



# **UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

## **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE**

### **CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

#### **TEMA:**

**EFICIENCIA DE LA PROSTAGLANDINA NATURAL VS PROSTAGLANDINA  
SINTÉTICA EN EL ÍNDICE DE CONCEPCIÓN EN VACAS MESTIZAS  
SINCRONIZADAS CON P4 CIDER**

Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Médica Veterinaria Zootecnista, otorgado por La Universidad Estatal De Bolívar A Través De La Facultad De Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales Y Del Ambiente. Carrera De Medicina Veterinaria Y Zootecnia

#### **AUTORA:**

**LÓPEZ PANATA PATRICIA ESTEFANIA**

#### **DIRECTORA**

**Méd. Alejandra Barrionuevo Mayorga. Mg.**

**GUARANDA-ECUADOR**

**2017**

**EFICIENCIA DE LA PROSTAGLANDINA NATURAL VS  
PROSTAGLANDINA SINTÉTICA EN EL ÍNDICE DE CONCEPCIÓN EN  
VACAS MESTIZAS SINCRONIZADAS CON P4 CIDER**

**REVISADO Y APROBADO POR:**

.....  
MÉD. ALEJANDRA BARRIONUEVO MAYORGA. Mg.

**DIRECTORA**

.....  
ING. KLEBER ESTUARDO ESPINOZA MORA .Mg.

**BIOMETRISTA**

.....  
Dr. FRANCO BOLIVAR CORDERO SALAZAR. Mg.

**REDACCION TÉCNICA**

## **CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA**

Yo, Patricia Estefanía López Panata, con cedula de ciudadanía no. 0201934783, declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentado para ninguna grado o calificación y que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultados y citados con su respectivo autor.

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondiente a este trabajo, según lo establecido por la Ley De Propiedad Intelectual su Reglamento y la Normativa Institucional vigente

Srta. Patricia Estefanía López Panata

CI.0201934783

**ESTUDIANTE**

MÉD. ALEJANDRA BARRIONUEVO MAYORGA. Mg.

**DIRECTORA**

ING. KLEBER ESTUARDO ESPINOZA MORA .Mg.

**BIOMETRISTA**

Dr. FRANCO BOLIVAR CORDERO SALAZAR. Mg.

**REDACCION TÉCNICA**

## **DEDICATORIA**

### ***A Dios.***

*A Dios, (Arcángel San Miguel) por haberme dado todos los días un motivo para levantarme y seguir por el sendero correcto iluminando y protegiendo mi caminar.*

### ***A mi Abuelita.***

*Por ser uno de los pilares más importantes en mi formación y demostrarme su cariño, apoyo, comprensión y brindarme sus consejos, por ayudarme en los momentos difíciles, por calmar mis miedos y darme esa palabra de aliento cuando sentía que todo estaba perdido.*

### ***A mi familia.***

*A mis padres Ernesto y Patricia, quienes me han dado toda la confianza y el apoyo brindado, a mi tío, Telmo por ayudarme en toda mi vida estudiantil a mis hermanos, Adrián, Caty y Paulette que esto sirva como ejemplo de superación,*

### ***A mis amigos.***

*A Sra. Lolita Quincha, por haber sido un apoyo y aconsejarme cuando he necesitado, por abrirme las puertas de su hogar y recibirme siempre con una sonrisa.*

*A Verito Monar y Johana Jarrín, por ser mis maestras en este caminar y apoyarme siempre con su hermosa medicina, gracias mujeres de luz.*

***Patricia Estefanía López Panata***

## **AGRADECIMIENTO**

*Mi agradecimiento primordial es a DIOS y la vida por haberme proporcionado la sabiduría y el entendimiento necesario en todas las etapas de mi camino, por haber calmado mi alma en momentos de inmensa tempestad.*

*A mis padres por todo el apoyo y la confianza que han depositado en mí que esto sea una muestra del agradecimiento que mi alma siente, que sus sabios consejos han sido acogidos en el momento exacto para no dejarme caer, gracias por su paciencia, por soportar mis enojos, mis tristezas, mis momentos felices, le agradezco infinitamente por ser mis amigos y ayudarme a cumplir mis metas sin cortar mis alas.*

*A David por haber caminado conmigo en este duro proceso con sus consejos paciencia y amor, A Lorena y John por ayudarme y mostrarme herramientas que han sido de gran utilidad en este proceso, de la misma forma agradecer a los Médicos Veterinarios, Alvaro Aldaz y Mauricio Chimbo, técnicos de la unidad móvil del ministerio de agricultura de la provincia Bolívar, que con sus conocimientos pudieron guiarme para el correcto desarrollo del proyecto de titulación.*

*Mi gratitud a la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por haberme aceptado ser parte de ella para poder completar mi vida profesional, así también a los diferentes docentes que me han brindaron sus conocimientos día a día durante el transcurso de mi vida estudiantil.*

*Agradezco infinitamente a quienes formaron parte de mi Tribunal de la Unidad de Titulación: Dra, Alejandra Barrionuevo Ing. Kléber Espinoza y Dr. Franco Cordero, quienes con su conocimiento, orientaciones, maneras de trabajar, persistencia, y paciencia han sido fundamentales para la culminación de este proyecto de investigación.*

***Patricia Estefanía López Panata***

## ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
III.	MARCO TEÓRICO.....	3
3.1	ANATOMÍA DEL APARATO REPRODUCTOR DE LA HEMBRA.....	3
3.1.1	Ovarios.....	3
3.1.2	Oviductos.....	3
3.1.3	Cuello Uterino o Cérvix.....	4
3.1.4	Vagina.....	4
3.2	Genitales Externos.....	5
3.2.1	Vestíbulo.....	5
3.2.2	Labios mayores y labios menores.....	5
3.2.3	Clítoris.....	5
3.4	Manejo reproductivo en bovinos lecheros.....	5
3.5	FISIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL BOVINO.....	7
3.6	El ciclo estral de la hembra bovina.....	7
3.7	Fases Del Ciclo Estral.....	7
3.7.1	Fase Luteal (Diestro).....	8
3.8	Clasificación moderna del ciclo estral.....	9
3.9	Fase folicular o de regresión luteal (proestro).....	10
3.10	Fase Periovulatoria (Estro y Metaestro).....	10
3.11	Dinámica folicular.....	11
3.12	Reclutamiento.....	12
3.12.1	Selección.....	12
3.12.2	Dominancia.....	12
3.13	Fisiología reproductiva de la hembra bovina.....	13
3.13.1.	Hipotálamo.....	13
3.13.2.	Hipófisis.....	13

3.14	Ovarios .....	14
3.15	Útero .....	15
3.16	Foliculogénesis.....	15
3.17	Folículo primario .....	15
3.18	Folículo secundario .....	16
3.18.1	Folículos antrales, terciarios o madurantes. ....	16
3.18.2	Folículos preovulatorio, ovulatorios o maduros.....	17
3.19	La ovulación. ....	17
3.20	El cuerpo lúteo.....	18
3.21	Luteolisis. ....	18
3.22	Hormonoterapia.....	19
3.22.1	Gonadotrofinas .....	19
3.23	Hormonas hipofisarias.....	19
3.23.1	Folículo Estimulante y Luteinizante.....	19
3.24	Hormonas No Hipofisarias.....	20
3.24.1	Estrógenos. ....	20
3.24.2	Progesterona. ....	20
3.24.3	Prostaglandinas.....	21
3.25	Prostaglandina Utilizada En La Investigación. ....	22
3.25.1	Cloprostenol sódico .....	22
3.25.2	Mecanismo de acción. ....	22
3.25.3	Indicaciones De uso .....	22
3.25.4	Precauciones.....	22
3.26	Dinoprost Trometamina .....	22
3.26.1	Composición.....	22
3.26.2	Mecanismo de Acción.....	23
3.26.3	Indicaciones.....	23
3.26.4	Precauciones.....	23
3.27	Administración controlada de progesterona para sincronización del celo en ganado bovino. ....	23
3.28	Dispositivos comerciales.....	24

3.29	CIDR (Controlled Internal Drug Release Dispenser).....	25
3.29.1	Composición Dispositivo intravaginal para la regulación del ciclo estral en vacas.26	
3.29.2	Dosificación Protocolo de uso del CIDR .....	26
3.29.3	. Mecanismo de acción CIDR .....	26
3.29.4	Indicaciones CIDR .....	27
3.29.5	Precauciones .....	27
3.30	Uso de prostaglandina natural y sintética para sincronización de estro. 27	
3.31	El Benzoato de Estradiol .....	27
3.32	Progestágenos. ....	28
3.33	Ventajas del uso de dispositivos intravaginales. ....	28
3.34	Factores que afectan los resultados de un buen programa de I.A .....	29
3.35	Fertilidad de la hembra. ....	30
3.36	Condición corporal. ....	30
3.37	Eficiencia del inseminador. ....	31
IV.	MARCO METODOLÓGICO.....	32
4.1	Materiales .....	32
4.1.1	Localización de la investigación .....	32
4.1.2	Situación geográfica y climática .....	32
4.1.3	Zona de vida. (Zonificación ecológica).....	32
4.1.4	Material experimental. ....	32
4.1.5	Materiales de campo.....	33
4.1.6	Materiales para sincronización de celo. ....	33
4.1.7	Materiales para Inseminación Artificial. ....	33
4.1.8	Materiales para la detección de preñez por palpación.....	34
4.1.9	Materiales de oficina. ....	34
4.2	Métodos .....	34
4.2.1	Factor en estudio. ....	34
4.2.2	Tratamiento. ....	34
4.2.3	Procedimiento.....	34



4.2.4	Análisis.....	34
4.2.5	Métodos de evaluación y datos a tomar .....	34
4.2.6	Manejo Del Experimento .....	36
V.	RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	38
5.1	Perímetro Torácico (p.t) .....	38
5.2	Peso vivo .....	39
5.3	Condición Corporal .....	41
5.4	Presentación de celo .....	43
5.5	Horas de presentación del celo .....	45
5.6	Evaluación de la tasa de concepción .....	46
5.7	Análisis de correlación y regresión. ....	48
VI.	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	49
VII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
6.1	CONCLUSIONES.....	50
6.2	Recomendaciones .....	51
	BIBLIOGRAFÍA .....	52
	ANEXOS .....	55

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1 Ovario de una vaca en Metaestro (día tres del ciclo).....	8
Grafico 2 Etapas del ciclo estral.....	9
Grafico 3 Dinámica folicular. ....	11
Grafico 4 Esquema simplificado de las interrelaciones hormonales del eje hipotálamo-hipófisis-ovario-útero. ....	14
Grafico 5 Esquema de aplicación del CIDR. ....	26
Grafico 6 Perfil Típico De Progesterona En Plasma Obtenido Mediante La Utilización Del Dispositivo Intravaginal CIDR.....	29
Grafico 7 Vista posterior de las vacas según su puntaje .....	31
Grafico 8 Perímetros torácicos de las vacas evaluadas en los dos protocolos de sincronización de celos. ....	39
Grafico 9 Peso vivo de las vacas evaluadas en la sincronización de celos en los dos protocolos.....	40
Grafico 10 Condición corporal de las vacas evaluadas en la sincronización en los dos protocolos .....	42
Grafico 11 Presentación de celos de las vacas bajo el efecto de dos protocolos de sincronización de celo.....	44
Grafico 12 Horas de presentación de celos utilizando prostaglandina natural y sintética. ....	46

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Dispositivos intravaginales de liberación controlada de progesterona administrados a ganado bovino para control del ciclo estral. ....	25
Tabla 2 Perímetros torácicos de las vacas evaluadas en los dos protocolos de sincronización de celos .....	38
Tabla 3 Peso vivo de las vacas evaluadas en la sincronización de celos en los dos protocolos.....	40
Tabla 4 Condición corporal de las vacas evaluadas en la sincronización en los dos protocolos.....	41
Tabla 5 Presentación de celo en las vacas bajo el efecto de los dos protocolos de sincronización de celos. ....	44
Tabla 6 Horas de presentación de celos .....	45
Tabla 7 Tasa de concepción en vacas bajo el efecto de dos protocolos de sincronización de celos. ....	47

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Base de datos de la investigación .....	56
Anexo 2 Comparativa de la condición corporal en bovinos .....	57
Anexo 3 Fotografías de la investigación.....	58
Anexo 4 Glosario de términos técnicos. ....	62

## RESUMEN

En la parroquia Salinas que pertenece al Cantón Guaranda provincia de Bolívar se llevó una investigación en ganado lechero debido a la problemática que existe en esta zona, en lo que se refiere a los días abiertos de esta especie animal ya que trae pérdidas económicas a los productores de este sector para lo cual se planteó los siguientes objetivos:

Evaluar la eficiencia de la prostaglandina natural vs prostaglandina sintética en el índice de concepción de vacas mestizas sincronizadas con P4 CIDER., Determinar la Influencia de la condición corporal de la hembra objetos de estudio en el índice de concepción. Establecer el porcentaje de concepción mediante ecografía a los 40 días de Inseminación en los diferentes grupos de hembras sincronizada y por tratamientos realizados. Para el trabajo experimental se consideró utilizar 20 vacas previo a un chequeo ecográfico Se utilizó dos tipos de prostaglandina siendo estos: Prostaglandina natural, Dinoprost , Prostaglandina Sintética . Cloprostenol Sódico y su influencia en la concepción en vacas mestizas sincronizadas con P4.

Se realizó la sincronización de celos la cual contó con la aplicación de un dispositivo intravaginal (P4) después de 7 días aplicada la prostaglandina natural (dinoprost) y sintética (cloprostenol sódico ) para proceder a realizar la inseminación artificial al grupo de vacas a los cuarenta días de realizada la inseminación artificial se procedió a realizar un chequeo ginecológico mediante ecografía para determinar el número de vacas preñadas. De los resultados encontrados podemos anotar que al grupo de vacas que recibieron la prostaglandina natural, cuatro vacas se determinaron gestantes y tres vacas con prostaglandina sintética. En la prueba de t-student no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos. Esta investigación es aplicable en la zona de estudio ya que se logra disminuir los días abiertos en las ganaderías existentes con lo que se estará mejorando parámetros reproductivos y productivos en estos hatos.

## SUMMARY

In the parish Salinas of the Canton Guaranda was carried out an investigation in dairy cattle due to the problem that exists in this area, with regard to the open days of this animal species as it brings economic losses to producers in this sector for which raised the following objectives: to evaluate the efficiency of the prostaglandin natural vs synthetic prostaglandin in the conception rate of crossbred cows synchronized with P4 cider. Determine the influence of the body condition of the female objects of study in conception rate. Set the percentage of conception by ultrasound to the 40 days of insemination in the different groups of females synchronized and treatments. For the experimental work was considered use 20 cows with similar characteristics in terms of age, body condition, number of offspring. We used two types of prostaglandin: natural prostaglandin, Dinoprost , synthetic prostaglandin . Cloprostenol Sodium and its influence on the conception in crossbred cows synchronized with P4. The synchronization of jealousy which was attended by the application of an intravaginal device (P4) after 7 days natural prostaglandin applied ( dinoprost) and synthetic ( cloprostenol sodium ) to carry out the artificial insemination group of cows. The forty days of artificial insemination gynecological screening was carried out to determine the number of cows. The results found we can note that the group of cows that received the natural prostaglandin seven cows were pregnant women and six cows with synthetic prostaglandin. In the t-student test no significant difference was found between the treatment; from the economic point of view with the prostagladina natural is more economical because pregnant cow was invested 80.50 dollars. This research is applicable in the area of study because it is able to reduce the open days in the existing herds with what will be improving reproductive and productive parameters in these herds.

## **I. INTRODUCCIÓN.**

La ganadería a nivel mundial requiere de prácticas de manejo eficaces para mejorar la rentabilidad en los hatos lecheros, el objetivo reproductivo principal es preñar a las vacas lo más rápido posible después del parto, en las últimas décadas ha existido una degradación en la eficiencia reproductiva, incrementando progresivamente el intervalo entre partos debido a que no hay un normal desarrollo en la actividad ovárica durante el posparto por lo que incrementan los días abiertos y las consecuencias de una reproducción retrasada.

En los últimos años se ha desarrollado una respuesta innovadora en la aplicación de protocolos hormonales de inducción de celos, esto es de vital importancia en el control reproductivo dentro del hato, además que permite mejorar la eficiencia reproductiva.

La utilización de dispositivos intravaginales a base de hormonas y diferentes concentraciones, se han usado durante los últimos años con una variabilidad. El CIDR (Controlled Internal Drug Release) es un dispositivo intravaginal en forma de Y e impregnado con progesterona natural, que puede ser liberada durante semanas. La progesterona se libera por difusión desde una cápsula de silicona sobre una espina de nylon, la cual está adaptada para retener el dispositivo dentro de la vagina.

Para el desarrollo de este trabajo de investigación me planteé el siguiente objetivo general que es evaluar la eficiencia de la prostaglandina natural vs prostaglandina sintética en el índice de concepción de vacas mestizas sincronizadas con P4 CIDR y para el cumplimiento del mismo los siguientes objetivos específicos, determinar la influencia de la condición corporal de la hembra objeto de estudio en el índice de concepción, establecer el porcentaje de concepción mediante ecografía a los 40 días de inseminación en los diferentes grupos de hembras sincronizadas y por tratamiento realizado .

## **II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

En la actualidad una de las necesidades de la ganadería bovina en el Ecuador es la de obtener varios animales en celo simultáneamente con el objetivo de optimizar el uso de dosis de semen al momento de la Inseminación Artificial , además de buscar maximizar la función reproductiva y disminuir los días abiertos en los animales de la producción .

La ganadería en la parroquia Salinas desde años atrás ha presentado limitantes en la producción bovina, tales como el retorno al estro postparto y la posterior concepción dentro de los plazos y parámetros establecidos pero a medida que el tiempo ha transcurrido se ha ido mejorando a pasos agigantados en algunas condiciones de manejo técnico, pero el manejo reproductivo sigue siendo el talón de Aquiles de esta producción, ya sea por deficiencias nutricionales de micro elementos, la baja intensidad de foto periodo o la falta de celos pronunciados y celos no detectados a tiempo por lo que los días abiertos se estaban considerando perjudiciales para la producción ganadera de la zona.

La eficiencia reproductiva es uno de los principales factores que contribuyen a garantizar el éxito económico de una explotación ganadera. Sin lugar a dudas la tasa de preñez y sobre todo su distribución, tienen un impacto muy importante sobre la rentabilidad económica de un establecimiento de cría.

La tecnología ha permitido de manera significativa incrementar técnicas de manejo reproductivo que han permitido al propietario mejorar los índices de concepción, de los cuales podemos indicar los programas de sincronización de celos que son los encargados de regular el ciclo estral de las vacas y de esta manera mejorar los parámetros productivos y reproductivos de un hato ganaderos de la zona.



### **III. MARCO TEÓRICO.**

#### **3.1 ANATOMÍA DEL APARATO REPRODUCTOR DE LA HEMBRA**

Los órganos del aparato reproductor femenino incluyen ovarios, oviductos, útero, cuello uterino, la vagina y los genitales externos (Hafez,S 2002)

##### **3.1.1 Ovarios**

Son los órganos encargados de producir las células reproductoras, conocidas como óvulos u ovocito. Normalmente el bovino sexualmente maduro expulsa uno o en ocasiones más óvulos cada 18 a 24 días, precedido del celo o calor. Además de producir óvulos, los ovarios producen hormonas: estrógenos y progesterona que están relacionadas con el proceso de la reproducción y el crecimiento de la glándula mamaria (Quintela et al., 2006).

Los ovarios están localizados en la parte superior de la cavidad abdominal a una distancia de 30 a 45 centímetros del orificio vulvar. Cada ovario mide aproximadamente de 3 a 4 centímetros de largo por 2 a 3 de ancho. Este tamaño varía según el estado reproductivo del animal, tamaño y raza de la vaca y según la función que desempeñe el ovario en el momento del ciclo estral (Yanguma, 2009).

##### **3.1.2 Oviductos.**

La función del oviducto es la de conectar al ovario con el cuerno uterino y servir de canal para que los espermatozoides se movilen a través de él. Su longitud varía según la edad del animal y puede llegar a medir 20 o 30 centímetros, son delgados y en forma de espiral (Yanguma, 2009). Son conductos finos y sinuosos de paredes esencialmente musculares. Se inician en un ensanchamiento en forma de embudo denominado infundíbulo, con bordes desflecados (fimbrias), que engloba a una buena parte del ovario en el momento de la ovocitación, hasta desembocar en los cuernos uterinos. Las trompas uterinas están suspendidas al igual que el ovario por el ligamento ancho (Caravaca et al., 2003).

### **3.1.3 Cuello Uterino o Cérvix.**

Es un órgano tubular de pared relativamente gruesa y rígida, que separa el cuerpo uterino de la vagina, y que se caracteriza por presentar un canal cervical formado por múltiples pliegues o anillos. En la vaca el cérvix constituye una barrera para el transporte espermático, y además mantiene al útero aislado del ambiente externo durante la gestación, formando un tapón mucoso (Quintela et al., 2006).

Es el órgano más importante en la técnica de la inseminación artificial, es por ahí por donde se debe pasar el catéter con el fin de depositar el semen. Está localizado delante de la vagina, mide unos 10 cms. de longitud, es pesado, liso y se puede mover al tacto rectal; su grosor oscila entre 2 y 5 cm y es fácilmente reconocible por exploración rectal. El esfínter muscular externo, llamado también orificio de entrada se encuentra normalmente cerrado, excepto durante el celo o durante y después del parto (Yanguma, 2009).

### **3.1.4 Vagina**

La pared vaginal consta de epitelio superficial, una capa muscular y una serosa. Su capa muscular no está tan bien desarrollada como las partes externas del útero; consiste en un estrato circular interno grueso y otro longitudinal externo delgado; este último se continúa alguna distancia en el interior del útero. La capa muscular es rica en vasos sanguíneos, paquetes nerviosos, grupos de células nerviosas y tejido conectivo laxo y denso. La vaca es la única que presenta un esfínter muscular interior, además del esfínter posterior presente en los demás mamíferos domésticos (Hafez, 2002). Durante la fase del estro, el epitelio se engrosa drásticamente, llegando a proteger la mucosa vaginal durante la cópula; además impide el acceso de microorganismos hacia los vasos sanguíneos de la submucosa. En la cavidad pélvica, la vagina ocupa una posición retroperitoneal, es decir, está recubierta dorsal y ventralmente por el peritoneo sólo durante un tramo corto en la región craneal, donde se forman los recesos peritoneales recto genital (Quintela et al., 2006).

## **3.2 Genitales Externos**

### **3.2.1 Vestíbulo.**

La unión de la vagina y el vestíbulo está marcada por el orificio uretral externo y a menudo por un borde (himen vestigial). En algunas vacas, el himen puede ser tan prominente que interfiere en la copula (Hafez, 2002). Se extiende desde el orificio uretral externo hasta la vulva. Posee varios músculos circulares que mantienen el conducto vestibular cerrado. Por un lado presenta fibras lisas similares a las de la vagina, pero además presenta musculatura estriada de contracción voluntaria en la zona más externa. El epitelio vestibular contiene glándulas vestibulares o de Bartholin, que durante el estro segregan abundante líquido claro, espeso y están muy desarrolladas en las vacas (Quintela et al., 2006).

### **3.2.2 Labios mayores y labios menores.**

El integumento de los labios mayores está ricamente poblado por glándulas sebáceas y tubulares. Contienen depósitos de grasa, tejido elástico y una capa delgada de músculo liso; en su superficie exterior tiene la misma estructura que la piel externa. Los labios menores tienen un núcleo de tejido conectivo esponjoso (Hafez, 2002). La vulva y el vestíbulo vaginal son los únicos órganos reproductivos de la hembra que poseen fibras nerviosas sensoriales. Durante la cópula, los labios vulvares se vuelven turgentes debido a un incremento del flujo sanguíneo (Quintela et al., 2006).

### **3.2.3 Clítoris.**

Órgano sensitivo derivado del tubérculo genital compuesto por tejido eréctil cubierto de epitelio escamoso estratificado, con abundantes terminaciones nerviosas sensoriales. En la vaca, la mayor parte del clítoris está oculta en la mucosa vestibular (Hafez, 2002). El glande del clítoris es el extremo libre y redondeado del órgano. El clítoris sufre una pequeña erección durante la cópula y está formando por dos pequeños cuerpos cavernosos (Quintela et al., 2006)

## **3.4 Manejo reproductivo en bovinos lecheros.**

Los beneficios de un manejo reproductivo planificado en bovinos lecheros incluyen la predeterminación de la fecha de parto y por lo tanto de la producción; la posibilidad de facilitar la implementación de la inseminación artificial reduciendo las tareas en relación

a la detección de celo e incrementando la eficiencia reproductiva global del hato. (Ascoli M, 1996)

La adopción de sistemas de manejo de los ciclos estrales en los bovinos lecheros adquiere hoy mayor importancia dada la necesidad de hacer eficientes los sistemas productivos, aumentando la producción durante la vida útil del animal, tratando de reducir los intervalos parto concepción logrando de esta manera aumentar el número de días productivos de los animales. Los sistemas de producción pastoriles como el de nuestro país poseen una estacionalidad natural lo cual hace necesario un sistema en el cual las vacas sean preñadas en fechas preestablecidas. Se ha dicho que la introducción de un manejo reproductivo planificado provoca una mejora en la eficiencia reproductiva de los hatos. Es necesario entonces recordar los parámetros usados para evaluarlos, así como los objetivos a lograr:

Intervalo entre partos: 12.4 - 12.7 meses < 13

Servicios por concepción: < 2.2

Vacas preñadas con 3 o menos servicios: 85 - 88 %

Intervalo Parto concepción: < 110

De todos los parámetros planteados los más utilizados de rutina para evaluar los programas de manejo reproductivo son los días abiertos o el de intervalos parto concepción. El día abierto implica pérdidas de ingresos por más días de lactancia, más días de seca y menos terneros por año. El día abierto en vacas normales está compuesto por el puerperio fisiológico que son los días necesarios para que aparezca un primer celo después del parto, que es un promedio de no menos de 45 y un máximo de 60 días. Este período, llamado período de espera voluntario, no puede ser modificado sustancialmente ya que responde a variables fisiológicas. Los otros componentes de los días abiertos están originados en fallas en la detección de celos y fallas en la concepción, lo cual implica, en ambos casos adicionar 21 días del nuevo ciclo estral a los días abiertos. Por todo lo expuesto la justificación principal de la introducción de un programa de manejo reproductivo en hatos lecheros radica en la optimización de la detección de celos y la mejora en las tasas de concepción. Recordemos que la tasa preñez resulta del producto entre la tasa de detección de celos y la tasa de concepción, y que la tasa de concepción es el número de vacas preñadas sobre el número de vacas inseminadas. Lo que significa que

la eficiencia en la detección de celos va a afectar directamente las tasas efectivas de preñez del hato. (Ascoli M, 1996)

### **3.5 FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DEL BOVINO**

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).

### **3.6 El ciclo estral de la hembra bovina.**

La hembra bovina presenta ciclos estrales en intervalos de 19 a 23 días, y estos sólo se interrumpen debido a la gestación o debido alguna patología. El estro es el periodo de aceptación de la cópula y tiene una duración de 8 a 18 horas. Durante el metaestro ocurre la ovulación y se desarrolla el cuerpo lúteo. El diestro es la etapa más larga del ciclo y se caracteriza por la presencia de un cuerpo lúteo. Si la gestación no se establece, el endometrio secreta prostaglandinas  $F2\alpha$  ( $PGF2\alpha$ ) lo que induce a la luteólisis, reiniciándose así un nuevo ciclo. (Hernández, 2012)

### **3.7 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 luteo (Proestro)

## 2. Fase Periovulatoria (Estro y Metaestro)

### 3.7.1 Fase Luteal (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 luteo del ciclo estral anterior y finalizara con el día de celo del siguiente ciclo.

**Estro.** En esta etapa la hembra acepta la cópula o la monta de otra vaca. El estro es provocado por el aumento significativo de las concentraciones de estradiol producido por el folículo preovulatorio y por la ausencia de un cuerpo lúteo. La duración de esta etapa es de 8 a 18 horas. (Hernández, 2012)

**Metaestro.** El metaestro es la etapa posterior al estro, tiene una duración de cuatro a cinco días. Durante esta etapa ocurre la ovulación y se desarrolla el cuerpo lúteo. 27 Después de la ovulación se observa una depresión en el lugar ocupado por el folículo ovulatorio (depresión ovulatoria) y posteriormente se desarrolla el cuerpo hemorrágico (cuerpo lúteo en proceso de formación). Durante el metaestro, las concentraciones de progesterona empiezan a incrementarse hasta alcanzar niveles mayores de 1ng/ml, momento a partir del cual se considera que el cuerpo lúteo llegó a su madurez. El momento en que las concentraciones de progesterona son superiores a 1ng/ml se toma como criterio fisiológico para determinar el final del metaestro y el inicio del diestro. Un evento hormonal que se destaca en este periodo consiste en la presentación del pico posovulatorio de FSH, lo cual desencadena la primera oleada de desarrollo folicular. Algunas vacas presentan un sangrado conocido como sangrado metaestral.

#### **Grafico 1** Ovario de una vaca en Metaestro (día tres del ciclo)



Fuente. Hernández Joel , 2012

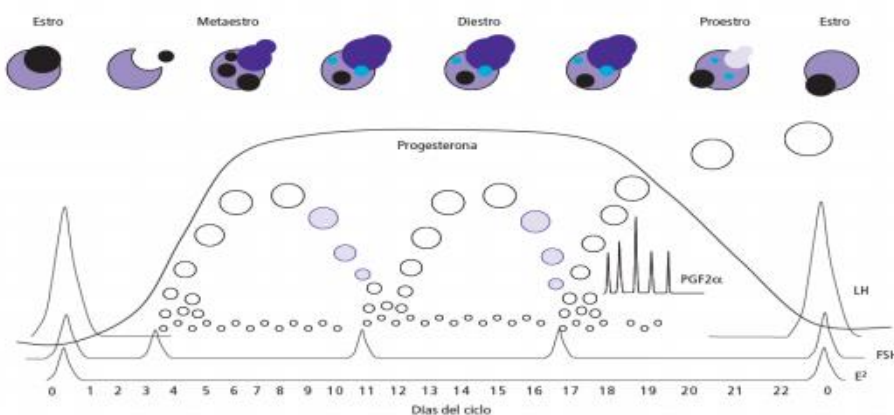
**Diestro** El diestro es la etapa de mayor duración del ciclo estral, de 12 a 14 días. Durante esta etapa el cuerpo lúteo mantiene su plena funcionalidad, lo que se refleja en condiciones sanguíneas de progesterona, mayores de un 1ng/ml. Además, en esta etapa se puede encontrar folículos de diferente tamaño debido a las oleadas foliculares. Después de 12-14 días de exposición a la progesterona, el endometrio empieza a secretar  $PGF2\alpha$  en un patrón pulsátil, el cual termina con la vida del cuerpo lúteo y con el diestro. En términos endocrinos cuando el cuerpo lúteo pierde su funcionalidad, es decir cuando las concentraciones de progesterona disminuyen por debajo de 1ng/ml, termina el diestro y comienza el proestro. Cabe mencionar que durante esta etapa, la LH se secreta con una frecuencia muy baja y la FSH tiene incrementos responsables de las oleadas foliculares. (Brito, 1991)

**Proestro** El proestro se caracteriza por la ausencia de un cuerpo lúteo funcional y por el desarrollo y maduración del folículo ovulatorio. El proestro en la vaca dura de dos a tres días. Un evento hormonal característico de esta etapa es el incremento de las 29 frecuencias de los pulsos de secreción de LH que conducen a la maduración final del folículo ovulatorio y al incremento de estradiol sérico, lo que desencadena el estro. (Bavera G, 2005)

### 3.8 Clasificación moderna del ciclo estral

Se divide al ciclo en dos fases: la progestacional (lútea) y la estrogénica (folicular). La fase progestacional comprende el metaestro y el diestro, y la fase estrogénica al proestro y estro.

**Grafico 2** Etapas del ciclo estral.



Fuente Hernández Joel . 2012

### **3.9 Fase folicular o de regresión luteal (proestro).**

Este periodo cuya duración es de 3 días, comienza con la regresión del cuerpo lúteo del ciclo anterior y finaliza con la manifestación del estro. 30 En el momento de la luteólisis las concentraciones de progesterona en sangre decaen abruptamente. La caída de las concentraciones de progesterona elimina la retroalimentación negativa sobre la secreción de gonadotrofinas. Consecuentemente, aumenta la frecuencia de los pulsos de LH (un pulso cada 60 min.) y en menor grado, la de FSH. El incremento en la frecuencia de pulsos de LH estimula el desarrollo del folículo dominante, que secreta cantidades crecientes de estradiol. El perfil hormonal de la fase folicular es:

- Progesterona: 0,2 - 5 ng/ml
- Estrógeno: 50 - 100 pg/ml
- FSH: 100 ng/ml
- LH: 8,5 ng/ml
- Prolactina: 2ng/ml
- Andrógenos: 0,3-1,0 ng/ml

### **3.10 Fase Periovulatoria (Estro y Metaestro)**

Durante este periodo se producen importantes fenómenos: inicio del celo, onda preovulatoria de gonadotrofinas y ovulación, el intervalo entre el inicio de la luteólisis y el comienzo del celo es de 58 - 60 h aproximadamente. Después de la descarga preovulatoria, no se detectan pulsos de LH durante 6-12 h lo que refleja el agotamiento del contenido hipofisiario de esta hormona. El perfil hormonal de la fase periovulatoria es:

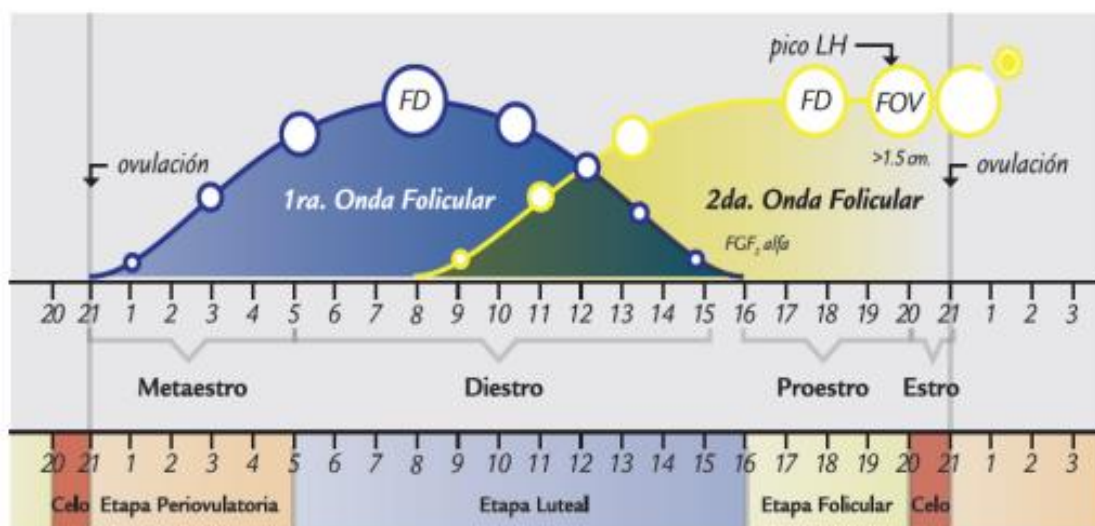
- Progesterona: 5-10 ng/ml
- Estrógeno: 5-20 pg/ml
- FSH: 100 ng/ml
- LH: 8-50 ng/ml (pico de LH)
- Prolactina: 2ng/ml
- Andróginos: < 0,1 ng/ml



### 3.11 Dinámica folicular

La primera onda folicular inicia el día 0 inmediatamente después de la ovulación del ciclo anterior, la segunda entre los 8 y 10 días y la tercera entre los 15 y 16 días. El folículo dominante de la primera onda folicular es siempre anovulatorio, porque se encuentra en presencia de un cuerpo lúteo. Esto se debe a que la progesterona producida por el cuerpo lúteo hace un bloqueo en el hipotálamo que evita que se libere la LH y la ovulación no sucede. Alrededor del día 16 la regresión del cuerpo lúteo permite que el folículo dominante de la segunda o tercera onda folicular alcance la ovulación. Durante la 32 etapa final del proceso de maduración, el folículo produce estradiol, esto hace que la vaca entre en celo. El celo es el periodo de tiempo durante el cual la vaca acepta la cópula (se deja montar) y tiene una duración de entre 8 y 18 horas. El estradiol estimula al hipotálamo, el cual libera GnRH, esto hace que la hipófisis aumente la liberación de hormona luteinizante (LH) que provoca la ovulación. La ovulación es la liberación del óvulo tras la ruptura del folículo maduro, sucede 24 horas después del pico de LH. Tras la ovulación, el óvulo es recogido por la trompa del oviducto y transportado hasta el útero. (Iñiguez, 2014).

**Grafico 3** Dinámica folicular.



Fuente : Iñiguez 2014.

El proceso por el cual los folículos se desarrollan en la vaca consta de 3 estados que son: Reclutamiento, Selección y Dominancia; para entender la dinámica folicular bovina debemos definir estos conceptos.

### **3.12 Reclutamiento.**

Una cohorte de folículos de aproximadamente 3 mm de diámetro es estimulado por un aumento transitorio de la hormona FSH (Figura 2- FSH). El pico de FSH ocurre cuando el futuro folículo dominante alcanza un tamaño de aproximadamente 4 mm y luego los niveles de FSH disminuyen. El proceso por el cual la FSH declina es desconocido. (Lamb et al., 2009).

#### **3.12.1 Selección**

Es el proceso por el cual un folículo es elegido para ser dominante y evita la atresia, los demás folículos de esa cohorte se vuelven atrésicos, tal vez por la disminución en los niveles de FSH.

#### **3.12.2 Dominancia**

Es el proceso por el cual el folículo dominante ejerce un efecto inhibitorio sobre el reclutamiento de una nueva cohorte de folículos. Este efecto inhibitorio se mantiene hasta que esta dominancia desaparece bien porque el folículo muere o porque el folículo es ovulado (Lamb et al., 2009).

Este folículo que alcanza un tamaño marcadamente mayor que los demás es el responsable de la secreción de estradiol y adquiere la capacidad de continuar creciendo incluso en presencia de otras hormonas que crean un medio adverso para el resto de los folículos (Syntex, 2005).

Con la ovulación o destrucción del folículo dominante, se produce un nuevo incremento de FSH y una nueva onda folicular se inicia. El ciclo estral bovino consta básicamente de 2 ondas foliculares y cada una de ellas comienza con el reclutamiento de una cohorte de folículos antrales a partir de un grupo de pequeños folículos. Solo uno de ellos será seleccionado de esta cohorte y continuara creciendo convirtiéndose en el folículo dominante; los demás se convertirían en folículos atrésicos. Inmediatamente después de la ovulación, una nueva onda folicular comienza, el folículo dominante de esta onda no podrá ser ovulado por la presencia de altos niveles de progesterona y se volverá atrésico; inmediatamente una nueva onda folicular se inicia. El folículo dominante de la segunda onda folicular que esta presente cuando la luteolisis ocurre, generalmente llegara a ser el folículo ovulatorio del celo (Adams,et al., 2009)

Los ciclos estrales en vacas con 3 ondas foliculares son generalmente mas largos (20 – 24 días) comparados con los ciclos estrales de vacas con 2 ondas foliculares (8 – 20 días) (Lamb et al., 2009)

### **3.13 Fisiología reproductiva de la hembra bovina.**

El ciclo estral está regulado por una interacción hormonal regida por el eje hipotálamo-hipófisis-ovario-útero

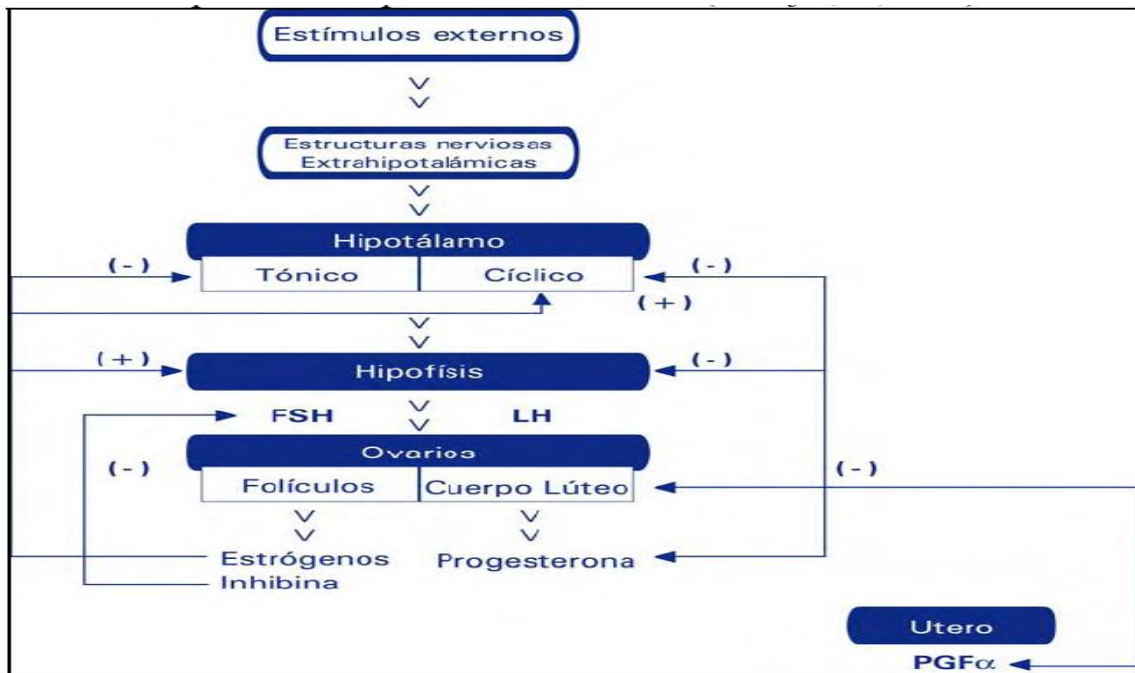
#### **3.13.1. Hipotálamo.**

Forma la base del cerebro, y sus neuronas producen la hormona liberadora de gonadotrofina o GnRH. El GnRH, en la eminencia media, difunde a los capilares del sistema porta hipofisiario y de aquí a las células de la adenohipófisis en donde su función es estimular la síntesis y secreción de las hormonas hipofisiarias, FSH y LH. (Walker D, 2010)

#### **3.13.2. Hipófisis.**

Está formada por una parte anterior o adenohipófisis y una posterior o neurohipófisis. La adenohipófisis produce varios tipos de hormonas, de las cuales la FSH y LH cumplen un papel relevante en el control neuroendócrino del ciclo estral. La FSH es la responsable del proceso de esteroideogénesis ovárica, crecimiento y maduración folicular, y la LH interviene en el proceso de esteroideogénesis ovárica, ovulación, formación y mantenimiento del cuerpo lúteo. Estas hormonas son secretadas a la circulación en forma de pulsos y son reguladas por dos sistemas, el tónico y el cíclico. El sistema tónico produce el nivel basal circulante, siempre presente, de hormonas hipofisiarias las cuales promueven el desarrollo de los elementos germinales y endócrinos de las gónadas. El sistema cíclico opera más agudamente, siendo evidente por solo 12 a 24 horas en cada uno de los ciclos reproductivos de la hembra. El modo cíclico tiene por función primaria causar la ovulación. La neurohipófisis almacena la oxitocina producida en el hipotálamo. Esta hormona tiene varias funciones como son intervenir en el mecanismo del parto, bajada de la leche, transporte espermático e intervendría en el proceso de luteólisis (Callejas S, 2005).

**Grafico 4** Esquema simplificado de las interrelaciones hormonales del eje hipotálamo-hipófisis-ovario-útero.



Fuente: Callejas, S. 2005

### 3.14 Ovarios

Son glándulas exócrinas (liberan óvulos) y endócrinas (secretan hormonas). 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. Los efectos de la progesterona se observan después que el tejido blanco ha estado expuesto durante cierto tiempo a la estimulación de los estrógenos. Esta hormona prepara el útero para el implante del embrión y para mantener la gestación. A nivel hipotalámico ejerce un efecto feed back negativo sobre el centro tónico. La inhibina, hormona proteica, es producida por el folículo ovárico (células granulosas) e interviene en el mecanismo de regulación de la secreción de FSH. Ejerce un feed back negativo a nivel hipofisiario, produciendo una menor secreción de FSH (Callejas S, 2005)

### **3.15 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 (Callejas S, 2005).

### **3.16 Foliculogénesis.**

Al final de la gestación la frenética actividad de la atresia folicular hace que en apenas 20 semanas la dotación folicular del feto se haya reducido de 1 o 2 millones a sólo 300.000, que llegarán a la pubertad. La foliculogénesis es el proceso de formación de folículos maduros capaces de ovular a partir de los folículos primordiales que yacen estáticos en el ovario. Este proceso puede ser dividido, de acuerdo con las características fisiológicas de cada grupo de folículos, en las siguientes etapas.

Los folículos prenatales se dividen en: Folículos primordiales: Formados prenatalmente, no permanecen más allá de los 6 meses de vida postnatal. Están constituidos por ovocitos primarios rodeados de una única capa de células de la granulosa, aplanadas, sin zona pelúcida, rodeados por algunas células de la pregranulosa y envueltos por la membrana basal (D'ochio, M, 2000)

Su evolución es independiente de las gonadotrofinas. Componen el stock de folículos formados durante la vida fetal que se van a desarrollar durante la vida reproductiva de la hembra. Esos folículos en estado de quiescencia son caracterizados por un oocito en la profase de la primera división meiótica (Adams G, 1993)

### **3.17 Folículo primario**

Aumenta el volumen del ovocito y las células epiteliales adquieren una morfología cúbica, produciendo MPS, que originan un halo translúcido alrededor del ovocito conocido como zona pelúcida, atravesada por procesos citoplasmáticos de las células de la granulosa, que la mantienen en contacto íntimo con el ovocito. El mecanismo determinante del paso del estadio de folículo primordial a folículo primario, en el cual las

células de la granulosa crecen y se multiplican no es totalmente conocido, pero se cree que ocurre sin la participación de gonadotropinas (Paz C, 1996)

### **3.18 Folículo secundario**

Proliferan las células de la granulosa formando varias capas y uniéndose entre ellas mediante GAPS. En las áreas en que se pierde la unión entre las células de la granulosa se forman unas lagunas conocidas como cuerpos de Call–Exne, previo a la formación del antro por su confluencia. Se diferencian e hipertrofian las células tecales, las internas al final del estadio primario están separadas de la granulosa por una membrana basal impermeable y las externas formadas por compresión del estroma circundante ante la expansión folicular (Adams, 1993). La granulosa desarrolla receptores para FSH, estrógenos y andrógenos. Con la teca el folículo adquiere un suministro sanguíneo (1 o 2 arteriolas que acaban en una red capilar adyacente a la membrana basal) y las células tecales desarrollan receptores para la LH (Ascoli M, 1996)

Estos folículos parecen abrirse paso hacia la superficie del ovario a través del cono de Strassmann (un penacho cónico que se forma en un polo de la teca) (Asprón M, 2004)

Los folículos estrogénicos también sobresalen por su habilidad para resistir la atresia y pasar a los estadios finales de maduración. Estos folículos tienen el potencial de tornarse ovulatorios cuando son expuestos a un ambiente endocrino adecuado, especialmente en la presencia de un patrón pulsátil de LH con alta frecuencia (Ascoli M, 1996)

#### **3.18.1 Folículos antrales, terciarios o madurantes.**

La coalescencia de los cuerpos de Call–Exner conduce a la formación del antro folicular, inicialmente semilunar, desplazando a las células de la granulosa que, rodeando el ovocito, permanecen íntegras formando el cumulus. El líquido folicular. La formación del fluido que prellena la cavidad antral ocurre en folículos con diámetro alrededor de 0,2 – 0,4 mm, luego posterior a la formación del antro, los folículos entran en un rápido periodo de crecimiento, marcado por la alta proliferación celular (granulosa y teca), en consecuencia los elevados índices mitóticos se observan en folículos entre 0,7 y 1,5 mm declinando cuando alcanzan los 2,2 mm (Echeverras J, 2006)

### **3.18.2 Folículos preovulatorio, ovulatorios o maduros.**

Los folículos preovulatorios, denominados también folículos estrogénicos, alcanzan un desarrollo máximo de 15 mm. El cumulus oophorus está arrinconado y constituido por la corona radiada (células de la granulosa que envuelven al ovocito), la zona pelúcida (microvillis en el espacio previtelino), la membrana vitelina (membrana del ovocito), la vesícula germinal (citoplasma del ovocito) y la mancha germinal (núcleo del ovocito). El folículo dominante secreta más del 80% del estradiol y también es responsable por el 55% de la inhibina liberada en la circulación (Cambell N, 1991.).

### **3.19 La ovulación.**

En los bovinos, la ovulación se presenta al azar con respecto al ovario que contiene el cuerpo lúteo previo. El desarrollo folicular se produce en ondas. Las ondas foliculares son el desarrollo armónico y simultáneo de varios folículos antrales funcionando a través de estadios integrados de reclutación, selección y dominancia folicular (Palomares E, 2009)

Durante el ciclo folicular, se presentan generalmente dos (y a veces hasta tres) curvas de actividad folicular; la primera al inicio y la segunda a mitad del ciclo. De la primera surge un folículo dominante (menor a 5 mm de diámetro) que aumenta su tamaño (por encima de los 10 mm de diámetro) entre los días 5 y 11 para luego experimentar atresia (Fortune J, 2009) .

En la segunda fase, surgen varios folículos productores de estrógenos y de ellos, uno es el dominante y el que controla el destino de los demás, al haber adquirido el tamaño adecuado, cumple la última fase de crecimiento y se constituye en un folículo preovulatorio (maduro), listo para ovular, que se expande ligeramente sobre la superficie del ovario para luego ser liberado.

El folículo dominante secreta más del 80% del estradiol y también es responsable por el 55% de la inhibina liberada en la circulación. Los folículos preovulatorios comienzan a segregar 17-β estradiol, que al aumentar induce el comportamiento estral. El pico de estradiol coincide con valores decrecientes de progesterona, lo que desencadena el pico de LH, luego del cual, si hay folículos maduros, se produce la ovulación (Cambell N, 1991.)

Una vez el folículo se rompe y libera el óvulo, la cavidad se retrae y comienza a llenarse gradualmente de células luteales, que conformarán el cuerpo lúteo. Este cuerpo lúteo alcanza su madurez a los 7 días y se mantiene activo por 8 a 9 días (total: 15 a 17 días), para luego involucionar quedando como pequeñas cicatrices conocidas como cuerpo albicante. La ovulación ocurre entre 10 y 11 h después de finalizado el estro (o 30 h después de comenzado el estro), salvo en la primera ovulación post parto que se produce sin signos aparentes de celo (Hafaez S, 1987)

### **3.20 El cuerpo lúteo.**

El cuerpo lúteo, es una glándula endocrina temporal que se forma, después de la ovulación, a partir de los tejidos que hacían parte de folículo. Así, el CL puede ser visto como la etapa terminal del desarrollo folicular. El CL presenta áreas de marcada ecogenicidad, dentro del estroma ovárico. Muchos cuerpos lúteos aparecen como masas de tejido sólido, pero también pueden contener cavidades con fluidos. (Palomares E, 2009)

En base a exámenes de ultrasonido en vaquillas, el 79% de los CL de aspecto normal contienen cavidades en algunos casos  $<2$  y en otros  $>10$  mm de diámetro en algún momento del ciclo estral e inicio de la preñez. Las características ultrasonográficas del CL, como diámetro transversal, área lútea y ecogenicidad han sido relacionadas con la estructura y funcionamiento luteal. A pesar de que el ultrasonido es más preciso que la palpación rectal para evaluar los folículos, es difícil distinguir entre un CL en desarrollo y uno en regresión usando cualquiera de las dos técnicas. (Bavera G, 2005)

### **3.21 Luteolisis.**

El cuerpo lúteo tiene un ciclo de maduración y regresión similar a la del folículo. En la cavidad dejada por el folículo roto se forma una estructura similar a un coágulo, el cuerpo hemorrágico, que se transforma en CL hacia el día 5 del ciclo (día 0 = estro). El CL es totalmente funcional del día 5 al 15 del ciclo y a partir de este momento, si la vaca no resulta preñada, empieza a involucionar dejando de secretar progesterona, mientras se produce el desarrollo del folículo que ovulará. Tras el siguiente estro. Al atrofiarse el CL, se convierte en cuerpo albicante 25 y permanece visible en el ovario durante varios ciclos subsecuentes (Asprón M, 2004)



### **3.22 Hormonoterapia**

Sustancias fisiológicas, orgánicas y químicas sintetizadas y secretadas por glándulas endocrinas de la reproducción. Derivan principalmente de cuatro sistemas u órganos principales: núcleos hipotalámicos, lóbulos anterior y posterior de la hipófisis, gónadas (testículo y ovario, incluso tejido intersticial y cuerpo lúteo), útero y placenta (Morgan et al., 2006). Es un regulador central del torrente reproductivo animal. (Herbison et al., 2006).

#### **3.22.1 Gonadotrofinas**

Es una hormona proteica producida por una red de neuronas en el hipotálamo y tiene un papel fundamental en la regulación del control neurohormonal de la reproducción (Anjum et al., 2009). Estimula la síntesis y secreción al torrente sanguíneo de la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH) producidas en la hipófisis anterior o adenohipófisis (Orisaka et al., 2006).

La acción combinada de LH y la FSH regula el desarrollo folicular, la ovulación y la función del cuerpo lúteo, junto con las hormonas ováricas, regulan el ciclo estral (Anjum et al., 2009). En mamíferos, la manipulación de la fertilidad utilizando GnRH tiene como objetivo bloquear la secreción de esteroides gonadales en hembras y machos, con el fin de retrasar la pubertad, evitar comportamiento sexual y agresivo, olores sexuales, 32 establecer infertilidad, tratar enfermedades reproductivas y mejorar la fertilidad (Turkstra, 2006).

### **3.23 Hormonas hipofisarias**

#### **3.23.1 Folículo Estimulante y Luteinizante.**

Las hormonas hipofisarias folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH), son las responsables de la emergencia de las ondas foliculares y la selección de un folículo dominante (Ginther et al, 1996).

Elevaciones de la concentración plasmática de FSH son responsables de la emergencia de una onda folicular, la que posteriormente es suprimida por productos de los folículos en crecimiento (Adams et al., 1992). El folículo que primero adquiere receptores para LH llega a adquirir la condición de “folículo dominante” mientras que los restantes se convierten en “folículos subordinados” y van a sufrir atresia (Peters et al., 1994).

### **3.24 Hormonas No Hipofisarias.**

#### **3.24.1 Estrógenos.**

Asevera que la liberación de estrógeno dilata el cuello, favorece la contractilidad de la musculatura uterina y generan cambios en la viscosidad del moco cervical, base para la detección del estro. Este moco es menos denso durante el estro y pende generalmente de la vulva. En contraposición, la LH 33 aumenta la síntesis de progesterona a partir del cuerpo lúteo preparando al útero para la implantación del óvulo, disminuyendo el tono miometrial, aumentando la viscosidad del mucus y cerrando el canal cervical. (Peters et al. 1994),

#### **3.24.2 Progesterona.**

La progesterona se produce en el cuerpo lúteo y en la placenta, también se produce progesterona en pequeñas cantidades en la corteza adrenal, probablemente por constituir un intermediario de los corticoides adrenales. La progesterona, hormona de la preñez, constituye un factor de primera necesidad para el mantenimiento de la gestación. Según (Brito 1991)

Después de producida la fecundación, esta hormona inhibe la actividad contráctil del útero y estimula el desarrollo de sus glándulas, también ejerce acción hiperplásica sobre los acinos glandulares de la mama. La progesterona ejerce una retroalimentación negativa sobre la liberación de LH, aparentemente por reducir la frecuencia de los pulsos de LH (Brito, 1991).

El fundamento de su empleo es que tanto la progesterona endógena como la exógena bloquean la liberación de hormona folículo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH) y cuando se retira se produce un incremento gradual de la concentración de estas gonadotropinas, principalmente de la LH que culmina en una oleada ovulatoria; aproximadamente a las 48 horas después de retirado el efecto de la progesterona en el caso de las vacas que responden al tratamiento. El norgestomet actúa como un cuerpo lúteo artificial, sensibilizando el eje hipotálamo- hipofiso-gonadal (Walker D, 2010)

La progesterona tiene un rol importante sobre la dinámica folicular ovárica, los niveles supraluteales (>1 ng/ml), 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 caída de Progesterona a niveles subluteales ( $< 1$  ng/ml), 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 endocrino inducen finalmente el pico de LH que es seguido por la ovulación. (Adams G, 1993)

### **3.24.3 Prostaglandinas.**

El uso de  $PGF_{2\alpha}$  y sus análogos, como Clorprostenol y Dinoprost, en la sincronización de celo se debe a que causan regresión del cuerpo lúteo. Estos productos, solamente son efectivos entre los días 6 y 16 del ciclo estral cuando el cuerpo lúteo está presente. Su aplicación es mediante inyecciones en una dosis o en doble dosis a intervalos de 10 – 4 días, seguida por la 34 manifestación del celo entre 2 y 5 días postratamiento, presentándose una mayor proporción de hembras en celo entre 48 y 72 horas, luego de la aplicación hormonal (González 2001),

La  $PGF_{2\alpha}$  ejerce sus efectos luteolíticos a través de los siguientes mecanismos: disminución rápida del flujo sanguíneo luteal, desacople del complejo receptor LH-adenilato ciclasa y acción citotóxica sobre las células luteales. La secreción de  $PGF_{2\alpha}$  aumenta en respuesta al suministro de estradiol en forma local o sistémica, lo que demuestra una interacción entre estas hormonas durante la luteólisis en rumiantes (Campo et al., 2000).

La Prostaglandina  $F_{2a}$  (PGF) y sus análogos son los agentes farmacológicos más utilizados en programas de sincronización de celos. El tratamiento con PGF causa la regresión del cuerpo lúteo (CL), maduro y se han desarrollado muchos protocolos de sincronización de celos que la utilizan. Uno de los problemas de la sincronización de celos con PGF es la baja fertilidad a los esquemas de IATF. Esto se debe a que el intervalo desde el tratamiento hasta la ovulación es afectado por el estadio del folículo dominante en el momento de la aplicación de la PGF. Por lo tanto, para tener buenas tasas de preñez con estos esquemas es necesario detectar el celo de los animales para realizar la IA a las 12 horas, es decir, que la detección de celos sigue condicionando su aplicación y resultados (Cutaia L, 2002).

### **3.25 Prostaglandina Utilizada En La Investigación.**

#### **3.25.1 Cloprostenol sódico**

El Cloprostenol es un análogo sintético de prostaglandina, relacionado estructuralmente con la prostaglandina F<sub>2</sub> α. Cada mililitro de producto contiene 263 mcg de cloprostenol sódico, que es equivalente a 250 mcg de Cloprostenol, control de la reproducción 2 ml con un intervalo de 11 días (Kelly 2000),

#### **3.25.2 Mecanismo de acción.**

El Cloprostenol provoca regresión funcional y estructural del cuerpo lúteo. En animales no preñados y cíclicos, este efecto se observa dos días posteriores al tratamiento. En animales con permanencia del cuerpo lúteo patológicamente, como en el caso de metritis, piometra, momificaciones y quistes ováricos, la involución uterina resulta en la resolución del cuadro patológico (Kelly, 2000).

#### **3.25.3 Indicaciones De uso**

Medicamento intramuscular para la inducción de la luteólisis del cuerpo lúteo. La utilización de este producto permite la manipulación de los ciclos sexuales de los animales. Para casos de celos silenciosos, si existe un cuerpo lúteo presente, el uso de Cloprostenol permite la sincronización de los celos, para que estos puedan ser mejor observados. Luego de la aplicación de este producto, la aparición del celo se espera de dos a cinco días posteriores, lo cual permite la inseminación artificial posterior (Kelly, 2000).

#### **3.25.4 Precauciones.**

El uso de una o múltiples dosis del producto, no posee efecto sobre la fertilidad del hato. El Cloprostenol, como cualquier prostaglandina, se absorbe por vía transdérmica (Kelly, 2000).

### **3.26 Dinoprost Trometamina**

#### **3.26.1 Composición**

Dinoprost es una prostaglandina natural, es rápidamente asimilada porque cada mecanismo asociado con el metabolismo de las prostaglandinas naturales ya existe; no necesita ser establecido ningún sistema metabólico, de transporte, excretor o de enlace. Puede estimular más que una respuesta parcial en condiciones naturales de reproducción,

debido a que posee dos características importantes: actividad luteolítica y la actividad oxi-tócica. Cada ml de Lutalyse contiene: Dinoprost Trometamina 5,0 mg, Alcohol bencílico 9,0 mg, Propilenglicol 1,0 mg en una dosificación de 25 mg (5 ml) (Owen, 2000).

### **3.26.2 Mecanismo de Acción.**

Utilizada intramuscularmente para sincronización de partos, celos, para el tratamiento de celos silenciosos y piometra en ganado bovino, para la inducción del aborto en lotes de engorde y otros tipos de hato; para la inducción del parto en 37 cerdas, para regular el control de estro dentro del ciclo normal en yeguas y en hembras con anestros clínicos, que poseen un cuerpo lúteo persistente (Owen, 2000).

### **3.26.3 Indicaciones**

Dinoprost trometamina está indicado para ser utilizado en vacas, yeguas y cerdas: para programar el tiempo del estro y la ovulación, con ciclo estral normal, para tratar vacas y yeguas con cuerpo lúteo funcional sin mostrar signos externos del estro. En estas especies, con dificultad de cruzamiento, para inducir el aborto, parto y, sincronizar el estro en el ganado bovino. La respuesta al tratamiento varía dependiendo de cada animal, pero el promedio de aplicación es de 5 ml intramuscular, dándose los resultados como máximo 30 horas después de la aplicación.

### **3.26.4 Precauciones**

No se administra en animales gestantes. No requiere tiempo de retiro en leche y carne (Owen, 2000).

## **3.27 Administración controlada de progesterona para sincronización del celo en ganado bovino.**

En su investigación explica que los métodos para sincronización del celo, son terapias hormonales que se basan en el efecto luteolítico de la prostaglandina F2a, el efecto lúteo de los progestágenos o el control folicular y lúteo con hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y prostaglandina F2a. Actualmente existen diferentes métodos de sincronización del celo, uno de los cuales implica la utilización de prostaglandina F2a y progesterona. En primer lugar, la prostaglandina provoca una rápida regresión del cuerpo lúteo del ovario e inhibe la producción de progesterona endógena. A continuación

se administra progesterona exógena durante 7 a 12 días en niveles supraluteales, es decir, se debe alcanzar una concentración de progesterona en plasma mayor a 1 o 2 ng mL<sup>-1</sup>. (Cappadoro A, 2013)

Esta progesterona actúa como un cuerpo lúteo artificial e inhibe el celo. Por último, se suspende la administración de la progesterona provocando la caída rápida de la misma a niveles subluteales y se presenta el celo seguido de la ovulación. Para administrar la progesterona en la forma requerida, se han diseñado y existen comercialmente, numerosos dispositivos de liberación controlada, entre los cuales los más difundidos son los dispositivos intravaginales. En la Figura 1.2 se presenta un perfil típico de progesterona en plasma obtenido con la utilización de un inserto intravaginal CIDR disponible comercialmente. La regresión del CL se debe a la presencia de un factor luteolítico como la PGF- 2 $\alpha$ , producida por el miometrio durante todo el ciclo estral y alcanza su concentración máxima en el momento de la lúteolisis. Durante ese periodo la secreción de PGF-2 $\alpha$  es pulsátil en razón de 3 a 4 pulsos por día. Se ha establecido que son necesarios de 5 pulsos para que ocurra la lúteolisis completa. Los mecanismos de lúteolisis no están totalmente claros pero hay evidencia de que la involución estructural del cuerpo lúteo es mediada por la apoptosis. La lúteolisis puede ser bloqueada por la trofoblastina (también llamada interferón t), que es producida durante el periodo próximo a la implantación del embrión, en los días 15 a 25 posteriores a la ovulación y fecundación (Bavera G, 2005).

### **3.28 Dispositivos comerciales.**

En la actualidad manifiesta que se comercializan distintos tipos de dispositivos intravaginales utilizados para la administración de hormonas al ganado bovino con el objetivo de sincronizar el ciclo estral. Además pueden encontrarse otros dispositivos no comerciales.

Los dispositivos pueden incorporar progesterona natural, progestágenos sintéticos y compuestos no progestágenos. A continuación se describirán los sistemas de liberación controlada que incorporan progesterona natural. (Alberio, 2001)

**Tabla 1** Dispositivos intravaginales de liberación controlada de progesterona administrados a ganado bovino para control del ciclo estral.

Dispositivo	Polímero
PRID	Silicona
CIDR-B	Silicona
	Poli(ε)-caprolatona
INVAS	Silicona
Tubo de RAjamehendran	Silicona
Esponjas	Poliuretano
IBD	

Fuente: (Alberio, 2001)

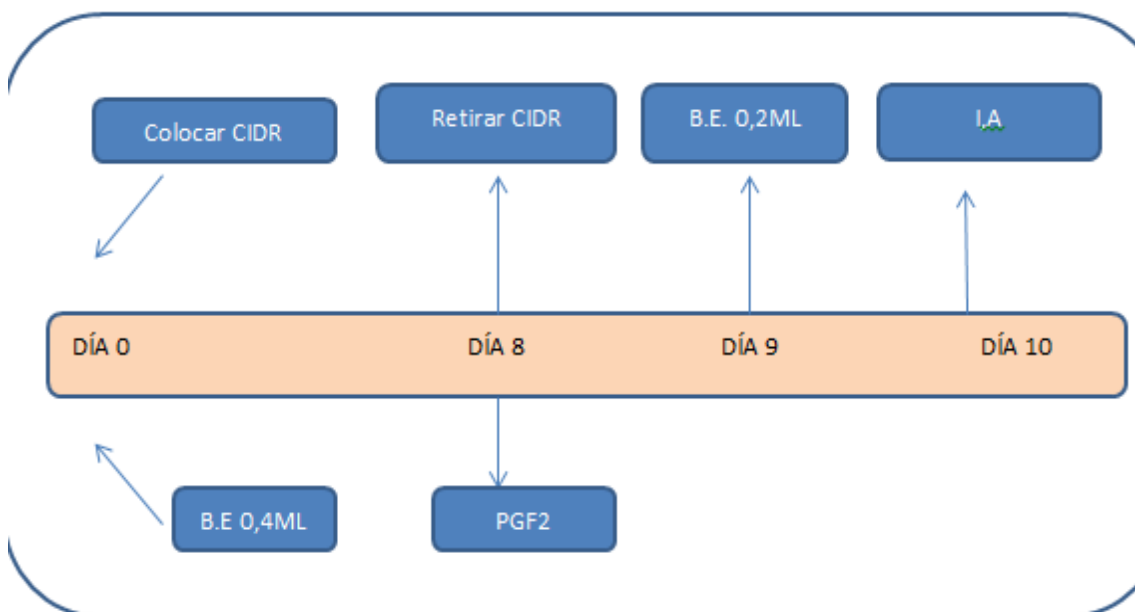
### 3.29 CIDR (Controlled Internal Drug Release Dispenser)

Este dispositivo fue desarrollado como una alternativa al sistema PRID y se comercializa en más de 20 países. El CIDR-B es un dispositivo intravaginal que contiene progesterona micronizada (1,9 g) uniformemente distribuida en caucho de silicona que recubre una espina deformable de nylon, preformada con forma de T, que facilita su inserción y remoción (Figura 1.4). El dispositivo se fabrica por moldeo por inyección e involucra temperaturas elevadas (195 °C). La mezcla de silicona y progesterona se mantiene a esa temperatura por un período de 50 a 60 segundos. Luego del curado, el dispositivo se retira de la matriz y se enfría. (Ascoli M, 1996)

El CIDR-B se utiliza generalmente por períodos de 7 a 12 días. Para la aplicación debe utilizarse un sistema especialmente diseñado para ese fin. La literatura reporta porcentajes de retención elevados, entre 92 y 99,5%. Los patrones de liberación, *in vitro* e *in vivo*, no difieren sustancialmente con los alcanzados con el PRID, y la cinética de liberación depende de la raíz cuadrada del tiempo. El contenido residual de hormona luego de la remoción tampoco difiere mucho. Sin embargo, ligeras modificaciones de la forma y espesores de la matriz de silicona han permitido reducir la carga residual de progesterona a menos del 65% de la carga inicial. Otro mejoramiento de este dispositivo se ha

alcanzado a través de la utilización de poliésteres biodegradables para su manufactura. (Adams G, 1993)

**Grafico 5 Esquema de aplicación del CIDR.**



Fuente: El Autor 2017

### **3.29.1 Composición Dispositivo intravaginal para la regulación del ciclo estral en vacas.**

Progesterona activa 10% 1,9 g (Kelly, 2000).

### **3.29.2 Dosificación Protocolo de uso del CIDR**

Día 0: Colocar el CIDR. Inyectar 2 ml de Benzoato de estradiol vía intramuscular. Día 8: Retirar el CIDR. Inyectar una dosis de Prostaglandina (vacas cíclicas). Día 9: Inyectar Benzoato de estradiol; 1 ml en vacas y 0,75 ml en vaquillonas. Día 10: Inseminar a celo detectado o bien realizar inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).

### **3.29.3 . Mecanismo de acción CIDR**

Es un dispositivo de aplicación intravaginal a base de progesterona, indicado para la sincronización del celo y tratamiento del anestro en vacas y vaquillonas de carne o leche (Kelly, 2000). 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) y folículo estimulante (FSH) por la hipófisis frenando la ovulación y consecuente aparición del celo. Cuando el CIDR es 39



retirado, la concentración de progesterona en sangre decrece en menos de 6 horas y el animal entra en celo entre las 30-90 hs posteriores (Kelly, 2000).

#### **3.29.4 Indicaciones CIDR**

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

#### **3.29.5 Precauciones**

No se utiliza en animales con anormalidades anatómicas en el aparato reproductor. Tampoco en animales con pobre condición corporal, enfermos, malnutridos, estrés por manejo; puede no lograrse el efecto esperado. Se utiliza guantes para su manipulación. Los dispositivos ya reutilizados deben enterrarse o quemarse. Conservar entre 0 y 30 °C. Mantener al abrigo de la luz (Kelly, 2000).

### **3.30 Uso de prostaglandina natural y sintética para sincronización de estro.**

En un trabajo de prueba de prostaglandina sintética y natural en vacas, en la provincia del Azuay lograron porcentajes de 66,7 % y 60 %, respectivamente sin diferencias estadísticas significativas. Según Agrociencia (2003), no se debe inseminar a tiempo fijo pos-aplicación de la hormona teniendo tanta variación en el intervalo tratamiento-celo pues el porcentaje de concepción sería muy bajo. Para obtener un porcentaje de fertilización elevado no solo es necesario sincronizar la regresión luteal sino también el crecimiento folicular. Katelie et al., (1990) mostraron que la mayor o menor demora en la aparición de celo se debe a la etapa de desarrollo en que se encuentra el folículo ovulatorio al momento de la aplicación de la PGF<sub>2</sub>. Contreras (1999), manifiesta que el celo presenta una variación cuyo extremo superior es de 30 horas sin embargo mucho influye la edad de los animales. En un estudio dirigido por Ilvay (2010), para probar el efecto de la aplicación de implantes hormonales y prostaglandinas sobre la duración de celo en vacas, reportó valores entre 21 y 22 horas, sin presentar diferencias estadísticas entre tratamientos. (Cabrera et al.2012).

### **3.31 El Benzoato de Estradiol**

Es un derivado sintético del 17  $\beta$  Estradiol, hormonaesteroidea 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) 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 (Soserensen, A.M. 1982).

### **3.32 Progestágenos.**

La progesterona (P4), es la hormona encargada del mantenimiento de la gestación, ya que proporciona el estímulo hormonal que es requerido para el desarrollo uterino y posterior implantación placentaria, además de mantener la inmovilidad uterina, también es conocido que la progesterona (P4), es el principal de los progestágenos. Junto con los estrógenos, los progestágenos forman el binomio hormonal femenino por excelencia.

Es la hormona responsable del desarrollo de caracteres sexuales secundarios en una mujer, y sirve para mantener el embarazo. (Adams G, 1993)

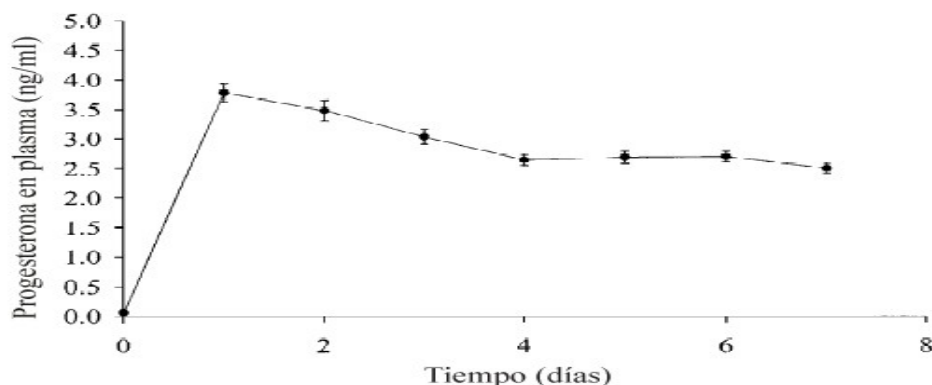
### **3.33 Ventajas del uso de dispositivos intravaginales.**

Los dispositivos de liberación controlada intravaginales se prefieren por el momento debido a las siguientes razones:

Al ser removibles, la terapia hormonal finaliza cuando el dispositivo es retirado produciendo una brusca caída en la concentración plasmática de la hormona.

Dadas las características de la progesterona, su absorción es óptima a través de mucosas, siendo la mucosa vaginal la más adecuada ya que es de fácil acceso (respecto a otras mucosas como la intestinal), tiene un epitelio permeable a un amplio rango de drogas y posee una gran área superficial y muy buena irrigación. Además, dependiendo del diseño del dispositivo, la vagina asegura una adecuada retención del mismo. Se evitan daños en la piel y en tejidos debido a reiteradas inyecciones. (Cappadoro A. 2013)

**Grafico 6** Perfil Típico De Progesterona En Plasma Obtenido Mediante La Utilización Del Dispositivo Intravaginal CIDR.



Fuente: Cappadoro, A. 2013)

### 3.34 Factores que afectan los resultados de un buen programa de I.A

El éxito de un plan de inseminación artificial, medido como el número de preñeces logradas, depende de un cúmulo de factores que deben ser tenidos en cuenta. Mediante el uso de semen congelado de toros (con pruebas de progenie) se puede realizar un mejoramiento genético del rodeo, orientado hacia ciertas características previamente evaluadas. Sin embargo, los resultados de la inseminación medidos en porcentajes de preñez no serán mejores que los que se pudiesen lograr con la utilización del servicio natural con toros aptos; y pueden ser sensiblemente peores de no encararse correctamente. En este sentido, los factores a considerar son: el porcentaje del rodeo detectado en celo e inseminado, la fertilidad del rodeo y del semen y la eficiencia del inseminador. Uno de los primeros eslabones en la cadena es la identificación de los vientres en celo. Debemos asegurarnos que al inicio de la temporada de servicio un número adecuado de hembras esté ciclando. (Shearer, 1992)

Dado que el ciclo estrual del bovino tiene una duración que oscila entre los 18 y los 24 días, si todas las hembras estuvieran ciclando y las detectásemos en su totalidad, deberíamos observar una tasa de celo diaria de entre el 4 y el 5%. Una reducción en este índice puede significar que nuestro rodeo no se encuentra ciclando en su totalidad o que nuestra detección de hembras en celo posee algunas deficiencias. La detección de celo es, por lo tanto, un elemento clave para el éxito de un programa de inseminación.

### **3.35 Fertilidad de la hembra.**

A fin de lograr una preñez debemos asegurarnos de inseminar a la hembra dentro del período de máxima fertilidad. Para ello es aconsejable que el semen sea depositado en el tracto genital, previo a la ocurrencia de la ovulación. La hembra bovina ovula 12 horas después de la finalización del celo y es por ello que para determinar el momento de la siembra se utiliza la llamada regla AM - PM. Es decir, que todo lo que se observa en celo por la tarde es inseminado en la mañana siguiente y viceversa. Diversos factores pueden afectar la fertilidad de los vientres inseminados: todo aquello que esté relacionado con un incremento del estrés del animal tiene efecto negativo sobre la fertilidad. Ello se debe a que se produce un aumento en la liberación de cortisol, el cual a su vez ejerce un efecto inhibitorio sobre la secreción de hormona luteinizante, la cual es determinante para la ovulación. (Castro, 2002)

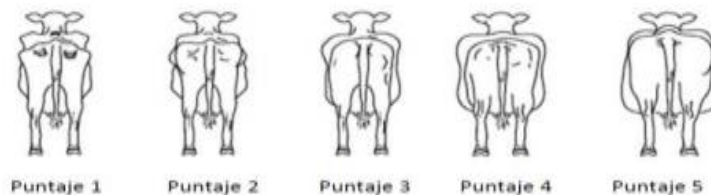
Otro tema fundamental es el estado nutricional de las vacas, puesto que se ha observado que las hembras que están perdiendo peso tienen una fertilidad menor que aquellas que se hallan en balance nutricional positivo. Por último, pueden existir problemas sanitarios que produzcan fallas en la concepción y/o pérdidas embrionarias si se presentan infecciones virales. La concentración de animales durante los manejos son necesarios para realizar los trabajos, es ideal para la transmisión de estas enfermedades. Por lo tanto, es aconsejable realizar un adecuado programa de inmunización antes de iniciar la temporada de servicios. (Fortune J, 2009)

### **3.36 Condición corporal.**

Es importante la relación que existe entre el nivel nutricional de las hembras y su fertilidad. La CC se relaciona con la cantidad de tejido de reserva que el animal dispone, éste tiene una influencia directa sobre la fertilidad ya que la participación de nutrientes se orienta primero a mantener la vida de la vaca y luego a la función reproductiva. Así, la mala nutrición y pobre CC están altamente relacionadas con el bloqueo de la actividad ovárica y el alargamiento del anestro posparto en las vacas de cría. Además, incrementan los efectos negativos del amamantamiento extendiendo el periodo de anestro posparto (Bó et al., 2005).

Los ciclos estrales generalmente pueden ser mantenidos si la CC es de 2 (escala 1-5) o más, aunque esto podría diferir según otros factores, como la raza y si el animal está en un plano de aumento o disminución de peso. Los animales deben tener una CC mínima de 2,5 o idealmente 3 para obtener buenos resultados de preñez en programas de IATF (Cutaia et al., 2003). En este sentido, (Callejas 2007), informó que animales que tuvieron una CC < a 3 se preñaron en menor proporción cuando se implementó una IATF que aquellos con una CC superior a dicho valor (escala 1 a 5).

**Grafico 7** Vista posterior de las vacas según su puntaje



### 3.37 Eficiencia del inseminador.

Dentro de este concepto se engloban varios factores que hacen a una buena inseminación y uno de ellos apunta a una higiene de la zona perineal, a fin de evitar introducir elementos contaminantes en el útero. Otro aspecto fundamental es la suavidad y rapidez con la que se logra franquear el cervix con la pipeta o jeringa; un pasaje rápido y no traumático ayuda a lograr altos índices de preñez. Por otro lado, se debe tener en cuenta el lugar de depósito o siembra del semen. Este último debe ser colocado en el cuerpo del útero inmediatamente por delante del orificio anterior del cerviz, asegurándonos que la mayor proporción de espermatozoides permanecerán en el útero. Otro detalle que puede colaborar a la mejora de los índices de concepción es la realización de un masaje de clítoris en vacas adultas por 10 segundos. Este masaje puede incrementar hasta un 5% los porcentajes de preñez por servicio en esta categoría de animales. Finalmente, es fundamental realizar un adecuado archivo de los datos de cada inseminación. El registro de las fechas de celo puede ayudar a determinar los días en los que posiblemente ocurra el próximo celo si las hembras no han quedado preñadas, siendo esto una ayuda importante (Adolfo, 2006)

## IV. MARCO METODOLÓGICO.

### 4.1 Materiales

#### 4.1.1 Localización de la investigación

<b>Provincia</b>	<b>Cantón</b>	<b>Parroquia</b>
Bolívar	Guaranda	Salinas

Elaborado por: Estefanía López

#### 4.1.2 Situación geográfica y climática

<b>COORDENADAS DMS</b>	
<b>Latitud</b>	78 a 58 e
<b>Longitud</b>	01 55 45 S
<b>Altitud</b>	3500 a 4200m.s.nm
<b>Humedad relativa promedio anual</b>	75 %
<b>Precipitación promedio anual</b>	800 mm/ año
<b>Temperatura máximo</b>	18 ° C
<b>Temperatura media</b>	12 ° C
<b>Temperatura mínima</b>	10 ° C

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda 2015

#### 4.1.3 Zona de vida. (Zonificación ecológica)

Según la citada clasificación bioclimática de Holdridge las localidades corresponden a la zona de vida bosque Húmedo montano bajo (b.h.M.B) y bosque húmedo Premontano (b.h.P.M).

#### 4.1.4 Material experimental.

En la presente investigación se utilizará 20 vacas mestizas, en la sincronización del estro con P4 + PGF2 $\alpha$  (Dinoprost); P4 + PGF2 $\alpha$  (Cloprostenol sódico);+ Benzoato de Estradiol.

#### **4.1.5 Materiales de campo.**

- Equipo de protección personal (overol, botas de caucho).
- Manga para manejo
- Hembras bovinos mayores a 18 meses de edad.
- Tiza marcador
- Libreta de apuntes
- Cámara fotográfica
- Registros de reproducción
- Vehículo
- Cinta bovino métrica

#### **4.1.6 Materiales para sincronización de celo.**

- Prostaglandinas F2 $\alpha$  (sintética y natural)
- Dispositivo Intravaginal (CIDR)
- Benzoato de estradiol
- Jeringuillas
- Agujas descartables
- Toallas desechables

#### **4.1.7 Materiales para Inseminación Artificial.**

- Termo de nitrógeno.
- Termo de descongela pajuelas.
- Pistola de inseminación artificial.
- Vainas descartables.
- Catéteres.
- Pajuelas de semen.
- Guantes ginecológicos descartables.
- Corta pajuelas.
- Pinza porta pajuelas.
- Termómetro.
- Toallas descartables.

#### **4.1.8 Materiales para la detección de preñez por palpación.**

- Guantes ginecológicos descartables.
- Desinfectante

#### **4.1.9 Materiales de oficina.**

- Computador
- Esferográficos
- Paquetes de Papel Bond A4
- Impresora
- Calculadora.

### **4.2 Métodos**

#### **4.2.1 Factor en estudio.**

Índice de concepción en vacas mestizas de la parroquia Salinas

#### **4.2.2 Tratamiento.**

- Prostaglandina natural , Dinoprost
- Prostaglandina Sintetica . Cloprostenol Sódico

#### **4.2.3 Procedimiento.**

Número de tratamientos	2
Número de animales totales	20
Número de animales por tratamiento	10
Tamaño de unidad experimental	1

#### **4.2.4 Análisis.**

- T de Student
- Análisis de frecuencia
- Porcentaje de frecuencias

#### **4.2.5 Métodos de evaluación y datos a tomar**

- **Presentación de celo**



Dato que fue evaluado mediante la observación visual siendo así las horas en las cuales los signos más relevantes de celo fueron vistos en las 20 vacas objeto de investigación.

- **Perímetro torácico. ( PT)**

Variable que se evaluó en las 20 vacas objetos de estudio con la ayuda de una cinta bovinométrica que fue colocada en el tórax del animal obteniendo el resultado en cm

- **Peso de las vacas.( PV)**

Parámetro que fue evaluado en las 20 vacas con la ayuda de una cinta bovinométrica al inicio y al final de la investigación dato que es expresado en kg.

- **Condición corporal.**

Dato que fue tomado en las 20 vacas seleccionadas para la investigación mediante la observación con la ayuda de una tabla que califica de forma numérica el estado corporal del animal, siendo así 1 subcondicionamiento o severo y 5 sobrecondicionamiento severo para lo cual Anexo la tabla de indicadores .

- **Porcentaje de presencia de celos, (%PC)**

Para determinar está variable observamos a las 20 vacas mestizas que fueron sometidas a los protocolos de sincronización, obteniendo como resultado la característica más evidente de presencia de celos que fue la secreción color transparente para cuantificar utilice la siguiente formula

$$\text{Nº VACAS EN CELO} = \frac{\text{Nº VACAS EN CELO}}{\text{TOTAL VACAS TRATAMIENTO}} \times 100$$

- **Tasa de concepción (%)**

Dato que fue evaluada en las 10 vacas por tratamiento por lo cual aplicaremos la siguiente formula con los datos obtenidos:

#### 4.2.6 Manejo Del Experimento

- **Recorrido a la zona de investigación**

Se procedió a realizar visitas in situ a los productores de la parroquia Salinas donde se pudo dialogar sobre los problemas reproductivos de sus fincas ganaderas y una explicación del proceso de investigación, solicitando de una manera solidaria que contribuyan con el proceso de investigación.

- **Selección de los animales a tratar.**

En el proceso de seleccionar a las vacas que ingresaran a la investigación se consideró los siguientes parámetros basados en registros de los productores tales como: la edad del animal la condición corporal, peso y número de partos, corroborando su estado reproductivo mediante el uso de la ecografía y de esta manera garantizar un proceso de calidad y obtener éxito en la investigación propuesta.

- **Identificación de los animales.**

Luego de la selección procedimos a pintar a los animales con el numero según el orden en el que fueron chequeadas ecográficamente y posteriormente procedimos a dividir las vacas para el primer protocolo y las vacas para el segundo protocolo para corroborar la identificación creamos una hoja de registro que se acoplo a nuestras necesidades .

- **Aplicación del tratamiento.**

Efectuado la primera parte de la sincronización de celos la cual contara con la aplicación en el día cero de un dispositivo intravaginal CIDR y 0,4mg de benzoato de estradiol, después de 8 días retiramos el dispositivo intravaginal y aplicaremos 5mg (Lutalays) prostaglandina natural, el día 9 aplicaremos 0,2mg de benzoato de estradiol .

Para la aplicación del segundo tratamiento se procedió en el día cero a la aplicación de un dispositivo intravaginal CIDR y 0,4mg de benzoato de estradiol, después de 8 días retiramos el dispositivo intravaginal y aplicaremos 2mg (estrumate) prostaglandina sintética, el día 9 aplicaremos 0,2mg de benzoato de estradiol .

- **Inseminación de los animales tratados**

Una vez culminado la administración de los tratamientos de sincronización en el día 10 se procedió a inseminar luego de 56 horas de haber retirado el dispositivo intravaginal CIDR.

- **Chequeo ginecológico**

El chequeo ginecológico se efectuó a los 40 días post inseminación a cada una de las vacas que fueron inseminadas.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 5.1 Perímetro Torácico (p.t)

Según la prueba de T en la variable perímetro torácico no fue significativa sin embargo obtuvimos una media de 174,70 cm es decir que los perímetros torácicos en los dos protocolos fueron estadísticamente iguales, en el protocolo 1 se obtiene el mayor perímetro torácico con una media de 174,70 cm, un máximo 190 cm y una mínima de 175 cm, mientras que en el protocolo 2 obtuvimos una media 173 cm, una máxima de 189 cm y una mínima de 157cm.

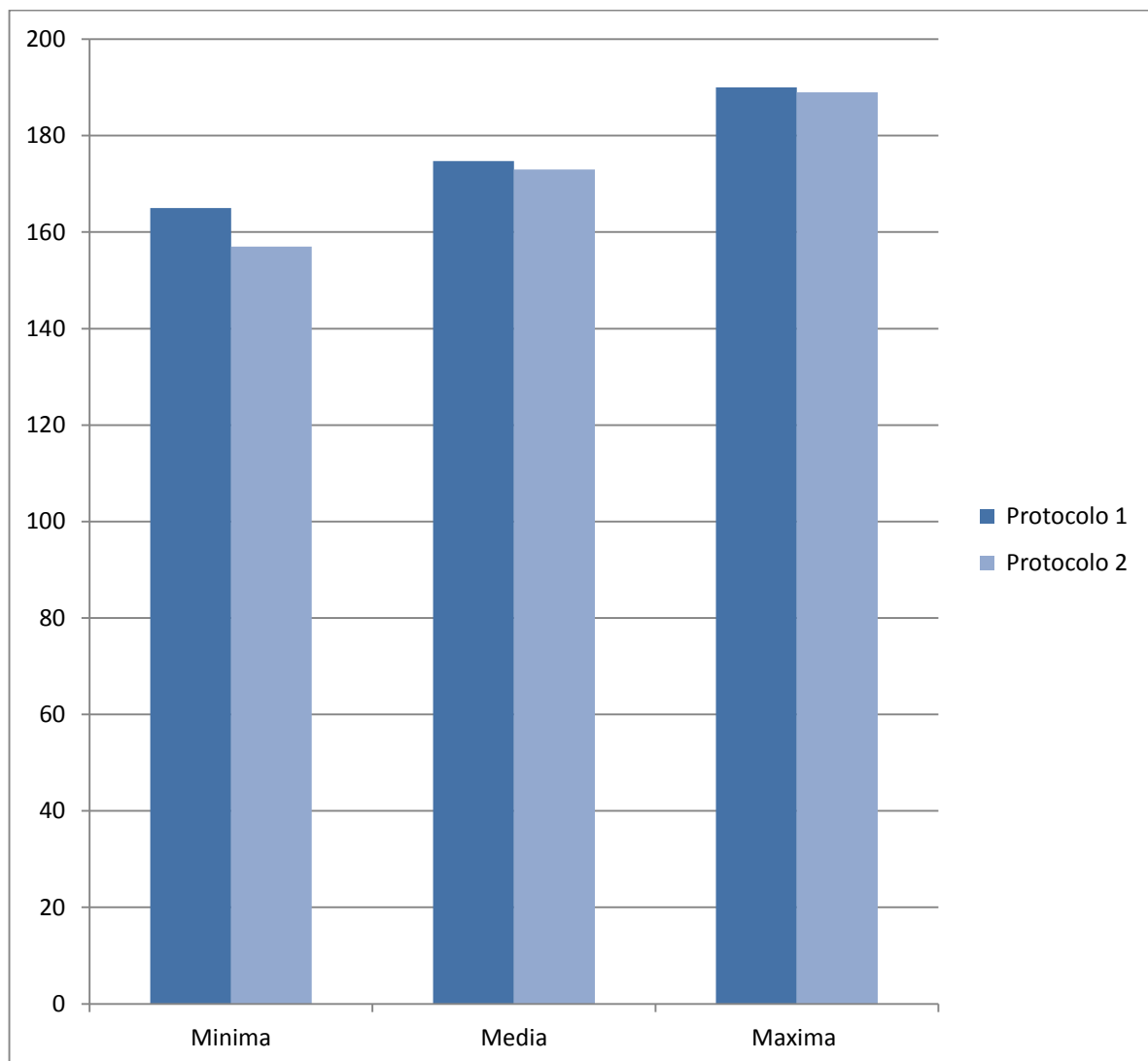
**Tabla 2** Perímetros torácicos de las vacas evaluadas en los dos protocolos de sincronización de celos

PERIMETRO TORACICO		t= NS	
P.T. cm PROTOCOLO 1		P.T. cm PROTOCOLO 2	
	179		160
	165		178
	167		183
	178		173
	180		189
	176		177
	168		182
	165		164
	179		175
	190		157
Mínima	165	Mínima	157
Media	174,70	Media	173

Máxima	190	Máxima	189
--------	-----	--------	-----

Fuente:( El autor 2017)

**Grafico 8** Perímetros torácicos de las vacas evaluadas en los dos protocolos de sincronización de celos.



Fuente:( El autor 2017)

## 5.2 Peso vivo

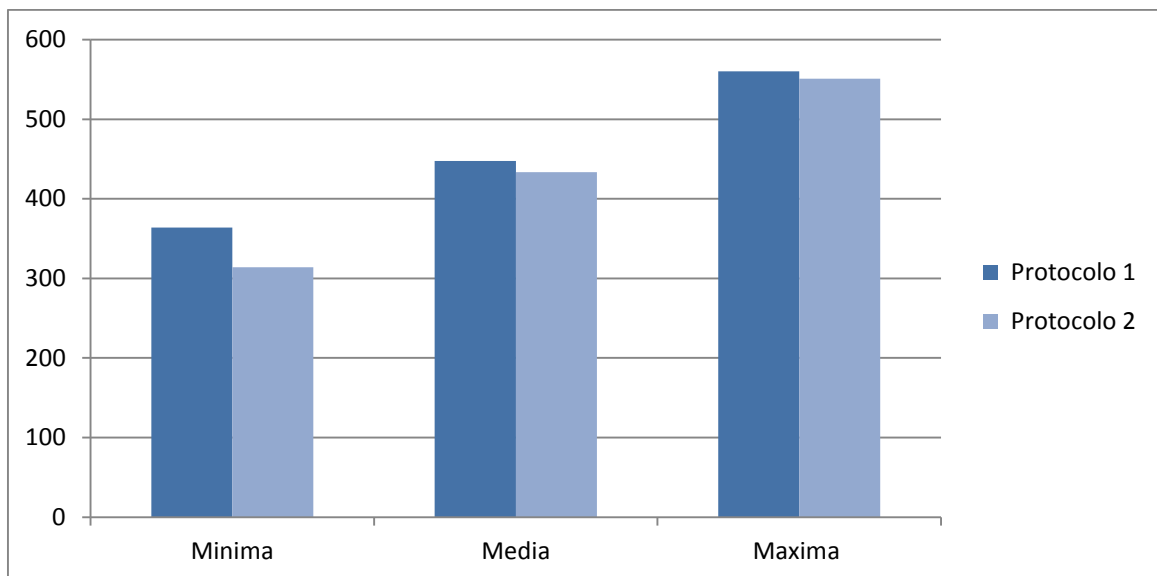
Según la prueba de T en la variable peso vivo no encontramos significancia sin embargo obtuvimos una media de 447,50 kg es decir que los pesos vivos en los dos protocolos fueron estadísticamente iguales, en el protocolo 1 se obtiene el mayor peso con una media de 447,50 kg, un máximo 560 kg y una mínima de 364 kg, mientras que en el protocolo 2 obtuvimos una media 433,50 kg, una máxima de 551 kg y una mínima de 314 kg.

**Tabla 3** Peso vivo de las vacas evaluadas en la sincronización de celos en los dos protocolos

PESO VIVO		t=NS	
Peso Kg PROTOCOLO 1		Peso Kg PROTOCOLO 2	
	466		330
	364		457
	378		496
	457		420
	475		551
	438		447
	384		487
	364		358
	466		364
	560		314
Mínima	364	Mínima	314
Media	447,50	Media	433,50
Máxima	560	Máxima	551

Fuente: Información de campo 2017

**Grafico 9** Peso vivo de las vacas evaluadas en la sincronización de celos en los dos protocolos



Fuente:( El autor 2017)

### 5.3 Condición Corporal

Según la prueba de T en la variable condición corporal no encontramos significancia sin embargo obtuvimos una media de 3, es decir que las condiciones corporales en los dos protocolos fueron estadísticamente iguales, en el protocolo 1 se obtiene el mayor condición corporal con una media de 3, un máximo 3,5 y una mínima de 2,3, mientras que en el protocolo 2 obtuvimos una media de 2,75, una máxima de 3,5 y una mínima de 2.

**Tabla 4 Condición corporal de las vacas evaluadas en la sincronización en los dos protocolos**

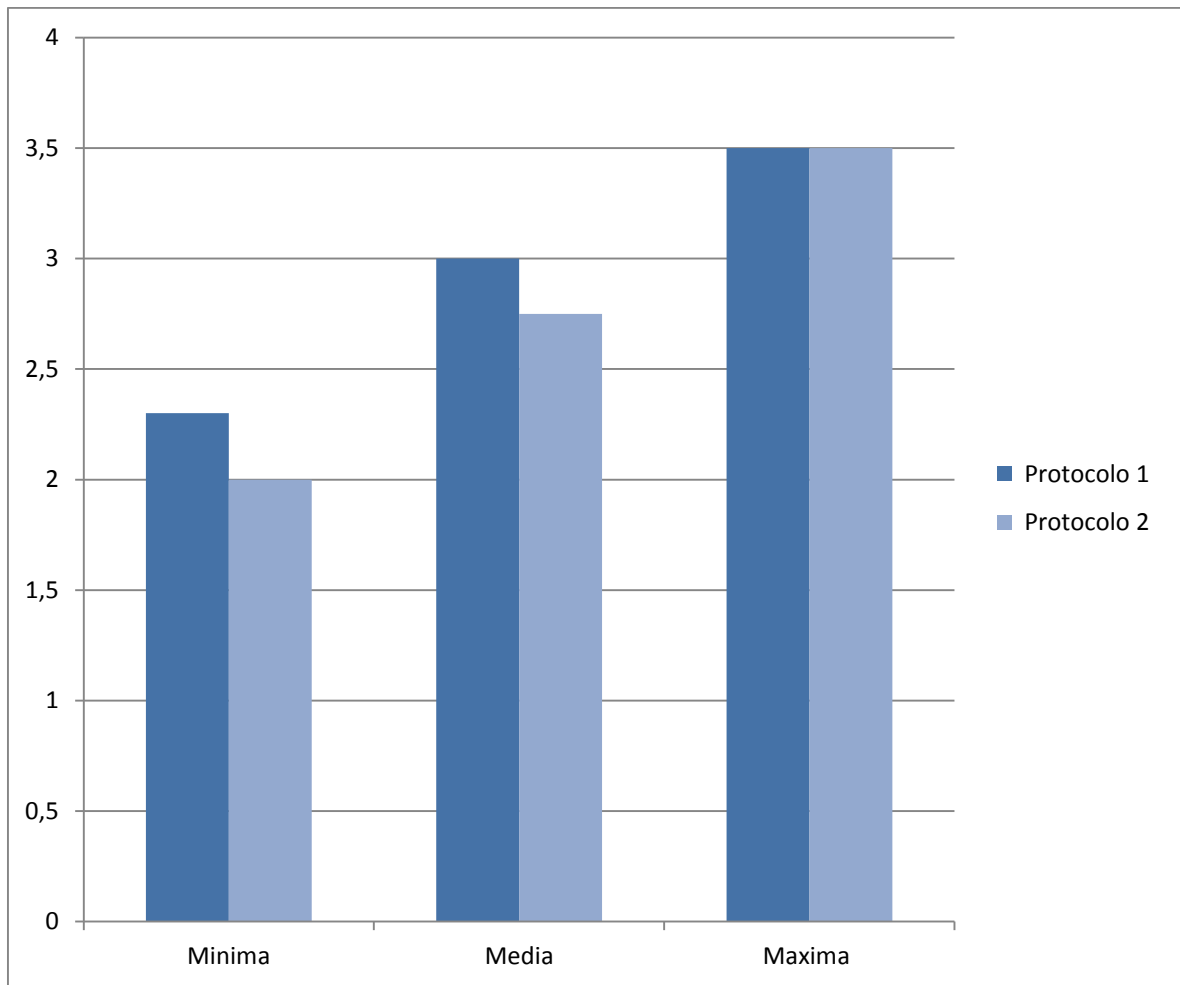
CONDICIÓN CORPORAL		t= NS
CC. PROTOCOLO 1		CC. PROTOCOLO 2
3		2
2,5		3
2,3		3,3
3		3
3		3,5
3		2,5
3		3,3
2,5		2,5

	3		2,5
	3,5		2
Mínima	2,3	Mínima	2
Media	3	Media	2,75
Máxima	3,5	Máxima	3,5

Fuente: Información de campo 2017

**Grafico 10** Condición corporal de las vacas evaluadas en la sincronización en los dos protocolos





**Fuente:( El autor 2017)**

#### **5.4 Presentación de celo**

Al grupo de vacas a las cuales se les aplicó los dos protocolos de sincronización de celos siendo el primer protocolo (P4 + PGF2 $\alpha$  Dinoprost) y el segundo (P4 + PGF2 $\alpha$  Cloprostenol sódico), se determinó que todas las 20 vacas (100 %) mestizas presentaron los síntomas propios de celo como son nerviosismo, falta de apetito, inquietud, secreción cristalina.

Estos resultados son similares a los reportados por Guevara O en el 2008 quien evaluó un programa de sincronización de celo en vacas lecheras. Y son superiores a los encontrados por Bó y Cutaia (1998) quienes en ganado Holstein utilizando CIRD +BE detectaron en celo un 78,2 % del total de animales.

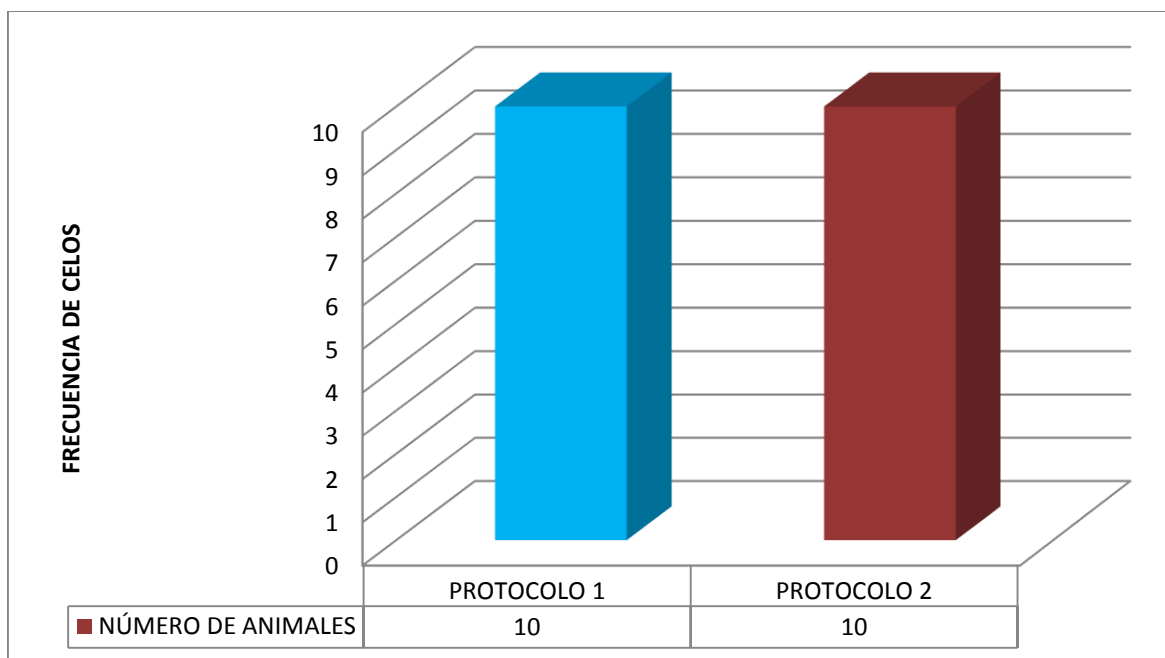
De acuerdo al estudio realizado y los datos sistematizados y referidos en la Tabla 2, se puede observar que no existe una Diferencia Significativa en los tratamientos Protocolo 1 y Protocolo 2; puesto que en ambos tratamiento las 10 hembras bovinas presentaron celo.

**Tabla 5** Presentación de celo en las vacas bajo el efecto de los dos protocolos de sincronización de celos.

PRESENTACIÓN DE CELOS		t= NS
PARÁMETRO	PROTOCOLO 1	PROTOCOLO 2
FRECUENCIA DE CELOS	10	10
PORCENTAJE	100	100

FUENTE: El autor 2017

**Grafico 11** Presentación de celos de las vacas bajo el efecto de dos protocolos de sincronización de celo.



FUENTE: El Autor (2017)

## 5.5 Horas de presentación del celo

Para el grupo de vacas que se les aplicó PGF2 $\alpha$  Dinoprost se encontró que un mayor porcentaje de vacas presentaron celo de 25 a 48 horas (50%); y en menor porcentaje fue de las 0 a 24 horas con el 2 %. Para la PGF2 $\alpha$  Cloprostenol sódico se encontró una mayor frecuencia de celos de las 25 a 48 horas con 4 animales (40 %).

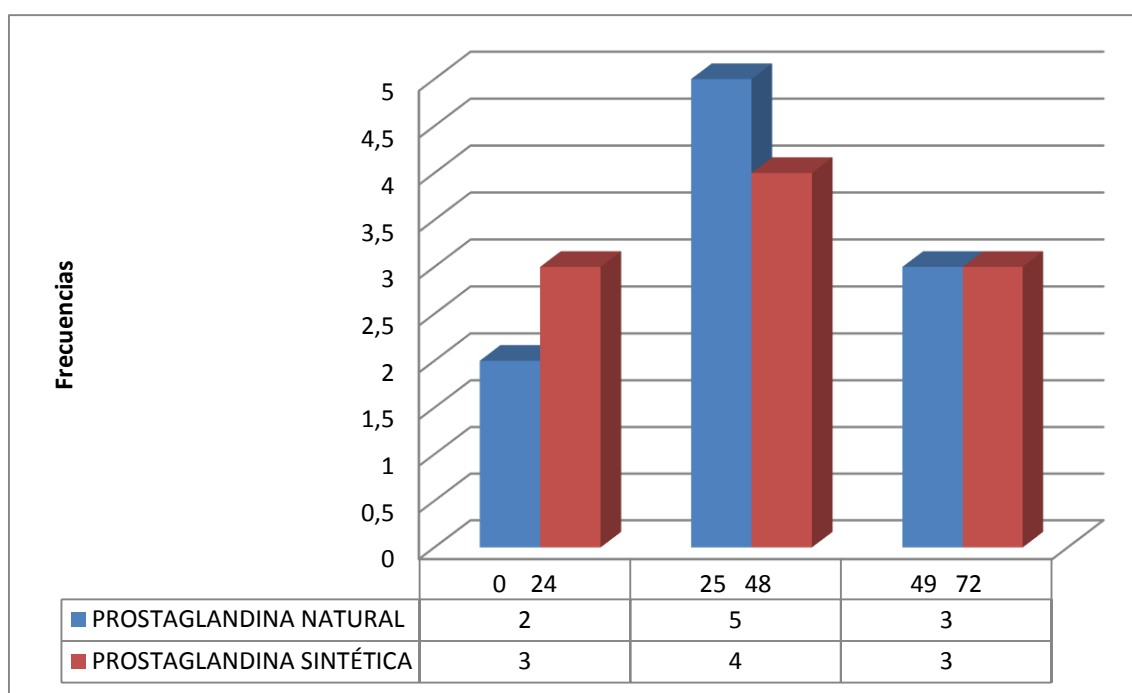
La Tabla 3 correspondiente a la influencia de la Hora de Presentación de Celo en la Efectividad de Sincronización en cada uno de los Protocolos nos permite conocer que existe una mayor frecuencia y mejor porcentaje en la Respuesta a la sincronización a las 25 – 48 horas de presentación de celo con un 50 % en el protocolo 1 y 40% en el protocolo 2; versus los otros que resultan inferiores en Sincronización temprana y tardía.

**Tabla 6** Horas de presentación de celos

HORAS DE PRESENTACIÓN CELO	SINCRONIZACION DE CELOS			
	PROTOCOLO 1		PROTOCOLO 2	
	FRECUENCIA	PORCENTAJE	FRECUENCIA	PORCENTAJE
0 24	2	20	3	30
25 48	5	50	4	40
49 72	3	30	3	30
<b>TOTAL DE ANIMALES</b>	<b>10</b>	<b>100</b>	<b>10</b>	<b>100</b>

Fuente: Información de campo 2017

**Grafico 12** Horas de presentación de celos utilizando prostaglandina natural y sintética.



**Fuente:**( El autor 2017)

### 5.6 Evaluación de la tasa de concepción

La tasa de concepción mediante la utilización del primer protocolo (P4 + PGF2 $\alpha$  Dinoprost) fue del 40 % y para el protocolo 2 (P4 + PGF2 $\alpha$  Cloprostenol sódico) fue del 30 %. Debemos indicar que la inseminación se realizó a las 54 horas de retirar el dispositivo previa a la aplicación de la prostaglandina (PGF2  $\alpha$ ).

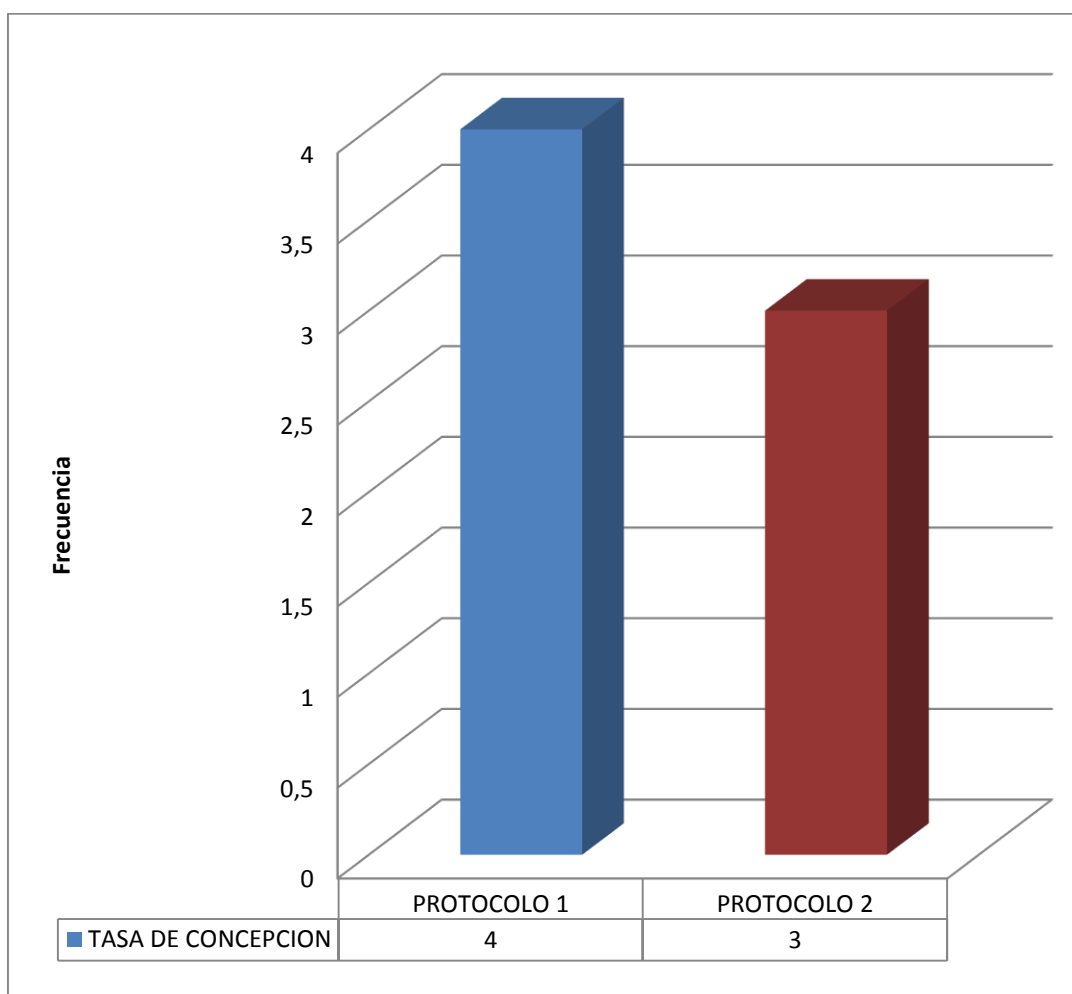
La Tabla 4 y el Gráfico 10 permiten observar que existe una diferencia numerica y porcentual aunque no estadisticamente significativa en la Tasa de Concepción del protocolo1 versus el Procolo 2; siendo mejor el primer protocolo (P4 + PGF2 $\alpha$  Dinoprost) con un 40% de vacas preñadas efectivamente.

**Tabla 7** Tasa de concepción en vacas bajo el efecto de dos protocolos de sincronización de celos.

PARÁMETROS	PROTOCOLO 1	PROTOCOLO 2
Tasa de concepción 1	4	3
Porcentaje	40	30

Fuente: Información de campo 2017

**Gráfico 1** Porcentaje de concepción en vacas utilizando prostaglandina natural y sintética



Fuente:( El autor 2017)

## **5.7 Análisis de correlación y regresión.**

Se han analizado la Variable independiente Tasa de Concepción (Índice de preñez) en cada uno de los protocolos versus las Variables dependientes tales como Condición corporal (C.C), perímetro torácico (P.T) y peso de los animales (P.V), en donde los datos que obtuvimos no tienen significancia ya que los valores calculados son menores a 1; por lo tanto no existe correlación de la variable independiente con las variables dependientes objetos de estudio.

## **VI. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Existe normalidad en la toma de los datos de campo, una vez que se aplicó la prueba estadística de T para muestras relacionadas, donde los valores de *t calculados* son menores a 1, puesto que no existe correlación estadística por lo cual aceptamos la hipótesis nula y determinamos que el protocolo 1 y el protocolo 2 son estadísticamente iguales con una confiabilidad del 95%.

## VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y los objetivos planteados se concluye lo siguiente:

1. Los protocolos de sincronización con prostaglandina natural y prostaglandina sintética demostraron tener un 100 % de efectividad ya que ambos grupos de vacas sincronizadas presentaron celo entre las 0 a 72 horas de realizado la extracción del dispositivo CIDR.
2. Se determinó que no existe diferencia significativa estadísticamente en el uso de prostaglandina sintética versus natural que influyente el índice de concepción en vacas mestizas; más sin embargo se observó una diferencia porcentual y numérica siendo el Protocolo 1 mejor con un 40 % en Tasa de Concepción en relación al Protocolo 2 que alcanza un 30%.
3. En la investigación realizada se determinó que existe una mejor Tasa Concepción entre las 25 - 48 horas de apareamiento de celo y sincronización obteniendo una preñez del 50%; por lo cual se considera de menor efectividad la sincronización temprana de 0- 28 horas y tardía 48-72 horas.
4. En las vacas que se colocó el dispositivo intravaginal CIDR, se pudo observar que generaron una reacción inflamatoria ya que fisiológicamente la vaca reconoce como cuerpo extraño el dispositivo; a toda vez que esta manifestación no se considera patológica ni anafiláctica en ninguno de los casos observados al no presentarse un incremento de los signos cardinales de la inflamación u otros que sugieran un cuadro de incompatibilidad.



## 6.2 Recomendaciones

1. Utilizar sincronizadores de celos en vacas mestizas en la parroquia Salinas para lograr disminuir los días abiertos lo que se deduce intrínsecamente en mayor rendimiento a la lactancia.
2. Se recomienda utilizar vacas de una buena condición corporal, con actividad ovárica, libres de enfermedades y anomalías del tracto genital.
3. Es aconsejable que el inseminador sea experimentado; puesto que de la técnica de inseminación depende la supervivencia del esperma y su efectividad en la concepción.
4. Se recomienda utilizar pajuelas de calidad con el fin de garantizar la preñez y mejoramiento genético en los animales.
5. Para obtener una mejor tasa de concepción en los programas de sincronización a tiempo fijo es necesario el diagnóstico previo del estatus reproductivo y condicionamiento ovárico, en base a minerales esenciales y vitaminas que faciliten y propicien los procesos metabólicos de las hembras sujetas a estos procedimientos.
6. En la zona de estudio se recomienda la utilización de este protocolo de sincronización con el fin de lograr mejorar el status reproductivo de las Hembras bovinas.
7. Los semovientes que son sometidos a los protocolos de IATEF deberán poseer un condicionamiento nutricional y vitamínico con el fin de garantizar la viabilidad de los protocolos utilizados en sincronización de celos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Adams. (G1993). Dinámica folicular ovárica en el bovino adulto y prepuber.
- Adams. (1993). Dinamina folicularovárica en el bovino adulto y prepuber. En SIMPOSIO INTERNACIONAL DE REPRODUCCION ANIMAL. CORDOBA - ARGENTINA.
- Alberio. (2001). Sincronización de los celos en hembras receptoras. Biotecnología de la Reproducción. Ed. INTA.
- Ascoli. (1996). Hormonas adenohipofisarias y sus factores liberadores hipotalámicos. Sección XIII. Cap.55.
- Asprón. (2004). Curso de Actualización - Manejo Reproductivo del Ganado Bovino. Aviso.
- Bavera. (2005). Ciclo estral. Cursos de producción bovina de carne.
- Brito. (1991). Regulacion neuroendocrina del ciclo estral. 1-49. La Habana, Cuba.
- Bó, G.A., Cutaia, L., Chesta, P., Balla, E., Piciato, D., Peres, L., Maraña, D., Avilés, M., Menchaca, A., Veneranda, G., Baruselli, P.S. (2005). Implementación de programas de inseminación artificial en rodeos de cría de Argentina. VI Simposio Internacional de Reproducción Animal. IRAC (Instituto de Reproducción Animal Córdoba), Córdoba, Argentina. Pág.1-28.
- Callejas. (1995). Fisiología del ciclo estral bovino. Jornadas de Biotecnología de la Reproducción en hembras de interés zootécnico. Lomas de Zamora: UNLZ y SYNTEX S.A.
- Cambell, N.; Sexton, J; Milner, A. (1991.). Fasciola hepática immuno-precipitation analysis of biosynthe-tically labelled antigens using sera from infected sheep. Parasite Immunol.
- Cappadoro. (2013). Sincronización de celos en ganado lechero.
- Castro. (2002). Ganadería de leche: Enfoque empresarial Tomo Ed. EUNED.
- Cutaia. (2002). Tratamientos hormonales para inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos para carne: algunas experiencias realizadas en Argentina. Argentina.

- D'occhio, M; Fordyce, G; Whyte, T. (2000). Reproductive responses of cattle to GnRH agonists. *Animal Reproduction Science*.
- Echeverras. (2006). Endocrinología Reproductiva: Prostaglandina F2a en vacas. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*. Vol. VII, No. 01, enero.
- Fortune. (2009). Follicle selection in domestic ruminants” *J. Repro. Fertil.*
- Gaqueta, M. (2007). *Dinamica folicular*.
- Hafeez. (1987). *Reproducción e inseminación artificial en animales 5º Edición*. Editorial Interamericana Mc Graw-Hill.
- Hoyos , A. (2009). *Ciclo estral en bovinos .*
- IRAC- OTEIMA - MIDA. (2008). *Curso de Biotecnología Reproductiva*. Cordoba: IRAC.
- Keet. et.al (2000). *Veterinary Pharmaceuticals and Biologicals*. Veterinary Medicine Publishing Group.
- Larocca. (2005). Alternativas para la sincronización del estro en vaquillonas Holstein uruguayo (HU). *Revista Científica*, diciembre, vol. XV, número 006. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela, 512-516.
- Lucy, M. C. (2004). The use of treatments to improve the reproductive performance of lactating dairy cows in feedlot or pasture based management systems. *Anim reprod sci*.
- Paez Baron, E. M. (2013). *Modulo Reproducción Animal Avanzada*. Tunja: UNAD.
- Palomares. (2009). Revisión de los protocolos empleados en la sincronización de celos en bovinos, universidad de ciencias aplicadas y ambientales – u.d.c.a facultad de medicina veterinaria y zootecnia bogotá d.c. Bogotá.
- Paz. (1996). Segundo Simposio Internacional de Reproducción Animal, Carlos Paz; 254 a bstr. En M. COLAZO, J. BARTOLOMÉ, E. SCHMITDT, & ILLUMINATI, Sincronización de celos combinando progestágenos, GnRH, PGF, inseminación a tiempo fijo en vacas para carne.
- Pfizer A. (2005). *CIDER Controlled internal drug release .*

Rivera Eid, A. (2010). SINCRONIZACION Y FESINCRONIZACION DE CELO EN VACAS CRIOLLAS UTILIZANDO PROGESTERONA. Santa Cruz de la Sierra: UAGRM.

Shearer. (1992). Reproductive Anatomy and Physiology of Dairy Cattle. University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences (UF/IFAS).

Shearer, T. (1992). Fases del ciclo estral en bovinos .

Vela, D. (2014). Manual de Inseminación Artificial . Sangolquí: ESPE

Walker. (2010). Estrus synchronization of beef cattle, Michigan beef production. EE.UU: Michigan department of animal science, Michigan State University.

Urdaneta, R., & Olivares, R. (6 de Enero de 2015). Uso de la Técnica de Inseminación Artificial en Bovinos. Obtenido de [http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_tec/FonaiapDivulga/fd17/texto/uso.htm](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd17/texto/uso.htm)

Zheng , J; Fricke, P M; Reynolds, L. (1994). Evaluation of growth, cell proliferation and cell death in bovine corpora lutea throughout the estrous cycle biol. reprod.












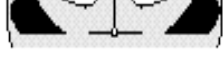






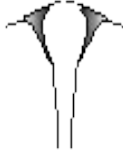




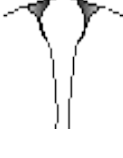

# **ANEXOS**

## Anexo 1.Base de datos de la investigación

Numero	Identificacion	CC. PROTOCOLO 1	P.V. Kg PROTOCOLO 1	P.T. cm PROTOCOLO 1	TASA CONCEP
1	Amarillita	3	466	179	40 %
2	Paca	2,5	364	165	
3	Lucrecia	2,3	378	167	
4	Cachuda	3	457	178	
5	Quichosa	3	475	180	
6	Manchitas	3	438	176	
7	Carita feliz	3	384	168	
8	Conciencia	2,5	364	165	
9	Lechera	3	466	179	
10	Orejona	3,5	560	190	
Numero	Identificacion	CC. PROTOCOLO 2	P.V. Kg PROTOCOLO 2	P.T. cm PROTOCOLO 2	TASA CONCEP
1	Pequeña	2	330	160	30 %
2	Crespita	3	457	178	
3	Julia mediana	3,3	496	183	
4	rafaela	3	420	173	
5	pillareña	3,5	551	189	
6	Sarita	2,5	447	177	
7	Moradilla	3,3	487	182	
8	Pulguilla	2,5	358	164	
9	Marcela	2,5	364	175	
10	Julia Jr	2	314	157	

Fuente: El Autor 2017

## Anexo 2 Comparativa de la condición corporal en bovinos

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

**Anexo 3 Fotografías de la investigación.**



**Primer Chequeo ecográfico**



**Identificación de los animales objeto de estudio**





Colocación del dispositivo intravaginal CIDR al primer grupo de semovientes



Colocación del dispositivo intravaginal CIDR al segundo grupo de semovientes



Extracción del dispositivo y colocación de la prostaglandina



Colocación de hormonas (prostaglandina natural)



Proceso de visita de campo del tribunal de la investigación



Chequeo ecográfico y confirmación de preñez.

#### **Anexo 4** Glosario de términos técnicos.

**Anestro:** ausencia de comportamiento de celo, bien porque los animales no tienen actividad ovárica cíclica o porque no se observó el celo en animales cíclicos normales.

**Ciclo estaral.** Se define como el período comprendido entre dos fases de receptividad o como el intervalo entre dos ovulaciones. Se considera el día 0 como el día en que aparece el estro.

**Cloprostenol sódico.** Análogo sintético de la Prostaglandina F2 $\alpha$ . Permite la regresión del cuerpo lúteo en Bovinos de carne y Ganado lechero, facilitando la sincronización e inducción del estro en vacas.

**Dinoprost.** Es una prostaglandina F2 $\alpha$  que tiene una acción luteolítica y uterotónica.

**Estrógenos:** hormonas segregadas por folículos de gran tamaño responsables, entre otros aspectos, de los cambios anatómicos y hormonales asociados al celo.

**Fecundación:** penetración de un ovocito por un espermatozoide y la combinación de sus materiales genéticos, lo que resulta en la formación de un cigoto.

**Folículo ovarico.** Son las unidades básicas de la biología reproductiva femenina. Consisten de una célula gamética, (el ovocito)

**FSH:** hormona folículoestimulante. Gonadotropina hipofisaria responsable del crecimiento folicular.

**GnRH:** hormona hipotalámica liberadora de gonadotropinas FSH y LH

**IATF.** Inseminación artificial a tiempo fijo.

**Intervalo entre partos:** período entre dos partos consecutivos.

**Involución uterina:** recuperación del estado pregravídico del útero.

**Implantación:** La unión y subsecuente penetración del blastocisto libre de zona pelúcida usualmente en el endometrio, que comienza 5 a 7 días después de la fecundación.

**Inducción de ovulación (IO):** tratamiento farmacológico de mujeres con anovulación u oligo-ovulación con la intención de inducir ciclos ovulatorios normales.

**Infertilidad:** enfermedad del sistema reproductivo definida como la incapacidad de lograr un embarazo clínico después de 12 meses o más de relaciones sexuales no protegidas.

**LH:** hormona luteizante. Gonadotropina hipofisaria responsable de la maduración y ovulación de folículos ováricos y de la formación y mantenimiento del cuerpo lúteo de las hembras.

**Luteolisis.** Degeneración del cuerpo lúteo que tiene lugar cuando no se produce la implantación y que va a finalizar con la descamación del endometrio o menstruación.

**Onda folicular.** Es la activación y crecimiento simultáneo de un grupo de folículo

**PGF2a:** prostaglandina. Hormona responsable de la destrucción del cuerpo lúteo en muchas especies

**Sincronización:** cualquier mejora en el agrupamiento o aparición sincronizada del celo, ovulación o parto en un grupo de hembras con respecto a la presentación espontánea.

**Tasa de concepción:** número de hembras gestantes, expresado como porcentaje del número total de cubiertas o inseminadas.

**Tasa de fertilidad:** porcentaje de partos sobre hembras puestas en cubrición, cubiertas o inseminadas en un periodo determinado.