

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

**FACULTAD AGROPECUARIA DE RECURSOS
NATURALES RENOVABLES**

**CARRERA DE MEDICINA
VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**“ESTUDIO DE LA COMBINACIÓN DE LA
HORMONA LIBERADORA DE GONADOTROPINAS
Vs. ESTRADIOL EN PROTOCOLOS DE
INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO EN EL
CANTÓN PALANDA”**

*Tesis de Grado previa a la obtención del
título de Médico Veterinario Zootecnista*

AUTOR


Marco Antonio Erráez Aguilera.

DIRECTOR

Dr. Hermógenes René Chamba Ochoa Mg. Sc.

LOJA – ECUADOR

2016



**Educación
sinónimo de
Libertad**

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS.

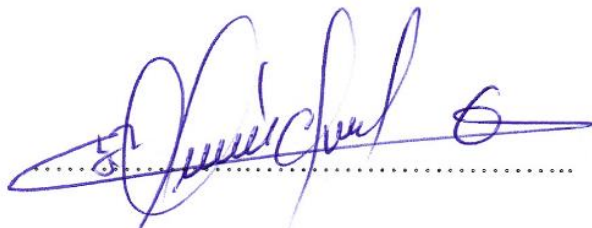
Dr. Hermógenes René Chamba Ochoa Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS.

CERTIFICA:

Que el trabajo de tesis titulado: **“ESTUDIO DE LA COMBINACIÓN DE LA HORMONA LIBERADORA DE GONADOTROPINAS VS. ESTRADIOL EN PROTOCOLOS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO EN EL CANTÓN PALANDA”**, ejecutado por el Señor Egresado **Marco Antonio Erráez Aguilera**, previo a la obtención del título de **MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**, ha sido prolijamente revisado, por tanto, se autoriza su presentación, para el trámite correspondiente.

Loja, 9 de marzo del 2017.



Dr. Hermógenes René Chamba Ochoa Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS


CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

CERTIFICAN:

Que el Señor Egresado de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Facultad Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables, **MARCO ANTONIO ERRÁEZ AGUILERA**, autor de la tesis titulada: “**ESTUDIO DE LA COMBINACIÓN DE LA HORMONA LIBERADORA DE GONADOTROPINAS VS ESTRADIOL EN PROTOCOLOS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO EN EL CANTÓN PALANDA**”, previo a la obtención del título de Médico Veterinario Zootecnista, ha incluido las correcciones que se le han observado, por lo tanto autorizamos continuar con los trámites para la Graduación.

APROBADO

Loja, 28 de julio del 2017



.....
Dr. Víctor Rolando Sisalima Jara Mg. Sc
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



.....
Dr. Galo Vinicio Escudero Sánchez Mg. Sc
VOCAL DEL TRIBUNAL



.....
Dr. Rodrigo Medardo Abad Guamán Ph.D.
VOCAL DEL TRIBUNAL

AUTORÍA

Yo, **Marco Antonio Erráez Aguilera** declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

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

Autor: Marco Antonio Erráez Aguilera.

Firma:



Cédula: 1104897622.

Fecha: Loja, 15 de agosto del 2017

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO

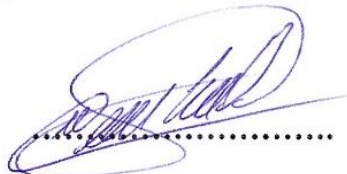
Yo, MARO ANTONIO ERRÁEZ AGUILERA, declaro ser autor de la tesis titulada “**ESTUDIO DE LA COMBINACIÓN DE LA HORMONA LIBERADORA DE GONADOTROPINAS VS. ESTRADIOL EN PROTOCOLOS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO EN EL CANTÓN PALANDA**” como requisito para optar el grado de Médico Veterinario Zootecnista, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de ese trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 15 días del mes de agosto del dos mil diecisiete firma el autor.

Firma:



Autor:

Marco Antonio Erráez Aguilera.

Número de cédula:

1104897622

Dirección:

Loja, Ciudadela Argelia.

Correo electrónico:

marcoerraez@gmail.com

Celular:

0989261563

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de tesis: Dr. Hermógenes René Chamba Ochoa Mg.Sc.

Tribunal de grado

Presidente de tribunal: Dr. Víctor Rolando Sisalima Jara Mg.Sc.

Vocal: Dr. Galo Vinicio Escudero Sánchez Mg.Sc.

Vocal: Dr. Rodrigo Medardo Abad Guamán Ph.D.

AGRADECIMIENTO

Mi más profundo agradecimiento a los directivos y docentes de la Universidad Nacional de Loja, Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables y Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la que durante mis años de estudio recibí valiosos conocimientos.

De igual manera mis sinceros agradecimientos al Director de tesis Dr. Hermógenes René Chamba Ochoa Mg. Sc., quien con su calidad humana y capacidad intelectual supo orientarme exitosamente en la presente investigación.

Así también mis agradecimientos al Dr. José María Díaz y al Dr. Ramiro Ordoñez quienes durante el transcurso del trabajo de campo de mi investigación supieron brindarme su apoyo para poder culminar exitosamente la investigación.

Finalmente, mi más profundo agradecimiento a mi familia y todas las personas que de una u otra manera contribuyeron a las realización y finalización de la presente investigación.

Marco.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación principalmente a Dios, por haberme dado la vida y haberme permitido llegar hasta este momento tan importante en mi formación profesional.

A mis padres Gladis Aguilera y Flavio Erráez por creer en mí y apoyarme siempre. Gracias a ustedes por darme una carrera para mi futuro todo esto se los debo a ustedes.

A mis hermanos Nairobi Erráez y Marlon Erráez por estar siempre conmigo y apoyarme en todo momento, los quiero mucho.

A mi sobrino Charlie Cabrera Erráez, para que en mi veas un ejemplo a seguir.

A mis abuelitas, a mis tíos, primos y demás familiares que de una u otra manera me apoyaron a lo largo de mi carrera universitaria. Gracias a ustedes.

A todos mis amigos y compañeros por compartir buenos y malos momentos durante todos estos años.

A todos ustedes mi eterno servicio y gratitud.

Marco Erráez Aguilera.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pág.
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS.....	¡Error! Marcador no definido.
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	¡Error! Marcador no definido.
AUTORÍA	¡Error! Marcador no definido.
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS.....	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE CUADROS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
RESUMEN	xvii
ABSTRACT.....	xviii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1. ANATOMÍA REPRODUCTIVA BOVINA	2
2.2. FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA BOVINA.....	6
2.2.1. Regulación Neuroendocrina	6

2.2.2.	Fases del Ciclo Estral	9
2.2.2.1.	Fase folicular o proestro	9
2.2.2.2.	Fase periovulatoria (estro – metaestro)	10
2.2.2.3.	Fase luteal o diestro.....	11
2.2.3.	Dinámica Folicular Bovina.....	11
2.2.3.1.	Actividad ovárica durante la gestación y el posparto temprano	12
2.2.3.2.	Actividad ovárica durante el anestro posparto.....	13
2.3.	EFEECTO DE LA LEPTINA EN LA REPRODUCCIÓN	14
2.3.1.	Rol de la leptina en la fisiología reproductiva	14
2.4.	EFFECTOS DE LAS HORMONAS SOBRE EL CONTROL DEL ESTRO	15
2.4.1.	Rol de la Progesterona en el Control del Ciclo Estral.....	15
2.4.2.	Mecanismo de Acción del Dispositivo Intravaginal Bovino (D.I.B.).....	15
2.4.3.	Rol del Estradiol en el Control del Ciclo Estral.....	16
2.4.4.	Mecanismo de Acción del Benzoato de Estradiol	17
2.4.5.	Rol de la Prostaglandina en el Control del Ciclo Estral	17
2.4.6.	Mecanismo de Acción de la Hormona Liberadora de Gonadotropinas (GnRh)	18
2.4.6.1.	Mecanismo de acción del equivalente sintético de la GnRH (gonadorelina).....	18
2.5.	MÉTODOS DE DETECCIÓN DE CALORES.....	19
2.5.1.	Método Adecuado para la Detección de Celo	19

2.5.2.	Formas no Automáticas de Detectar el Estro	19
2.5.2.1.	Detectores de monta	19
2.5.2.2.	Planilla de detección de celo.....	19
2.5.2.3.	Animales detectores	20
2.5.2.4.	Test de progesterona en leche	20
2.6.	LA SINCRONIZACIÓN DE CALORES E INSEMINACIÓN A TIEMPO FIJO.....	20
2.7.	CONDICIÓN CORPORAL.....	21
2.7.1.	Eficiencia en el uso de las reservas corporales	23
2.7.2.	Momentos claves para su evaluación	23
2.7.3.	Como medir el estado corporal	23
2.8.	MOMENTOS DE LA EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN CORPORAL.....	24
2.8.1.	Condición Corporal al Servicio	24
2.9.	FACTORES A EVALUAR ANTES DE SINCRONIZAR	25
2.9.1.	Ciclicidad de los Animales	25
2.9.2.	Intervalo Post Parto	25
2.9.3.	Nutrición.....	25
2.9.4.	Semen e Inseminador	26
2.9.5.	Sanidad	26
2.9.6.	Estrés de Manejo	26

2.9.7.	Condición Corporal.....	26
2.10.	EFEECTO DE FACTORES CLIMÁTICOS.....	26
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
3.1.	MATERIALES.....	29
3.1.1.	Materiales de Campo.....	29
3.1.2.	Materiales de Oficina.....	30
3.2.	MÉTODOS.....	30
3.2.1.	Ubicación.....	30
3.2.2.	Descripción e Identificación de las Unidades Experimentales.....	30
3.2.3.	Diseño Experimental.....	31
3.2.4.	Descripción de los Tratamientos.....	31
3.2.5.	Variables en Estudio.....	32
3.2.6.	Toma y Registro de Datos.....	32
3.2.7.	Análisis Estadístico.....	33
4.	RESULTADOS.....	35
4.1.	ÍNDICE DE ANIMALES CON CELO MANIFIESTO.....	35
4.2.	ÍNDICE DE CONCEPCIÓN Y GESTACIÓN.....	36
4.3.	COSTOS DE VACAS PREÑADAS.....	37
4.4.	ÍNDICE DE RETORNO A CELO POST I.A.....	38
5.	DISCUSIÓN.....	40

6.	CONCLUSIONES.....	42
7.	RECOMENDACIONES.	43
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	44
9.	ANEXO.....	47
9.1.	RECUERDOS FOTOGRÁFICOS DEL TRABAJO DE CAMPO.....	47

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Pág.
Cuadro 1 Diseño experimental.....	31
Cuadro 2 Porcentaje de prestación de celo manifiesto en los tratamientos de sincronización investigados.....	34
Cuadro 3 Índice de concepción y gestación obtenidos en los tratamientos de sincronización estudiados.....	35
Cuadro 4 Costo promedio estimado de cada protocolo de sincronización de celo y vaca preñada.....	36
Cuadro 5 Porcentaje de retorno a celo, entre los 18 y 24 días post IATF en los tratamientos analizados.....	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Pág.
Figura 1 Vista lateral del aparato reproductor femenino.....	2
Figura 2 Cérvix	3
Figura 3 Cuernos uterinos	4
Figura 4 Estructura del oviducto.....	4
Figura 5 Folículos en los ovarios.	5
Figura 6 Corte transversal del ovario con cuerpo lúteo.....	6
Figura 7 Coordinación del sistema nervioso y endócrino en el control de la reproducción.	7
Figura 8 Relación de las glándulas pituitaria y del ovario en el proceso de la reproducción	8
Figura 9 Grados de condición corporal	22
Figura 10 Puntos anatómicos para la determinación del EC.....	24
Figura 11 Porcentaje de celos manifiestos en los tratamientos de sincronización analizados. ...	35
Figura 12 Representación del porcentaje del índice de concepción y gestación.....	36
Figura 13 Costo de vaca preñada correspondiente a cada tratamiento de sincronización.	38
Figura 14 Índice de retorno a celo con un índice de 18 a 24 días post IATF en los respectivos tratamientos.	39
Figura 15 Selección de las unidades experimentales.....	47
Figura 16 Chequeo ginecológico	47
Figura 17 Aplicación del implante de P4.....	48
Figura 18 Selección y transporte de pajuelas.	48
Figura 19 Inseminación artificial.	49

Figura 20	Diagnostico de preñes con ecografía.....	49
Figura 21	Gestación a los 30 días post I.A.....	50
Figura 22	Director de Tesis	50

**“ESTUDIO DE LA COMBINACIÓN DE LA HORMONA LIBERADORA
DE GONADOTROPINAS VS. ESTRADIOL EN PROTOCOLOS DE
INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO EN EL CANTÓN
PALANDA”**

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la parroquia Valladolid, cantón Palanda, provincia de Zamora Chinchipe utilizando 10 hembras bovinas de raza Brown Swiss en edad reproductiva y clínicamente sanas. Para evaluar la eficiencia reproductiva de dos protocolos de sincronización de celo para inseminación artificial a tiempo fijo, utilizando un diseño completamente aleatorizado con 2 tratamientos y 5 repeticiones, se analizaron las variables: Índice de animales con celo manifiesto, índice de concepción y costo por vaca preñada. El tratamiento uno (P4+BE+PgF2 α +BE) presentó un total del 80% de animales con signos evidentes de celo, en tanto que el tratamiento dos (P4+BE+PgF2 α +GnRH) obtuvo el 40%. En el índice de concepción y gestación, el tratamiento uno alcanzó el 80% y el 40% para el tratamiento dos, en los cuales no se encontró diferencia estadística entre tratamientos. En la variable del índice de retorno a celo post IATF a los 18 – 24 días, se obtuvo el 20% en ambos tratamientos, retornando a celo durante los días 18 y 19 post IATF, no reportándose diferencia estadística significativa entre tratamientos. En el parámetro costo por vaca preñada, se determinó que el tratamiento uno presenta un costo individual de \$ 58,5 y un costo por vaca preñada de \$ 73,125 en tanto que el tratamiento dos obtuvo un costo individual de \$ 65,1 y un costo por vaca preñada de \$ 162,75. Identificando al tratamiento uno como más rentable, protocolo que presenta otras características deseables como mayor índice de celos manifiestos siendo el más eficaz en cuanto al porcentaje de preñez.

Palabras Clave: IATF, sincronización, celo.

ABSTRACT

This research was carried out in Valladolid parish, Zamora Chinchipe Province, using 10 female bovines, Brown Swiss breed, which are clinically healthy and in a reproductive age. To evaluate the reproductive efficiency of two estrus synchronization protocols to artificial insemination, using a fully randomized design with 2 treatments and 5 replays, so the following variables were analyzed: Index of animals in heat, conception and cost per pregnant cow index. Treatment one (P4 + BE + Pgf2a + BE) presented a total of 80% of animals with obvious signs of heat. Meanwhile, treatment two (P4 + BE + Pgf2a + GnRH) got 40%. The rate of conception and pregnancy, treatment one reached 80% and 40% for the treatment two, in which no statistical difference was found between treatments. In the variable of the return to post estrus IATF index, within 18-24 days, it was gotten 20% in both treatments. Going back to post estrus IATF during the days 18 and 19 , it was not identified significant statistic difference among treatments. . In the parameter cost per pregnant cow, was determined that treatment one presents a singly cost of \$58.5 and cost by pregnant cow \$73,125. as treatment two got an individual cost of \$65.1 and cost by pregnant cow \$162,75. Identifying treatment one as the most profitable, protocol that shows other desirable features as a higher rate of estrus, being the most effective in terms of the percentage of pregnancy.

Key words: IATF, synchronization, estrus or heat.

1. INTRODUCCIÓN.

La detección de celos ha requerido de una aguda observación a los animales por parte de los ganaderos, la mayoría de las vacas poseen un patrón de comportamiento que cambia gradualmente desde el inicio hasta el final del celo. La falta de personal capacitado, la presentación de celos silentes, el retorno al estro posparto, la posterior concepción dentro de los plazos y parámetros establecidos y los periodos insuficientes de observación de los animales son factores que afectan la eficiencia reproductiva de un hato ganadero (Cordero, 2011).

Existen además problemas al introducir la técnica de Inseminación Artificial en explotaciones de tipo extensivo donde es difícil manejar la I.A. por la dificultad de la detección de celos. Sin embargo, hoy en día existe la posibilidad de manipular los ciclos de una vaca mediante la aplicación de una serie de hormonas a la cual se la conoce como sincronización de celos, esta es una de las tecnologías reproductivas que ha abierto nuevas posibilidades para la aplicación de la inseminación artificial a tiempo fijo sin la necesidad de la observación de celos. La aplicación de GnRH o Estradiol en un protocolo que conjuntamente con un progestágeno y una prostaglandina permite realizar la IATF con buenos índices de preñez (Bo *et al.*, 2002).

El sistema de explotación ganadera de la provincia de Zamora Chinchipe y particularmente del cantón Palanda, donde por su alta pluviosidad y topografía irregular dificultan aún más la detección de celos y donde no se han realizado investigaciones tendientes a mejorar los índices de fertilidad, se hace imperioso este estudio, para lo cual se ha planteado como objetivo principal estudiar la combinación de hormona liberadora de gonadotropinas Vs. Estradiol en protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo.

Los objetivos específicos tomados en cuenta para el presente trabajo fueron:

- Evaluar la eficiencia reproductiva de los dos protocolos de sincronización de celo para inseminación artificial a tiempo fijo.
- Establecer diferencias de los protocolos en base a la edad de los animales tratados.
- Determinar qué protocolo da mejores índices de gestación.
- Determinar los costos de los protocolos evaluados y el más apropiado a nuestra zona.

2. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. ANATOMÍA REPRODUCTIVA BOVINA

Primero, demos una mirada a las partes que componen el aparato reproductor bovino (**Figura 1**). Hay Ovarios, Oviductos, Cuernos Uterinos, Útero, Cérvix, Vagina y Vulva.

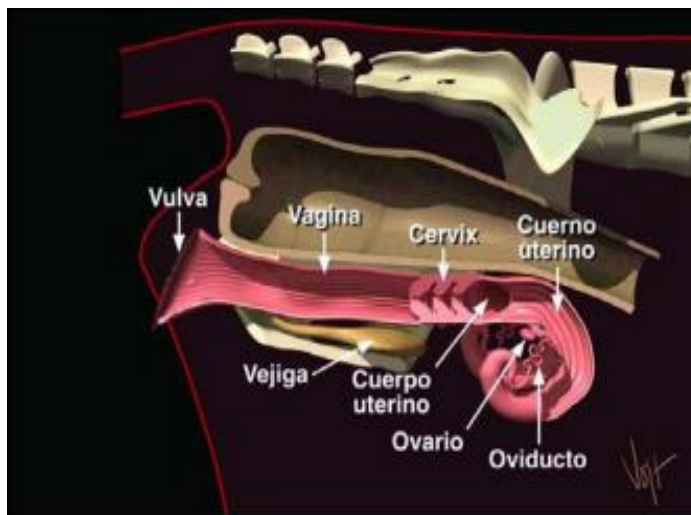


Figura 1 Vista lateral del aparato reproductor femenino (Dejarnette *et. al.*, 2011)

La Vulva, es la apertura externa del aparato reproductor. Ella tiene tres funciones principales: dejar pasar la orina, abrirse para permitir la cópula y sirve como parte del canal de parto. Incluidos en la estructura vulvar están los Labios y la Clítoris. Los Labios de la Vulva están ubicados a los lados de la apertura vulvar, los cuales miden aproximadamente 12 cm. de longitud y tienen aspecto seco y arrugado cuando la vaca no está en celo (Dejarnette *et. al.*, 2011).

La Vagina, mide entre 25 y 30 cm. de longitud y se inicia inmediatamente después del vestíbulo, se extiende desde la apertura uretral hasta la Cérvix. (**Figura 1**) Durante la monta natural, el semen es depositado en la porción anterior de la Vagina. La Vagina también sirve como parte del canal de parto al momento del parto (Dejarnette *et. al.*, 2011).

El Cérvix, mide de 8 a 10 cm, es un órgano de paredes gruesas, que establece la conexión entre la Vagina y el Útero (**Figura 2**). Está compuesto de tejido conectivo denso y músculos, y será nuestra referencia al inseminar una vaca. La entrada al Cérvix está proyectada hacia la Vulva en forma de cono. Esto forma un círculo ciego de 360° que rodea completamente la entrada al cérvix. Esta base

ciega del cono es conocida como Fornix. El interior del Cérnix contiene tres o cuatro Anillos, a veces llamados pliegues. Este diseño le facilita a la Cérnix ejercer su función principal, que es la de proteger el Útero del medio ambiente exterior. El Cérnix se abre hacia adelante al Cuerpo Uterino (Dejarnette *et. al.*, 2011).

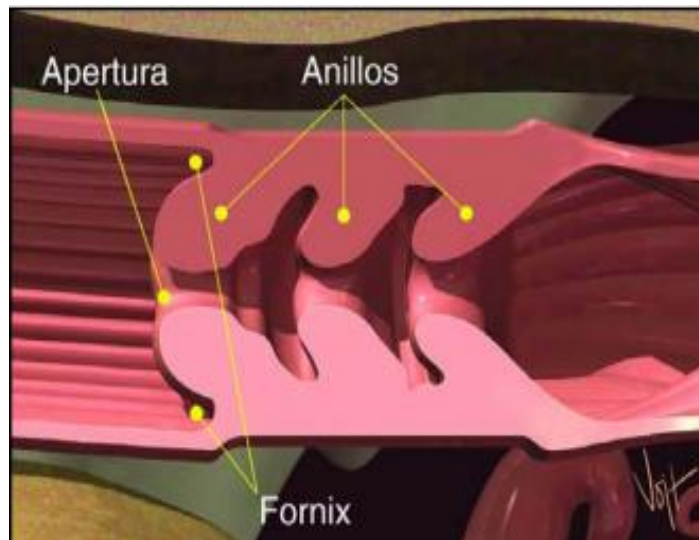


Figura 2 Cérnix, (Dejarnette *et. al.*, 2011)

El Cuerpo Uterino, el útero de la vaca es de tipo bicornio, es decir, que cuenta con un cuerpo uterino pequeño que mide de 2-4 cm. y dos cuernos uterinos que miden de 35-45 cm. de longitud, sirve de conexión entre los dos Cuernos Uterinos y el Cérnix. El Cuerpo Uterino es el sitio donde se debe depositar el semen durante la Inseminación Artificial. A partir del Cuerpo Uterino, el tracto reproductor se divide y todos los órganos vienen en pares (**Figura 3**). Los dos Cuernos Uterinos están formados por tres capas musculares y una intrincada red de vasos sanguíneos. La función principal del Útero es proveer el ambiente óptimo para el desarrollo fetal (González, 2017).

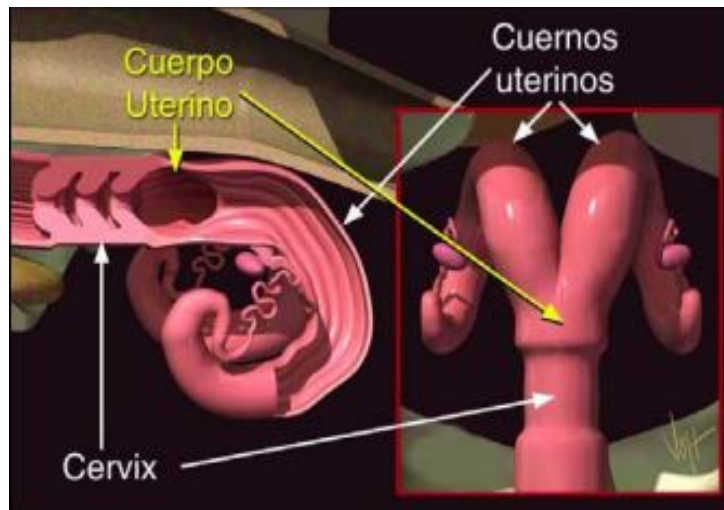


Figura 3 Cuernos uterinos, (Dejarnette *et. al.*, 2011)

Los Oviductos, miden aproximadamente 25 cm. y se encuentran divididos en forma funcional en tres segmentos que son: **INFUNDÍBULO**, que es el encargado de recibir al óvulo cuando este es expulsado del ovario cuando ocurre la ovulación. **ÁMPULA**, (ampolla), es la parte media del oviducto y es el sitio en el que normalmente ocurre la fecundación y el **ISTMO** que es la parte que comunica con los cuernos uterinos y funciona como reservorio de espermatozoides. (**Figura 4**) La conexión entre el Útero y el Istmo, es llamada Unión Utero-Tubal (Dejarnette *et al.*, 2011)

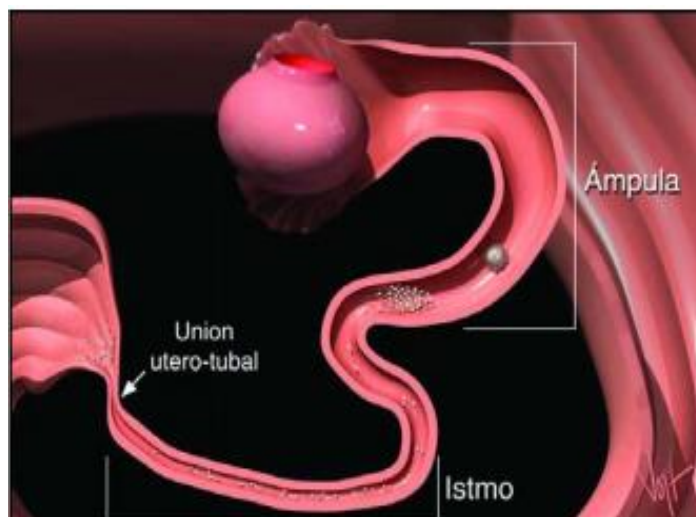


Figura 4 Estructura del oviducto, (Dejarnette *et. al.*, 2011)

Los Ovarios son los órganos principales del aparato reproductor femenino. Tienen dos funciones: la producción de Óvulos y la producción de hormonas, principalmente Estrógenos y Progesterona, durante los distintos estadios del ciclo estral. En la superficie del Ovario se pueden encontrar dos estructuras diferentes: Folículos y Cuerpo Lúteo. (**Figura 5**).

Los Folículos son estructuras llenas de fluidos, que contienen los óvulos en desarrollo (**Figura 5**). Usualmente se pueden encontrar varios Folículos en cada Ovario, que varían en tamaño desde apenas visibles, hasta 20 mm en diámetro. El folículo más grande sobre el Ovario es considerado "el dominante", y es el que probablemente ovule cuando el animal entre en celo (Rangel L. , 2009)

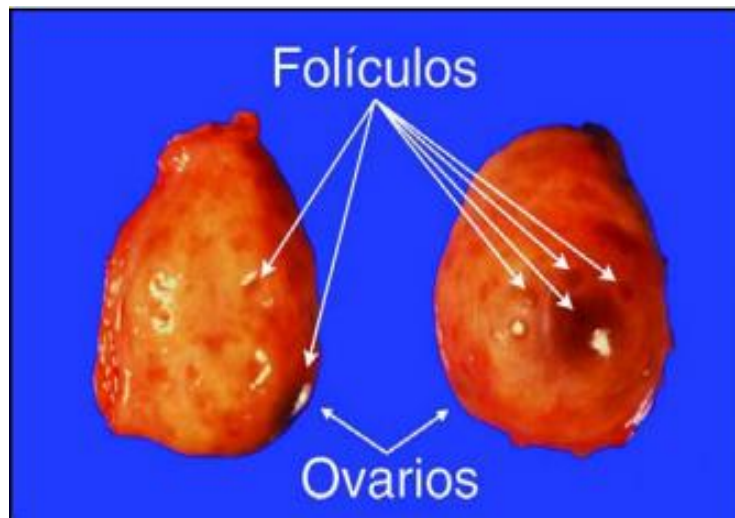


Figura 5 Folículos en los ovarios, (Dejarnette *et. al.*, 2011)

El Cuerpo Lúteo (CL), crece sobre el sitio de la ovulación del celo anterior (**Figura 6**). A menos que haya habido más de una ovulación, se debe hallar solo un CL en uno de los Ovarios. El CL normalmente tendrá una corona sobre su estructura, lo cual facilita su identificación durante la palpación rectal. El CL también puede tener una cavidad llena de fluidos, pero una pared más gruesa, por lo tanto, tendrá una textura más tosca al tacto (Rangel L. , 2009)

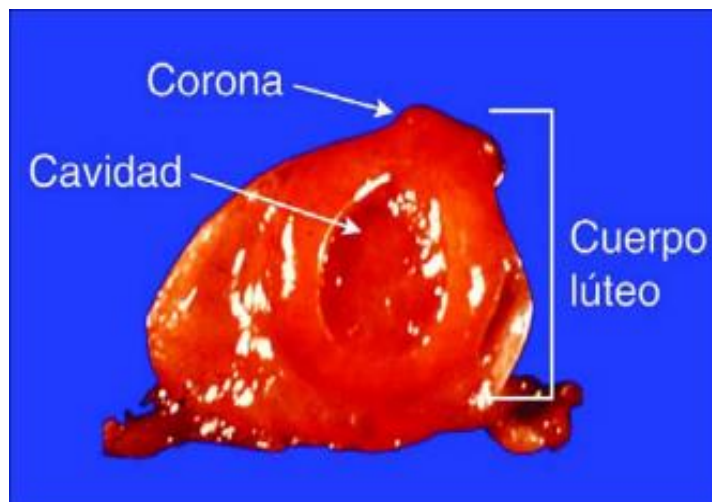


Figura 6 Corte transversal del ovario con cuerpo lúteo, (Dejarnette *et. al.*, 2011)

2.2. FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA BOVINA

El desempeño reproductivo es el principal componente de la eficiencia productiva en las explotaciones ganaderas de leche, y uno de los factores que afectan la eficiencia reproductiva es el intervalo entre partos, el cual está directamente influenciado por el anestro post parto. Una nutrición adecuada es esencial para la recuperación de la actividad ovárica luego del parto, cuando el consumo de nutrientes es inadecuado y las reservas corporales están disminuidos, el intervalo parto primer estro se extiende. Todo lo anterior ha llevado a recurrir a técnicas que permitan sincronizar el estro (calor) y la ovulación, para asegurar que la inseminación coincida con esta última (Pareja, 2007).

Este tipo de manejo permite un estrecho control de la actividad cíclica de las vacas sometidas a este sistema, lo cual facilita desarrollar otras prácticas como la sincronización hormonal, para posteriormente realizar la aplicación de la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), permitiendo el uso de material genético de alto valor, en ganaderías comerciales extensivas (Callejas S, 2005).

2.2.1. Regulación Neuroendocrina

La regulación y el control de las funciones sexuales se realizan por una combinación del sistema nervioso y endocrino.

(Figura 7). Se observa que existe una central directriz situada en el cerebro (el sistema hipotalámico- hipofisario) de donde parten los impulsos, tanto nerviosos como hormonales, que actúan sobre otras glándulas de secreción interna (como las gónadas-ovarios y testículos, la glándula tiroides, etc.), que así son estimuladas para crecer, producir secreciones (óvulos en el caso de los ovarios y espermatozoides en el caso de los testículos) y nuevas hormonas (estrógeno, progesterona, en el caso de los ovarios y testosterona en el caso de los testículos). Estas nuevas hormonas actúan sobre varias partes y funciones del organismo, como se verá en el ciclo estatural, estableciendo una especie de circuito oferta-demanda con una central directriz, el sistema hipotalámico-hipofisario.

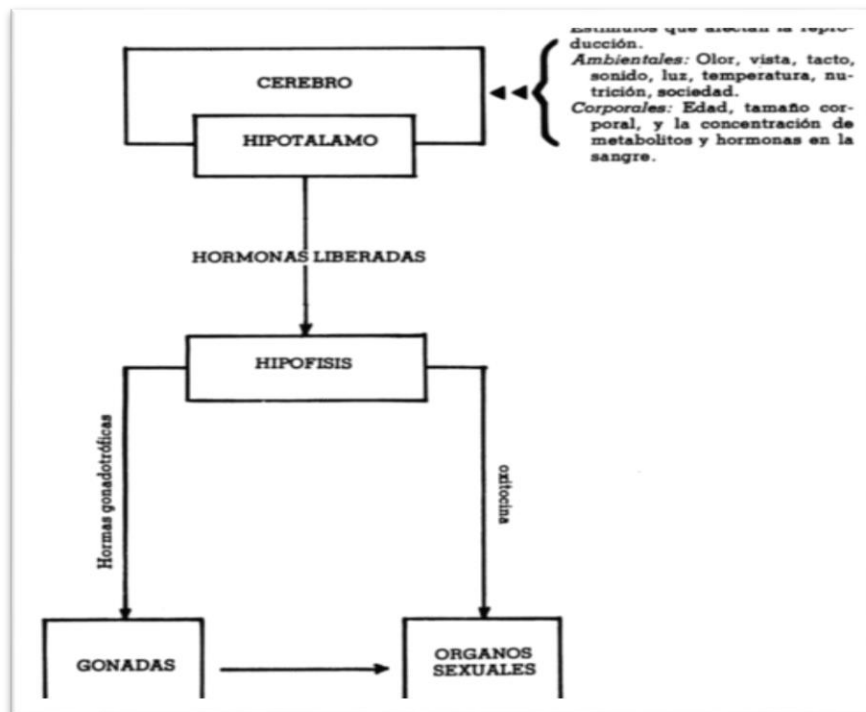


Figura 7 Coordinación del sistema nervioso y endócrino en el control de la reproducción (Callejas, 2005)

Lo importante de esta regulación neuro-hormonal está dado por el hecho de que, por medio de la central directriz nombrada, todos los factores ambientales hacen sentir su acción directamente sobre la esfera de la reproducción.

Para alcanzar una buena eficiencia reproductiva el ganadero debe entender los aspectos de la fisiología de la reproducción y el efecto que el ambiente puede tener sobre la misma.

En la (**Figura 8**) se observa que las hormonas secretadas por la glándula hipófisis o pituitaria (situada en la base del cerebro) y por los ovarios son las encargadas de controlar este ciclo (Alvaro, 1984).

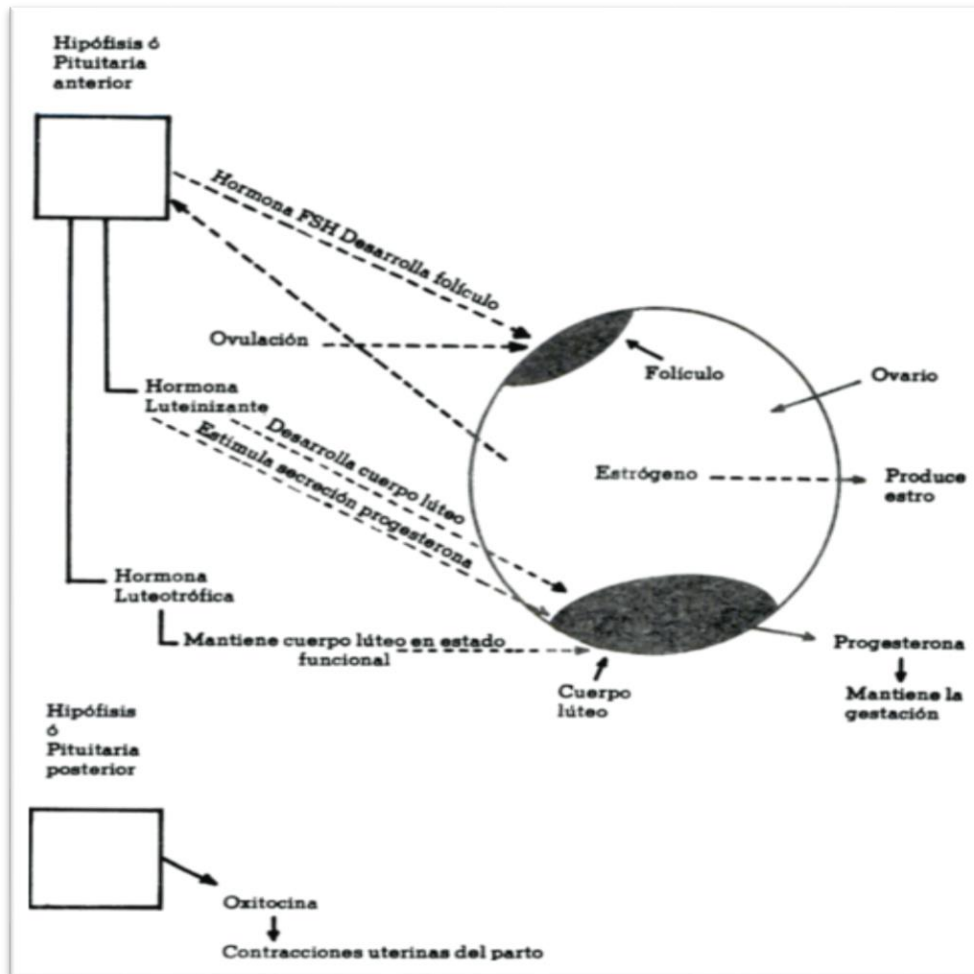


Figura 8 Relación de las glándulas pituitaria y del ovario en el proceso de la reproducción (Alvaro, 1984).

2.2.2. Fases del Ciclo Estral

A continuación, describiremos los eventos principales que ocurren durante el ciclo estral. El ciclo estral se puede dividir en tres fases:

1. Fase Folicular o de regresión del cuerpo lúteo (Proestro)
2. Fase Periovulatoria (Estro y Metaestro)
3. Fase Lúteal (Diestro)

El día 0 del ciclo Estral es el día del celo o calor aparente con signos manifiestos y se considera el día del comienzo del nuevo ciclo; sin embargo, y para efectos de mejor entendimiento, la descripción se realizara a partir de la destrucción del cuerpo lúteo del ciclo estral anterior y finalizara con el día de celo del siguiente ciclo (Rippe, 2009).

2.2.2.1. Fase folicular o proestro

La fase del proestro se inicia con la regresión del cuerpo lúteo del ciclo anterior o luteólisis y termina con el inicio del estro o celo; dura alrededor de dos o tres días. La destrucción del cuerpo lúteo ocurre gracias a la acción de la $PGF2\alpha$ de origen uterino.

Con la caída de los niveles de progesterona, el efecto de retroalimentación negativa que ejercía a nivel hipotalámico desaparece y comienza a aumentar la frecuencia pulsátil de las hormonas FSH y LH las cuales estimulan el crecimiento folicular (Rippe, 2009)

Durante el proestro o fase folicular ya existe un folículo dominante que llegará a ser una estructura de $\frac{3}{4}$ a 1 pulgada de grande y con la apariencia de una ampolla llena de líquido folicular y el ovulo que será ovulado.

Este folículo dominante se diferencia de los demás en que es estimulado coordinadamente por las hormonas FSH y LH para producir estrógenos. La pared del folículo consta de dos filas de células: las células de la granulosa y las células de la teca. Estos dos tipos de células trabajan coordinadamente durante el desarrollo del folículo para producir estrógenos

El incremento en los niveles de estrógenos del folículo preovulatorio alcanzan los centros nerviosos del hipotálamo que controlan las manifestaciones externas de celo. Aquí se inicia la fase de celo o estro. (Jimenez, 2016)

2.2.2.2. Fase periovulatoria (estro – metaestro)

El estro se define como un periodo de actividad y receptividad sexual en donde el signo principal es que el animal se mantiene en pie y quieto al ser montado por otro. También se observa, entre otros signos, inquietud, inflamación de la vulva, secreción de moco claro y transparente que sale por la vulva. La duración de celo es muy variable entre grupos de animales variando entre 30 minutos a más de 30 horas. (Rangel, 2014)

Los signos de estro ocurren gracias a la presencia de los estrógenos provenientes del folículo. En cierto momento los niveles de estrógenos son lo suficientemente altos en concentración y duración como para inducir los síntomas de celo o calor, así como para incrementar las contracciones del tracto reproductivo facilitando el transporte del esperma y del ovulo.

El incremento de LH se inicia después de que se hayan iniciado los signos de celo e inicia el proceso de ovulación. La LH es generalmente considerada como la gonatropina primaria responsable de la ovulación, sin embargo, la FSH también ha sido observada como causante de ovulación y de formación de tejido luteal. (Jimenez, 2016)

De 12 a 24 horas desde el comienzo del celo, el sistema nervioso central del animal se hace refractario a los estrógenos y todas las manifestaciones de celo o calor desaparecen. Inmediatamente después de finalizado el celo se inicia el metaestro que puede durar de 3 a 5 días.

Durante el metaestro ocurre la ovulación, que tiene lugar entre 28 a 32 horas después de haberse iniciado el celo, o entre 10 a 15 horas de haber cesado los signos de celo en respuesta al pico preovulatorio de LH.

Después de la ovulación se produce una hemorragia y el folículo se llena de sangre, convirtiéndose en una estructura conocida como cuerpo hemorrágico. El proceso siguiente es la luteinización de

las células foliculares que se transformarían en células luteales; estos cambios ocurren entre el día 5 a 7 del ciclo, finalizando así la fase de metaestro e iniciándose la fase lútea o diestro (Rippe, 2009).

2.2.2.3. Fase luteal o diestro

Esta fase se caracteriza por la presencia y dominio del cuerpo lúteo en el ovario y la producción de progesterona, y está regulada por las secreciones de la glándula pituitaria anterior, útero, y la presencia de un embrión y va desde el día 5 del ciclo estral hasta el día 18.

La hormona LH que es considerada primariamente luteotrópica y la concentración de receptores luteales a la LH están directamente relacionadas con los cambios en los niveles de progesterona y el crecimiento del cuerpo lúteo en el ovario. La hormona FSH también interviene uniéndose a receptores en el cuerpo lúteo y provocaría un aumento en la secreción de progesterona. El cuerpo lúteo recibe la mayoría del flujo sanguíneo del ovario y la cantidad de flujo recibido está altamente relacionado con la cantidad de progesterona producida y secretada. (Jimenez, 2016)

Los niveles de progesterona más altos se alcanzan en torno al día 10 del ciclo estral y se mantienen hasta el día 16 o 18 del ciclo dependiendo de la presencia o no de un embrión. Si la vaca no está preñada el cuerpo lúteo es inducido a degenerar por la acción de la $PGF2\alpha$. En este caso la ausencia de un embrión y de las señales químicas que él produce provoca que las concentraciones de $PGF2\alpha$ se incrementen durante la parte final de la fase luteal o diestro.

Con la regresión del cuerpo lúteo, comienza la disminución de los niveles de progesterona y con ello el final de la fase luteal o diestro y el reinicio del proestro o fase de regresión del cuerpo lúteo (Callejas, 2005).

2.2.3. Dinámica Folicular Bovina

Se conoce como dinámica folicular al proceso de crecimiento y regresión de folículos primordiales que conllevan al desarrollo de un folículo preovulatorio. En vacas, el desarrollo folicular ocurre en

forma de ondas y se observan tanto en animales jóvenes como adultos, en vacas preñadas (excepto durante los últimos 30 días de gestación), durante el postparto y durante el ciclo estral.

2.2.3.1. Actividad ovárica durante la gestación y el postparto temprano

Durante la gestación y después del parto las vacas tienen cambios fisiológicos que desfavorecen el reinicio temprano de la actividad ovárica necesaria para la manifestación de estro, la ovulación y la nueva concepción y deben restablecer su equilibrio neuroendocrino antes de que esto suceda. Durante los primeros tres meses de la gestación bovina, los ovarios continúan desarrollando ondas foliculares sucesivas con atresia del folículo dominante. En la primera onda folicular formada después de la concepción se forma un folículo dominante de diámetro similar a un folículo ovulatorio, pero los folículos dominantes de ondas sucesivas disminuyen su diámetro, acercándose cada vez más al diámetro de los folículos subordinados. (Henaó *et al.*, 2000)

Los niveles altos de progesterona y el gran aumento en la concentración sérica de estrógenos placentarios actúan sobre el hipotálamo mediante una retroalimentación negativa prolongada que disminuye la síntesis de hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y sus reservas hipotalámicas a niveles tan bajos, que la cantidad disponible para ser liberada es insuficiente para estimular normalmente la función gonadotrópica hipofisaria. Como consecuencia de esta insuficiencia y carencia de estímulo se reduce la actividad y el volumen de los gonadotropos y se disminuye el nivel basal de hormona folículo estimulante (FSH) y de hormona luteinizante (LH), hasta hacerlas insuficientes para estimular el crecimiento y la maduración folicular.

Después del parto las vacas tienen cambios fisiológicos importantes que conducen a la involución uterina, la reanudación de la secreción pulsátil de gonadotropinas hipofisarias, el restablecimiento del desarrollo de ondas foliculares, la manifestación del estro y la ovulación. La remoción de la unidad fetoplacentaria es acompañada de un descenso dramático en la concentración de progesterona y de estradiol en la circulación, de manera que se termina el efecto de retroalimentación negativa prolongada y como consecuencia el eje hipotálamo hipófisis-gónadas inicia su recuperación.

La primera fase de recuperación se puede iniciar desde la primera semana posparto en vacas que han tenido parto normal, se nutren equilibradamente y poseen una buena condición corporal, pero se retarda en las que han presentado distocia, retención de placenta, enfermedades metabólicas peripártales y desbalances nutricionales. Esta fase se caracteriza por la liberación de pulsos de baja frecuencia (un pulso cada 4 a 8 horas) de GnRH a la circulación porta-hipofisaria.

El aumento paulatino de la frecuencia de liberación de pulsos de GnRH estimula lentamente la maquinaria sintetizadora de las subunidades α y LH en los gonadotropos y así la LH se va acumulando progresivamente en forma de gránulos intra-citoplasmáticos. Puesto que durante el posparto temprano la velocidad de síntesis de LH es baja, los primeros pulsos liberados no tienen la suficiente magnitud para inducir la maduración folicular y la ovulación (Rojas, 2012).

2.2.3.2. Actividad ovárica durante el anestro posparto

Después del parto, las vacas tienen limitada su capacidad de concebir por un tiempo variable. Su duración depende de la involución uterina, el anestro posparto y los cuerpos lúteos de vida media corta. La primera que tiene una duración promedio de 25-32 días, no representa problema para las vacas de doble propósito, pues raramente ovulan y presentan estro antes de 40 días posparto.

La primera ovulación posparto de la mayoría de las vacas productoras de carne que amamantan a su becerro no se acompaña de conducta de estro, y frecuentemente es seguida por un cuerpo lúteo de vida media corta.

En la mayoría de los mamíferos, después del parto, el estímulo del amamantamiento de la cría induce un período sin ciclos estrales, conocido como anestro posparto, cuya finalidad es permitir que la madre se recupere de los efectos de la preñez y que asegure la supervivencia de su cría. Durante este período, el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas-útero debe recuperarse en su total funcionamiento, para que se instale la nueva gestación. (Pérez. et al., 2001)

2.3. EFECTO DE LA LEPTINA EN LA REPRODUCCIÓN

La leptina, es una proteína plasmática formada por 167 aminoácidos, con un peso molecular de 16 KD y que se transcribe a partir del gen *ob*. El nombre de leptina deriva del griego leptos (delgado). La leptina es sintetizada y secretada por el tejido adiposo (Delavaud *et al.*, 2002); se relaciona con el control hipotalámico de la homeostasis del cuerpo, como una señal aferente acerca de las reservas de grasa del cuerpo y como un regulador eferente del apetito y de la expedición de energía. Algunos estudios indican que la leptina está implicada en la regulación metabólica a través de su acción; tanto en el eje hipotálamo-pituitario-adrenalina, como en la función reproductiva (Keisler *et al.*, 1999).

Se han identificado receptores de leptina (Ob-R) en hipotálamo, adenohipófisis, granulosa, teca y células intersticiales ováricas, endometrio y células de Leydig. Por lo tanto, la leptina tiene un rol en la regulación de la reproducción, que involucra una compleja red de interacciones parácrinas y/o endocrinas a múltiples niveles del eje hipotálamo-hipófisis-gónada. La expresión del gen *ob* es regulada por hormonas, factores de crecimiento y citoquinas (Moschos *et al.*, 2002)

También habría una estimulación indirecta sobre el hipotálamo a través de interneuronas, secretoras de neuropéptidos y de óxido nítrico, lo que induciría secreción de GnRH. La leptina también tiene acción directa sobre la hipófisis estimulando la liberación de las hormonas luteinizante (LH) y folículo estimulante (FSH) (Moschos *et al.*, 2002).

2.3.1. Rol de la leptina en la fisiología reproductiva

Se ha encontrado un efecto directo de la leptina en el ovario y se ha demostrado que concentraciones altas de leptina en ovario pueden suprimir la producción de estradiol e interferir en el desarrollo de folículos dominantes y la maduración de ovocitos. La leptina y sus receptores han sido localizados en el ovario y en el licor folicular. Así también, ARNm-leptina se ha encontrado en el cuerpo lúteo, en células de la teca y granulosa de marrana (Cortes *et al.*, 2000).

Durante desarrollo folicular la leptina actúa sinérgicamente con la GH y la IGF-1, promoviendo la secreción de estradiol. Pero cuando el folículo alcanza la fase preovulatoria, se observa un efecto

inhibitorio en la secreción de estradiol relacionado con un efecto estimulante en la secreción de progesterona, que señala la participación de la leptina en el proceso de luteinización, el cual comienza antes de la ovulación (Cortes *et al.*, 2000).

Sin embargo, el rol de la leptina en la formación del cuerpo lúteo es limitado y la leptina actúa como un factor que previene la apoptosis, lo cual que es necesario para mantener la homeostasis en el desarrollo de cuerpo lúteo (Acosta, 2010).

2.4. EFECTOS DE LAS HORMONAS SOBRE EL CONTROL DEL ESTRO

2.4.1. Rol de la Progesterona en el Control del Ciclo Estral

La exposición a niveles elevados de progesterona seguida de su declinación (priming de progesterona) parecen ser prerequisites para una diferenciación normal de las células de la granulosa, una expresión normal del celo y el desarrollo post ovulatorio del cuerpo lúteo con una fase luteal normal (Bo, G. 1998). El mecanismo involucra el efecto del incremento de la frecuencia de los pulsos de LH sobre la producción de estrógenos foliculares, desarrollo de los receptores de LH y luteinización. La presencia de una fuente exógena de progesterona permite imitar la acción inhibidora de los niveles luteales de ésta hormona sobre la secreción pulsátil de LH, con la supresión del crecimiento del folículo dominante y el consiguiente desarrollo sincrónico de una nueva onda de desarrollo folicular. El retiro de ésta fuente exógena de progesterona permite el aumento de la frecuencia y amplitud de los pulsos de LH y el crecimiento de un folículo dominante que ovulará entre 48 y 72 hs. después (Quintero *et al.*, 2013)

2.4.2. Mecanismo de Acción del Dispositivo Intravaginal Bovino (D.I.B.)

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 dispositivos provocan la regresión del folículo dominante y aceleran el recambio de las ondas foliculares, este cese de la secreción de productos foliculares (estrógeno e inhibina) produce el aumento de FSH que va a 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 de LH que es seguido por la ovulación (Bo, 2002)

2.4.3. Rol del Estradiol en el Control del Ciclo Estral

Los estrógenos son hormonas esteroideas, producidas por el folículo ovárico cuya síntesis se explica de la siguiente manera: La Hormona Luteinizante hipofisaria (LH) interacciona con su receptor ubicado en las células de la teca interna y produce andrógenos; estos pasan a través de la membrana basal y entran en las células granulosas. En estas actúa la Hormona Folículo estimulante hipofisaria (FSH), quien estimula una enzima aromatasas que transforma a los andrógenos en estrógenos, los cuales pasan al líquido folicular y a la circulación general. Posteriormente llegan a su blanco y ejercen su acción mediante el modelo de receptor móvil o intracelular. Los estrógenos tienen acciones sobre distintos órganos blanco, como las Trompas de Falopio, el útero, la vagina, la vulva y el sistema nervioso central. A nivel uterino, actúan como hormonas tróficas provocando la proliferación de células y glándulas endometriales; las que aumentan su secreción. En el miometrio producen una hipertrofia de la capa muscular circular y longitudinal y sensibilizan sus células a la acción de la oxitocina, por lo cual favorecen la contractibilidad y conductibilidad de las mismas. También producen congestión de los vasos sanguíneos con edema del estroma. En el cérvix producen relajación, aumentan su diámetro y aparece una abundante secreción mucosa, filante y transparente. En la vagina y la vulva se congestionan los vasos y aparece edema, además, en la vagina se estimula el crecimiento del epitelio hasta la cornificación. En las Trompas de Falopio se produce la hipermotilidad y se estimula su crecimiento. En el sistema nervioso central se estimula la conducta de celo y en el hipotálamo ejercen un "feed back" negativo sobre el centro tónico y positivo sobre el centro cíclico. El uso de estradiol exógeno en el control del ciclo estral tiene como objetivo desencadenar la luteólisis, cuando es aplicado en la mitad del ciclo o impedir el crecimiento de un nuevo cuerpo lúteo cuando es aplicado luego de la ovulación. Así mismo el estradiol al ser aplicado al momento de la aplicación del progestágeno. Suprime la onda folicular presente e induce el desarrollo de una nueva onda folicular en promedio de 3 a 4 días (Irac, 2003).

2.4.4. Mecanismo de Acción del Benzoato de Estradiol

El Benzoato de Estradiol es un derivado sintético del 17β Estradiol, hormona esteroidea sintetizada por el folículo ovárico desarrollada para optimizar los resultados reproductivos de los tratamientos con progestágenos en bovinos. El uso de 2 mg de Benzoato de Estradiol al momento de la aplicación del D.I.B. (considerado este como día 0) 20 provoca el inicio de una nueva onda folicular; la aplicación del 1 mg de Benzoato de Estradiol a las 24 horas de la extracción del D.I.B. produce la luteólisis e induce un pico pre ovulatorio de LH a través del feed back positivo sobre el GnRH y LH lo que induce la ovulación a las 70 horas de extraído el D.I.B. Por este motivo es un recurso ideal en la sincronización de ovulación en esquemas de inseminación artificial a tiempo fijo (Rojas, 2012).

2.4.5. Rol de la Prostaglandina en el Control del Ciclo Estral

Las prostaglandinas son ácidos grasos no saturados de 20 carbonos, que consisten en un ciclo pentano con dos cadenas laterales alifáticas. Son sintetizadas a partir de ácido araquidónico libre en la mayoría de los tejidos del cuerpo y sirven de hormonas locales, actuando sobre tejidos cerca del lugar de su síntesis. Las prostaglandinas son estructuralmente clasificadas en nueve grupos mayores, cada uno conteniendo subgrupos denotados por los subcriptos 1, 2 y 3. En los animales domésticos, la prostaglandina más importante parece ser PGF₂ alfa (Sorensen, 1982).

Las prostaglandinas en el sistema reproductivo juegan un rol en la ovulación, luteólisis, transportando gametos, en la motilidad uterina, expulsión de membranas fetales, y transporte de esperma machos y hembras. La PGF₂ alfa causa una rápida regresión del cuerpo lúteo funcional con una rápida declinación en la producción de progesterona. La Luteólisis es comúnmente seguida por un desarrollo de folículos ováricos y celo con una ovulación normal. En bovinos, el celo ocurre a los 2-4 días después de la luteólisis y en yeguas, 2-5 días. El cuerpo lúteo inmaduro es insensible a los efectos de la PGF₂ alfa, en bovinos y equinos este período refractario alcanza los primeros 4-5 días después de la ovulación. El mecanismo preciso de luteólisis inducida por PGF₂ alfa es incierto, pero podría estar relacionado con cambios del flujo sanguíneo en venas útero-ováricas, inhibición de la respuesta ovárica normal a las gonadotropinas, o estimulación de enzimas

catalíticas. La PGF2 alfa también tiene un efecto estimulante directo sobre el músculo liso uterino causando contracción y un efecto relajante en cérvix (Bo, 2002).

2.4.6. Mecanismo de Acción de la Hormona Liberadora de Gonadotropinas (GnRh)

La respuesta fisiológica a la unión de la GnRH a los gonadotropos es la liberación de gonadotrofinas. Sin embargo, hay otras respuestas celulares provocadas por esta hormona, entre ellas se incluyen: el aumento y la disminución en el número de receptores, desensibilización de los gonadotropos y la biosíntesis de los receptores a la GnRH y a las gonadotropinas. Cuando el agonista GnRH se une a sus receptores, se forman “parches de membrana” que los envuelven y así son internalizados. El primer paso en la acción de la hormona parece resultar en una micro-agregación de los receptores. Después de dicha agregación los receptores a GnRH se internalizan y se asocian con los lisosomas y/o con el complejo de Golgi y gránulos de LH. Se sugiere una degradación y/o un reciclamiento de los mismos. Los efectos de la GnRH son mediados por mecanismos asociados a proteína G. Al activarse la subunidad alfa de esta proteína se desencadena una cascada de eventos en los que participan la activación de varias enzimas y la movilización de iones. Es probable que uno o más sistemas de segundos mensajeros sean utilizados para que el gonadotropo sintético libere FSH y LH (Prieto *et al.*, 2002)

2.4.6.1. Mecanismo de acción del equivalente sintético de la GnRH (gonadorelina)

La Gonadorelina (también conocida como GnRH), es el equivalente sintético de la hormona natural de liberación de gonadotropinas. Es un decapeptido producido en el hipotálamo que actúa sobre el lóbulo anterior de la hipófisis, provocando la liberación conjunta de la hormona luteinizante (LH) y de la hormona folículo estimulante (FSH); ambas hormonas actúan sobre el ovario. La FSH estimula el crecimiento folicular y la LH induce la ovulación y luteinización de los folículos que hayan alcanzado un cierto grado de madurez.

2.5. MÉTODOS DE DETECCIÓN DE CALORES

2.5.1. Método Adecuado para la Detección de Celo

La buena detección de celo es un arte. Los ganaderos experimentados reconocen muchos cambios en el comportamiento de la vaca antes de que se inicie el celo. Todos los individuos que trabajan con hacienda en cada establecimiento deben ser entrenados en la detección de celos. Siendo que se trata de identificar a la hembra que se queda quieta al ser montada solo por algunos segundos, la observación deberá ser meticulosa durante todo el período de detección. Las vacas que se aproximan al estro mostrarán un aumento del interés de montar a otras, estarán más nerviosas y activas, topeteo y pueden tener una descarga de mucus por vulva. Los animales debieran observarse durante períodos en los que no se distraen por otras actividades y cuando están en libertad de interactuar. No se debieran hacer observaciones durante o inmediatamente luego de la entrega de alimentos o cuando están amontonados en el corral previo al ordeño. Los mejores momentos para observar las vacas es temprano en la mañana, a media tarde o al caer la tarde. Cada período de detección debiera ser de no menos de 45 minutos (Becaluba *et al.*, 2006)

2.5.2. Formas no Automáticas de Detectar el Estro

2.5.2.1. Detectores de monta

Estos dispositivos incluyen los parches detectores adheridles a la grupa y la pintura en la cola. En todos los casos están diseñados para mostrar que las vacas han sido montadas, pero no es prueba absoluta de que el animal este en celo. La tasa de error con estos sistemas es de aproximadamente del 30% indicando que se pueden cometer errores si estos dispositivos no se utilizan en conjunción con una buena observación e información sobre celos anteriores.

2.5.2.2. Planilla de detección de celo

Este calendario bien conocido por los productores de 21 días es útil en la predicción del día en el que se espera que se produzca el próximo estro si previamente hemos detectado un celo anterior. En rodeos grandes esto es echo generalmente con programas de computación. Este sistema sencillo

permite identificar problemas de detección de celos en un rodeo, ya que puede ser utilizado para estimar el porcentaje de celos detectados. En este sentido es importante anotar todos los celos en cada vaca independientemente de si el animal es inseminado o no.

2.5.2.3. Animales detectores

Tanto vacas, vaquillonas como novillos pueden ser tratados con testosterona o con estrógeno con el objetivo de inducir en ellos el aumento de la Actividad de monta. Los animales tratados muestran una actividad sexual incrementada y funcionan en forma permanente como sexualmente activos.

2.5.2.4. Test de progesterona en leche

La utilización de este test en leche es útil para determinar la exactitud de detección de celo y para identificar también a las vacas difíciles. La progesterona es baja en el día del estro por lo que la colección de muestras de vacas identificadas en celo puede ser utilizada para su verificación. Filmación continua del rodeo: En todos estos métodos automáticos la eficiencia varía entre el 56 y el 94 % generalmente superando a los grupos control en los que el celo se detectó mediante observación directa. Por su lado la exactitud se aproxima al 50% y es menor que en la detección visual (Becaluba *et al.*, 2006).

2.6. LA SINCRONIZACIÓN DE CALORES E INSEMINACIÓN A TIEMPO FIJO

La inseminación artificial en ganado de leche en climas templados se hace un tanto complicado de aplicar por la dificultad que se presenta en la detección de los estros y la irregularidad de los mismos, debido al sistema de producción que existe en esta zona (semi intensivo) en el mejor de los casos. El esquema de inseminación adoptado por la mayoría de las explotaciones bovinas sigue la regla AM/PM, es decir, que los animales cuyo estro se detecta en la mañana se inseminan en la tarde del mismo día y los que se detectan en estro en la tarde son inseminados en la mañana del día siguiente.

A partir del conocimiento detallado de la dinámica folicular, se hizo posible el desarrollo de tratamientos hormonales capaces de regular el crecimiento folicular y el momento de la ovulación,

viabilizando así la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF, o sea, I.A con tiempo predeterminado, sin la necesidad de observar el celo). De igual manera se puede controlar el desarrollo folicular y el momento de la ovulación para mejorar las tasas de preñez con este método, en una serie de artículos, que la asociación de estrógenos y dispositivo que liberen progesterona, promueve atresia del folículo dominante e induce a la emergencia de una nueva onda de crecimiento folicular, aproximadamente 4 días después de la aplicación de estos esteroides.

En la revisión de literatura realizada por Barros y colaboradores (2004) encontraron que el tratamiento más común consiste en aplicar benzoato de estradiol (BE; 2.0 mg, vía IM) en el momento de la inserción del dispositivo intravaginal (día 0), aplicación de prostaglandina al remover el dispositivo intravaginal (día 8) y 1.0 mg de benzoato de estradiol vía IM 24 horas más tarde. Por las hormonas aplicadas: progesterona + estrógenos 24 al momento de la inserción del dispositivo intravaginal y luego prostaglandina al retiro del dispositivo + 24 horas después los estrógenos, llevó a llamar este protocolo PEPE. Este tratamiento ha sufrido modificaciones en la tentativa de mejorar aún más el crecimiento folicular y la sincronización de la ovulación, y es así como se sugiere que en el protocolo PEPE se administre eCG inmediatamente después de la aplicación de prostaglandina (400 UI, vía IM, protocolo PEPE/eCG) tiende a aumentar la tasa de preñez de vacas en anestro posparto, sin embargo, esta práctica debe ser sopesada de acuerdo al costo beneficio (Pareja, 2006)

2.7. CONDICIÓN CORPORAL

La estimación del estado corporal (EC) en vacas lecheras es un indicador de la cantidad de reservas energéticas almacenadas. Su evaluación periódica permite a los productores y asesores prever la producción de leche, y la eficiencia reproductiva, evaluar la formulación y asignación de alimentos y reducir la incidencia de enfermedades metabólicas en el inicio de lactancia.

La correcta estimación de las reservas corporales debe hacerse a través de la medición del EC en forma visual y por palpación utilizando una escala de 1 a 5 (**Figura 9**). (Grigera & Bargo, 2005). Su determinación es particularmente importante en momentos claves como el secado, el ingreso al parto, el parto y el pico de producción como se muestra en el cuadro 1. El peso vivo no es un

buen indicador de las reservas corporales ya que vacas de un mismo peso pero de diferente conformación, pueden presentar diferentes niveles de engrasamiento (Pozo, 2016).

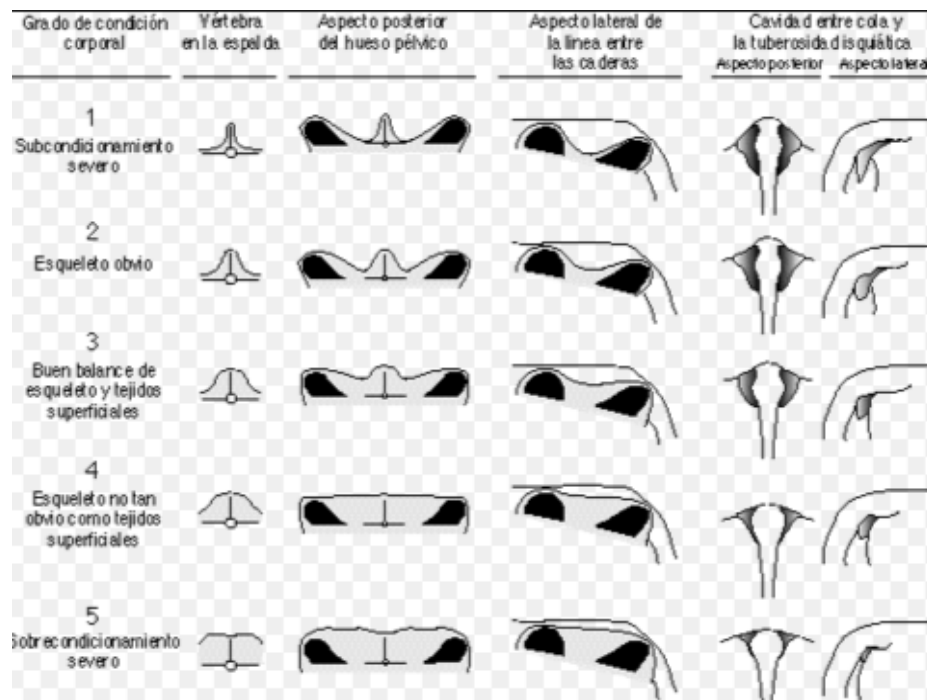


Figura 9 Grados de condición corporal (Peñafort, 2005)

El EC al parto afecta la salud, la eficiencia reproductiva y la producción de leche en la futura lactancia.

El EC al parto y la intensidad con la que los animales pierden estado en inicio de lactancia tienen implicancias directas sobre la producción de leche, el desempeño reproductivo del rodeo y la incidencia de enfermedades metabólicas durante los primeros meses de lactancia. En sistemas de producción con altos niveles de intensificación, el principal problema es la sobrealimentación y el consecuente exceso de gordura al parto. Las vacas que paren con condiciones corporales superiores a las deseadas, presentan mayores restricciones al consumo de alimentos en inicio de lactancia agudizando su balance energético negativo. Esto induce una mayor movilización de grasas corporales que no pueden ser completamente metabolizadas por el hígado. El funcionamiento hepático suele verse afectado aumentando las posibilidades de cetosis clínica o subclínica. En estos

casos las recomendaciones son evitar estados corporales superiores a 3,5 al parto para evitar partos distócicos, problemas de cetosis y patologías reproductivas (Peñafort, 2005).

2.7.1. Eficiencia en el uso de las reservas corporales

La eficiencia con la cual la energía metabolizada del alimento es utilizada para la recuperación de reservas corporales depende de la concentración energética de la dieta y del estado fisiológico del animal. En condiciones de pastoreo esta eficiencia es de aproximadamente el 60 % si la recuperación de reservas se produce durante la lactancia y del 47 % si esta recuperación se logra durante el período de secado.

2.7.2. Momentos claves para su evaluación

- **Al secado:** la estimación del EC al secado es útil para corroborar que la alimentación durante los últimos meses de lactancia haya permitido una correcta recuperación de reservas corporales.
- **Al ingreso a preparto:** si bien los requerimientos durante los primeros 30 días de secado se reducen considerablemente, muchas veces no se ofrece una alimentación apropiada. Durante este período, los animales no deberían perder EC, incluso de ser necesario deberían terminar de lograr el EC objetivo al parto, por lo que es importante su evaluación en el ingreso al preparto.
- **Al parto:** durante el preparto los animales no deberían ganar ni perder EC, lo que se corrobora considerando el EC al parto.
- **Pico de lactancia:** la determinación de EC entre los 30 y 45 días de lactancia permite controlar que la pérdida de estado no sea superior a 1 punto de EC entre el parto y el pico de producción.

2.7.3. Como medir el estado corporal

Si bien la determinación del EC es una evaluación subjetiva, es posible hacerlo con razonable precisión y de manera sencilla utilizando la escala de 5 puntos (1 = flaca, 5 = gorda) en la cual cada punto de la escala se divide en cuartos.

Para la determinación del EC deben evaluarse zonas anatómicas específicas del área pélvica y lumbar como las costillas cortas, el ligamento sacro, el hueso de la cadera, los ligamentos de la fosa y los isquiones. Los puntos de referencia para la determinación del EC se muestran en la **Figura 10**. (Grigera & Bargo, 2005).

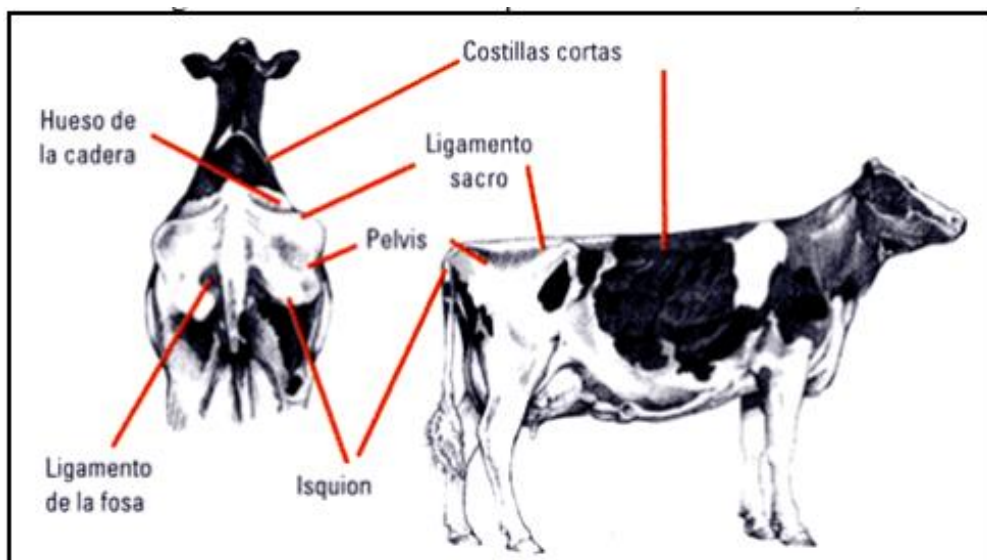


Figura 10 Puntos anatómicos para la determinación del EC. (Grigera & Bargo, 2005)

2.8. MOMENTOS DE LA EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN CORPORAL

Los momentos más convenientes para evaluar la condición corporal son: al comienzo de la parición y al comienzo del servicio. Los otros momentos son para permitir el control y aplicar las correcciones necesarias para llegar en una buena condición corporal a estos dos con menor costo.

2.8.1. Condición Corporal al Servicio

El servicio es el período más importante en el ciclo anual de la vaca de cría, en el cual se condiciona el resultado productivo de la ganadería, ya que para mantener una época de partos corta y un bajo porcentaje de vacas secas, es esencial que la vaca esté en una correcta condición corporal al servicio. Para aquellas ganaderías con partos estacionales, la condición corporal mínima recomendada está entre 2 y 2,5. Ganaderías con una condición corporal por debajo de 2 al inicio

del servicio, incluyen una alta proporción de vacas en estado de anestro. Esto debe ser revertido por cambios rápidos en la condición corporal mediante adecuados niveles de nutrición.

El porcentaje de vacas secas cae drásticamente cuando modificamos su condición corporal durante la época de servicio en aquellas que están por debajo de la condición 2.

El pasar de una C.C 2,5 a 3,5 implica un aumento del porcentaje de preñez de cerca del 28 %. Sobre la base de esto se debe calcular cual es el costo alimenticio para cambiar la C.C de las vacas de menor C.C y cuál será el retorno que se obtendrá. Si la vaca cae por debajo de C.C 2,5 puede entrar en anestro nutricional. La vaca, luego de entrar en un anestro nutricional debe mejorar su C.C en 1 grado aproximadamente para volver a ciclar.

De ello se deduce que es más económico alimentar una vaca para que siga ciclando que para reiniciar el ciclo luego del anestro nutricional (Rojas, 2012).

2.9. FACTORES A EVALUAR ANTES DE SINCRONIZAR

2.9.1. Ciclicidad de los Animales

El grado de ciclicidad de los animales debe estar establecido previamente. La palpación rectal es un método eficiente y preciso de identificación de vacas y vaquillas cíclicas.

2.9.2. Intervalo Post Parto

Vacas con menos de 45 días de intervalo post parto, deben ser excluidas del Programa de Sincronización. Las primerizas requieren un intervalo post parto de 3 semanas adicionales, que en el caso de las vacas.

2.9.3. Nutrición

Los animales tratados deben tener una condición mínima, es muy importante que los animales tengan un balance energético positivo.

2.9.4. Semen e Inseminador

Una eficiente y adecuada tecnología de I.A. debe ser asegurada. El inseminador deberá tener la habilidad y experiencia suficientes.

2.9.5. Sanidad

La salud general del rebaño debe ser evaluada por diversos factores que puedan afectar el proceso reproductivo, debiendo prestarse atención especial a las enfermedades infecciosas y parasitarias que afectan directamente el aparato reproductor (IBR, DVB, leptospirosis, brucelosis, tricomoniasis y Neosporosis).

2.9.6. Estrés de Manejo

Dos semanas antes, durante y post inseminación deben ser evitados factores de estrés (vacunaciones, cambios de alimentación, etc.).

2.9.7. Condición Corporal

Es un factor muy importante en el manejo de vacunos y determinante en la realización de un programa de reproducción sincronizada. Es aconsejable mantener las vacas en una condición corporal de más de 2,5 y menor de 4 (ideal de 3 a 3,5 en la escala de 1 al 5) (Rojas, 2012).

2.10. EFECTO DE FACTORES CLIMÁTICOS.

El comportamiento reproductivo de los bovinos en los climas cálido húmedos se logra cuando los animales muestran al máximo su potencial reproductivo; sin embargo, las condiciones existentes pueden presentar limitantes a la manifestación máxima de ese potencial.

Los anestros prolongados en el postparto, es un factor principal que limita la eficiencia reproductiva en el ganado bovino. Algunos factores climáticos pueden determinar la conducta reproductiva del ganado bovino como: temperatura, humedad, precipitación, nubosidad y presión atmosférica. (Córdova I. et, al., 2010)

- **Temperatura.**

El confort y normal funcionamiento de los procesos fisiológicos del animal dependen del aire que rodea su cuerpo. El calor se pierde por mecanismos físicos desde la piel caliente hacia el aire más fresco que la rodea. Si la temperatura del aire es superior al rango de confort, disminuye la pérdida de calor y si aumenta por encima de la temperatura de la piel, el calor fluirá en dirección inversa. Los mamíferos tienen la facultad de mantener una temperatura constante, con variaciones insignificantes durante toda su vida, generalmente entre 37.5°C a 39°C. (Dos Santos R, 1999)

Cuando la temperatura del aire es baja, el calor procedente del cuerpo del animal fluirá hacia el exterior hasta provocar falta de confort y reducir la eficiencia reproductiva. No obstante, si el animal dispone de suficiente alimento, puede mantener su temperatura corporal en magnitudes compatibles con la vida.

Las altas temperaturas son un grave problema para la reproducción animal. Existe una correlación altamente significativa entre temperatura ambiental y la concepción. (Villagómez et al., 2000).

- **Humedad.**

La humedad relativa, es posible que actúe en combinación con la precipitación pluvial o afecte individualmente la manifestación del estro. (Villagómez et al., 2000).

La humedad del aire reduce notablemente la tasa de pérdida de calor del animal. El enfriamiento por evaporación a través de la piel y del tracto respiratorio depende de la humedad del aire. Si la humedad es baja (zonas cálidas y secas), la evaporación es rápida. Por otro lado, si la humedad resulta elevada (zonas cálidas y húmedas), la evaporación es lenta, reduciéndose la pérdida de calor y, por consiguiente, alterando el equilibrio térmico del animal. (Hafez, 2000).

- **Precipitación.**

En los bovinos disminuye la duración del estro, en las épocas donde hay mayor precipitación pluvial y humedad relativa. (Villagómez et al., 2000).

En zonas húmedas y cálidas con precipitaciones abundantes, el pH del suelo es generalmente bajo, resultante de la lixiviación del calcio y fósforo. El valor nutritivo de las pasturas es muy bajo a consecuencia de su crecimiento acelerado. Los animales de estas áreas son generalmente de tamaño reducido debido a estas deficiencias que detienen el crecimiento de los animales con un atraso considerable de la madurez y una modificación de la estructura corporal.

Asimismo, la lluvia ejerce efectos directos sobre el animal al favorecer la disipación de calor mediante la evaporación. En un ambiente cálido, la humedad retenida en la cobertura pilosa del animal disminuirá el estrés térmico al evaporarse. (Hafez, 2000).

- **Nubosidad.**

La extensión y persistencia de la nubosidad ejerce un efecto indirecto sobre el medio ambiente del animal en los climas cálidos. Puede servir para calcular los niveles de radiación solar y de humedad. Por consiguiente, señala indirectamente los períodos de falta de confort de los animales. (Córdova. *et al.*, 2010).

- **Presión Atmosférica.**

La modificación de la presión que tiene lugar entre las distintas alturas influye directamente sobre los animales. A causa de la disminución de la presión, los animales muestran dificultades en cubrir sus necesidades de oxígeno. Ante esta situación, deben aumentar el índice de hemoglobina. Además, la adaptación del organismo a la disminución de oxígeno se realiza también mediante un aumento de las frecuencias cardíaca y respiratoria. (Hafez, 2000)

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. MATERIALES

3.1.1. Materiales de Campo

- 10 vacas (*Bos taurus*)
- Aplicador de implantes de progesterona
- Termo criogénico
- Nitrógeno
- Pajuelas de semen
- Pistola de inseminación
- Catéteres desechables
- Corta pajuelas
- Termómetro
- Guantes para chequeo ginecológico desechable
- Jeringuillas
- Progesterona natural D.I.B
- Gonadorelina (Fertagyl)
- PgF2a, Dinaprost (Lutalyse)
- Benzoato de Estradiol (Gonadiol)
- Papel higiénico
- Agujas desechables
- Overol
- Botas
- Libreta de campo
- Esferos
- Registros
- Cámara
- Ecógrafo

3.1.2. Materiales de Oficina

- Computadora
- Hojas de papel bond
- Calculadora
- Bolígrafos
- Flash memory
- Impresora

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Ubicación

La presente investigación se realizó en el Cantón Palanda ubicado al sur de la Provincia de Zamora Chinchipe, las coordenadas geográficas son Latitud: 4° 38' 59.28" S, y Longitud: 79° 7' 55.56" W. su altitud es de 1.145 msnm; goza de un clima eminentemente templado-húmedo, con inviernos prolongados y veranos reducidos, con una temperatura promedio de 24°C y una humedad relativa del 80%. Existe una variada y abundante vegetación y buena producción animal.

Sus límites son: al Norte la cordillera de Tzunantza, la provincia de Loja y el cantón Zamora; al Sur limita con el cantón Chinchipe, al Este con la República de Perú y al Oeste con el cantón Nangaritza. La precipitación anual es de 2000 a 4000 mm. (Mosquera, 2016).

3.2.2. Descripción e Identificación de las Unidades Experimentales

Para el presente proyecto de investigación se utilizó 10 vacas de raza *Brown swiss*, con edad media entre 2 a 5 años, con una condición corporal que fluctuó entre 2 a 3 puntos y previo a un chequeo ginecológico para determinar el estado del aparato reproductor y descartar posibles gestaciones.

Cada animal constituyó una unidad experimental. A estas unidades se las identificó con un arete en el cual constó el número del animal y el tratamiento al que correspondían.

3.2.3. Diseño Experimental

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 2 tratamientos y 5 repeticiones, los animales se seleccionaron de forma aleatoria conforme se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 1
Diseño Experimental.

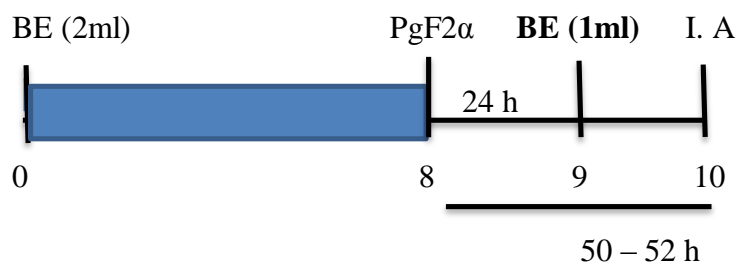
Nro. de animal	TRATAMIENTOS	
	T1	T2
1	1	1
2	1	1
3	1	1
4	1	1
5	1	1
TOTAL	5	5

3.2.4. Descripción de los Tratamientos

Para el presente proyecto de investigación se utilizó 2 protocolos de sincronización a base de un dispositivo liberador de progesterona, los cuales se describen a continuación:

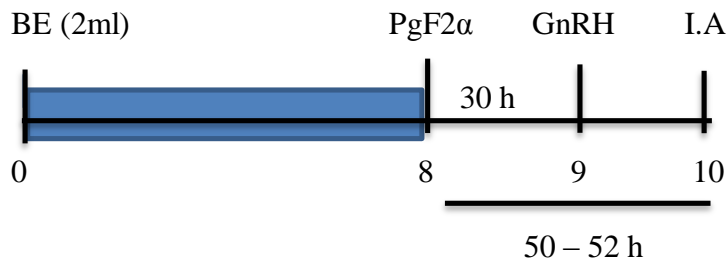
Tratamiento 1: (Implante de P4 + BE + PgF2 α + BE)

Consistió en la aplicación en el día 0 un implante Intravaginal de progesterona (D.I.B.) por un lapso de 8 días y benzoato de estradiol Gonadiol (2ml) vía IM; al día 8 se realizó la aplicación de una dosis de PgF2 α Dinaprots Trometamina (Lutalyce) 5ml vía IM; al día 9 se aplicó la mitad de la dosis de benzoato de estradiol Gonadiol (1ml) vía IM, y a las 50 a 52 horas después de retirado el implante se procedió a realizar la IATF.



Tratamiento 2: (Implante de P4 + BE + PgF2 α + GnRH)

Consistió en la aplicación en el día 0 un implante Intravaginal de progesterona (CIDR) por un lapso de 8 días y benzoato de estradiol Gonadiol (2ml) vía IM; al día 8 se realizó la aplicación de una dosis de PgF2 α Dinaprost Trometamina (Lutalyce) 5ml vía IM; al día 9, 30 horas después de retirado el implante se aplicó una dosis de GnRH Gonadorelina (Fertagyl) 2,5 ml vía IM, y a las 50 a 52 horas después de retirado el implante se procedió a realizar la IATF.



3.2.5. Variables en Estudio

Durante el trabajo de investigación se estudiaron las siguientes variables:

- a) Índice de animales con celo manifiesto
- b) Índice de concepción y gestación
- c) Costos de vaca preñada
- d) Índice de retorno a celo post I.A

3.2.6. Toma y Registro de Datos

- a) **Índice de animales con celo manifiesto**

Se lo determinó mediante la observación de los animales que después de haber concluido los tratamientos de sincronización presentaron síntomas como: presencia de moco en la vulva, inquietud, reflejo de inmovilidad y edematización de la vulva.

- b) **Índice de concepción y gestación**

Se lo obtuvo por medio del diagnóstico por ecografía a los 30 días post inseminación artificial.

$$\frac{\# \text{ de Vacas Gestando}}{\text{Total de Vacas del Tratamiento}} \times 100$$

c) Costos de vacas preñadas

Se lo calculó por medio de la siguiente fórmula aplicándola en los 2 tratamientos, lo que nos dio el costo por vaca gestante en cada tratamiento:

$$\frac{\text{Costo del Tratamiento}}{\# \text{ de Vacas Gestantes}} = \text{costo en \$ / vaca preñada}$$

d) Índice de retorno a celo post I.A

Se determinó observando a los cuantos días post I.A. de los animales tratados manifestaron retorno a celo.

3.2.7. Análisis Estadístico

Para el cálculo del intervalo de confianza del 95%, se aplicó la siguiente fórmula (Thursfield, 2007).

$$IC_{95\%} = p \pm Z_{(\alpha/2)} \times \sqrt{(p(1-p))/n}$$

Dónde:

p = positivos

$Z_{(\alpha/2)}$ = valor de z dado el nivel de confiabilidad del 95%, 1,96.

1 - p = negativos

Para comparar estadísticamente las proporciones se utilizó la prueba de chi-cuadrado, considerando como efecto principal el tratamiento, a través del procedimiento GENMOD del SAS (SAS University Edition 2016).

4. RESULTADOS.

Finalizada la investigación se obtuvieron resultados que a continuación se los detallará de acuerdo a las variables planteadas.

4.1. ÍNDICE DE ANIMALES CON CELO MANIFIESTO

El índice de animales con celo manifiesto se lo determinó mediante la observación de los animales que después de haber recibido los tratamientos de sincronización presentaron síntomas como: presencia de moco en la vulva, inquietud, reflejo de inmovilidad y edematización de la vulva.

Cuadro 2

Porcentaje de prestación de celo manifiesto en los tratamientos de sincronización investigados.

TRATAMIENTO	N° UE	CELO MANIFIESTO		Intervalo de confianza al 95%
		#	%	
P4 + BE + PgF2 α + BE	5	4	80	34,2 – 99,0
P4 + BE + PgF2 α + GnRH	5	2	40	7,63 – 81,1
TOTAL	10	6	60	28,3 – 85,0
P-valor			0,214	

Al análisis de la prueba de chi cuadrado no se detectó diferencia estadística entre tratamientos $P > 0,05$.

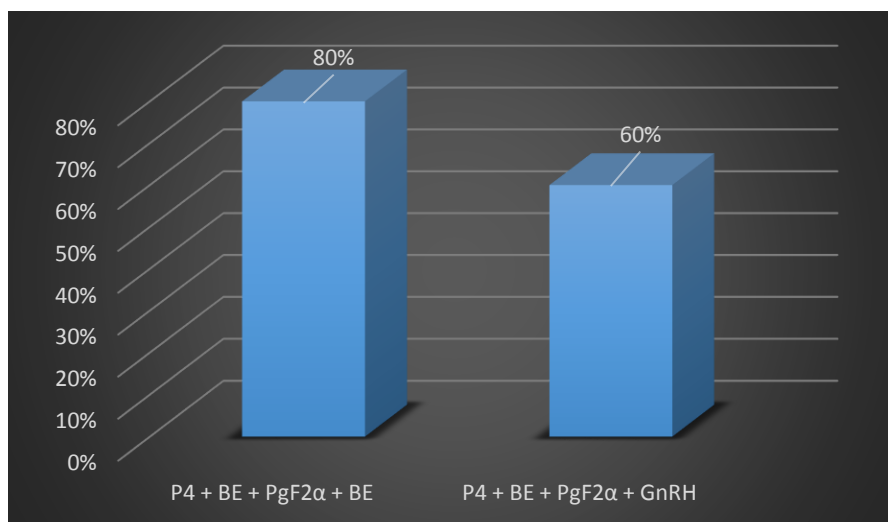


Figura 11 Porcentaje de celos manifiestos en los tratamientos de sincronización analizados.

4.2. ÍNDICE DE CONCEPCIÓN Y GESTACIÓN

El índice de concepción y gestación se lo obtuvo por medio del diagnóstico por ecografía a los 30 días post inseminación artificial a tiempo fijo, los cuales nos dieron los siguientes resultados.

Cuadro 3

Índice de concepción y gestación obtenidos en los tratamientos de sincronización estudiados

TRATAMIENTO	N° UE	Concepción y gestación		Intervalo de confianza al 95%
		#	%	
P4 + BE + PgF2 α + BE	5	4	80	34,2 – 99,0
P4 + BE + PgF2 α + GnRH	5	2	40	7,63 – 81,1
TOTAL	10	6	60	28,3 – 85,0
P-valor			0,214	

Al análisis de la prueba de chi cuadrado no se detectó diferencia estadística entre tratamientos $P > 0,05$.

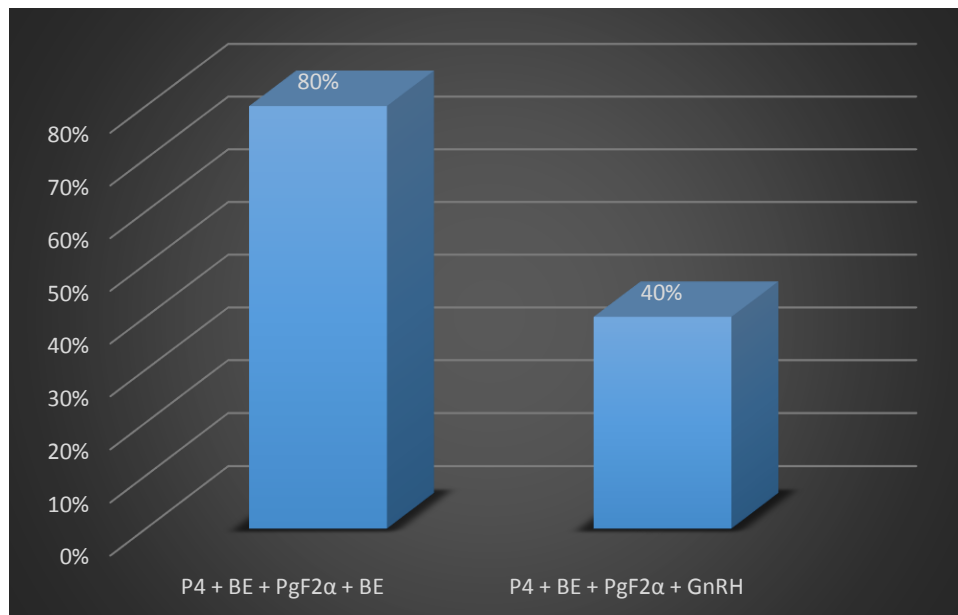


Figura 12 Representación del porcentaje del índice de concepción y gestación

4.3. COSTOS DE VACAS PREÑADAS

Los rubros que se consideraron para calcular esta variable fueron:

- Mano de obra. - Regido por la consulta veterinaria, la cual abarca chequeo ginecológico y evaluación de los animales.
- Protocolos de sincronización. – En donde se tomó en cuenta hormonas, implantes de progesterona, catéteres, guantes y pajuela los cuales son considerados en un solo rubro.
- Inseminación artificial por vaca.

Costo promedio estimado de cada protocolo de sincronización de celo y vaca preñada.

Cuadro 4

Costo promedio estimado de cada protocolo de sincronización de celo y vaca preñada.

Tratamiento	N° UE	Rubros		Costo IA	Total Gasto		# vacas preñadas	Costo vaca preñada
		Mano de obra	Protocolo sincronización		Vaca	Grupo		
T1 BE	5	25	13,5	20	58,5	292,5	4	73,125
T2 GnRH	5	25	20,1	20	65,1	325,5	2	162,75

En el costo de vaca preñada para cada tratamiento influyo el número de animales preñados obtenidos, para lo cual y considerando los rubros se determinó que el tratamiento uno es el más económico por vaca preñada obteniéndose mejores resultados a su vez.

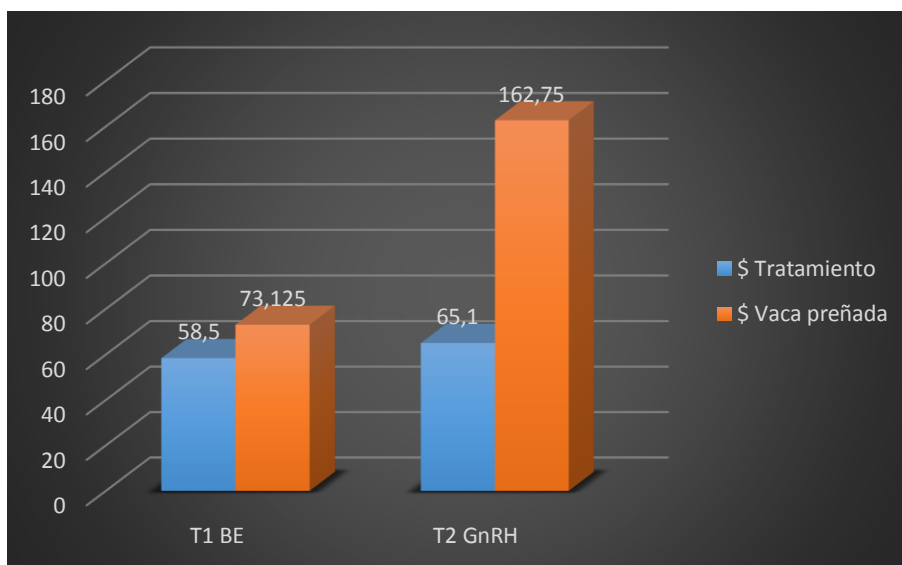


Figura 13 Costo de vaca preñada correspondiente a cada tratamiento de sincronización.

El costo de preñez se determinó dividiendo el costo total de cada tratamiento para el número de preñeces obtenidas; siendo el tratamiento uno el más eficaz.

4.4. ÍNDICE DE RETORNO A CELO POST I.A

El índice de retorno a celo se determinó observando y llevando registro a los cuantos días post I.A. de los animales tratados manifestaron retorno a celo.

Cuadro 5

Porcentaje de retorno a celo, entre los 18 y 24 días post IATF en los tratamientos analizados.

TRATAMIENTO	UE realizadas	Retorno de celo entre 18- 24 días post IA		Intervalo de confianza	Observaciones
		#	%		
T1 BE	5	1	20	1,01 – 65,7	presencia de celo día 18
T2 GnRH	5	1	20	1,01 – 65,7	presencia de celo día 19
P-valor		0,999			

En el índice de retorno a celo en el periodo de 18 a 24 días post IATF, se observó que tanto el tratamiento uno y dos los animales que retornaron a celo lo hicieron dentro de los días establecidos, dándonos una igualdad en esta variable.

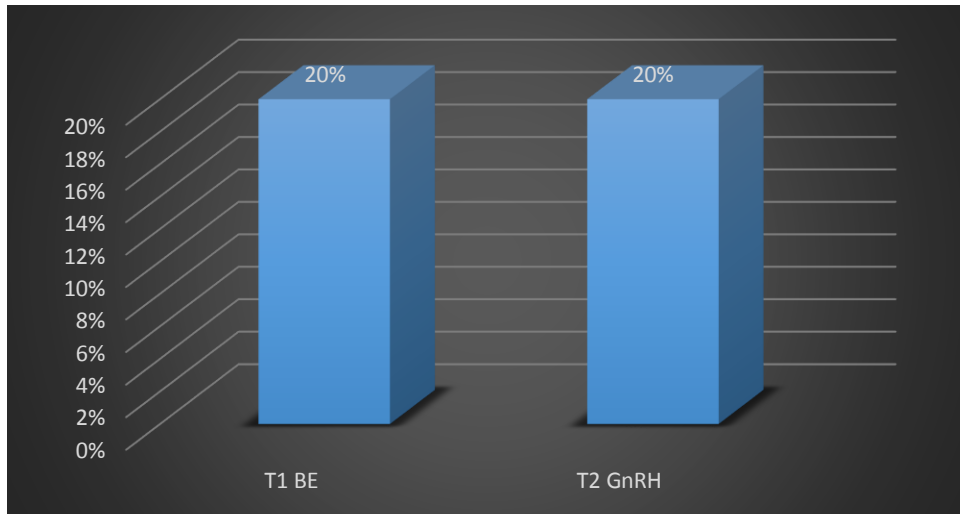


Figura 14 Índice de retorno a celo con un índice de 18 a 24 días post IATF en los respectivos tratamientos.

No se observó diferencia en cuanto a esta variable en los dos tratamientos, pero el tratamiento uno a su vez presentó mayor índice de concepción, lo que permite afirmar que el mismo resulta el más adecuado para sincronizar futuros animales.

5. DISCUSIÓN.

El sistema de explotación ganadera de la provincia de Zamora Chinchipe y particularmente del cantón Palanda, donde su alta pluviosidad y particular topografía son factores que dificultan la detección de celos en bovinos, y en el intento de coadyuvar a incrementar los índices de concepción, para lograr un ternero por vaca/año como lo recomienda (Alvaro, 1984), se realizó la manipulación del ciclo estral e IATF, probando dos protocolos de sincronización, para determinar cuál se adapta mejor a esta zona, cuyos resultados se discutirán a continuación:

En relación al parámetro **índice de animales con celo manifiesto**, en el presente estudio se obtuvo con el tratamiento uno (P4 + BE + PgF2 α + BE) un total de 80% de animales que mostraron signos evidentes de celo, marcando este valor como el más alto de la investigación en esta variable; en tanto que con el tratamiento dos (P4 + BE + PgF2 α + GnRH) se obtuvo el 40% de animales con celo manifiesto, no encontrándose diferencia estadística entre tratamientos; sin embargo en el trabajo realizado por Rojas (2012), mostró 70% de celo manifiesto, de un total de 40 bovinos hembras de 4 fincas diferentes, ubicadas en el cantón Loja.

En los tratamientos estudiados se utilizó implantes intra-vaginales de progesterona, pues se asume que la extracción del dispositivo provoca la caída brusca de Progesterona a niveles subluteales (< 1 ng/ml) que inducen el incremento de la frecuencia de los pulsos de LH, el crecimiento y la presencia de un folículo dominante con concentraciones muy altas de Estradiol que provocan por un lado el celo y a nivel endocrino inducen finalmente el pico de LH que es seguido por la ovulación, Bo, (2002), este echo parece ser el responsable de los altos porcentajes de celo manifiesto.

En el parámetro del **índice de concepción y gestación**, se alcanzó el 80%, para el tratamiento uno (P4 + BE + PgF2 α + BE) y el 40% para el tratamiento dos (P4 + BE + PgF2 α + GnRH), no encontrándose diferencia estadística entre tratamientos sin embargo, en la investigación realizada por Vater, et al., (2007) mostró resultados del 39,2% con el tratamiento uno y el 44% con el tratamiento dos, no reportando diferencia estadística significativa; el estudio fue realizado en la localidad de Tandil y se utilizaron 188 vacas Holstein *friesian*.

En la variable del **índice de retorno a celo post IATF** a los 18 – 24 días, se obtuvo el 20% en ambos tratamientos, retornando a celo durante los días 18 y 19 post IATF, no reportándose diferencia estadística significativa. Mientras que en la investigación realizada por Rojas, (2012) nos dice que con el tratamiento uno se obtuvo un porcentaje del 30% de retorno a celo.

Segun Callejas, (2005) un animal puede retornar a celo post IA debido a varios factores como muerte embrionaria, presencia de pus en la secreción al momento de inseminar, al no haber fecundidad, semen en mal estado entre otras, al no quedar una vaca inseminada en gestación se regula su sistema neuro-hormonal retornando a celo en un lapso de 18 a 21 días, permitiendo inseminar a celo detectado.

En el parámetro **costo por vaca preñada**, la respuesta ante el costo en los dos tratamientos de sincronización, es un dato estimado temporal, que va a variar dependiendo de la condición del animal y está sustentado en el tiempo de ejecución de la investigación, está dado por el valor individual del tratamiento y el número de animales preñados; determinándose que el tratamiento uno (P4 + BE + PgF2 α + BE) con un costo individual de \$ 58,5 tuvo un costo por vaca preñada de \$ 73,125 y el tratamiento dos (P4 + BE + PgF2 α + GnRH) con un costo individual de \$ 65,1 tuvo un costo por vaca preñada de \$ 162,75. Sin embargo en la investigación realizada por Rojas, (2012) el precio por vaca preñada fue de \$163,00 considerando los mismos rubros, cuya investigación fue realizada en 10 vacas en el cantón Loja.

Pudiéndose determinar en la presente investigación que el procedimiento más rentable es el tratamiento uno (P4 + BE + PgF2 α + BE), protocolo que aparte de su menor costo presenta otras características deseables como mayor índice de celos manifiestos siendo el más eficaz en cuanto a la valoración del porcentaje de preñez.

6. CONCLUSIONES.

Finalizada la investigación y considerando las características particulares de la zona de estudio en lo relacionado a clima, topografía, pluviosidad, así como también manejo y alimentación del ganado en el sector donde se llevó a cabo la investigación se concluyó lo siguiente:

- Los protocolos de sincronización utilizando Benzoato de Estradiol a las 24 horas de retirado el implante de progesterona, presentaron una tasa de celo manifiesto del 80% .
- Los índices de concepción y gestación mediante la utilización de Benzoato de Estradiol a las 24 h de retirado el implante de progesterona fue altos en un 80%, mientras que con GnRH fue del 40%.
- El protocolo más económico y con mejores resultados fue el tratamiento uno (P4 + BE + PgF2 α + BE), con el cual se obtuvo costos por vaca preñada de \$73,12.
- No se observó diferencia en cuanto al índice de retorno a celo post I.A

7. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda la utilización de productos hormonales para la sincronización del estro de vaquillas o vacas lecheras, lo cual además de facilitar la IATF, permite la programación de los partos en la época más idónea para aprovechar al máximo su potencial lechero, sin afectar su comportamiento reproductivo.
- El uso de protocolos de sincronización de celo a base de fuentes exógenas de progesterona en interacción con Benzoato de Estradiol, de acuerdo a los resultados de esta investigación son los que se recomienda aplicar en la zona de estudio, que se caracteriza por el manejo semi-intensivo.
- De preferencia Inseminar vacas sincronizadas que presenten celo manifiesto, previo chequeo ecográfico, en el que se evidencie la presencia de un folículo preovulatorio.
- Antes de realizar cualquier tratamiento de sincronización es de vital importancia realizar un chequeo ginecológico para ver el estado que se encuentra sus órganos reproductores y a su vez desparasitar y adicionar vitaminas + selenio para obtener mayores resultados.
- Finalmente se recomienda seguir con las investigaciones en el campo de la reproducción bovina en esta zona, pues se observa gran necesidad de adoptar biotecnologías a nuestra realidad, pues, hay consciencia del gran potencial feno y genotípico que poseen los animales y fertilidad de los terrenos de esta zona

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta, A. S. (2010). *Rol de la Leptina en la Fisiología Reproductiva*. Obtenido de Universidad Nacional Mayor de San Marcos: http://veterinaria.unmsm.edu.pe/files/Articulo_santiani_FINAL.pdf
2. Alvaro, C. R. (1984). *Producción Bovina*. Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.
3. Anónimo. (2005). *Sitio Argentino de Producción Animal*. Recuperado el 19 de Enero de 2016, de http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/72/manejo_farmacologico_ciclo_estrал_bovino.pdf
4. B. Prieto y M. Velázquez. (2002). Fisiología de la Reproducción: hormona liberadora de gonadotropinas. *E-journal*, 255. Obtenido de Fisiología de la Reproducción: hormona liberadora de gonadotropinas.
5. Bo, G. (2002). Actualización del ciclo estral bovino. *IV Jornadas Nacionales CABIA y I del MERCOSUR*.
6. Callejas, S. (2005). Fisiología reproductiva del bovino. *SYNTEX*.
7. Córdova I. et, al. (2010). Efecto de Factores Climáticos Sobre la Conducta Reproductiva Bovina en los Trópicos. *Revista Electronica Veterinaria (REDVET)*, 1.
8. Dos Santos R. (1999). *Cruzamientos en pecuaria tropical*. Agropecuaria Tropical.
9. Efraim Quintero Ch, Joseph K. Grajales. (2013). *Universidad Tecnológica Oteima*. Recuperado el 11 de Enero de 2016, de <http://www.oteima.ac.pa/nueva/wp-content/uploads/2013/08/INVESTIGACION-VACAS.pdf>
10. F. Becaluba; H. B. Becaluba. (2006). *Sitio Argentino de Producción Animal*. Recuperado el 24 de Enero de 2016, de http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/93-manejo_deteccion_celo.pdf

11. G Henao; L E Trujillo y J F Vasquez. (2000). Cambios en la dinamica folicular en cavas Cebu anestrícas sometidas a supresion temporal de lactancia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias Vol. 13*, 121-129.
12. González, K. (17 de junio de 2017). *Zootenia y veterinaria es mi pasion*. Obtenido de Anatomia reproductiva de la vaca: <http://zoovetespasion.com/anatomia-reproductiva-de-la-vaca/>
13. Grigera, J., & Bargo, F. (2005). *El Sitio de la Produccion Animal*. Recuperado el 28 de Febrero de 2016, de http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_condicion_corporal/45-cc_lecheras.pdf
14. Hafez. (2000). *Reproduction in farm animals*. Edicion 6a. Editorial lea & Febiger.
15. Irac. (2003). V simposio internacional de reproduccion animal. Córdoba - Argentina.
16. Jimenez, A. (17 de enero de 2016). *BM EDITORES*. Obtenido de EL ciclo estral (fases y etapas): <http://bmeditores.mx/ciclo-estral-bovino-fases-etapas/>
17. Mel Dejarnette, Ray Nebel. (2011). *Select Sires*. Recuperado el 17 de Enero de 2016, de Anatomia y fisiologia de la reproduccion bovina: http://www.selectsires.com/dairy/spanresources/reproductive_anatomy_spanish.pdf
18. Moschos S, C. J. (2002). *Leptin and reproduction*. Fertil Steril.
19. Mosquera, J. (2016). *Gobierno Provincial De Zamora Chinchipe*. Recuperado el 2016, de http://www.zamora-chinchipe.gob.ec/index.php?option=com_content&task=view &id=46
20. P. Pérez Hernández, C. Sánchez del Real, J. Gallegos Sánchez. (17 de Agosto de 2001). *INIA*. Recuperado el 11 de Enero de 2016, de http://www.inia.es/gcontrec/pub/perez_1161096003796.pdf

21. Pareja Mejia, R. G. (2006). *Determinacion del efecto de la inseminacion artificial incluida a tiempo fijo, con dos protocolos de sincronizacion en vacas sometidas al destete precoz en los llanos orientales*. Bogota: Universidad de la Salle.
22. Peñafort, G. A. (2005). Condicion Corporal. *Sitio Argentino de producción animal*.
23. Pozo, O. (2016). "GCC" - Puntaje de Condicion Corporal y Calidad de Carcasa. *Extension*.
24. Rangel. (11 de Marzo de 2014). *Ganaderia intensiva*. Obtenido de Ciclo estral en bovinos: http://www.ganaderia-intensiva.com/index.php?option=com_k2&view=item&id=205:ciclo-estral-en-bovinos
25. Rangel, L. (2009). Morfofisiologia del aparato reproductor. *Manual de prácticas de reproducción animal*.
26. Rippe, C. A. (2009). *El Ciclo Estral*. Recuperado el 10 de enero de 2016, de <http://www.drcouncil.org/media/Public/Rippe%20DCRCH%202009.pdf>
27. Rojas, C. A. (2012). *EVALUACIÓN DE CUATRO PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO CON INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO (IATF) EN GANADERÍAS LECHERAS DEL SECTOR SUR OCCIDENTAL DE LA HOYA DE LOJA*. Loja.
28. Ruiz-Cortes ZT, M. T. (2000). Porcine leptin receptor. *Mol reprod Dev* 56.
29. Sorensen, A. (1982). *Reproduccion Animal. Principios Y Practicas*.
30. Vater, et al., Rodriguez, Cifuentes, Cutaita. (2007). Efecto de la utilizacion de benzoato de estradiol y GnRH y de dispositivos intravaginales con diferentes dosis de p4 sobre los porcentajes de preñez a la IATF en vacas holando en lactancia. *VII simposio internacional de reproduccion animal*, 254.
31. Villagómez A.M.E., C. R.-G. (2000). *Influencia estacional sobre el ciclo estral y estro en hembras cebu mantenidas en clima tropical*. Tec Pecu Mex.

9. ANEXO.

9.1. RECUERDOS FOTOGRÁFICOS DEL TRABAJO DE CAMPO.



Figura 15 Selección de las unidades experimentales



Figura 16 Chequeo ginecológico



Figura 17 Aplicación del implante de P4



Figura 18 Selección y transporte de pajueta.



Figura 19 Inseminación artificial.



Figura 20 Diagnostico de preñes con ecografía.



Figura 21 Gestación a los 30 días post I.A.



Figura 22 Director de Tesis