que al final del periodo de utilización sirve para la remoción del dispositivo por tracción.

El protocolo tradicional de utilización del CIDR preconiza la permanencia del dispositivo en la cavidad vaginal por un periodo de 9 días. En el día de aplicación del dispositivo se recomienda la aplicación intramuscular de 2 mg de Benzoato de Estradiol, principalmente con el objetivo de sincronizar el crecimiento folicular. En este mismo momento se administran 50 mg de progesterona vía intramuscular para auxiliar el inicio del bloqueo. Para grupo de animales cíclicos que serán tratados, se hace necesaria la aplicación de prostaglandina al momento de la retirada de los dispositivos. Como auxiliar del desencadenamiento de la ovulación, es de utilidad la administración de 1 mg de Benzoato de Estradiol intramuscular en el décimo día del protocolo, realizando la inseminación artificial a tiempo fijo cercano a las 50 hs posteriores a la retirada del dispositivo.

Existen protocolos que previenen la sustitución de Benzoato de Estradiol por dos aplicaciones de 100 mcg de GnRH, siendo la segunda realizada en el momento de la inseminación artificial.

En vacas que están amamantando terneros con gran probabilidad de que se encuentren en estado de acíclia, al momento de retirar el CIDR, en vez de prostaglandina, se recomienda la aplicación de 400 a 700 UI de eCG, realizando un destete temporario de los terneros por 48 hs. En el

décimo día del protocolo se inyecta por vía intramuscular 1 mg de Benzoato de Estradiol, realizando la inseminación artificial a tiempo fijo 24 hs después.

2.7.2. PROTOCOLOS CON PROSTAGLANDINAS.

2.7.2.1.1. Doble aplicación de prostaglandinas en la totalidad de los animales.

El método tradicional de utilización de las prostaglandinas con el objetivo de sincronización de celos, prevee la utilización de dos dosis de hormona aplicada con un intervalo de 12 a 14 días. La primera aplicación en rodeos cíclicos normalmente el efecto luteolítico se da aproximadamente en el 60% de las vacas. Con la segunda aplicación de prostaglandina se introduce en estro a la totalidad de los animales. A partir de las 48 hs de la segunda aplicación se comienza a detectar celo e inseminar por 2 a 3 días.

2.7.2.1.2. Doble aplicación de Prostaglandina con inseminación después de la primera y segunda dosis.

Este método consiste en una variante del procedimiento descrito anteriormente utilizado para inseminar vacas que entran en celo después de la primera aplicación de prostaglandina. Los animales son observados después de la primera aplicación por doce días. Los que no se detectaron en celo, reciben una segunda dosis de prostaglandina y son inseminados cuando demuestran el celo, que se da la mayoría de las veces entre las 48 y 96 hs. A pesar de la economía de la hormona, tiene como desventaja en relación al método original la observación de un periodo más largo de celos.

2.7.2.1.3. Aplicación única de prostaglandina después de un periodo de observación de celos.

Este protocolo se basa en la observación de celos de las vacas en un periodo de 7 días e inseminación de las verificadas en celo, siendo aplicada al séptimo día una dosis de prostaglandina en todas las vacas que no ciclaron. El periodo de observación de siete días debe dar tiempo para que todas las vacas en el momento del segundo tratamiento se encuentren en diestro.

Todos los protocolos con prostaglandinas solamente son indicados para animales cíclicos, resultando en completo fracaso cuando lo aplicamos en animales con condiciones nutricionales deficitarias y en estado de acíclia.

2.8. ECOGRAFÍA REPRODUCTIVA.

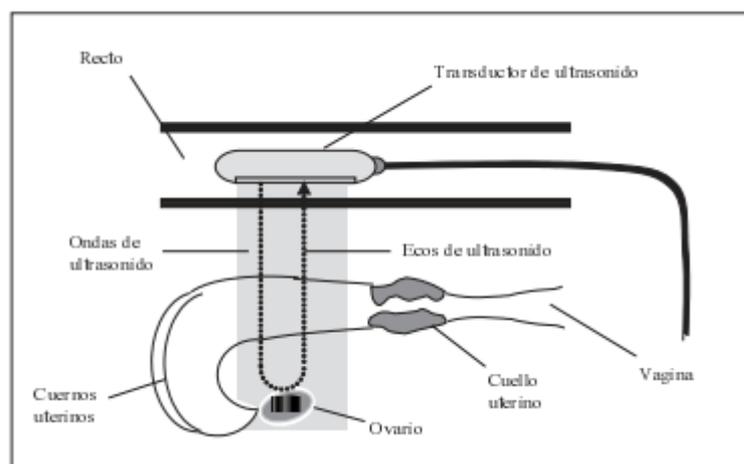
PEREA, Fernando (2005)²⁷ expone que: Es una valiosa tecnología ampliamente utilizada durante los últimos 25 años para estudiar y evaluar las estructuras anatómicas y el estado funcional del aparato reproductivo de los bovinos y de otras especies de interés zootécnico. Tiene como propiedad de permitir observar los órganos genitales en forma rápida sin ocasionar algún daño. [...]

Su funcionamiento se basa en la emisión y recepción de ondas sonoras de alta frecuencia (no audibles al oído humano) desde un transductor de ultrasonido o sonda que se introduce en el recto a través de cuyas paredes se examinan los órganos reproductivos de la vaca (Figura N° 7).

Como resultado de este mecanismo se forma una imagen dinámica en la pantalla del monitor del equipo que muestra una delgada y profunda área de la estructura o tejido que se está evaluando. [...].

La frecuencia comúnmente usadas en la evaluación de los órganos reproductivos de grandes animales como la vaca son 3.5, 5.0 y 7.5 MHz. Las estructuras relativamente pequeñas, como los folículos ováricos localizados más próximos del transductor se pueden estudiar con una frecuencia entre 5,0 y 7,5 MHz. Por lo contrario grandes estructuras cerca del transductor tales como fetos y úteros de mediana y avanzada gestación, se observan con frecuencia de 3,5 MHz.

Figura N° 7 Ecografía del Aparato Reproductor de la Hembra.



Fuente: PEREA, Fernando (2005)²⁷

²⁷ PEREA, Fernando, Ecografía Reproductiva, Universidad de los Andes, Trujillo-Venezuela, 2005, Disponible desde: http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/manual-ganaderia/seccion8/articulo1-s8.pdf, Pág. 1,2.

²⁷ PEREA, Fernando. Art. Cit. Pág. 2

2.9. APLICACIÓN EN REPRODUCCIÓN ANIMAL.

Según: BELLENDÁ, Omar⁴

El campo de aplicación de la ultrasonografía es muy vasto, y en estos últimos años han aumentado las mismas, a través de la biotecnología de la reproducción .solo para comentar algunos de los tantos usos del ecógrafo en estas áreas, tenemos:

Estudio de ovarios y útero durante el ciclo estral y gestación.

Diagnóstico de patologías del aparato reproductor.

Diagnóstico precoz de gestación.

Determinación precoz del sexo fetal.

Estudio de la dinámica folicular- ondas foliculares.

Guía para punción y aspiración folicular y colecta de ovocitos.

Estudio de la viabilidad embrionaria.

Determinación de la edad de la gestación.

Evaluación ginecológica de donantes y receptoras de embriones.

Determinación de momento de inicio de superovulación de donantes.

Estimación de la respuesta superovulatoria.

Estudio del momento la aplicación de agentes luteolíticos para sincronizar celos.

Evaluación de respuesta del ovario a otros sistemas de sincronización de celos.

Determinación del momento y/o tasa de ovulación para servicio (yeguas-cerdas)

Determinación de preñeces múltiples (ovejas-cabras-cerdas-perras)

Determinación precoz de mellizos para dejar uno

Aplicación en los machos, para estudio de glándulas accesorias, testículos y epidídimo.

2.10. MODO DE EXPLORACIÓN.

BOYEZUK, Diego (2007)⁹ menciona que: Los exámenes reproductivos por vía transrectal se realizan con el animal en estación, con el método de sujeción con que se cuenta en el establecimiento y dependerá también del tipo de ecógrafo a utilizar. La maniobra de exploración es semejante a la utilizada en la palpación. Algunos autores aconsejan vaciar la ampolla rectal, hecho que no siempre es necesario. [...].

La exploración rutinaria involucra la visualización del útero en su totalidad. Se pueden obtener imágenes transversales y longitudinales de ambos cuernos evaluando la pared y el contenido. Diferentes estados patológicos como metritis, piómetras, hidrosalpinx, etc. Pueden ser

⁴ BELLENDÁ, Omar, *El Ultrasonido o Ecografía aplicados en la reproducción animal*, Disponible desde: [http://www.ecografiavet.com/pdf/Ecografia en Ovejas y Cerdas.pdf](http://www.ecografiavet.com/pdf/Ecografia%20en%20Ovejas%20y%20Cerdas.pdf), Pág. 3.

⁹ BOYEZUK, Diego, *Ecografía Reproductiva: Precocidad Diagnóstica en Nuestros establecimientos Ganaderos*, Universidad Nacional de la Plata, 2007, Disponible desde: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/ecografia_ultrasonido/18-precocidad.pdf. Pág. 2, 3, 4.

detectados precozmente y, de este modo, determinar un tratamiento terapéutico a una decisión de manejo.

2.11. DIAGNÓSTICO DE GESTACIÓN.

A partir de los 25 – 28 días post-inseminación es posible detectar el saco gestacional con la precisión (95%) y con mínimo riesgo de pérdida debido a la escasa o nula manipulación del aparato genital. [...]

Pudiendo detectar la gestación aún en forma más precoz (20 días post-inseminación) esta crece de sentido práctico ya que entre los 20 y 56 días post-inseminación el porcentaje de pérdida de gestación en el ganado lechero oscila entre el 6 y 14 %. Por lo tanto de rutina todas hembras diagnosticadas preñadas por ultrasonografía alrededor de los 25 días post-inseminación deben ser exploradas nuevamente a los 60 días, momento en el cual disminuye la tasa de pérdida.

Figura N° 8 Gestación de 35 días



Fuente: BOYEZUK, Diego (2007)⁹

⁹ BOYEZUK, Diego. Art. Cit. Pág 3

2.12. GESTACIÓN.

2.12.1. Reconocimiento materno de la gestación.

CUNNINGHAN, James (2005)¹¹ “Una proteína específica de origen embrionario denominada trofoblastina y producida antes del día 14 de la gestación (o posovulación) tanto en la oveja como en la vaca, es importante para el establecimiento de la gestación desde el punto de vista inmunológico esta guarda una relación estructural muy próxima con la molécula conocida como interferón”.

BARTOLOMÉ, Julian (2009)² expone que: Se denomina así a la señal emitida por el embrión que permite el bloqueo de la luteólisis, la extensión de la vida del CL y la formación de la placenta para el desarrollo de la gestación. Esto incluye la inhibición de la liberación de PGF2 α , la modificación del ambiente uterino y los cambios que evitan el rechazo inmunológico del embrión. Las células mononucleares del trofoblasto secretan alrededor del día 16 el interferón-tao, que inhibe la síntesis de receptores para los estrógenos, receptores para la oxitocina y por lo tanto inhibe la secreción de PGF2 α evitando la luteolisis y asegurando la permanencia del CL.

El embrión también modifica el flujo sanguíneo y la permeabilidad vascular, el movimiento de fluidos, la respuesta del CL a las prostaglandinas, la actividad secretoria y metabólica del útero, la transferencia de nutrientes, la actividad inmune y desarrollo de la glándula mamaria.

El feto presenta antígenos de histocompatibilidad que podrían originar una respuesta inmune con linfocitos-T por parte de la madre sin embargo esto no sucede.[...] Durante el desarrollo embrionario y fetal la progesterona es la encargada de inhibir la respuesta inmune contra los tejidos embrionarios y fetales, tratando de no comprometer la respuesta inmune contra agentes infecciosos. La progesterona afectaría la diferencia de las células T favoreciendo la producción de citocinas para las células Th-2 e inhibiendo las citocinas para las células Th-1 y de esta manera permitiría la implantación.

¹¹ CUNNINGHAN, James. Op. Cit. Pág 399

² BARTOLOMÉ, Julian, *Endocrinología y Fisiología de la Gestación, y el Parto en el Bovino*, Facultad de Ciencias y Veterinarias de la UNCPBA, Tandil-Buenos Aires, 2009, Disponible desde: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/cria_parto/05-parto_fisio.pdf, Pág. 2.

2.13. FALLA EN LA CONCEPCIÓN EN EL GANADO LECHERO.

HERNÁNDEZ, Joel y MORALES, José (2001)²² señalan que: El bajo porcentaje de concepción es provocada por la alta incidencia de muerte embrionaria temprana. Tanto en animales con historia de infertilidad como en animales con fertilidad normal se ha observado que cerca del 90% de los ovocitos son fertilizados sin embargo, una alta proporción de los embriones muere antes de los 16 días posinseminación los primeros siete días representan el periodo en que acontecen más pérdida embrionarias. De esta forma en virtud de que la muerte del embrión ocurre antes del reconocimiento materno de la gestación, las vacas regresan al estro en un periodo equivalente un ciclo normal. [...].

La sobrevivencia embrionaria depende de una correcta sincronía entre el embrión y la madre. Para que la gestación se lleve a cabo, se debe establecer un diálogo estrecho entre el embrión en desarrollo y el ambiente materno. De esta forma el embrión debe establecer los mecanismos que evitan la regresión del cuerpo lúteo durante los días 15 a 17 posinseminación, lo cual se consigue mediante la secreción de interferón tau (antes proteína trofoblástica bovina I), la cual bloquea la síntesis de PGF2 α se ha propuesto que uno de los factores que contribuyen a la falla en la concepción es la incapacidad del embrión para evitar la regresión del cuerpo lúteo.

Albihn et al. Observaron que los embriones de vaquillas repetidoras tuvieron menor capacidad para evitar la regresión del cuerpo lúteo, de esta forma la inhibición de la cascada de la secreción de la PGF2 α podría mejorar los porcentajes de concepción, ya que al embrión le daría más tiempo para alcanzar el estado óptimo de desarrollo que le permita establecer eficientemente el mecanismo de reconocimiento materno de la gestación.

²² HERNANDEZ, Joel y MORALES, José, *Fallas en la Concepción en el Ganado Lechero: Evaluación de Terapias Hormonales*, Universidad Autónoma de México, Vol. 32, Octubre-Diciembre, 2001, Disponible desde: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/423/42332406.pdf>, Pág. 280,282.

CAPÍTULO III.

3. HIPÓTESIS.

3.1. Hipótesis nula.

Con el uso de gonadotropina coriónica equina (eCG) al momento de retirar los dispositivos intravaginales de progesterona (CIDR), no existen cambios significativos en los porcentajes de preñez.

3.2. Hipótesis alternativa.

Con el uso de gonadotropina coriónica equina (eCG) al momento de retirar los dispositivos intravaginales de progesterona (CIDR), existen cambios significativos en los porcentajes de preñez.

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

3.3.1. Variables independientes.

Cuadro N° 2. eCG (gonadotropina coriónica equina)

Concepto	Categorías	Indicadores	Índice
Hormona placentaria con actividad FSH y LH.	Mecánica	Dosis	UI

3.3.2. Variables dependientes.

Cuadro N° 3. Preñez

Concepto	Categorías	Indicadores	Índice
Desarrollo embrionario después de la concepción.	Física	Número	Porcentaje

3.3.3. INDICADORES.

- Porcentaje de preñez

CAPÍTULO IV.

4. POBLACIÓN Y MUESTRA.

4.1. Población.

El total de la población estudiada en este trabajo de investigación fueron 60 vacas de raza Holstein, que se dividieron en dos grupos donde cada grupo se conformó por 30 animales.

4.2. Diseño experimental.

El diseño experimental a considerar es el Diseño Completamente al Azar (DCA) por la presencia de un solo factor eCG, existen dos niveles uno con la aplicación de la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG) y otro sin la aplicación de la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG) con una variable de entrada la eCG y una variable de salida la preñez, cada tratamiento se conformó por seis repeticiones con cinco unidades experimentales cada repetición.

4.3. Lote de experimento.

Cuadro N° 4 Distribución de los animales por tratamiento

Repeticiones	Tratamientos		Total
	T1 (con eCG)	T2 (sin eCG)	
I	5	5	10
II	5	5	10
III	5	5	10
IV	5	5	10
V	5	5	10
VI	5	5	10
Total	30	30	60

CAPÍTULO V.

5. MARCO METODOLÓGICO.

5.1. DELIMITACIÓN.

6 meses distribuidos de la siguiente manera.

5.1.1. Temporal.

5.1.1.1. Etapa de investigación.

- 1 mes

5.1.1.2. Etapa de ejecución.

- 3 meses

5.1.1.3. Etapa de conclusión.

- 2 meses

5.1.2. Espacial.

La presente investigación se realizó en la zona de Burgay en la parroquia Jerusalén, perteneciente al cantón Biblian, que se encuentra en una altitud de 2.640 m.s.n.m. con una temperatura de 14 °C, ubicada en la zona septentrional de la hoya del Paute, tienen una longitud de 78°, 58' 7" oeste y una latitud de 2°, 42' y 57" Sur con una pluviosidad de 1180 mm anuales. Caracterizada por un clima frío, con una época húmeda en los meses de Abril y una época seca en los meses de Mayo a Septiembre

Figura N° 9 Croquis del Lugar de la Investigación.



5.1.3. Académica.

La presente investigación se encuentra enfocada en la área del conocimiento de las ciencias veterinaria.

CAPÍTULO V.

6. MATERIALES Y MÉTODOS.

6.1. MÉTODOS.

6.1.1. MÉTODO.

El método que se utilizó para el estudio de este trabajo de investigación fue el experimental inductivo, cual me permitio estudiar los hechos o fenómenos bajo condiciones especiales.

6.2. PROCESO.

Planteamiento del problema.

Formulación de las hipótesis.

Comprobación de las hipótesis.

Presentación de los resultado.

6.3. TÉCNICA.

Técnicas de registro.

Técnicas de campo.

Toma de muestras en el campo (chequeo ginecológico).

Análisis estadístico.

6.4. PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO.

6.4.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES.

Se procedió a determinar que animales conformarían la investigación en los que se consideró condición corporal entre 2.5 a 3.5, post parto de 45 a 120 días, número de partos entre 2 a 4.

6.4.2. LOTIZACIÓN DEL REJO.

Consistió en dividir el lote de 60 unidades experimentales previamente identificados en dos grupos donde 30 animales conformarían T1= con eCG y los 30 restantes formaron parte de T2= sin eCG cada tratamiento se estructuró con seis repeticiones cada repetición compuesta por 5 animales.

Para identificar a las vacas de T1 se procedió a pintarlas en la región sacra con la ayuda de una pintura de latex de color naranja.

6.4.3. APLICACIÓN DE LOS PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN.

Una vez identificados a los animales que conformaron cada tratamiento se sincronizo 10 animales por día durante tres días consecutivos completando los 60 animales de la investigación.

La aplicación de los protocolos consistió en la colocación de un dispositivo intravaginal liberador de progeterona (CIDR), junto con la aplicación de 2 mg de Benzoato de Estradiol (Fertigan), intramuscular (IM).

En el día siete se realizó la remoción del dispositivo intravaginal (CIDR) y aplicación de 500 µg del PGF2α (Estrumate), en esta etapa en el tratamiento objeto de la investigación se realizo la aplicación de 400 UI de eCG (Folligon).

En el día 8 se coloca 1 mg de Benzoato de Estradiol (IM).

Finalmente en el día 10 luego de 72 horas de haber aplicado PGF2α se procedió a la inseminación artificial (IA).

6.4.4. CHEQUEO GINECOLÓGICO Y TOMA DE DATOS.

A los 45 días pos-inseminación se realizó el chequeo ginecológico con ultrasonografía, donde se chequeo a cada unidad experimental obteniendo datos de los animales que si respondieron como los que nos respondieron a los tratamientos.

6.4.5. ANÁLISIS Y TABULACIÓN DE DATOS.

Etapa donde se determinó conclusiones con los resultados obtenidos gracias a la información de los datos recolectados en campo.

Figura N° 10. Protocolo de sincronización de celo para T1.

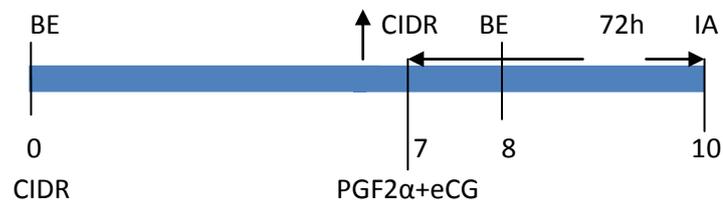
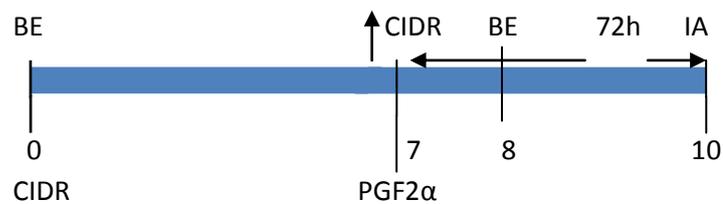


Figura N° 11. Protocolo de sincronización de celo para T2.



6.5. EQUIPOS Y MATERIALES.

6.5.1. De oficina.

Cuadro N° 5. Equipos de Oficina.

Cantidad	Unidad de medida	Descripción
1	Paquete	Hojas de papel bond
1	Unidad	Tablero
1	Unidad	Lápiz
1	Unidad	Bolígrafo
1	Unidad	Libreta de campo
1	Unidad	Laptop
1	Unidad	Calculadora
1	Unidad	Cámara digital

6.5.2. De campo.

Cuadro N° 6. Equipos de Campo.

Unidad de medida	Cantidad	Descripción
	60	Vacas
	60	Dispositivos intravaginales
Dosis	60	Benzoato de estradiol
Dosis	60	PGF2 α (Estrumate)
Dosis	30	Folligon (eCG)
Unidad	60	Pajuelas
Unidad	1	Kit de inseminación
Litro	1	Yodo
Caja	2	Guantes ginecológicos
Rollo	2	Toallas absorbentes
	1	Valde
Litro	2	Gel lubricante
	1	Aplicador de dispositivos intravaginales
	1	Ecógrafo LANDWIND
	1	Sombrilla

6.6. MARCO LOGÍSTICO.

6.6.1. Recursos financieros.

Se observarán en el Anexo N° 1 Costo total de la investigación.

6.6.2. Recursos humanos.

Director de la tesis Dr. Patricio Garnica M.

Investigador: Cristhian Sagbay D.

6.6.3. Recursos Institucionales.

Investigador del proyecto.

Universidad Politécnica Salesiana.

CAPÍTULO VI.

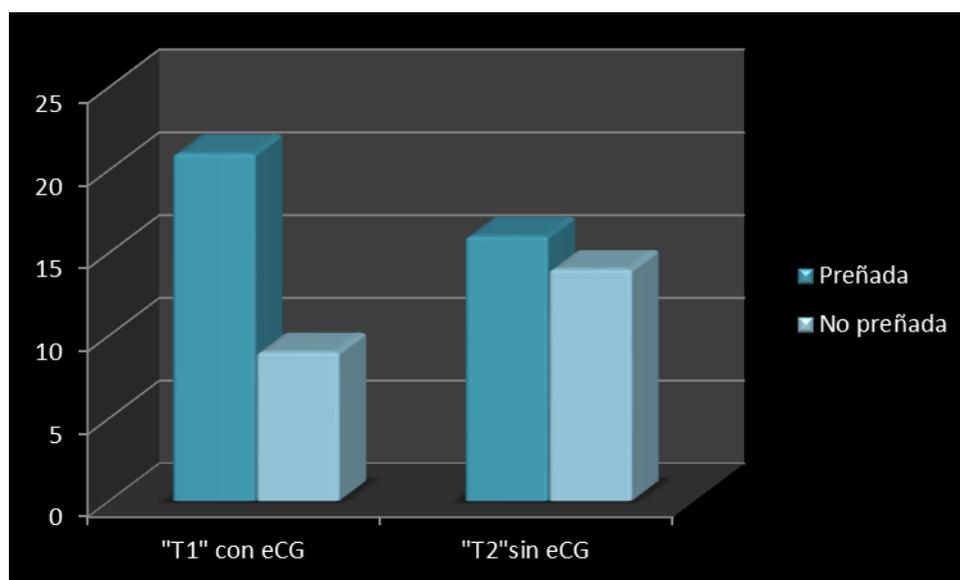
7. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

7.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Cuadro N° 7. Resultados obtenidos en la investigación.

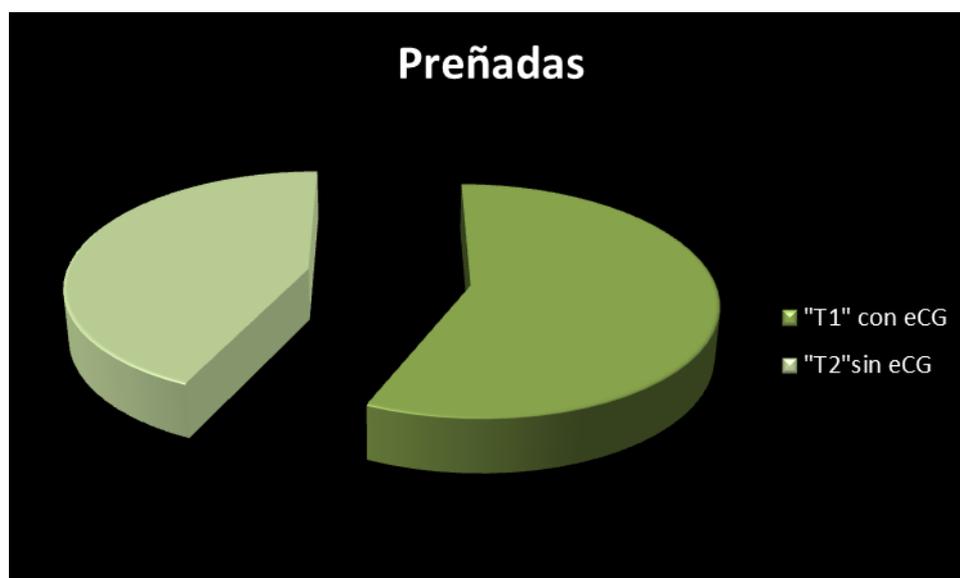
Investigación	Con eCG	Sin eCG
Preñadas	21	16
No preñadas	9	14

Figura N° 12 Vacas Preñadas y no Preñadas (T1 y T2).



En la Figura N° 12 se puede apreciar los datos obtenidos de las vacas que respondieron como las que no respondieron al tratamiento, en el T1, 21 animales resultaron preñadas y 9 no respondieron mientras que en T2, 16 animales resultaron preñadas y 14 no respondieron.

Figura N° 13. Total de Vacas Preñadas de T1 y T2.



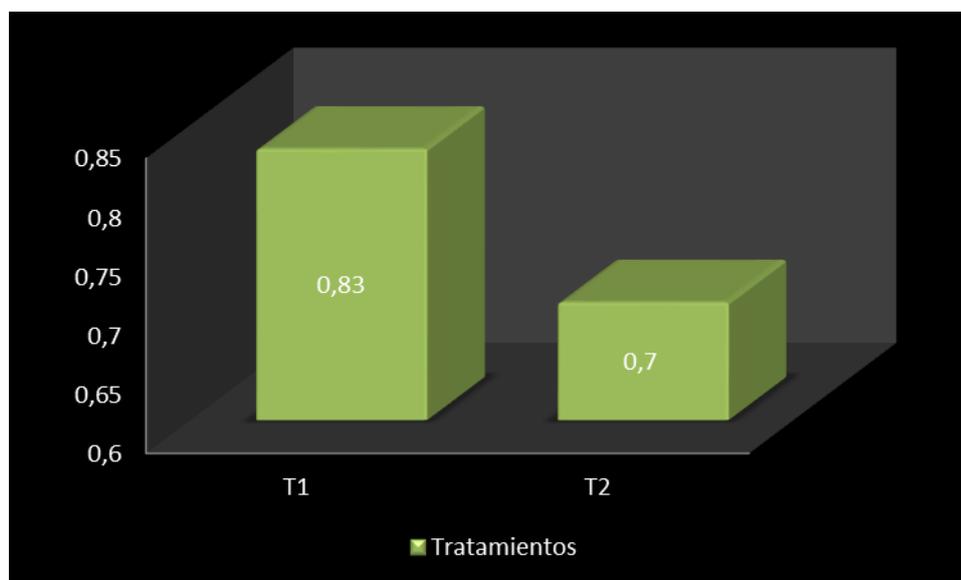
En la Figura N° 13 se puede comparar los resultados obtenidos de los animales preñados en relación a T1 con T2.

Cuadro N° 8. Porcentajes de preñez por tratamiento en vacas, con datos transformados a Arcoseno de la Raíz (p), para un DCA, de 2 tratamientos con 30 unidades experimentales por cada uno.

Repet.	TRATAMIENTOS		Σ Rep
	T1	T2	
1	0,89	0,45	1,34
2	0,77	0,63	1,41
3	0,77	1,00	1,77
4	0,89	0,77	1,67
5	0,77	0,45	1,22
6	0,89	0,89	1,79
Σ Trat	5,01	4,20	9,20
\bar{x}	0,83	0,70	0,77

El promedio de los porcentajes de preñez con datos transformados, de $T1 = 0,83 > T2 = 0,70$; el ADEVA permitirá comparar el rendimiento de los tratamientos con respecto a la variable preñez de las vacas del experimento.

Figura N° 14 Porcentajes de preñez entre T1 y T2.



Cuadro N° 9 ADEVA para porcentajes de preñez de tratamientos.

F de V	gl.	SC	CM	F Cal.	F.Tabular	
					0,05	0,01
Total	11	0,3421				
Tratamientos	1	0,0548	0,0548	1,91 ns	4,96	10,04
E. Experimental	10	0,2873	0,0287			

CV = 22,10%.

El coeficiente de variación del 22,10 % indica la confiabilidad de los datos; mismo que están dentro de los márgenes de tolerancia, para este tipo de diseño utilizado.

El Análisis de Varianza dio como resultado un valor calculado que no supera a los valores tabulares, por lo tanto las diferencias entre los porcentajes de preñez de las vacas de los tratamientos no son significativas. Cuadro 9.

Consecuentemente se acepta la hipótesis nula de que con el uso de gonadotropina coriónica equina (eCG) al momento de retirar los dispositivos intravaginales (CIDR) no existen cambios significativos en los porcentajes de preñez y se rechaza la alternativa de que con el uso de eCG al momento de retirar los dispositivos intravaginales de progesterona (CIDR), existen cambios significativos en los porcentajes de preñez. El análisis económico proporcionará información para tomar decisiones con respecto a esta investigación.

En la presente investigación se obtuvo un incremento de preñez relativamente bajo con la inclusión de eCG, el que estadísticamente no fue significativo comparado con la no inclusión de eCG dentro del protocolo conformado por BE+P4+PGF2 α . Esta realidad concuerda con la investigación de BÓ, GABRIEL⁶ quien 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. Sin embargo encontró resultados positivos cuando aplicó en animales con cría y con alta incidencia de anestros.

La falta de respuesta positiva podría deberse a que estas vacas no necesitarían del estímulo extra que ofrece la eCG para el crecimiento folicular por encontrarse en buena condición corporal y por lo tanto la adición de eCG solo tendría resultados positivos en vacas en una condición corporal comprometida.

También se concuerda con BUSTOS, LAUREANO Y DUARTE, MARCELO¹⁰ que mencionan que la aplicación de eCG en protocolos de IATF está siendo cada vez más usada gracias a la ventaja que esta tiene en ciertas categorías de animales de aumentar el porcentaje de preñez, por ejemplo en vacas de carne con cría al pie y de baja condición corporal.

Afirmación que se pudiera corroborar ya que las vacas utilizadas para la investigación se encontraron en un rango de buena condición corporal entre 2,5 a 3,5.

7.2. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS.

7.2.1. Análisis de los costos directos por tratamiento.

Cuadro N° 10 Costos por tratamiento.

DESCRIPCIÓN	TRATAMIENTOS	
	Con eCG	Sin eCG
1. Materiales directos		
Dispositivointravag (CDIR progest)	10,92	10,92
PGF2 α (Estrumate, luteolítico)	2,33	2,33
Benzoato de estradiol (fertigan)	1,00	1,00
Folligon gonadotropina (eCG)	4,96	0,00
Lubricante	0,33	0,33
Pistola de inseminación artificial.	0,42	0,42
Caja de guantes ginecológicos	0,50	0,50
Vanodine	0,25	0,25
Pajuela de inseminación	15,00	15,00
Toallas absorbentes	0,03	0,03
Total	35,74	30,78

7.2.2. Costos unitarios.

El costo total de \$ 3. 327, 83 del Anexo 1, repartido entre 60 vacas, considerando el valor diferente del tratamiento 1, de los animales que reciben en eCG, dan un costo total unitario de los costos directos, de \$ 35, 74 para el tratamiento 1 (con eCG) y 30, 78 para el tratamiento 2 (sin eCG).

7.2.3. Comparación de indicadores económico.

El análisis económico fundamentado en el ADEVA, permite decidir sobre la conveniencia del uso de esta hormona para obtener mayores beneficios de las vacas del experimento.

Para el presente caso, el análisis económico que se desprende de los resultados de la investigación, define la posición del ganadero con respecto a la rentabilidad que obtendrá y que justifique su inversión o su cambio de actitud con respecto a la recomendación para mejorar la preñez en vacas.

Comparando los beneficios con los costos del experimento, se obtienen algunos importantes indicadores para la toma de decisiones en el campo económico. A continuación se presentan los resultados y sus interpretaciones.

Cuadro N° 11 Indicadores económicos (valores unitarios en USD).

Indicadores	Tratamientos	
	T1 (con eCG)	T2 (Sin eCG)
1. Costo	51,06	57,71
2. Beneficio bruto	56,00	56,00
3. Valor Neto	4,94	-1,71
4. Relación B/C	1,10	0,97
5. Relación C/B	91,18%	103,05%

Considerando la tasa de preñez del 70% obtenida con las vacas del tratamiento T2, se obtendrían 21 crías, que vendidas a un precio de \$ 80, darían un beneficio Bruto de \$ 1.680 que prorrateados entre 30 vacas del tratamiento definen un beneficio bruto promedio de \$ 56,00. El T1 incrementó la tasa de preñez en el 19,33%, pero debido a que este incremento no es estadísticamente significativo, no es real. En estas condiciones el Beneficio Bruto es el mismo para los dos tratamientos.

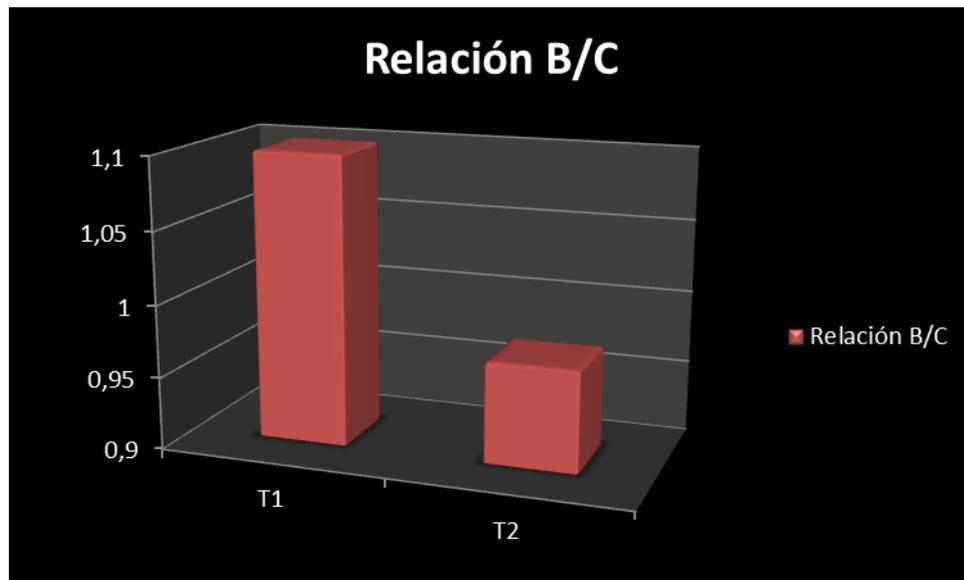
7.2.4. El valor neto de los tratamientos.

El Beneficio Neto de los tratamiento es T1 = 4,94 y del T2 = -1,71 dólares por cada vaca; por lo tanto el Beneficio Neto es negativo con el tratamiento T2, porque los costos del tratamientos son superiores a los beneficios obtenidos y existe una pérdida de \$ 1,71 por cada vaca.

7.2.5. Análisis de la Relación Beneficio/Costo.

Las relaciones Beneficio/Costo y Costo/Beneficio, son métodos del análisis económico que comparan los beneficios con los costos, posibilitando la toma de decisiones, a fin de recomendar el uso de tratamientos en función de la rentabilidad esperada.

Figura N° 15 Relación Beneficio/Costo de Tratamientos



En el Gráfico N° 13 se observa la RB/C de los tratamientos; de esta forma con el T1 se obtuvo una RB/C = 1,10 y con T2 una RB/C = 0,97.

7.2.6. Análisis de la relación Costo/Beneficio.

Analizando por el lado de los costos la RC/B del T1, indica que los costos son el 91,18% de los beneficios. Para el T2, los costos son más altos y representan el 103,05% (Cuadro N° 11).

Figura N° 16 Relación Costo/Beneficio de los Tratamientos.



El Gráfico N° 14 muestra la RC/B de los tratamientos, con el T1 se obtuvo una RC/B= 91, 18% y con el T2, una RC/B = 103,05%.

CONCLUSIONES.

Con la utilización de un protocolo de sincronización de celos a tiempo fijo se disminuye el problema que representa la detección de celos dentro de un hato ganadero, así como reducir la transmisión de enfermedades infecciosas de interés reproductivo.

El uso de un protocolo de sincronización de celos a tiempo fijo conformado por BE+CIDR+PGF2 α con la adición de eCG en vacas con una condición corporal favorable (2,5 – 3,5) no repercute significativamente en el incremento del porcentaje de preñez posiblemente ya que estos animales no requieren de un estímulo extra para poder mejorar su performance reproductiva.

El tratamiento 1 con la adición de eCG es económicamente viable, debido a que los indicadores económicos muestran un Valor Neto positivo (4,94), RB/C (1,10) debido a que el costo por vaca preñada resulta inferior al del tratamiento T2.

Si bien el tratamiento T2 presenta costos directos inferiores al tratamiento T1, sin embargo la relación se invierte al analizar los costos por vaca preñada debido al más alto porcentaje de vacas preñadas.

El uso de eCG para el incremento del porcentaje de preñez no tuvo un efecto significativo estadísticamente sin embargo desde el punto de vista de la planificación de la empresa lechera tiene su importancia.

RECOMENDACIONES.

Se recomienda la inclusión de eCG en los protocolos de sincronización con IATF ya que el costo por vaca preñada resulta inferior al costo por vaca preñada sin eCG.

Si bien la adición de eCG puede no generar alta rentabilidad, esta se justifica desde el punto de vista de la administración de la empresa lechera, planificación económica financiera y planificación técnica productiva.

La práctica no resulta en el incremento de preñez altamente significativo, económicamente no genera pérdida, generando un beneficio que desde la economía de escala puede resultar atractivo para la empresa lechera.

Para contar con un análisis económico de rentabilidad de la adición de eCG al protocolo BE+P4+PGF2 α sería necesario incluir los costos directos e indirectos de la práctica dentro de la empresa lechera.

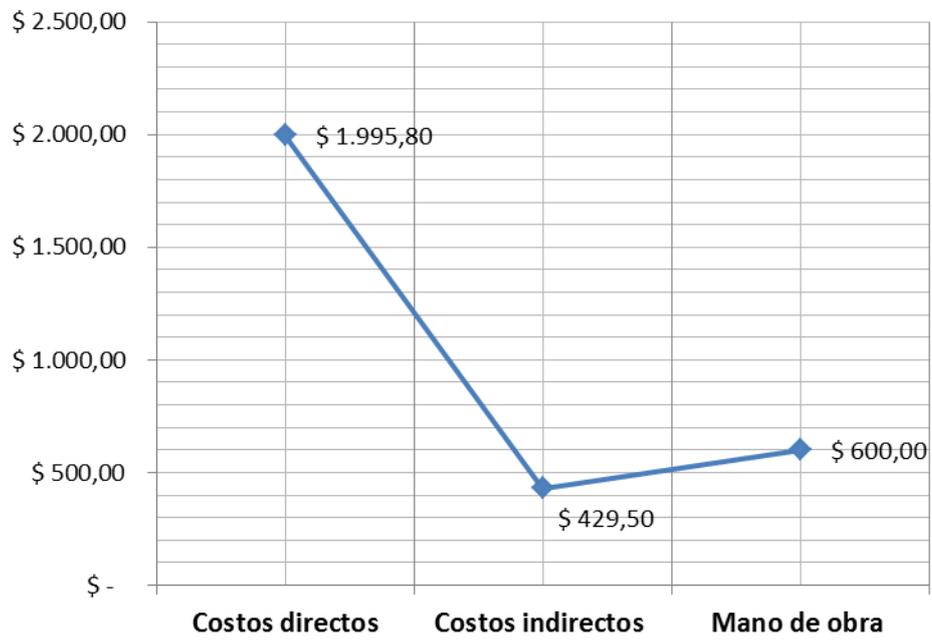
La preñez es el resultado de un proceso fisiológico, cuyo origen es multifactorial y probablemente se requiere de la concurrencia de otras variables que en este experimento no estuvieron presentes, por lo que se recomienda continuar la investigación considerando otras variables.

ANEXOS

Anexo 1. Costo total de la investigación.

Materiales y equipos	Unidad medida	Cantidad	Valor unitario	Total
1. Materiales directos				
Dispositivos intravaginales (CDIR)	Present, 10 unid	6	109,2	655,20
PGF2 α (Estrumate)	dosis	60	2,33	139,80
Benzoato de estradiol (fertigan)	Una dosis	60	1	60,00
Folligon	Frasco (1000 UI)	12	12,4	148,80
Lubricante		2	10	20,00
Pistola de inseminación artificial.	Alquiler	1	25	25,00
Caja de guantes ginecológicos	Caja	2	15	30,00
Vanodine	Frasco	1	15	15,00
Pajuela de inseminación	unidad	60	15	900,00
Toallas absorbentes	Rollos	2	1	2,00
Subtotal				1995,80
2. Materiales Indirectos				
Hojas de impresión	Paquete	2	5	10,00
Tinta de impresión	Frascos	4	8	32,00
Ecografo	Alquiler	2	100	200,00
Nitrógeno líquido	Litros	5	4,5	22,50
Materiales oficina	varios			35
Movilización investigadores	Pasajes	10	3	30,00
Alimentación	-	2	50	100,00
Subtotal				429,50
3. Mano de Obra				
Investigadores	Investigador	2	200	400,00
Dirección tesis	Director	1	200	200,00
Subtotal				600,00
Total (Costos dir + Costos Indir)				3025,30
Imprevistos 10%				302,53
GRAN TOTAL				3327,83

Anexo 2. Costos directos, Costos indirectos y Mano de obra del experimento.



Anexo 3. Costos por tratamiento

DESCRIPCIÓN	TRATAMIENTOS	
	Con eCG	Sin eCG
1. Materiales directos		
Dispositivo intravag (CDIR progest)	10,92	10,92
PGF2 α (Estrumate, luteolítico)	2,33	2,33
Benzoato de estradiol (fertigan)	1,00	1,00
Folligon gonadotropina (eCG)	4,96	0,00
Lubricante	0,33	0,33
Pistola de inseminación artificial.	0,42	0,42
Caja de guantes ginecológicos	0,50	0,50
Vanodine	0,25	0,25
Pajuela de inseminación	15,00	15,00
Toallas absorbentes	0,03	0,03
Subtotal	35,74	30,78
2. Materiales Indirectos		
Hojas de impresión	0,17	0,17
Tinta de impresión	0,53	0,53
Ecografo	3,33	3,33
Nitrógeno líquido	0,38	0,38
Materiales oficina	0,58	0,58
Movilización investigadores	0,50	0,50
Alimentación	1,67	1,67
Subtotal	7,16	7,16
3. Mano de Obra		
Investigadores	6,67	6,67
Dirección tesis	3,33	3,33
Subtotal	10,00	10,00
Total (Cost direc + Cost Indirect)	52,90	47,94
Imprevistos 10%	5,29	4,79
GRAN TOTAL	58,19	52,74

Anexo 4. Fórmulas para el cálculo del ADEVA y coeficiente de variación.

Cálculo del Factor de Corrección (FC)				
FC =	$\frac{(\sum x_{ij})^2}{r \cdot t}$	Sumat rep elevado al cuad/sobre num de rep x num de trat.	=	7,0579
SC tot =	$\sum x_{ij}^2 - FC$	Sumatoria de cuadrados Total, menos el FC	=	0,3421
SC trat =	$\frac{\sum x_{ij}^2}{r} - FC$	Sumatoria de cuadrados de tratam menos FC	=	0,0548
SC Error exp =	$\frac{SC\ tot - SC\ trat}{t}$	Sumat de cuad Tot menos Sumat de Cuad de trat	=	0,2873

$$CV = \frac{\sqrt{CMEExp}}{\bar{x}} \times 100$$

Anexo 5. Porcentajes de preñez en valores decimales por tratamiento en vacas, para un DCA, de 2 tratamientos con 6 unidades experimentales por cada uno.

Repet.	TRATAMIENTOS		Σ Rep
	T1	T2	
I	0,80	0,20	1,00
II	0,60	0,40	1,00
III	0,60	1,00	1,60
IV	0,80	0,60	1,40
V	0,60	0,20	0,80
VI	0,80	0,80	1,60
Σ Trat	4,20	3,20	7,40
\bar{x}	0,70	0,53	0,62

Anexo 6. Cronograma de Actividades

MES	1				2				3				4				5				6			
SEMANA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ACTIVIDADES																								
Identificación y división de lotes.	X																							
Compra de hormonas y equipos		X																						
Aplicación de los protocolos			X	X	X																			
Chequeo ginecológico					X	X	X	X	X	X	X	X	X											
Recopilación de datos													X											
Tabulación de datos													X	X										
Interpretación de datos													X	X										
Elaboración del informe final																	X	X	X					
Revisión por el director de tesis																			X	X				
Defensa																					X			

Anexo 7. Registros de campo

REGISTROS DE OBSERVACIÓN

1. Datos Generales			
Lugar El Cortijo			
Vaca Nº 622			
Edad	Años 6	Meses	
Condición Corporal 3	Nº partos 4	Fecha último parto 45	
Observaciones			
2. Estado del aparato reproductivo al momento de realizar el tratamiento			
VAGINA N	CERVIX N	ÚTERO N	
3. Indicador de preñez a los 40 días post-inseminación			
Sin eCG		Con eCG	
Preñez	No preñez	Preñez X	No preñez

REGISTROS DE OBSERVACIÓN

1. Datos Generales			
Lugar El Cortijo			
Vaca N° 756			
Edad	Años 3	Meses 4	
Condición Corporal 2,75	N° partos 2	Fecha último parto 45	
Observaciones			
2. Estado del aparato reproductivo al momento de realizar el tratamiento			
VAGINA	CERVIX	ÚTERO	
3. Indicador de preñez a los 40 días post-inseminación			
Sin eCG		Con eCG	
Preñez	No preñez X	Preñez	No preñez

Anexo 8. Fotografías

Fotografía N° 1. Hacienda “El Cortijo”



Fotografía N°2. Vacas del tratamiento 1 identificadas con una pintura de látex



Figura N°3. Vacas del tratamiento 2 sin pintura de látex.



Fotografía N° 3. Materiales utilizados para desinfectar la vulva (alcohol, yodo).



Fotografía N° 4. Colocación del dispositivo intravaginal (CIDR).



Fotografía N° 5. Remoción del dispositivo intravaginal (CIDR).



Fotografía N° 6. Materiales necesarios para IATF.



Fotografía N° 7. Ecógrafo para realizar el chequeo ginecológico 45 días post-inseminación.



Fotografía N° 8. Chequeo ginecológico de las vacas de la investigación.



BIBLIOGRAFÍA

1. ACUÑA, Victoriano, “Compendio de Reproducción Animal”, *Intervet*, Diciembre, 2007, Disponible desde: http://www.sinervia.com/library_files/503416277_Compendio%20Reproduccion%20Animal%20Intervet.pdf, Consulta 01 de Octubre de 2011.
2. BARTOLOMÉ, Julian, *Endocrinología y Fisiología de la Gestación, y el Parto en el Bovino*, Facultad de Ciencias y Veterinarias de la UNCPBA, Tandil-Buenos Aires, 2009, Disponible desde: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/cria_parto/05-parto_fisio.pdf, Consulta 10 de Enero de 2012.
3. BECALUBA, Facundo, *Métodos de Sincronización de Celos en Bovinos*, Sitio Argentino de Producción Animal, 2006, Disponible desde: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/92-metodos_sincronizacion.pdf, Consulta: 01 de Octubre de 2011.
4. BELLENDÁ, Omar, *El Ultrasonido o Ecografía aplicados en la reproducción animal*, Disponible desde: http://www.ecografiavet.com/pdf/Ecografia_en_Ovejas_y_Cerdas.pdf, Consulta 12 Febrero de 2012.
5. BÓ, Gabriel, *Actualización sobre protocolos de IATF en bovinos de leche utilizando dispositivos con progesterona*, IRAC, 2009, Disponible desde: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/145-IATF.pdf, Consulta 23 de Abril de 2012.
6. BÓ, Gabriel, *El Uso de Tratamientos hormonales y Estrategias de Manejo para Mejorar el Desempeño Reproductivo en Ganado de Carne en Anestro Pos Parto*, IRAC, Disponible desde: <http://www.repromax.com.mx/informesTecnicos/IATF-en-vacas-en-anestro.pdf>, Consulta 23 de Abril de 2012.

7. BÓ, Gabriel, *Estrategias para incrementar la preñez en vacas en anestro*, Universidad Católica de Córdoba, 2005, disponible: http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/manual-ganaderia/seccion6/articulo12-s6.pdf, Consulta 14 de Mayo de 2012.
8. BOTANA, Luis, *Farmacología y Terapéutica Veterinaria*, 2da. Edición, McGRAW-HILL INTERAMERICANA, España, 2002.
9. BOYEZUK, Diego, *Ecografía Reproductiva: Precocidad Diagnóstica en Nuestros establecimientos Ganaderos*, Universidad Nacional de la Plata, 2007, Disponible desde: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/ecografia_ultrasonido/18-precocidad.pdf. Consulta 27 de Mayo de 2012.
10. BUSTOS, Laureano y DUARTE, Marcelo, *Evaluación del Efecto de la eCG en el Porcentaje de Preñez Aplicando a los 14 Días Post-IATF en Vaquillonas Aberdeen Angus de 24 Meses*, Tesis, Universidad Nacional de Córdoba Facultad de Ciencias Agropecuarias, 2010, Disponible desde: <http://www.iracbiogen.com.ar/admin/biblioteca/documentos/Trabajo%20final%20especializacion%20-%20BUSTOS%20-%20DUARTE.pdf>, Consulta 06 de Enero de 2012.
11. CUNNINGHAM, James, *Fisiología Veterinaria-*, 3ra. Edición. Editorial ELSERVIER, España, 2005.
12. ECHEVERRÍA, J, “Endocrinología Reproductiva: Prostaglandina F₂ α en vacas”, Revista Electrónica de Veterinaria REDVET, Vol.II, 1, Enero, 2006, Disponible desde: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010106/010603.pdf>, Consulta 17 de Abril de 2012.
13. FERNÁNDEZ, Abella, “Efecto de la administración de eCG o Benzoato de estradiol asociados a PGF₂ α sobre la fertilidad de vacas hereford de baja condición corporal destetadas precozmente”, *Agrociencia*, Vol. VI, N° 2, Disponible desde:

<http://www.fagro.edu.uy/~agrocienza/VOL6/2/p33-36.pdf>, Consulta 15 de Octubre de 2011.

14. FERNÁNDEZ, Manuel, *El Ciclo Estral de la Vaca Diagnóstico Fotográfico*, Editorial Servet, Zaragoza. España, 2006.
15. GARCÍA Javier, *Visión Fisiología de la Reproducción Bovina*, CIGAL, 2010, Disponible desde: <http://www.cigal.biz/ponencias/23junio.pdf>, Consulta 06 de Octubre de 2011.
16. GARGANTINI, Guillermo, CIDR, Pfizer, disponible desde: http://www.sani.com.ar/producto.php?id_producto=3735, Consulta 10 de Mayo de 2012.
17. GASQUE, Ramón, “Reproducción Bovina”, ENCICLOPEDIA BOVINA, 1ra edición, UNAM, 2008.
18. GONZÁLEZ Gustavo, *Reproducción*, Virbac, N° 15, 2006 Disponible desde: <http://mvz.unipaz.edu.co/textos/preproduccion/bovinos.pdf>, Consulta 30 de Septiembre de 2011.
19. GUTIÉRREZ, Juan, *Hormonas de la Reproducción bovina*, 2008, Disponible desde: http://www.avpa.ula.ve/libro_desarrollosost/pdf/capitulo_42.pdf, Consulta 16 de Febrero de 2012.
20. HÁEZ, B “*Reproducción e inseminación artificial en animales*”. Séptima Edición. Editorial. McGraw-Hill. 2002.
21. HENAO Guillermo y TRUJILLO Luis, “Establecimiento y Desarrollo de la Dinámica Folicular Bovina”, *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, No. 2, 2000, Disponible desde: <http://www.agro.unalmed.edu.co/departamentos/panimal/docs/establecimiento.pdf>, Consulta 14 de Marzo de 2012.

22. HERNÁNDEZ, Joel y MORALES, José, *Fallas en la Concepción en el Ganado Lechero: Evaluación de Terapias Hormonales*, Universidad Autónoma de México, Vol. 32, Octubre-Diciembre, 2001, Disponible desde: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/423/42332406.pdf>, Consulta 23 de Mayo de 2012.
23. HINCAPIÉ, John, *Reproducción Animal Aplicada*, 2da. Edición, Litocom editores, Honduras, 2005.
24. HUANCA, Wilfredo, “Inseminación Artificial a Tiempo Fijo en Vacas Lecheras”, *RevInvVet*, Perú, 2001, Disponible desde: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v12n2/a20v12n2.pdf>, Consulta: 30 de Septiembre de 2011.
25. IÑIGUEZ, Fernando, “Manipulación del Ciclo Estral en Ganado Bovino”, *Virbac al día*, N° 23, México, Disponible desde: <http://www.virbac.com.mx/publicaciones/alDia/gl-23/pdf.pdf>. Consulta 28 de Diciembre de 2011.
26. NÚÑEZ, Richard, *Utilización de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) en Vacas de Carne, Sobre la Tasa de Preñez y Pérdidas Embrionarias en un Programa de Inseminación Artificial*, Universidad Nacional de Córdoba Facultad de Ciencias Agropecuarias, Córdoba, 2011, Disponible desde: http://www.iracbiogen.com.ar/admin/biblioteca/documentos/Trabajo%20Final%20-%20Especialidad%20_Nu%C3%B1ez.pdf, Consulta 15 de Febrero de 2012.
27. PEREA, Fernando, *Ecografía Reproductiva*, Universidad de los Andes, Trujillo-Venezuela, 2005, Disponible desde: http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/manual-ganaderia/seccion8/articulo1-s8.pdf, Consulta 25 de Abril de 2012.
28. RAMÍREZ, Lílido, “Hormonas Hipofisarias del Bovino”, *Mundo Pecuario*, N° 1, Venezuela, 2006, Disponible desde: http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/21948/2/articulo_7.pdf, Consulta 23 de Diciembre de 2011.

29. RIPPE, Christian, *El ciclo estral de la Vaca*, Dairy Cattle Reproduction Conference, 2009, Disponible desde: <http://es.scribd.com/jcampillo86/d/58403293-16-Rippe-El-CicloEstral-Final>, Consulta 23 de Enero de 2011.
30. SAMUEL, S.C, (et al.), *Endocrinología de la Reproducción*, 4ta. Edición, Editorial Médica Panamericana S.A, Argentina, Febrero 2001.
31. Sintex, *Fisiología Reproductiva del Bovino*, 2005, Disponible desde: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/71-fisiologia_reproductiva_del_bovino.pdf, Consulta 01 de Octubre de 2011.
32. SINTEX, *Manejo Farmacológico del Ciclo Estral del Bovino*, 2005, Disponible desde: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/72-manejo_farmacologico_ciclo_estrал_bovino.pdf, Consulta 18 de Enero de 2012.
33. SINTEX, *Manejo Reproductivo en Bovinos de Carne*, 2005, Disponible desde: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/69-manejo_reproductivo_bovinos.pdf, Consulta 05 de Abril de 2012.
34. SUMANO Héctor, y OCAMPO, Luis, “*Farmacología Veterinaria*”. Tercera Edición. Mexico: McGraw-Hill Interamericana, 2006.
35. TOVÍO, Néstor (et al.), “Desarrollo embrionario y estrategias antiluteolíticas hormonales en programas de transplante de embriones bovinos”, Revista MVZ Córdoba, N°1, Córdoba, Enero-Mayo, 2008, Disponible desde: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-02682008000100015&script=sci_arttext, Consulta: 01 de Octubre de 2011.
- 36.