



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

INSTITUTO DE POSTGRADO Y EDUCACIÓN CONTINUA

“EFICIENCIA DE DOS IMPLANTES (DIB – CIDRS) EN LA  
SINCRONIZACIÓN DE LA OVULACIÓN EN BOVINOS HOLSTEIN”

MANUEL PATRICIO PAREDES OROZCO

Tesis presentada ante el Instituto de Postgrado y Educación Continua de la  
ESPOCH. Previa a la obtención del Grado de Magister en Producción Animal.

RIOBAMBA - 2013

## **DERECHOS INTELECTUALES**

Yo, **Manuel Patricio Paredes Orozco**, declaro que soy responsable de las ideas, Doctrinas y Resultados expuestos en la presente tesis de grado; y que el patrimonio intelectual generado por la misma, pertenece exclusivamente a la **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**.

**MANUEL PATRICIO PAREDES OROZCO**

**060224185-3**

**CERTIFICACIÓN:**

EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA QUE:

El trabajo de investigación titulado “**EFICIENCIA DE DOS IMPLANTES (DIB-CIDRS) EN LA SINCRONIZACIÓN DE LA OVULACIÓN EN BOVINOS HOLSTEIN,**” de responsabilidad de Manuel Patricio Paredes Orozco, ha sido prolijamente revisado y se autoriza su presentación.

Tribunal de tesis:

---

Ing. M.Sc. Fernando Proaño

**PRESIDENTE**

---

Ing. M.Sc. Julio Usca

**TUTOR**

---

Ing. M.SC. Hermenegildo Díaz

**MIEMBRO**

---

Ing. M.Sc. Fabián Arévalo

**MIEMBRO**

## ÍNDICE

	Pág.
Lista de Cuadros	v
Lista de Gráficos	vi
Lista de Anexos	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>JUSTIFICACION</u>	18
III. <u>OBJETIVOS</u>	4
A. OBJETIVO GENERAL	4
B. OBJETIVOS ESPECIFICOS	4
IV. <u>HIPOTESIS</u>	4
V. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	5
A. UTILIZACIÓN DE DISPOSITIVOS INTRAVAGINALES	5
1. <u>EL CIDR</u>	5
2. <u>Dispositivo Intravaginal Bovino (DIB)</u>	8
B. LA OVULACIÓN	10
C. EL CICLO ESTRAL	12
1. <u>Fases del ciclo estral</u>	12
D. SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO Y LA OVULACIÓN	16
1. <u>Importancia de los programas de sincronización</u>	16
2. <u>Puntos importantes al establecer un programa de sincronización</u>	20
3. <u>Estado funcional de los animales</u>	20
4. <u>Grupos de servicio</u>	21
5. <u>Condición corporal y alimentación</u>	21
6. <u>Resultados esperados de la sincronización del celo</u>	22
7. <u>Ventajas de la regulación farmacológica del ciclo estreal</u>	22
E. PRODUCTOS HORMONALES UTILIZADOS EN EL MANEJO DEL CICLO ESTRAL DE LA VACA	23
1. <u>Prostaglandinas (PGF2)</u>	24
2. <u>Progestágenos</u>	24
3. <u>Factor liberador de gonadotropinas (GnRH)</u>	25
4. <u>Gonadotropina sérica de yegua preñada (PMSG)</u>	27

5.	<u>Gonadotropina coriónica humana o HCG</u>	28
6.	<u>Benzoato de estradiol</u>	28
7.	<u>Cipionato de Estradiol</u>	29
8.	<u>Nombres comerciales</u>	30
F.	PROGRAMAS DE SINCRONIZACIÓN DE CELOS Y OVULACIONES	31
1.	<u>Programa de reproducción controlada</u>	31
2.	<u>Programa de reproducción controlada modificado</u>	32
3.	<u>Método Select-Synch</u>	32
4.	<u>Método Ov-Synch</u>	33
5.	<u>Método Co-Synch</u>	34
6.	<u>Método Co-Synch con progestágeno</u>	34
7.	<u>Progestágenos y estrógenos</u>	34
8.	<u>Progestágenos combinados con benzoato y valerato de estradiol</u>	35
9.	<u>Progestágenos combinados con Gonadotropina sérica de yegua preñada (PMSG)</u>	36
10.	<u>Progestágenos asociados con Benzoato de estradiol y prostaglandinas</u>	37
11.	<u>Progestágenos sintéticos asociados con benzoato de estradiol y PMSG</u>	37
12.	<u>Acetato de melengestrol (MGA) y prostaglandina (PGF)</u>	38
G.	INVESTIGACIONES REALIZADAS DE LA SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO CON PRODUCTOS HORMONALES EN EL ECUADOR	39
VI.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	42
A.	LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO	42
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	42
C.	MATERIALES Y EQUIPOS	42
1.	<u>Materiales para sincronización de la ovulación</u>	43
2.	<u>Materiales para la inseminación artificial</u>	43
3.	<u>Materiales para la detección de preñez por palpación</u>	43
4.	<u>Materiales de campo</u>	43
D.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	44
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	44
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	45
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	45

1. <u>De campo</u>	45
2. <u>Programa sanitario</u>	46
H. <u>METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN</u>	46
1. <u>Pesos inicial y final, kg</u>	47
2. <u>Condición corporal inicial y final, puntos</u>	47
3. <u>Porcentaje de concepción, %</u>	47
4. <u>Costo/animal gestante, dólares</u>	47
VII. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	48
A. PESOS	51
B. GANANCIAS DE PESO	53
C. CONDICIÓN CORPORAL	55
D. PRESENTACIÓN DEL CELO	58
E. TIEMPO DE PRESENTACIÓN DEL CELO	61
F. PORCENTAJE DE CONCEPCIÓN	63
G. EVALUACIÓN ECONÓMICA	66
VIII. <u>CONCLUSIONES</u>	68
IX. <u>RECOMENDACIONES</u>	69
X. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	70

## LISTA DE CUADROS

Nº		Pág.
1.	CARACTERÍSTICAS INTERNAS Y EXTERNAS DEL CICLO ESTRAL BOVINO.	15
2.	NOMBRES COMERCIALES, VIAS DE ADMINISTRACION, PRINCIPIO ACTIVO Y DOSIS DE ALGUNAS HORMONAS UTILIZADAS PARA LA SINCRONIZACION DEL ESTRO EN VACAS.	30
3.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.	42
4.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	44
5.	COMPORTAMIENTO DE VACONAS HOLSTEIN POR EFECTO DE LA SINCRONIZACIÓN DE LA OVULACIÓN CON EL EMPLEO DE LOS DISPOSITIVOS DIB Y CIDR.	48
6.	PRESENCIA DE CELO EN VACONAS HOLSTEIN POR EFECTO DEL EMPLEO DE DISPOSITIVOS DIB Y CIDR EN LA SINCRONIZACIÓN DE LA OVULACIÓN.	58
7.	PORCENTAJE DE CONCEPCION DE VACONAS HOLSTEIN POR EFECTO DEL EMPLEO DE DISPOSITIVOS DIB Y CIDR EN LA SINCRONIZACIÓN DE LA OVULACIÓN.	63
8.	ANÁLISIS ECONÓMICO DEL COSTO POR VACONA GESTANTE (DÓLARES), POR EFECTO DE LA SINCRONIZACIÓN DE LA OVULACIÓN CON EL EMPLEO DE LOS DISPOSITIVOS DIB Y CIDR.	67

## LISTA DE GRÁFICOS

Nº		Pág.
1.	Protocolo de la utilización del CIDR + benzoato de estradiol en vacas ciclando.	7
2.	Edad (meses) de las vaconas Holstein sometidas a la sincronización de la ovulación con el empleo de los dispositivos DIB y CIDR.	50
3.	Pesos (kg), de las vaconas Holstein sometidas a la sincronización de la ovulación con el empleo de los dispositivos DIB y CIDR.	52
4.	Ganancias de peso (kg), de vaconas Holstein a los 60 días de haber sido sometidas a la sincronización de la ovulación con el empleo de los dispositivos DIB y CIDR.	54
5.	Condición corporal de las vaconas Holstein sometidas a la sincronización de la ovulación con el empleo de los dispositivos DIB y CIDR.	57
6.	Frecuencia de la presentación de celos de las vaconas Holstein sometidas a la sincronización de la ovulación con el empleo de los dispositivos DIB y CIDR.	59
7.	Tiempo de presentación del celo en vaconas Holstein sometidas a la sincronización de la ovulación con el empleo de los dispositivos DIB y CIDR.	62
8.	Porcentaje de concepción de vaconas Holstein sometidas a la sincronización de la ovulación con el empleo de los dispositivos DIB y CIDR.	64



## LISTA DE ANEXOS

Nº

1. Registro de los resultados de campo de las vaconas Holstein sometidas a la sincronización de la ovulación con el empleo de los dispositivos intravaginales DIB y CIDR.
2. Análisis estadísticos con la prueba de T'Student de los resultados obtenidos de vaconas Holstein sometidas a la sincronización de la ovulación con los dispositivos DIB y CIDR.
3. Análisis estadísticos según la prueba de Ji cuadrado ( $X^2$ ), del porcentaje de vaconas que presentaron celo después de la extracción de los dispositivos DIB y CIDR utilizados para sincronizar la ovulación.
4. Análisis estadísticos según la prueba de Ji cuadrado ( $X^2$ ), del porcentaje de concepción de las vaconas Holstein sometidas a la sincronización de la ovulación con el empleo de los dispositivos DIB y CIDR.

# DEDICATORIA

A MIS PADRES,

ELISA Y LUIS HUMBERTO

A MI ESPOSA,

CUMANDA,

A MIS HIJOS,

PATRICK, SINAÍ Y ANDREINA

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado durante toda mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo de felicidad.

Le doy gracias a mi esposa por apoyarme en todo momento, a mis padres por los valores que me han inculcado y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo por ser un buen ejemplo de vida a seguir.

## RESUMEN

Investigación para determinar la eficiencia de dos implantes (DIB – CIDRS) en la sincronización de la ovulación en bovinos holstein, en la parroquia Ilapo, cantón Guano, provincia de Chimborazo.

Empleando el método científico se evaluó la sincronización de la ovulación, en base al implante de dos tipos de dispositivos hormonales (DIB y CIDRS), e inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), utilizándose 10 vacas Holstein (5 por tratamiento), que estuvieron ciclando normalmente y que se distribuyeron bajo un diseño completamente al azar

Los resultados experimentales determinaron que los productos empleados no influyeron en los pesos, ganancias de peso y condición corporal, no así en la respuestas reproductivas, por cuanto con la aplicación del DIB el 100 % de las vacas presentaron celo entre las  $49.20 \pm 7.56$  horas de retirado el dispositivo, mientras con el CIDRS fue del 80 % de los animales y en un tiempo menor ( $31.50 \pm 6.61$  horas), el porcentaje de concepción con el DIB fue del 80 % y con el CIDRS 40 %, por lo que el costo por vaca gestante fue de 56.15 y 121.43 dólares, respectivamente.

Se concluye que el uso de estos dispositivos pueden incrementar los parámetros reproductivos y dar solución a los problemas que afectan al sector ganadero.

Recomendándose efectuar la sincronización de la ovulación, a las vacas utilizando el dispositivo DIB, mediante el siguiente protocolo: el día 0 colocar el Dispositivo Intravaginal Bovino (DIB) más 2 mg de Benzoato de estradiol, el día 7 retirar el implante y aplicar 2 mg de PGF $2\alpha$ , al día 8 inyectar 1 mg de Benzoato de estradiol y el día 9 realizar la IATF.

## ABSTRACT

This research was performed to determine the efficiency of two implants (DIB - CIDRS ) in synchronizing ovulation in Holstein cattle in the parish Ilapo , Guano Canton province of Chimborazo.

Using the scientific method the synchronization of ovulation was assessed , based on the implantation of two types of hormonal devices (DIB and CIDRS ) and fixed-time artificial insemination ( TAI ) using 10 young cow Holstein ( 5 per treatment ) , which were cycling normally and is distributed under a completely randomized design.

The experimental results showed that the products used did not influence the weights, weight gain and body condition, but not in the reproductive responses, since the implementation of DIB with 100% of the had zeal of young cow between 49.20 +7.56 hours removed the device, while the CIDRS was 80 % of the animals and in less time ( 31.50 +6.61 hours). The conception rate with DIB was 80% and the CIDRS was 40%, so the cost by young cow pregnant was 121.43 and 56.15 dollars respectively.

As conclusion, it is mentioning that the use of these devices may increase reproductive parameters and solve problems affecting the livestock sector.

Also it is recommended to synchronize ovulation of the young cow using the DIB device, according to the following protocol: day 0 place the device into the internal vagina of the bovine (DIB ) plus 2 mg of estradiol benzoate. On the 7<sup>th</sup>day remove the implant and apply 2 mg PGF2a. The 8th day inject1 mg of estradiol benzoate and finally the 9th perform the IATF test.

## **I. INTRODUCCIÓN**

La inducción y sincronización de la ovulación, se ha convertido en una especialización que implica el desarrollo de técnicas que permiten utilizar al máximo la vida reproductiva de las vacas con el fin de alcanzar rendimientos considerables de producción y un buen número de crías, que serán las futuras madres de reemplazo, consiguiéndose adicionalmente incrementar el porcentaje de preñez y mejorar la tasa de fertilidad en los animales (Larocca, C., et al. 2005).

La sincronización de celo, es el proceso de manipulación y control del ciclo estral, con el uso de hormonas exógenas, de manera que las hembras de un hato concentren los celos en un determinado periodo de tiempo.

La característica endocrina más importante asociada con el anestro, es una disminución en la liberación de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y una supresión marcada en la liberación pulsátil de hormona luteinizante (LH).

El actual conocimiento fisiológico y endocrinológico del ciclo estral, ha permitido el desarrollo de nuevas tecnologías que representan una herramienta importante para el mejoramiento de la eficiencia reproductiva de los hatos y por ende la rentabilidad de las fincas ganaderas (Aguilar, J. 2001).

Por lo que en el presente trabajo la sincronización del estro se lo realizó de dos formas: con la aplicación de hormonas que produzcan una luteólisis anticipada y a través del uso de dispositivos con progestágenos, que tienden a prolongar el ciclo estral, empleándose dos productos que se ofertan actualmente en el mercado como son el CIDR-B y el DIB.

El uso de estos dispositivos: CIDR-B y DIB pueden proporcionar al ganadero la oportunidad de aumentar la eficiencia reproductiva del hato, acompañado de importantes beneficios económicos percibidos de la explotación ganadera.

De la misma manera permitirán al ganadero regular el momento del celo y de la cubrición, pudiendo reducir el anestro posparto.

Los parámetros reproductivos como el porcentaje de concepción son de vital importancia, para cualquier explotación lechera, ya que permiten obtener lotes de crías homogéneas que facilitan el manejo del hato, lamentablemente por falta de observación de celos, existe una presencia nocturna de estro (47%) y celos silenciosos; se detecta apenas el 50% de los calores.

Si estos parámetros se ven alterados conducirán a pérdidas de tiempo considerables durante las cuales la producción se reduce o cesa por completo. Prevenir esta pérdida es una medida más efectiva consiguiéndose con la sincronización de celos, con lo que se mantendrá una producción estable (Larocca, C., et al. 2005).

De esta manera con la presente investigación se identificó la mejor alternativa hormonal para la sincronización del estro en vacas, lo que a su vez permite planificar la detección de estros y de servicios, para incrementar los parámetros reproductivos y dar solución a los problemas que afectan al sector ganadero de la Provincia de Chimborazo, Cantón Guano, Parroquia Ilapo.

## **II. JUSTIFICACIÓN**

La sincronización de la ovulación es una práctica de manejo que permite controlar la presentación del celo, para facilitar la introducción de la inseminación artificial, con esto se puede acelerar el mejoramiento genético y aumentar el potencial productivo del ganado.

Esto a su vez conlleva a una mejor uniformidad en los animales producidos, lo que permite ejecutar planes de alimentación para grupos homogéneos de animales, logrando así sistemas de producción de terneros más eficientes.

Ante la desventaja del alto costo de las hormonas que se utilizan en la sincronización de la ovulación, entre ellas, el dispositivo intravaginal CIDR-B de origen Neozelandés, ha surgido la alternativa de un dispositivo similar, DIB, este de origen Argentino, de menor costo. Es por ello que existe la necesidad de comparar la eficiencia de ambos dispositivos.



### **III. OBJETIVOS**

#### **A. OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar la eficiencia de dos implantes (DIB – CIDR), en la sincronización de la ovulación en bovinos Holstein.

#### **B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el efecto de la sincronización de la ovulación mediante la tasa de concepción por efecto del empleo de los dispositivos DIB y CIDR, en vaconas Holstein.
- Comparar el comportamiento de los pesos y la condición corporal de las vaconas Holstein, cuando existe la aplicación de diferentes métodos de sincronización de la ovulación.
- Determinar el beneficio costo por vaca gestante en cada tratamiento experimental.

### **IV. HIPÓTESIS**

H<sub>0</sub>: Con el empleo de los dispositivos DIB y CIDR en la sincronización de la ovulación no se registraron mejores tasas de concepción en vaconas Holstein a un menor costo de producción.

H<sub>1</sub>: Con el empleo de los dispositivos DIB y CIDR en la sincronización de la ovulación se registraron mejores tasas de concepción en vaconas Holstein a un menor costo de producción.

## **V. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **A. UTILIZACIÓN DE DISPOSITIVOS INTRAVAGINALES**

Becaluba, F. (2006), señala que actualmente en el mercado se encuentran disponibles diferentes tipos de dispositivos intravaginales los cuales contienen concentraciones variadas de progesterona, como por ejemplo tenemos: CIDR-B (1,38 g de progesterona), PRID (1,55 g de progesterona), DIB (1 g de progesterona), DISPOCEL (1 g de progesterona), etc.

#### **1. El CIDR**

##### **a. Descripción**

Becaluba, F. (2006), señala que el CIDR-B, es un dispositivo que consta con un implante en forma de T de silicona con un molde de nylon impregnado con 1,38 g de progesterona. La mucosa vaginal absorbe aproximadamente 0,5 a 0,6 mg de progesterona al día, determinándose esta forma el bloqueo hipotalámico-hipofisario.

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

Pfizer. (2009), señala que el CIDR, es fácil de usar:

- El dispositivo de CIDR para vacas, se inserta fácilmente.
- Las alas del dispositivo se doblan hacia el interior y se introduce en el aplicador, luego se expulsa apretando la manija, cuando este colocado correctamente dentro de la vagina.
- Cuando está colocado, el nylon azul deberá sobresalir de la vulva. El retiro del dispositivo se logra fácilmente tirando suave pero firmemente del nylon.

## **b. Retención**

El dispositivo de CIDR, está diseñado para asegurar su retención dentro de la vagina en más del 98%, en todas las razas de ganado. Los porcentajes de pérdida, se asocian con la posición incorrecta en la vagina o que otros animales jalen el extremo del nylon del dispositivo (Pfizer. 2009).

## **c. Toxicología**

Por ser una hormona natural, la progesterona es perfectamente bien tolerada. Con la cantidad de progesterona que contiene y libera el dispositivo de CIDR, es imposible que las concentraciones se eleven en el plasma hasta niveles tóxicos (Pfizer. 2009).

## **d. Residuos**

No hay problemas de residuos en leche o en carne de los animales tratados con los dispositivos de CIDR. Las concentraciones de progesterona en el plasma (CPP) resultantes del tratamiento, se encuentran dentro de los niveles fisiológicos y son menores que los encontrados durante la fase lútea o durante la gestación. Al retiro del dispositivo de CIDR, el CPP desciende a un nivel bajo, dentro de las próximas 6 horas (Pfizer. 2009).

## **e. Beneficios**

Pfizer. (2009), señala que con la aplicación del CIDR, se logran los siguientes beneficios:

- Estimulan a las vacas en anestro para que empiecen a ciclar.
- Útil en vacas que manifiestan celo silencioso.
- 90 a 100% de las vacas entran en celo.
- Alta manifestación del comportamiento del celo.
- No dependen de la presencia de un cuerpo lúteo.
- Tratan las enfermedades por quistes en los ovarios.

#### f. Protocolo de la utilización del CIDR + benzoato de estradiol

Becaluba, F. (2006), reporta que el protocolo tradicional de utilización del CIDR preconiza la permanencia del dispositivo en la cavidad vaginal por un periodo de 9 días. En el día de aplicación del dispositivo se recomienda la aplicación intramuscular de 2 mg de Benzoato de Estradiol, principalmente con el objetivo de sincronizar el crecimiento folicular. En este mismo momento se administran 50 mg de progesterona vía intramuscular para auxiliar el inicio del bloqueo. Para el grupo de animales cíclicos que serán tratados, se hace necesaria la aplicación de prostaglandina al momento de la retirada de los dispositivos. Como auxiliar del desencadenamiento de la ovulación, es de utilidad la administración de 1 mg de Benzoato de Estradiol intramuscular en el décimo día del protocolo, realizando la inseminación artificial a tiempo fijo cercano a las 50 hs posteriores a la retirada del dispositivo.

En el Gráfico 1, se representa el protocolo de la utilización del CIDR + benzoato de estradiol en vacas ciclando (Con cuerpo lúteo), reportado por Pfizer. (2009).

**Vacas Ciclando** (Con cuerpo lúteo)

Día:	0	1	2	3	5	6	7	8	9	10
	Colocar CIDR + 2 mg B. Estradiol							Retirar CIDR + 5 ml Lutalyse®	Aplicar 1 mg B. Estradiol	I.A.T.F. 30 hrs después de aplicar B. Estradiol

Fuente: Pfizer. (2009).

Gráfico 1. Protocolo de la utilización del CIDR + benzoato de estradiol en vacas ciclando.

#### g. Acción del CIDR + benzoato de estradiol

Según Pfizer. (2009), el uso de la primera inyección de benzoato de estradiol junto con la aplicación del dispositivo de CIDR, ayuda a la progesterona a aumentar su efecto de bloquear la liberación de las hormonas LH y FSH, por lo tanto inhibe la maduración folicular con la consecuente atresia de los mismos (en animales ciclando), esto permite sincronizar el surgimiento de una nueva onda

folicular 4 días y medio después.

Al retirar el CIDR, se produce la caída súbita de la progesterona, lo cual causa un incremento de la LH, permitiendo que el folículo dominante ovule en el celo.

Luego, una segunda inyección de benzoato de estradiol aplicada después de retirar el CIDR, aumenta el incremento en la secreción de hormona LH (pico pre-ovulatorio); esto produce la detección (manifestación más expresiva) y precisión del celo y ovulación.

## **2. Dispositivo Intravaginal Bovino (DIB)**

### **a. Descripción**

Larco, L. (2012), manifiesta que el Dispositivo Intravaginal Bovino (DIB), es un dispositivo de silicona inerte impregnado con 1g de progesterona natural de liberación controlada (Progesterona 1g/ dispositivo), utilizado para la regulación del ciclo estral en bovinos.

### **b. Acción**

De acuerdo a Videla, I. (2012), La progesterona liberada a partir de la colocación del dispositivo tiene un rol importante sobre la dinámica folicular ovárica, los niveles supraluteales ( $>1$  ng/ml) obtenidos a los pocos minutos de la introducción del dispositivos provocan la regresión del folículo dominante y aceleran el recambio de las ondas foliculares, este cese de la secreción de productos foliculares (estrógeno e inhibina) produce el aumento de FSH que va a ser la responsable del comienzo de la emergencia de la siguiente onda folicular. Por otro lado la extracción del dispositivo provoca la caída de Progesterona a niveles subluteales ( $< 1$  ng/ml) que inducen el incremento de la frecuencia de los pulsos de LH, el crecimiento y la persistencia del folículo dominante con concentraciones muy altas de Estradiol que provocan por un lado el celo y a nivel endócrino inducen finalmente el pico de LH que es seguido por la ovulación.

### **c. Indicaciones**

Según Larco, L. (2012), con el empleo del DIB, esta indicado para:

- Sincronizar el celo en vacas y vaquillonas.
- Tratamiento de anestro pos parto.
- Posibilita el retorno al servicio.
- Acortamiento de período parto-concepción.
- Complemento en tratamiento de superovulación.

### **d. Contraindicaciones y advertencias**

Videla, I. 2012), indica el DIB no se debe utilizar en animales con anomalías vaginales y como advertencia recomienda lavar y desinfectar el aplicador luego de cada uso. En caso de reuso de dispositivos es necesario lavar y desinfectar los mismos antes de su reinsertión. En animales de pobre condición corporal es posible no obtener el efecto esperado.

### **e. Dosificación**

Según Videla, I. (2012), el producto se aplicará de acuerdo al siguiente programa:

Protocolo 1, para Anestro posparto:

Día 0: Insertar DIB y aplicar 2 mg de Benzoato de Estradiol.

Día 7: Retirar dispositivo.

Día 8: Aplicar 1 mg de Benzoato de Estradiol.

Día 9: Inseminación artificial a tiempo fijo.

Protocolo 2, para Anestro posparto:

Día 0: Insertar DIB.

Día 7: Retirar DIB y aplicar 400 UI de NOVORMON (eCG).

Día 8: Aplicar 1 mg de Benzoato de Estradiol.

Día 9: Inseminación artificial a tiempo fijo o detección de celo e inseminación artificial.

## **B. LA OVULACIÓN**

Hernández, J. et. al., (2001), manifiestan que existen varias hipótesis relacionadas con la ovulación desde las más antiguas, de tipo mecánica o física, pasando por la nerviosa hasta las que dedican una atención especial a los procesos de tipo enzimático. No obstante, se han demostrado determinados pasos o eventos fisiológicos que pueden explicar lo esencial de este complejo proceso, lo que se puede resumir del siguiente modo:

- Aumento de la vascularización de toda la pared folicular, excepto en el ápice del mismo donde se produce una zona vascular, representando el lugar por donde se romperá el folículo.
- Disociación de las células de la membrana granulosa, lo que se traduce o expresa en un adelgazamiento notable del grosor de la pared folicular.
- Disociación también de las células que conforman el cumulus oophorus liberándose el ovocito del macizo celular ovígeno.
- La vascularización folicular preovulatoria condiciona los cambios edemáticos en la teca externa y con ello se afecta la cohesión celular de la misma. Participa además una fuerte acción enzimática (colagenasa y plasmina) que destruye la elasticidad del folículo, representada fundamentalmente por la teca externa.
- En el ápice del folículo, aparecen las células epiteliales. Los lisosomas que con su hidrolasa destruyen las células de la túnica albugínea y las de la teca folicular.
- La pared folicular se prolapsa cónicamente produciéndose determinados abombamientos conocidos comúnmente como estigma de ovulación, lugar por donde se romperá la pared folicular.
- Poco antes de la ovulación los niveles de PGF<sub>2</sub> a y de PGE<sub>2</sub> aumentan notablemente, participando en la contracción ovárica y folicular por lo que se produce la expulsión del ovocito. En este momento participan también las enzimas que destruyen la cohesión de las fibras colágenas.

Hafez, E. y Hafez, B. (2000), reportan que los folículos preovulatorios experimentan tres cambios principales durante el proceso ovulatorio:

- Maduración citoplásmica y nuclear del oocito
- Pérdida de la cohesividad de las células del montículo ovárico entre las células de la capa granulosa; y,
- Adelgazamiento y ruptura de la pared folicular externa

Acabado el crecimiento, el folículo maduro o de Graaf es capaz de responder ante la descarga preovulatoria de gonadotrofinas (LH y en menor medida FSH), de tal forma que se produce una reestructuración completa del mismo y la subsiguiente liberación de un ovocito fértil a través de un pequeño orificio (estigma) producido en el punto de ruptura de su pared celular y de las capas celulares más superficiales del cortex ovárico, cuyo grosor en ese momento es muy reducido.

En el momento de la ovulación tanto el líquido folicular como el ovocito son proyectados, entre otras causas, por la contracción de la musculatura lisa que rodea a los folículos hacia la cavidad peritoneal cayendo cerca de las fimbrias del oviducto a trompas de Falopio. Esta expulsión, se produce en forma de un flujo fluido (Hafez, E. y Hafez, B. 2000).

Inmediatamente después de producirse la ovulación, se forma un coágulo de sangre en el interior del folículo a consecuencia de la hemorragia producida por la ruptura celular (folículo hemorrágico) y que servirá de sustrato para el crecimiento de las células de la granulosa. A continuación las células de la granulosa se hipertrofian y proliferan rápidamente, acumulando lípidos y pigmentos carotinoideos (luteína) que le confieren un color amarillento (cuerpo lúteo).

Esta estructura formada, bajo la acción de la LH y también de la prolactina, comienza a producir progesterona, la cual además de preparar al aparato reproductor para una posible gestación inhibe a nivel de la hipófisis la secreción cíclica de LH, impidiendo de esta forma nuevas ovulaciones. A medida que los niveles de progesterona decrecen debido a la regresión del cuerpo lúteo bajo la acción de la PGF2 $\alpha$ , varios folículos empiezan su crecimiento bajo la acción de



los niveles de FSH, llegando a su crecimiento final en la fase folicular (Rivera, A. 2006).

### **C. EL CICLO ESTRAL**

El ciclo estral es el tiempo que transcurre entre un estro y el siguiente, el cual puede durar  $21 \pm 3$  d en la vaca, e involucra la secreción y liberación interrelacionada de un gran número de hormonas, tales como la GnRH por el Hipotálamo, la Hormona Folículo Estimulante (FSH) y la Luteinizante (LH) por la Adenohipófisis. Estrógenos (E2), Progesterona (P4) y Oxitocina (OT) por el ovario y Prostaglandina (PGF2a) por el útero. El mecanismo primario de regulación del ciclo estral está dado por la regresión del cuerpo lúteo (CL) alrededor del día 17-18 del ciclo estral (Iñiguez, F. 2012).

Durante el ciclo estral de la vaca, ocurren cambios morfológicos, endocrinos y secretorios en ovarios y aparato reproductor; el conocimiento de estos cambios es útil con fines de detección del estro y su sincronización, superovulación e inseminación artificial (Hafez, E. y Hafez, B. 2000).

#### **1. Fases del ciclo estral**

Los cambios endocrinos ocurridos durante el ciclo estral involucran la interacción entre las hormonas relacionadas con el hipotálamo, adenohipófisis, ovario y útero. El ciclo está claramente dividido en una fase lútea y una folicular, la fase folicular comienza con el proestro la cual precede al estro, y la fase lútea abarca el metaestro seguido por el diestro (Iñiguez, F. 2012).

##### **a. Fase folicular**

En esta fase, se da el desarrollo folicular resultando un incremento de los niveles séricos de Estrógenos (E2), el cual cambia la conducta de la vaca durante el estro, así mismo el óvulo y el folículo alcanzan los estadios finales de maduración, ovulando aproximadamente 12 horas después de terminado el estro, el óvulo es expulsado hacia el interior del oviducto y las células que permanecen en el ovario

comienzan a formar el cuerpo lúteo (Hafez, E. y Hafez, B. 2000).

Este período, cuya duración es de 3 días, comienza con la regresión del cuerpo lúteo del ciclo anterior. Al producirse la destrucción del cuerpo lúteo se tiene una caída en los niveles de progesterona y posteriormente una pérdida de tejido luteal, siendo la PGF<sub>2a</sub> de origen uterino el principal luteolítico.

Como consecuencia de la caída de los niveles de progesterona, disminuye el feed back negativo que dicha hormona tenía a nivel hipotalámico y comienzan a aumentar la frecuencia pulsátil de las hormonas gonadotróficas (FSH y LH) y se estimula el crecimiento folicular con el desarrollo de un gran folículo y el aumento en los niveles de estradiol. Cuando los estrógenos alcanzan cierto nivel, se estimula la receptividad al macho y comienza el período de celo o estro (Sintex. 2005).

El estro es el periodo de receptividad sexual, provocada por el incremento significativo de las concentraciones de E<sub>2</sub> producido por un folículo preovulatorio. El E<sub>2</sub> provoca turgencia del útero, edema en los genitales externos y producción de moco cervical. El estro culmina cuando la hembra deja de aceptar la monta del macho (Hafez, E. y Hafez, B, 2000).

Durante el estro, los estrógenos en altas concentraciones alcanzan el umbral de estimulación del centro cíclico hipotalámico, estimulando a las neuronas hipotalámicas a producir el pico de GnRH y en consecuencia el pico de LH. Con respecto a la FSH, disminuye su secreción, consecuencia del feed back negativo estrogénico y de la inhibina, con excepción del momento en que se produce el pico preovulatorio de LH, en que puede aparecer un pico de FSH.

Posteriormente, 4 a 12 hs después de la onda de LH, se incrementan la concentración basal y la amplitud de los pulsos de FSH, relacionándose esto con la primera onda de crecimiento folicular. Luego de 12 a 24 horas de comenzado el celo, el sistema nervioso de la vaca se torna refractario al estradiol y cesan todas las manifestaciones psíquicas del mismo (Sintex. 2005).

## **b. Fase lútea**

La fase lútea comprende la formación y maduración del cuerpo lúteo (CL), el cual secreta altas concentraciones de P4 que previene el crecimiento completo de los folículos provocando atrofia y es necesaria para mantener la gestación en la vaca, de lo contrario una regresión del CL conducirá a un nuevo ciclo estral (Hafez, E. y Hafez, B, 2000).

El período inmediato a la finalización del celo, es el metaestro (6 días). En este período ocurre la ovulación de la vaca, a diferencia de las otras especies que lo hacen durante el celo, y comienza la organización celular y desarrollo del cuerpo lúteo.

La ovulación ocurre 28 a 32 horas de iniciado el celo y es desencadenada por el pico preovulatorio de LH. A la ovulación sigue hemorragia profunda y el folículo se llena de sangre convirtiéndose en cuerpo hemorrágico.

En la formación del cuerpo lúteo (luteinización) se producen una serie de cambios morfológicos y bioquímicos que permiten que las células foliculares se transformen en células luteales, cambios que finalizan al séptimo día con un cuerpo lúteo funcional (Sintex. 2005).

El diestro se caracteriza por el dominio del cuerpo lúteo. El mantenimiento del cuerpo lúteo, así como la síntesis de progesterona está ligada a la hormona LH que es progesterotrófica y luteotrófica. Otras hormonas que intervendrían en la síntesis de progesterona, son la FSH y la PGF2a. La FSH se uniría a receptores ubicados en el cuerpo lúteo y provocaría un aumento en la secreción de progesterona.

En lo referente a la PGF2a además de estimular a las células luteales para producir progesterona, aumentaría el flujo sanguíneo a nivel ovárico con el efecto positivo que esto significa sobre la síntesis y secreción de progesterona. Si el huevo no es fecundado, el cuerpo lúteo permanece funcional hasta el día 15 - 20, después del cual comienza a regresionar en preparación para un nuevo ciclo

estral (Sintex. 2005).

Agro Capacitación Argentina (AGROCOR. 2005), señala que el ciclo estral del bovino esta caracterizado por eventos fisiológicos y endocrinológico que se resumen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. CARACTERÍSTICAS INTERNAS Y EXTERNAS DEL CICLO ESTRAL BOVINO.

Día del ciclo estral	Hallazgos clínicos		
	Palpación rectal	Útero	Signos externos
16 – 18	CL 20 a 25 mm. Folículo 8 a 10 mm	Discreto aumento del tono, al final.	Ausencia de signos de estro.
19 – 20	CL 10 a 15 mm. Folículo 12 a 15 mm	Presencia de tono.	Pro estro: vulva poco turgente, vestíbulo ligeramente congestionado.
0	CL menos de 10 mm. Folículos 20-22 mm. Suaves y lisos. Después ovulación. Área suave y cráter en el ovario.	Marcada tonicidad.	Estro: Turgencia vulvar, vestíbulo hiperémico, descargas copiosas de moco cristalino.
1 – 4	CL que alcanza 15 mm al 4to. Día.	Edema	Meta estro: 1er. día después del estro, leve descarga mucosa, puede presentarse el sangrado metaestral.
4 – 15	CL del 8º Día 18-20 mm. CL del 10º Día 20-30 mm	Fisiológicamente flácido.	Discreta congestión de la mucosa vestibular al inicio de este período.

Fuente: AGROCOR (2005).

#### **D. CONTROL, SINCRONIZACIÓN E INDUCCIÓN DE LA OVULACIÓN.**

El control y sincronización de la ovulación se sitúa dentro de un contexto mucho más amplio como es el *control de la reproducción* entendiendo como tal el gobierno de los elementos manipulables del proceso reproductivo. En la sincronización de celo lo que se pretende es actuar sobre el intervalo entre la fase folicular y la fase luteínica, modificando, por tanto, la duración del ciclo estral

Esta se consigue mediante dos métodos:

a) Induciendo la regresión del cuerpo lúteo de un grupo de animales de forma que todos ellos inicien la fase folicular y muestren el celo en un espacio de tiempo bastante similar (inyecciones de prostaglandinas)

b) Ampliando artificialmente, mediante un bloqueo hormonal, la fase luteínica de tal manera que al cesar dicho bloqueo e inyectarles gonadotrofinas exógenas los animales inicien conjuntamente una fase folicular seguida de un celo sincronizado (inyecciones de progesterona, implantes de progesterona o progestágenos, esponjas vaginales impregnadas de progestágenos) (Buxadé, 1995).

La detección del estro se ha convertido en uno de los factores que disminuyen la eficiencia reproductiva. Si bien existen diferentes métodos complementarios para mejorar la detección del estro, la sincronización de la ovulación e inseminación sistemática de todos los animales sin detectar celos, se ha convertido en una alternativa viable y fácil de implementar con una buena fertilidad y con la combinación de programas de sincronización. La detección precoz de animales no gestantes permite realizar inseminaciones sistemáticas, lo que ayuda a eliminar la detección de celos y mantener un nivel de fertilidad muy competitivo (Peralta, R., et al. 2000).

Los tratamientos de control y sincronización de la ovulación tienen por objeto el intentar regular, el momento exacto de la ovulación, y el número de folículos que puedan llegar a liberar ovocitos fértiles, lo cual se puede conseguir interviniendo en los procesos de reclutamiento y selección de los folículos. Estos objetivos

permitirán que se realice la inseminación artificial en el momento óptimo, evitando el envejecimiento de los ovocitos y que se pueda calcular el momento de la fertilización (Rivera, A. 2006).

Larocca, C., et al. (2005), señala que diferentes métodos de sincronización de la ovulación han sido utilizados como una herramienta de manejo, procurando concentrar los mismos durante un período de tiempo lo más corto posible manteniendo una adecuada tasa de concepción.

De esta forma, la sincronización ha permitido tener control sobre decisiones que afectan en forma directa la eficiencia del sistema productivo. Permitiendo el uso de tecnologías como la inseminación artificial a tiempo fijo, o en períodos muy controlados de tiempo, la monta dirigida o controlada con toros asegurando la paternidad de un reproductor cuando se usan más de uno por rodeo de distinto valor genético.

Ben, G., et al. (2002), indican que los tratamientos para sincronizar los celos y las ovulaciones a través del control de las ondas de desarrollo folicular del ovario, permiten inseminar sistemáticamente un gran número de vientres en el mismo horario obteniéndose índices de preñez idénticos a los obtenidos con celo natural.

Este desarrollo constituye un avance de gran importancia para la aplicación de la inseminación artificial y una herramienta complementaria del semen congelado, que sin dudas abre nuevos horizontes para la industria ganadera.

El objetivo primordial de la sincronización es la capacidad de controlar el ciclo estral y la ovulación, lo que facilita establecer programas de inseminación artificial, eliminando los trabajos en la detección de calores, acorta el tiempo del parto y nos permite obtener descendencias de alta calidad genética (AGROCOR. 2005).

## **1. Importancia de los programas de sincronización**

Vargas, J., (2003), señala que la sincronización del estro involucra el control o manipulación del ciclo estral con el propósito de que las hembras elegidas en un

rebaño expresen estro (celo) aproximadamente al mismo tiempo. Es un manejo bastante utilizado en los programas de inseminación artificial y transplante de embriones.

La sincronización estral es una técnica de manejo, que utiliza hormonas para controlar, o reprogramar, el ciclo del estro (Walker, D., et al. 2010).

El objetivo de un programa de sincronización es manipular los procesos reproductivos, para que un alto porcentaje de hembras en un grupo dado, puedan ser concebidas en un período corto, ya sea utilizando inseminación artificial o servicio natural (Blezinger, S. 2000).

Antes de iniciar el programa, se debe determinar el porcentaje de animales cíclicos y su condición corporal, así como hacer un seguimiento del mismo, preferiblemente por detección del celo, aun cuando se emplee inseminación artificial a tiempo fijo (Larson, B. 2010).

A través de la utilización de sincronizadores se pueden obtener las ventajas de la inseminación artificial y a la vez reducir los problemas asociados con la detección del celo. Todos los animales entrarán en el estro según un horario y dentro de un horario estrecho (Gilson, W. 2000).

También la sincronización regulariza los ciclos estrales de tal forma que las vacas que están ciclando manifiestan celo a un tiempo determinado, normalmente programado para el principio de la época de cruzamientos.

Las vacas que se preñan y paren más temprano destetan terneros más grandes, mas pesados y tienen un porcentaje mayor de terneros en su vida reproductiva. Tienen más tiempo para descansar y volver a ciclar entre el parto y la siguiente cubrición. Uno de los objetivos de sincronizar estro en vacas lecheras es mantener un intervalo de partos aceptable de 12 a 13 meses. Investigadores estiman pérdidas de 3 a 5 o más dólares, cuando una vaca permanece más de 100 días abiertos. La sincronización agrega sus propias ventajas a la inseminación artificial.

Los programas de inseminación artificial basados en sincronizaciones resultan en una temporada de cubriciones más corta con obviamente, una temporada de partos menor. Ambos hechos demandarán menos tiempo utilizable en otras labores y van a recibir más atención que si éstos fueran distribuidos a través de varios meses. Desde el punto de vista del parto, los beneficios serán, acortar los intervalos entre partos y obtener terneros con edades similares, esto significa que el manejo puede ser más uniforme. Además se puede programar las cubriciones y partos de tal forma que se adapten a otros trabajos y poder aprovechar todas las ventajas en la época con mayor disponibilidad de alimento (Gilson, W. 2000).

Con el uso de sincronización del estro, la mayoría de las vacas del hato pueden inseminarse 60 días post parto o poco después. Esto permitirá dos inseminaciones antes de 85 días post parto. En promedio una vaca presenta su primer celo post- parto sin el uso de prostaglandinas a los 71 días. Por consiguiente el promedio de días a primer servicio puede ser reducido a 11 días o más. En la práctica probablemente más de 11 días debido al porcentaje alto de estros inadvertidos en la mayoría de los hatos (Gilson, W. 2000).

En forma resumida a través del uso eficaz de un programa de la sincronización, se puede lograr lo siguiente (Blezinger, S. 2000):

- Facilitar el uso de la inseminación artificial.
- Elección del momento de inseminación artificial y por lo tanto de la temporada de nacimientos.
- Reducción de días abiertos y programación de intervalo entre partos.
- Menos tiempo utilizado en la detección de estros.
- Se obtienen lotes uniformes, mayor cosecha de terneros, y por lo tanto mayores ingresos.
- Las vacas se preñan y paren en una misma época.

Además para trabajar un programa de sincronización deben de considerarse varios factores (Blezinger, S. 2000):

- Nutrición. El ganado debe estar en una buena condición corporal. Esto



involucra niveles adecuados de materia seca en general, pero específicamente proteína, minerales y vitaminas. Se puede decir que la nutrición es el factor más importante que podría dictar el éxito o fracaso del programa.

- Para el éxito de algunos protocolos de sincronización de estros, es esencial que las hembras estén ciclando.
- Las vacas necesitan un mínimo de 45 días post parto antes de iniciar el tratamiento. Se examinan todas las vacas para determinar que sus tractos reproductivos hayan tenido una involución uterina adecuada.
- Salud de las vacas, la prevención y tratamiento de enfermedades, así como el control de parásitos es importante antes de la sincronización.
- Tiempo y trabajo disponible para la administración del producto, detección de celo sobre todo cuando se utiliza la inseminación artificial.
- Medios adecuados para realizar la inseminación artificial.
- Semen de alta calidad e inseminador experimentado.
- Tener medios adecuados y trabajo adicional para el manejo del ganado durante el tratamiento.

## **2. Puntos importantes al establecer un programa de sincronización**

AGROCOR (2005), indica que los puntos importantes al establecer un programa de sincronización son:

- Confirmar la actividad cíclica por palpación rectal.
- Estado nutricional del hato.
- Estado de salud del hato.
- Registros individuales.
- Programa de inseminación artificial.

## **3. Estado funcional de los animales**

Ben, G., et al. (2002), señala que en los programas de sincronización de celos es necesario tener en cuenta el estado funcional de los animales, para lo cual se establece las siguientes referencias:

- Vacas: Paridas de más de 40 días, con involución puerperal normal, útero en posición pelviana y de diámetro menor de 6 cm, son aptas cuando están ciclando aunque estén en anestro, siempre que estén ganando peso.
- Vaquillonas: Que hayan alcanzado la edad reproductiva (mayores de 15 meses), con desarrollo corporal, genital y con síntomas de actividad ovárica.

#### 4. **Grupos de servicio**

Bussi, P. (2010), indica que en la sincronización de los celos, se necesita organizar grupos de vacas para servicio programado, así:

- Considerando el período de espera voluntario (PEV). se pueden organizar grupos sincronizados para que entren en celo y ovulen en un período de tiempo determinado (días de ordeño).
- Tomando como referencia un PEV de 50 días, el grupo estaría formado por vacas con 70 a 50 días de ordeño, de manera que las últimas vacas que parieron alcancen el PEV mínimo determinado. Este grupo estaría formado entonces por vacas que parieron en un período de 3 semanas.
- En rodeos mayores a 200 vacas es aconsejable formar los grupos de sincronización con vacas cuyo lapso de parición sea de dos semanas (45).
- El celo y la ovulación se sincronizan para que ocurran durante la semana siguiente al PEV mínimo determinado.

#### 5. **Condición corporal y alimentación**

Ben, G., et al. (2002), indican que la condición corporal es un parámetro importante, que mide la deposición de grasa sobre el animal como garantía de reservas de energía. En una escala de 1 a 5 (1 flaco, 5 exceso de gordura), es necesario que los animales estén con una condición mínima de 2 a 2.5 y ganando peso. Es indispensable que los animales estén comiendo bien de acuerdo a su

estado funcional y ganando peso. El balance energético positivo favorece la actividad ovárica, la fertilidad y la viabilidad embrionaria.

Brogliatti, G. (2003), manifiesta que la condición corporal de los animales es un factor de suma importancia. Los resultados con animales de condición corporal 3 (escala de 1 a 9), son de entre el 25 % y 35 % de preñez, mientras que animales de condición corporal 5 o más los porcentajes oscilan entre el 55 % y el 65 % de preñez. Con vacas de una condición corporal de 7, con un post parto de más de 4 meses y sin ternero al pie se lograron resultados del 71,2 % de preñez. Estos resultados solo se pueden alcanzar con un excelente manejo de los animales y la utilización de un semen de alta calidad.

## **6. Resultados esperados de la sincronización del celo**

Según Ben, G., et al. (2002), los resultados esperados de la sincronización del celo son:

- Índice de preñez de primera inseminación en vacas con cría 50 %; y en vaquillonas y vacas secas 60 %.
- Índice de preñez con inseminación de los primeros retornos: entre 70 y 75 % en vaquillonas y entre 60 y 65 % en vacas con cría, en seis días de IA y 25 días entre servicios.
- Índice de preñez final en 60 días, con servicio de repaso, superior al 90 %.

## **7. Ventajas de la regulación farmacológica del ciclo estrual**

Entre las ventajas de la regulación farmacológica del ciclo estrual se incluye mejorar la eficiencia (en algunos casos), de la detección de estros, aumentar la eficiencia reproductiva y tener un manejo eficiente de la reproducción en el establecimiento, controlar las ondas foliculares del ovario aumentando la precisión en la sincronización de los estros, incremento la fertilidad de la inseminación artificial, e inducir la actividad cíclica en animales en anestro o vaquillonas pre púberes, en el caso del uso de progestágenos (Larocca, C., et al. 2005).

## **E. PRODUCTOS HORMONALES UTILIZADOS EN EL MANEJO DEL CICLO ESTRAL Y LA OVULACIÓN DE LA VACA**

### **1. Prostaglandinas (PGF<sub>2</sub>)**

Son ácidos grasos insaturados de veinte carbonos derivados del ácido prostanóico. Dependiendo de la estructura química del anillo ciclo pentano, las prostaglandinas se dividen en cuatro grupos A, B, E Y F, cada grupo posee diferentes propiedades fisiológicas y farmacológicas. La acción biológica más grande de las prostaglandinas en los bovinos es su poder de producir la regresión del cuerpo lúteo.

Una inyección de prostaglandina aplicada entre el día 6 y el día 16 (momento de la descarga natural de PGF<sub>2</sub> $\alpha$ ), del ciclo inducirá la regresión del cuerpo lúteo que finaliza la fase luteínica. Como consecuencia, se inicia una nueva fase folicular y el animal presentará celo y ovulará (O'Connor, M. 2000).

Debido a que las prostaglandinas tienen actividad luteolítica, las hembras deben estar ciclando normalmente para que sean efectivas. Cabe mencionar que la prostaglandina solo es efectiva después del día 6 ó 7 del ciclo. La fertilidad subsiguiente a la luteolisis con PGF<sub>2</sub> es equivalente a la que se produce en celos espontáneos. Las prostaglandinas pueden relajar el útero no gestante y contraer el útero gestante pueden producir aborto o inducir el parto. Un factor importante desde el punto de vista de residuos tisulares, inocuidad y toxicología, es que la PGF<sub>2</sub> no se almacena en los tejidos, de modo que su permanencia en el organismo es de corta duración. Se ha demostrado una inocuidad adecuada entre la dosis terapéutica y las mínimas tóxicas (Rasby, R. 2000).

La Prostaglandina F<sub>2</sub> $\alpha$  (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. Si se administra un solo tratamiento con PGF, aproximadamente el 70% de las hembras que están ciclando deberían entrar en celo. La palpación rectal de un CL y el tratamiento de las vacas con un CL aparentemente funcional debería aumentar la proporción de los animales que

responden; no obstante, errores en la palpación y en la detección del celo determinan que aproximadamente el 75% de las vacas tratadas sean detectadas en celo. Si esto se multiplica por un índice de concepción del 60% se obtendrá una preñez final del rodeo tratado del 45% en los mejores casos.

Otro 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 (Bó, G., et al. 2002).

Larocca, C., et al. (2005), indica que en estudios utilizando  $PGF2\alpha$  y sus análogos en programas de sincronización de celos, obtuvo 61,3 y 59,0% de tasas de concepción y preñez respectivamente en un ensayo con 77 vaquillonas Holstein.

## **2. 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 (Rodríguez, M. 2003).

<http://es.wikipedia.org>. (2010), reporta que la progesterona (también conocida como P4), es el principal de los progestágenos. Junto con los estrógenos, los progestágenos forman el binomio hormonal femenino por excelencia. Su principal fuente es el ovario (cuerpos lúteos) y la placenta, si bien también pueden sintetizarse en las glándulas adrenales y el hígado. Ambos grupos de hormonas tienen una estructura que se describe como derivada del núcleo ciclopentanoperhidrofenantreno, núcleo del que derivan los esteroides cuya arquitectura molecular es igual a la del colesterol. La progesterona es una de las hormonas sexuales que se desarrollan en la pubertad y en la adolescencia en el sexo femenino, actúa principalmente durante la segunda parte del ciclo estral,

parando los cambios endometriales que inducen los estrógenos y estimulando los cambios madurativos, preparando así al endometrio para la implantación del embrión. Estos efectos también ocurren en la mama. La progesterona también se encarga de engrosar y mantener sujeto al endometrio en el útero: al bajar sus niveles, el endometrio se cae, produciendo la menstruación. Es la hormona responsable del desarrollo de caracteres sexuales secundarios en una mujer, y sirve para mantener el embarazo.

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 (<http://www.sani.com.ar>. 2010).

El empleo de hormonas progestacionales solas se lleva a cabo para producir supresión ovárica durante largo tiempo cuando los estrógenos están contraindicados (Echeverria, J. 2010).

Del mismo modo puede hacerse una mención con respecto a aquellos protocolos combinados de DES (5mg/kg/día) y FSH (10 mg/2-4 días), los cuales tienen un amplio porcentaje de presentación de celo, pero no se traduce en buenos resultados con respecto al porcentaje de preñez (De la Sota, R. 2002).

### **3. Factor liberador de gonadotropinas (GnRH)**

El resultado de inyectar GnRH es inducir la secreción por parte de la hipófisis de las hormonas LH y FSH, provocando el desarrollo y maduración de los folículos, así como la ovulación y luteinización. Las hormonas FSH y LH son liberadas por la hipófisis poco después de la aplicación de GnRH, detectándose los niveles

máximos de estas una y media hora posterior a la inyección intramuscular. La cantidad liberada de gonadotropinas depende de la dosis de GnRH administrada. La dosis de 0.1 mg. de Fertagyl produce una respuesta significativa de LH en la vaca equivalente a la descarga de LH que precede a la ovulación. La dosis que reporta la literatura consultada oscilan entre 0.1 y 0.5 mg (INTERVET. 2009).

La GnRH es un decapeptido secretado por el hipotálamo que regula y estimula la secreción de LH y FSH en la adenohipófisis. Su secreción es pulsátil y esta influida positivamente por el sistema adrenérgico y negativamente por el opioide. Las alteraciones en los picos de su secreción generan una fertilidad más baja y ovulaciones anormales. La progesterona en bajas concentraciones induce su liberación, pero en exposiciones prolongadas, activa un mecanismo de feed back y de esta manera disminuye su secreción y consecuentemente la de LH y FSH, ocasionando un estado anovulatorio.

La GnRH tiene la particularidad de ser sintetizada fácilmente en el laboratorio aplicando métodos de síntesis de péptidos de fase sólida. Asimismo es posible introducir sustituciones de aminoácidos específicos en GnRH sintética diseñando de esta manera agonistas-antagonistas de gran utilidad clínica.

Casi todos ellos contienen una o dos sustituciones en la cadena donde un residuo D-aminoácido hidrofobo reemplaza a la glicina en posición 6 y la N-etilamida reemplaza a la glicina amida en la posición 10. Estos péptidos son mas sensibles a la proteolisis y se unen con mayor afinidad a los receptores específicos y a las proteínas plasmáticas que la GnRH natural indicando una mayor semivida de eliminación y aumento en la potencia (Echeverría, J. 2010).

Está claramente probado, que la administración en forma pulsátil de análogos de GnRH, induce la ovulación en animales y en mujeres en anestro, pero al ser administrados en concentraciones mayores y en forma continuada, el efecto se revierte transformándose en inhibidores de la liberación, con lo cual se prolonga la fase anéstrica.

Esto ha sido reportado en mujeres, motivo por el cual, están siendo actualmente

estudiadas como posible alternativa para generar anestros prolongados. En los protocolos clásicos para superovulación, GnRH se aplica 7-8 días antes de la inyección de PGF2a. Mas recientemente se ha empleado otro protocolo de aplicación conjunta de GnRH y PGF2 $\alpha$  al día cero seguido de una segunda aplicación de GnRH para mejorar la sincronización de la ovulación (De la Sota, R. 2002).

#### **4. Gonadotropina sérica de yegua preñada (PMSG)**

La Gonadotropina sérica de yegua preñada (PMSG), se aísla de las yeguas preñadas y en consecuencia, fue uno de los materiales gonadotrópicos del que primero se dispuso comercialmente.

Esta gonadotropina se secreta en capas endometriales en el útero equino. Tales estructuras están formadas por células trofoblásticas especializadas que invaden el endometrio materno y son de origen fetal y no materno. La PMSG es una gonadotropina con actividad de la hormona FSH y de la hormona LH. En la hembra, la PMSG estimula el crecimiento y maduración de los folículos. En el macho estimula el desarrollo del tejido intersticial del testículo y la espermatogénesis (INTERVET. 2009).

Bó, G., et al. (2002), señala que la utilización de una dosis de Gonadotropina Coriónica Equina (conocida internacionalmente con las siglas eCG o PMSG), al final del tratamiento para estimular el desarrollo folicular en vaquillonas prepúberes, vacas con cría o vacas lecheras en anestros pos parto. La eCG es una glicoproteína de larga vida media que tiene en la vaca un efecto similar a la FSH. Se ha observado un mayor porcentaje de preñez en vacas en anestros pos parto y con condición corporal comprometida o en vacas con menos de 60 días pos parto, cuando se agrega eCG al tratamiento.

Sin embargo, hay otros trabajos que no han encontrado un beneficio en utilizar eCG en vacas pos parto con alto porcentaje de ciclicidad y buena condición corporal. En pruebas de campo trataron 106 vacas con Crestar+eCG+GnRH y se obtuvo un 58,5% de preñez (62/106), mientras que de 49 vacas IATF con eCG



pero sin GnRH resultaron preñadas 25 (51%), sin embargo estas no fueron significativas y habría que hacer nuevas comparaciones con un número mayor de animales para obtener resultados concluyentes.

Con respecto al uso de eCG en vaquillonas, los resultados dependen en gran medida de la condición corporal y de la ciclicidad de los animales. Algunos autores encontraron diferencias significativas a favor de utilizar eCG en vaquillonas cruza mientras que otros no han encontrado diferencias en vaquillonas británicas. La utilización de eCG es especialmente útil en rodeos donde, el porcentaje de anestro es alto. No obstante, el porcentaje de vacas cíclicas en el rodeo y la condición corporal de los animales siempre condicionan los resultados de preñez.

Además, señala que la utilización de eCG al momento de la remoción de dispositivos con P4 para sincronizar el celo de animales en anestro, aumentó el porcentaje de ciclicidad y los porcentajes de preñez en vacas con estrés nutricional, pero, si la causa del anestro está asociada solamente al efecto del amamantamiento y no al amamantamiento sumado a un estrés nutricional, la adición de eCG no aumenta el porcentaje de preñez.

## **5. Gonadotropina coriónica humana o HCG**

La HCG es una gonadotropina que se excreta en la orina de la mujer gestante. La gonadotropina coriónica humana tiene funciones similares a la LH. Al igual que la PMSG, es una fuente comercial disponible de actividad luteinizante, por tanto, se usa como tratamiento de quistes ováricos en vacas lecheras e incluso en muchas otras situaciones para inducir ovulación (INTERVET. 2009).

## **6. Benzoato de estradiol**

El Benzoato de Estradiol es un derivado sintético del  $17\beta$  Estradiol, hormona esteroidea sintetizada por el folículo ovárico desarrollada para optimizar los resultados reproductivos de los tratamientos con progestágenos en bovinos.

El uso de Benzoato de Estradiol al momento de la aplicación del progestágeno (considerado este como día 0), provoca una nueva onda folicular; la aplicación del Benzoato de Estradiol a la extracción del progestágeno induce un pico preovulatorio de LH a través del feed back positivo del estradiol sobre el GnRH y LH lo que resulta en una alta sincronía de ovulaciones. Su empleo se recomienda en anestro posparto, celo silencioso y como sincronizador del celo (<http://www.sani.com.ar>. 2010).

Las dosis a utilizar dependen del uso que se destine, así:

- Anestro posparto: administrar 1 mg de benzoato de estradiol después del progestágeno.
- Celo silencioso: administrar 2mg de benzoato de estradiol antes del progestágeno.
- Sincronización de celo: administrar 2 mg de benzoato de estradiol antes del progestágeno y 1 mg luego, después del progestágeno.

## **7. Cipionato de Estradiol**

<http://www.sani.com.ar>. (2010), sostiene que el Cipionato de Estradiol (CPE), es un derivado semisintético de acción prolongada del 17 Beta Estradiol, hormona esteroidea sintetizada por el folículo ovárico, desarrollada para optimizar los resultados de los tratamientos con progestágenos en bovinos.

En protocolos de sincronización con IATF de novillas y vacas de 1er parto de tipo racial cebuino se reemplazó en el día 8 el benzoato de estradiol por el cipionato de estradiol, con muy buenos resultados en porcentajes de preñez (60 al 70 %). Se emplea en dosis 1 mg/animal (corresponde administrar 0.5 mg), por vía intramuscular como:

- Complemento en la inducción y sincronización de celos con progestágenos en bovinos.
- Complemento en la inducción y sincronización de celos con prostaglandinas y GnRH.
- Complemento en el tratamiento del anestro posparto en bovinos

Uslenghi, G., et al. (2010), reporta que el cipionato de estradiol (CPE), ha sido utilizado para reemplazar al benzoato de estradiol (BE), administrado vía IM 24 h después de retirado el dispositivo intravaginal con progesterona (DISP), sin afectar los porcentajes de preñez.

Callejas, S., et al. (2010), señala que en trabajos realizados con el uso del Cipionato de Estradiol (CPE), administrado 24 horas después del retiro de un dispositivo intravaginal (DIB), provocó una mejora numérica en el porcentaje de preñez comparado con la administración de Benzoato de Estradiol (60,5% vs. 47,9%).

## 8. Nombres comerciales

AGROCOR (2005), señala que en el mercado existen diferentes productos para llevar a cabo la sincronización del ciclo estral. Los más comúnmente usados son los análogos sintéticos, los ismos que se reportan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. NOMBRES COMERCIALES, VIAS DE ADMINISTRACION, PRINCIPIO ACTIVO Y DOSIS DE ALGUNAS HORMONAS UTILIZADAS PARA LA SINCRONIZACION DEL ESTRO EN VACAS.

Nombre comercial	Aplicación	Principio activo	Dosis
Prostaglandinas			
Lutalyse	Intramuscular	Dinoprost Trometamina	25mg (5cc)
Iliren	Intramuscular Intravenosa subcutánea	Tiaprost-trometamol	750mcg (5cc)
Prosolvin	Intramuscular	Luprostiol	15mg (2cc)
Prostal	Intramuscular	Cloprostenol	15mg (2cc)
Estrumate	Intramuscular	Dinoprost Trometamina	500mg (2cc)
Progestágenos			

Syncro-Mate B	Implante en oreja	Norgestomet	6mg
	Intramuscular	Norgestomet/estradiol	3mg/5mg
Crestar	Implante en oreja	Norgestomet	3mg
	Intramuscular	Norgestomet/valerato de estradiol	3mg/5mg
MGA	Oral	Acetato de melengestrol	0.5mg/vaca/día 14días
Gonadotropinas (GnRH)			
Conceptal	Intramuscular	Buserelina	2cc
	Intravenosa		
Fertagyl	Intramuscular	Gonadorelina	1 – 2cc
	Intravenosa		
Factrel	Intramuscular	Buserelina	2cc
	Intravenosa		
Cystorelin	Intramuscular	Gonadorelina	2cc
	Intravenosa		
Gonadotropina no hipofisaria (PMSG)			
Foligon	Intramuscular	Gonadotropina serica	500 – 1000 UI

Fuente: Rodríguez, M. (2003).

## F. PROGRAMAS DE SINCRONIZACIÓN DE CELOS Y OVULACIONES

Hay varios programas y métodos tradicionales disponibles para sincronizar estro en las hembras. Se han diseñado métodos que imitan o controlan el cuerpo lúteo en el ovario. Actualmente también se han diseñado nuevos métodos para controlar la ovulación y/o las olas foliculares que ocurren en el ovario durante los 21 días del ciclo estral (Rasby, R. 2000).

### 1. Programa de reproducción controlada

El Programa de reproducción controlada se basa en la aplicación de dos dosis de Prostaglandinas F2 $\alpha$  (PGF), 14 días aparte. La primera PGF debe ser aplicada 14 días antes de finalizado el período de espera voluntario. Luego de esta primera inyección ninguna vaca es IA, aunque hasta un 50% de las vacas puede mostrar celo. Se recomienda que si luego de la segunda inyección de PGF no se detecta celo, se debe aplicar una tercera dosis 14 días más tarde. Si luego de esta tercera inyección no se detecta celo evidente se realiza inseminación artificial a tiempo

fija (IATF), 72 - 80 horas posteriores a la PGF (Bussi, P. 2010)

## **2. Programa de reproducción controlada modificado**

Este programa fue diseñado para forzar a la mayoría de las vacas a una fase luteal temprana mediante una inyección pre-sincronizadora de Prostaglandinas  $F2\alpha$  (PGF), 14 días antes de la administración de gonadotropinas (GnRH). Esta GnRH es administrada 7 días antes de la segunda inyección de PGF. La GnRH altera el crecimiento folicular induciendo la ovulación del folículo dominante formando un cuerpo lúteo (CL), nuevo o adicional. Así un nuevo grupo de folículos emerge de los ovarios 1 o 2 días después de la administración de la primera inyección de GnRH, de este grupo de folículos emerge un nuevo folículo dominante, que madura y ovula después que el estro sea inducido por la PGF. Luego de la inyección de PGF se puede inseminar a celo detectado o realizar una IATF 72 - 80 horas posteriores a la PGF (Bussi, P. 2010).

## **3. Método Select-Synch**

El programa consiste en administrar una inyección de GnRH, en el día 0, siguiendo con una inyección de prostaglandina a los 7 días. A pesar de que algunas vacas van a presentar celo el mismo día que reciben la prostaglandina, la etapa pico del celo se presentará 2 a 3 días después de la inyección de prostaglandina. Se debe observar a los animales el celo por 5 días y se inseminan de 8 a 12 horas después de detectado el celo. La inyección de GnRH produce ovulación de un folículo dominante y formación de un cuerpo lúteo nuevo. La GnRH también comienza el desarrollo de una nueva ola folicular. Por consiguiente, todas las hembras en el grupo tienen folículos crecientes en la misma fase de desarrollo. La inyección de prostaglandina produce la regresión del cuerpo lúteo que es resultado de la inyección de GnRH que comienza el proceso que conlleva a la ovulación. El beneficio de la primera inyección de GnRH para sincronizar crecimiento folicular es bueno en vacas pero menos en novillas, esto explica el éxito restringido de este método en ellas. La respuesta de estros y porcentajes sobre la tasa de preñez varían considerablemente de un hato a otro dependiendo del número de vacas cíclicas al inicio del tratamiento, además de

muchos otros factores. Sin embargo, con más de 500 animales tratados en 7 hatos diferentes el sistema de Synch-selecto ha promediado en general un 70% en cuanto a la respuesta de estros y aproximadamente 50% con respecto a la tasa de preñez (De Jarnette, M. 2002).

#### **4. Método Ov-Synch**

Fernández, A. (2003), manifiesta que la propuesta básica de este método consiste en lograr sincronizar eficientemente una onda folicular para llevarla a la ovulación en un momento esperado, permitiendo inseminar los animales aún sin presencia de celo evidente, ya que lo que interesa es tener un óvulo en el útero y no un celo en el animal. El protocolo de este método es: día 0: GnRH, día 7: PGF2a; día 9: GnRH, I.A. a tiempo fijo 18-24 horas más tarde.

Peralta, R., et al. (2000), indica que el método ovsynch, se usa menos en rodeos de cría. Los resultados esperables con este tratamiento dependen en gran medida de la ciclicidad de los vientres. En hembras cíclicas es de esperar un 60 a 75% de preñez, en tanto que en vientres acíclicos la respuesta cae prácticamente a la mitad (30 a 35% de preñez).

Bó, G., et al. (2002), señala que los protocolos de sincronización de la ovulación utilizando GnRH se han popularizado con el nombre de Ovsynch. La IATF 15 a 24 horas después de la segunda GnRH ha resultado en una fertilidad aceptable en vacas. Por el contrario, los resultados en vaquillonas han sido significativamente mas bajos que los resultados en vaquillonas IA a las 12 horas pos celo. En rodeos de cría los resultados han sido muy variables, sobre todo debido a los bajos porcentajes de concepción que se obtienen en vacas en anestro.

#### **5. Método Co-Synch**

El Co-Synch involucra la administración de GnRH en el día 0, prostaglandina a los 7 días y una segunda inyección de GnRH en el día 9 (48 horas después de la inyección de la prostaglandina). Este sistema es similar al de OV-Synch solo que la inseminación artificial se realiza al mismo tiempo en que se aplica la segunda

inyección de GnRH. Los recientes experimentos en Virginia y Colorado indican una tasa de preñez de 35 a 50 % utilizando este método, sin embargo puede haber un incremento del 5 al 10 %, administrando la segunda dosis de GnRH 64 horas después de inyectada la prostaglandina (Hall, J. 2010).

## **6. Método Co-Synch con progestágeno**

Es uno de los métodos más eficaces para sincronizar vacas de carne del post-parto sin descubrimiento de celo. Datos preliminares han indicado tasas de preñez de hasta el 68% en vacas que amamantan.

El programa general es similar a Co-Synch, solo que el implante se inserta cuando la primera inyección de GnRH se administra. El implante de progestágeno se retira en el momento en que se inyecta la prostaglandina. El progestágeno impide a las vacas presentar celo entre la administración de GnRH y prostaglandina. Una cierta ventaja es que vacas que están en el anestro antes del programa comenzarán sus ciclos estrales brevemente después del levantamiento del implante (Lamb, G. 2010).

## **7. Progestágenos y estrógenos**

Bó, G., et al. (2002), señalan que una de las alternativas para sincronizar el desarrollo folicular es la utilización de dosis farmacológicas de estrógenos y progestágenos para que, a través de la inhibición de las gonadotropinas circulantes, induzcan la atresia de los folículos en crecimiento y resulte, de esta manera, en el desarrollo de una nueva onda folicular. En una serie de experimentos demostraron que el tratamiento con progestágenos (P4) y estradiol-17 $\beta$  (E-17 $\beta$ ), o benzoato de estradiol (BE), administrados en cualquier momento del ciclo estral, inducen el crecimiento sincrónico de una nueva onda folicular, aproximadamente 4 días después.

El tratamiento con dispositivos intravaginales CIDR-B (dispositivo liberador de progesterona), combinados con E-17 $\beta$  y P4, administrados por vía intramuscular (im), resultó en el comienzo sincrónico de una nueva onda folicular 3 a 5 días

después, dando como resultado que todas las vaquillonas tuvieran un folículo dominante en la fase de crecimiento en el momento de la remoción del CIDR-B en el Día 7. En otros trabajos también se observó que para tener mayores índices de preñez en programas de IATF había que inducir la ovulación utilizando una segunda dosis de estradiol (E-17 $\beta$ ).

## **8. Progestágenos combinados con benzoato y valerato de estradiol**

Rodríguez, M. (2003), sostiene que todos los animales pueden ser tratados con este método y van a responder al mismo tiempo, independientemente de su estado en el ciclo al inicio del programa. El programa involucra tres etapas:

- Etapa 1: En el día cero, cada vaca es implantada subcutáneamente en la base de la oreja con una progesterona sintética llamada norgestomet. La liberación continua de norgestomet a través del implante ejerce un efecto inhibitorio en el descargo de LH y FSH por lo que mantiene la supresión del celo e impide la ovulación. El implante se pone hipodérmicamente en la espalda de la oreja. Antes de insertarlo, es de utilidad sujetar el pelo en la parte de atrás de la oreja y desinfectar el sitio del implante.
- Etapa 2: Al mismo tiempo que las vacas son implantadas con norgestomet, se les aplica una inyección intramuscular que contiene una combinación de las hormonas valerato de estradiol y norgestomet. El valerato de estradiol produce la involución del cuerpo lúteo en cualquier animal que se encuentre en la fase luteal al momento de la inyección. Al mismo tiempo norgestomet suprime el celo y la ovulación mediante la inhibición hipofisaria, durante un período de 9 días se detienen los ciclos.
- Etapa 3: El implante es removido el día 9. Una vez removido los animales comienzan a liberar hormonas que estimulan crecimiento folicular y secreción de estrógenos. Aquellas vacas que respondan a este método van a presentar celo entre 36 a 48 horas después de retirado el implante. Si se desea inseminar todas las vacas de una vez, hacerlo 48 a 56 horas después de removido. Si no, se inseminan aproximadamente 12 horas después de que el animal haya sido observado en celo.



Otra alternativa de inducción de la ovulación es utilizar 0,5 a 1 mg de Benzoato de Estradiol (EB), a las 24 horas de retirado los implantes de Syncro-Mate B (SMB), e IATF entre las 50 y 52 horas pos retiro, pudiendo considerarse que la preñez promedio es del 42% con tratamientos de SMB 9 días más EB a las 24 horas de retirado e IATF a las 50 horas (Bussi, P. 2010).

Larocca, C., et al. (2005), indican que el progestágeno norgestomet ha sido utilizado ampliamente para sincronizar estros en vaquillonas. En la mayor parte de las comunicaciones, alrededor de un 90% de las hembras tratadas presentaron estro por un tiempo después de la remoción del implante. A pesar de eso, la fertilidad obtenida fue variable, con porcentajes de preñez entre el 33 y el 68 %.

#### **9. Progestágenos combinados con Gonadotropina sérica de yegua preñada (PMSG)**

El Norgestomet en combinación con Gonadotropina sérica de yegua preñada (PMSG), al final del tratamiento para estimular el desarrollo folicular fue estudiado para ser utilizada en vaquillonas, vacas con cría o vacas lecheras en lactancia. Con este tratamiento el grado de ciclicidad de los animales influye drásticamente sobre el porcentaje de preñez final, siendo aproximadamente un 60% en vacas cíclicas y un 40% en vacas en anestro. Al utilizar 300 UI en vaquillonas y 400 UI en vacas, en ambos casos la inyección de PMSG se aplicó al momento de retirar el implante y se IATF a las 48 horas. El porcentaje de preñez promedio obtenido fue del 50,19 y 50,12% para vaquillonas y vacas respectivamente (Bussi, P. 2010).

Rodríguez, M. (2003), señala que en vacas lecheras se ha recomendado la administración de gonadotropina sérica de yegua preñada (PMSG), al retirar el implante, para reforzar el efecto gonadotrópico, estimulando la maduración folicular, el celo y la ovulación. Para la aplicación en novillas de carne se ha recomendado aplicar una inyección de PMSG al retirar el implante, debido a que es frecuente que estos animales se encuentren en anestro, realizando una sola inseminación 48 horas más tarde. Además recomienda la aplicación de prostaglandinas (PGF), 48 horas antes de retirar el implante para mejorar tanto la

sincronización como la fertilidad.

#### **10. Progestágenos asociados con Benzoato de estradiol y prostaglandinas**

Brogliatti. G. (2003), señala que en datos obtenidos de inseminaciones realizadas en las provincias de Chaco, norte y sur de Santa Fe, oeste de Buenos Aires, norte y sur de Córdoba (Argentina), con un total de 3.250 vacas inseminadas utilizando distintos protocolos de sincronización de celos. Encontró que el tratamiento más utilizado fue la inserción de un dispositivo intravaginal de progesterona y la inyección de 2 mg de Benzoato de Estradiol en el día 0, remoción del dispositivo el día 7 u 8 junto con la aplicación de la prostaglandina.

La aplicación de 1 mg de Benzoato de Estradiol el día previo a la IATF y la inseminación sistemática a la totalidad de las vacas sin detección de celo entre las 48 y 56 horas después de la remoción del dispositivo intravaginal. Los resultados obtenidos variaron entre el 45 % y el 65 % sobre el total de las vacas tratadas con cuatro encierres.

No existieron diferencias significativas en el día de la remoción del dispositivo intravaginal en el día 7 u 8 (65 % versus 63 % de preñez sobre un total de 530 vacas), de esta forma permite iniciar a la totalidad de los animales y luego separar dos tropas para la IATF.

#### **11. Progestágenos sintéticos asociados con benzoato de estradiol y PMSG**

Fernández, A. (2003), reporta que este método de inducción y sincronización de celos se basa en la aplicación de dispositivos liberadores de progestágenos o progesterona, los cuales se mantienen durante un período de 9 a 10 días y al retirarlos los animales presentan celo entre las 36 y 48 horas siguientes. La progesterona tiene como misión producir un bloqueo del hipotálamo, de manera que impedirá, independientemente de la existencia de un cuerpo lúteo, que se produzcan ovulaciones mientras que los animales conserven el dispositivo. Además provoca una repleción de gonadotrofinas hipofisarias que se liberan bruscamente al retirarlo. De este modo, se minimiza la acción de un cuerpo lúteo

durante 9-10 días, tiempo muy similar a la duración del cuerpo lúteo del ciclo.

El estrógeno (benzoato de estradiol), se aplica el primero o segundo día del tratamiento y tiene como misión producir la regresión de un posible cuerpo lúteo en formación (los estrógenos son potentes agentes antiluteotróficos en los primeros días del ciclo) y al mismo tiempo, provoca la atresia del folículo dominante de la onda de desarrollo folicular en curso e induce una nueva onda folicular entre 4 y 5 días más tarde.

Este es el principal motivo que explica la sincronización tan perfecta que se obtiene mediante estos tratamientos, ya que se consigue manipular las ondas de desarrollo folicular de manera que en todos los animales tratados se inicia una nueva onda prácticamente el mismo día.

Así, al retirar la fuente de progesterona el día 9-10 del tratamiento, el folículo dominante de la onda que se inició a los 5 días de iniciado el mismo se encuentra siempre en una fase óptima de desarrollo folicular (día 4-5 de la fase de crecimiento) y la ovulación se producirá de un modo casi simultáneo en todos los animales alrededor de las 60 horas de retirar el dispositivo permitiendo entonces realizar inseminación a tiempo fijo sin control de celos. Esta metodología puede ser aplicada a todo tipo de animales (cíclicos y en anestro, en fase folicular o luteínica), permitiendo inseminar los animales a tiempo prefijado con total independencia de la detección de celos.

## **12. Acetato de melengestrol (MGA) y prostaglandina (PGF)**

Utilizado típicamente en novillas, el MGA es una progesterona sintética activa vía oral que ha sido utilizado con éxito para suprimir la presencia de celo. La investigación ha demostrado que alimentar con MGA por 14 días a razón de 0.5 mg/cabeza/día, retirarlo, y luego inyectar prostaglandinas 16 a 18 días después va a producir la involución del cuerpo lúteo, entrando la mayoría de novillas en celo en un período de 5 días. Hay que tener presente que la mayoría de las hembras van a presentar esto 2 a 5 días después de retirar el MGA. Sin embargo, este celo es sub-fértil y las hembras no deberían ser inseminadas en este momento.

La mayoría de las hembras tendrán un cuerpo lúteo maduro de 16 a 18 días post-celo sub-fértil de ahí la razón de inyectar prostaglandinas en este período. La mayoría de novillas presentarán celo 48 a 72 horas después de la inyección de prostaglandina; este celo si es fértil por lo que se inseminarán 12 horas después de observado el estro. La ventaja de este sistema es que el ganado solo debe ser maniobrado una vez, además del momento de la inseminación. La investigación indica que este método estimula la ciclicidad en animales en anestro. El cuidado que se debe tener es el asegurarse que todas las hembras consuman la dosis de MGA diariamente durante los 14 días de tratamiento (Rodríguez, M. 2003).

#### **H. INVESTIGACIONES REALIZADAS DE LA SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO CON PRODUCTOS HORMONALES EN EL ECUADOR**

Cazco, M. (2001), en la parroquia Matus del cantón Penipe, provincia de Chimborazo estudió la sincronización de la ovulación de vacas Holstein Mestizas, con la utilización de GnRH+PGF $2\alpha$ +GnRH (Ovsynch), que consiste en aplicar GnRH el día uno, 7 días después PGF $2\alpha$ , 2 días después GnRH e inseminar a las vacas de 16 a 20 horas después y GnRH+PGF $2\alpha$ , luego proceder a la detección de calores y realizar la inseminación, para lo cual utilizó 6 vacas por tratamiento.

Los resultados obtenidos determinaron que con la aplicación de los dos tratamientos, el 100 % de las vacas presentaron signos característicos de estro, el tiempo promedio de presentación del estro fue de  $53.83\pm 0.60$  horas para el tratamiento 1, mientras con el tratamiento 2 fue de  $58.50\pm 1.36$  horas, a la primera inseminación se determinó el 83.33% de concepción y 100 % de fertilidad cuando se aplicó GnRH+PGF $2\alpha$ +GnRH, en cambio que con el uso de GnRH+PGF $2\alpha$  fue del 66.66 y 83.33 %, respectivamente.

Narváz, D. (2002), en la Unidad de Producción 9 "Patria", perteneciente a la Brigada de Fuerzas Especiales N° 1 "Patria", ubicada en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, a una altitud de 2770 m.s.n.m., evaluó la inducción del

estro de vacas Holstein Mestizas, con la utilización de HCG+PGF2 $\alpha$ +HCG que consiste en aplicar HCG el día uno, 7 días después PGF2 $\alpha$ , 2 días después HCG e inseminar a las vacas de 16 a 20 horas después y HCG+PGF2 $\alpha$ , aplicado de la siguiente manera HCG el día 1, el día 7 se inyectará PGF2 $\alpha$ , luego proceder a la detección de calores y realizar la inseminación, utilizándose 10 vacas por tratamiento, determinándose que con la aplicación de HCG + PGF2 $\alpha$  + HCG, se registró un mayor número de vacas con los signos característicos de estro que cuando se empleo la HCG + PGF2 $\alpha$  (80 % frente al 70 %), con un 60 % de concepción a la primera inseminación y 80 % de fertilidad, no así con el empleo de la HCG + PGF2 $\alpha$  que fue del 50 % de concepción y 70 % de fertilidad.

Pruna, E. (2002), en las instalaciones del Instituto Tecnológico Intercultural Bilingüe salesiano (ITFIBS), del cantón Morona, estudió dos tratamientos para la sincronización de la ovulación, el primero con la aplicación de GnRH+PGF2 $\alpha$ +GnRH y el segundo HCG+PGF2 $\alpha$ +HCG (HCG: Gonadotropina coriónica humana), que fueron aplicados de la siguiente manera: las gonadotropinas el día uno, 7 días después la PGF2 $\alpha$ , 2 días después la segunda inyección de las gonadotropinas e inseminar a las vacas a las 24 horas después, utilizándose 8 vacas por tratamiento.

Los resultados obtenidos determinaron que la condición anatómica de los ovarios, no afectaron los índices de concepción y fertilidad de las vacas, por cuanto en los animales del grupo 2 observó un porcentaje considerable de ovarios pequeños tanto el izquierdo (37.5 %), como en el derecho (12.5 %). Al utilizar el tratamiento HCG + PGF2 $\alpha$  + HCG alcanzó a la primera inseminación el 75.0% de concepción, con una tasa de fertilidad del 87.5 %, valor que difiere estadísticamente con la registrada al utilizar GnRH+PGF2 $\alpha$ +GnRH, cuyo porcentaje fue menor (62.5 %).

Andino, P. (2003), en la Hacienda "La Laguna", ubicada en la Parroquia Quimiag, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo, a 3230 msnm, evaluó la sincronización del desarrollo folicular y la ovulación en programas de inseminación artificial a tiempo fijo en vacas Brown swiss, utilizándose HCG+PGF2 $\alpha$ +E2, que consiste en aplicar HCG el día uno, el día 7 PGF2 $\alpha$ , el día

9 HCG e inseminar a las 30 horas y GnRH+PGF2 $\alpha$ +HCG, aplicado el día 1 la GnRH, el día 7 la PGF2 $\alpha$ , el día 9 la HCG e inseminar a las 30 horas, encontrando que la aplicación del tratamiento hormonal HCG + PGF2 $\alpha$  + E2, permitió sincronizar el estro en el 100% de las vacas, consiguiéndose el 50% de concepción a la primera inseminación, 66.67% de fertilidad, 2.25 servicios/concepción y un costo vaca gestante de 31.69 dólares, en tanto que la aplicación de GnRH+PGF2 $\alpha$ +HCG, arrojó mejores resultados, 66.67% de concepción a la primera inseminación, 100% de fertilidad, 1.33 servicios/concepción.

Ricaurte, R. (2008), evaluó la inducción y sincronización del celo en hembras Holstein Mestizas primíparas y multíparas a base de dos tratamientos hormonales (PGF2a+PGF2a y PGF2+GnRH), aplicados los días 0 y 7, e inseminadas a las 55 y 65 horas posteriores, en seis vacas de 4.33 años y 6 vaconas de 1.33 años de edad.

Determinando que las hembras primíparas presentaron índices más bajos que las multíparas, aunque sus diferencias son únicamente numéricas, con mayor repetición de celos (50.00% frente a 33.33%), mayor número de servicios/concepción (1.50 frente a 1.33) y se reduce la tasa de concepción (66.67 frente al 100 %). La condición corporal presentó valores entre 3.08 y 4.0 puntos al inicio y de 3.0 a 3.5 al final del trabajo. La aplicación de PGF2a presentan mejores respuestas numéricas con mayor presentación de celo post-tratamiento (66.67 %), menor repitencia del celo (16.67 %) y menor número de servicios por concepción (1.17 frente a 1.67), para alcanzar una concepción del 83.83 %, en ambos casos. Los costos por vaca por gestante es más elevado en hembras primíparas (41.20 y 43.90 dólares), que en vacas multíparas (24.17 dólares/animal).

## **VI. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **A. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO**

La presente investigación se realizó en la propiedad del Sr. Manuel Paredes ubicada en la parroquia Ilapo, cantón Guano, provincia de Chimborazo. Las condiciones meteorológicas imperantes en la zona se detallan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.

Parámetro	Promedio
Temperatura, °C	8.00
Humedad relativa, %	70.0
Precipitación, mm/año	500.0
Heliofanía, Horas luz/año	159.7

Fuente: Estación Agrometeorológica de la ESPOCH (2012).

El trabajo experimental tuvo una duración de 60 días, durante los cuales se realizó la sincronización de la ovulación, la inseminación a tiempo fijo (IATF), y se evaluó la presencia de vaconas gestantes.

### **B. UNIDADES EXPERIMENTALES**

En el trabajo se utilizaron 10 vaconas Holstein, distribuidas en dos tratamientos experimentales (5 en cada uno), tomando en cuenta como factor de selección su condición corporal (C.C.), con un mínimo de 2,5 a 3 puntos en la escala de 1 a 5, y que estuvieron ciclando normalmente. El tamaño de la unidad experimental fue de un animal.

### **C. MATERIALES Y EQUIPOS**

Los materiales, equipos e instalaciones que se emplearon en el desarrollo de la presente investigación fueron:

## **1. Materiales para sincronización de la ovulación**

- 10 vacas Holstein
- 5 dispositivos CIDR-B con 1,38 g de progesterona (Farmacia de Nueva Zelanda)
- 5 dispositivos DIB con 1 g de progesterona (Syntex de Argentina).
- 20 dosis de un análogo de Prostaglandina (D + Cloprostenol).
- 30 dosis de Benzoato de Estradiol. (Syntex)
- Agua.
- Jabón.
- Jeringuillas.
- Agujas descartables.
- Papel higiénico.

## **2. Materiales para la inseminación artificial**

- Termo de nitrógeno.
- Termo de descongelamiento.
- Pistola de inseminación artificial.
- Pajuelas de semen.
- Guantes ginecológicos descartables.
- Corta pajuelas.
- Termómetro.

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

- Guantes ginecológicos descartables.
- Agua.
- Jabón.

## **4. Materiales de campo**

- Vehículo.
- Ropa de trabajo (overol, botas de caucho).



- Hembras mestizas.
- Registros.

#### **D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se evaluó la sincronización de la ovulación en vacas Holstein en base al implante de dos tipos de dispositivos hormonales (DIB y CIDR-B), e inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), por lo que se contó con dos tratamientos experimentales y cada uno con 5 repeticiones, distribuyéndose las unidades experimentales bajo un diseño completamente al azar (DCA).

El esquema del experimento empleado se reporta en el Cuadro 4.

Cuadro 4. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tratamientos	Repeticiones	T.U.E.	Nº animales/tratamiento
DIB	5	1	5
CIDR-B	5	1	5
Total vacas Holstein			10

T.U.E.: Tamaño de la Unidad experimental, una vaca Holstein.

#### **E. MEDICIONES EXPERIMENTALES**

Las variables experimentales que se evaluaron fueron las siguientes:

- Peso inicial, kg
- Peso final, kg
- Ganancia de peso, kg
- Condición corporal inicial, 5 puntos
- Condición corporal final, 5 puntos
- Presentación de celo, Nº
- Tiempo en la presentación del celo después del implante, días.
- Porcentaje de concepción, %
- Costo/animal gestante, dólares

## **F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Los resultados experimentales fueron sometidos a las siguientes pruebas estadísticas:

- Medidas de tendencia central (medias) y de dispersión (desviación estándar), para expresar los datos obtenidos para evaluar la efectividad de los productos en el tiempo en la presentación del celo.
- Prueba de Chi cuadrado ( $X^2$ ) para establecer si existe o no diferencias estadísticas entre tratamientos, en las variables vaconas gestantes y vaconas vacías después de la Inseminación, así como para los porcentajes de concepción; y.
- Prueba de t`student con observaciones pareadas considerándose varianzas desiguales, para comparar los pesos y las calificaciones asignadas a la condición corporal tanto inicial como final.

## **G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

### **1. De campo**

Al inicio de la investigación se realizó una selección de los animales en base a registros reproductivos existentes, así como también fueron sometidas a un chequeo ginecológico para determinar el estado fisiológico de los ovarios, luego se escogieron aquellas vaconas que reunían las siguientes particularidades:

- Que no presenten anomalías, ni enfermedades en el tracto genital.
- Que presenten estructuras indicadoras de funcionalidad ovárica
- Que sean representativas de la raza Holstein.

De las vaconas que reunían las características anteriormente mencionadas se seleccionaron 10 animales y se asignaron aleatoriamente para la aplicación de los

tratamientos hormonales, de la siguiente manera:

T1: El día 0 se colocó el implante hormonal CIDR y DIB más 2 mg de Benzoato de estradiol (Syntex), el día 7 se retiró el implante y aplicó 2 mg de PGF<sub>2</sub>α (D + Cloprostenol), el día 8 se inyectó 1 mg de Benzoato de estradiol (Syntex), y el día 9 se realizó la Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).

Para la inseminación artificial se utilizó material seminal de toros americanos, para lo cual se procedió a preparar la pajuela, y luego de localizar el cuello del útero por medio de la palpación rectal, proceder a introducir el catéter y descargar el semen en el primer tercio del cuerpo del útero, con la ayuda del equipo de inseminación artificial para bovinos. Pasado un período de 60 días después de las inseminaciones, se realizó la detección de preñez por medio de palpación rectal.

## **2. Programa sanitario**

Con relación al manejo sanitario, las vaconas previo a la aplicación de los tratamientos hormonales fueron inmunizadas contra la fiebre aftosa, también se efectuó una desparasitación interna con Doracmetina, en tanto que la desparasitación externa se realizó con Nuvan mediante baños de aspersión en la relación de un ml/litro de agua.

## **H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN**

### **1. Pesos inicial y final, kg**

El registro de los pesos tanto el inicial como a los 60 días posteriores, se realizaron por medio de la cinta bovinométrica, con la cual se midió el perímetro torácico y se transformó a su equivalencia en Kg.

### **2. Condición corporal inicial y final, puntos**

La condición corporal se estimó mediante el enunciado de Fertig, M. y Luchetti, D. (2005), quienes establecen una escala que va de 1 a 5 puntos, siendo 1 el valor correspondiente a una vaca extremadamente delgada y 5 el correspondiente a una vaca extremadamente gorda.

**3. Porcentaje de concepción, %**

Se estableció en función del número de hembras preñadas sobre el número de hembras servidas por 100.

**4. Costo/animal gestante, dólares**

Los costos por hembra gestante se determinaron en función de los egresos e ingresos que se realicen, tomando en cuenta las aplicaciones de los dispositivos intravaginales, las hormonas, sus materiales utilizados, la inseminación artificial y relacionándolas con el número de vacas preñadas (% concepción).

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos por efecto de la sincronización de la ovulación en vacas Holstein con la aplicación de implantes hormonales se reportan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. COMPORTAMIENTO DE VACONAS HOLSTEIN POR EFECTO DE LA SINCRONIZACIÓN DE LA OVULACIÓN CON EL EMPLEO DE LOS DISPOSITIVOS DIB Y CIDR.

Parámetros	Dispositivos hormonales				Tcal.	Prob.
	DIB		CIDR			
	Media	D.Est.	Media	D.Est.		
Peso inicial, kg	342,00 ±	10,95	342,00 ±	16,43	0,000	0,500
Peso final, kg	368,00 ±	21,68	359,00 ±	18,17	0,732	0,252
Ganancia de peso, kg	26,00 ±	11,40	17,00 ±	8,37	1,152	0,157
Condición corporal inicial	2,520 ±	0,23	2,480 ±	0,26	0,279	0,397
Condición corporal final	2,780 ±	0,228	2,740 ±	0,29	0,255	0,406
Presentación celo, horas	49,20 ±	7,56	31,50 ±	6,61	3,743	0,004

D.Est.: Desviación estándar.

Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas.

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas.

Fuente: Paredes, M. (2013).

## A. PESOS

Al inicio del trabajo las vaconas Holstein presentaron un peso promedio de  $342.00 \pm 13.17$  kg, por cuanto estas fluctuaron entre 330 y 370 kg, por lo que se encontró medias similares en ambos grupos de vaconas (342.00 kg), pero con diferente desviación estándar, es decir que existió una variabilidad de 10.95 y 16.43 kg, en las vaconas que se utilizaron los dispositivos hormonales DIB y CIDR, respectivamente, estos pesos confirman lo señalado en <http://www.infocarne.com>. (2010), donde se reporta que el peso adecuado, para que se efectúe la monta directa o la inseminación artificial en las vaquillas y pueda quedar gestante, es del 55% de su peso vivo como adulto, en el caso de vacas de la raza Holstein, el peso adecuado debe ser de aproximadamente 340 kg, considerándose por tanto que las vaconas utilizadas se encontraban aptas para iniciar su vida reproductiva.

A los 60 días posteriores de iniciado el proceso de sincronización de la ovulación con los dispositivos DIB y CIDR, los pesos de las vaconas no fueron estadísticamente diferentes ( $P > 0.05$ ), aunque numéricamente se observó que los animales en los que se implantó el DIB presentaron un peso corporal ligeramente superior a que aquellas en las que se empleo el CIDR, por cuanto los pesos finales determinados fueron de  $368.00 \pm 21.68$  y  $359.00 \pm 18.17$ , respectivamente (Gráfico 3), estos resultados demuestran que las vaconas siguieron teniendo un crecimiento y desarrollo satisfactorio, condiciones que según Almeyda, J. y Parreño, J. (2011), son necesarias para lograr en los plazos previstos para que las vaquillas sirvan de reposición o de reemplazo de las vacas que son eliminadas o descartadas en el establo y de esta manera garantizar la estabilidad poblacional del hato; incluso con la posibilidad de incorporar un mayor número de vientres e incrementar la población de vacas en el establo con lo cual se logra una mayor capitalización de la empresa ganadera:

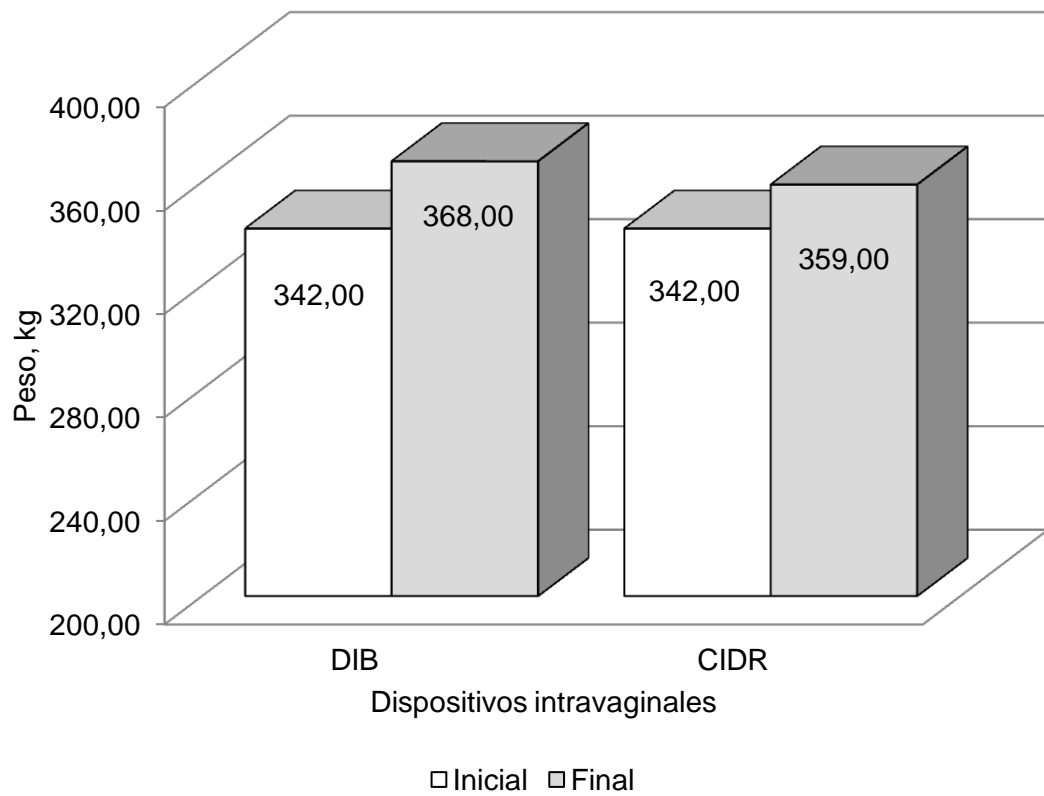


Gráfico 3. Pesos (kg), de las vacas Holstein sometidas a la sincronización de la ovulación con el empleo de los dispositivos DIB y CIDR.

## **B. GANANCIAS DE PESO**

Las ganancias de peso durante los 60 días de evaluación de las vaconas Holstein en las que se aplicaron los dispositivos hormonales DIB y CIDR para la sincronización de la ovulación, no presentaron diferencias estadísticas ( $P>0.05$ ), aunque numéricamente existe una superioridad en los animales que se aplicó el DIB, ya que registraron ganancias de peso de  $26.00\pm 11.40$  kg, mientras que en las vaconas tratadas con el CIDR fueron de  $17.00\pm 8.37$  kg (Gráfico 4).

Respuestas que pueden ser determinantes en los índices de concepción de los animales de reemplazo, por cuanto Borges, P. y Capurro, F. (2002), señalan que la ganancia de peso de las vaquillas tiene gran importancia como predictor de la fertilidad de vaquillas servidas a los 18 meses de edad, ya que existe una relación alta entre el nivel de ganancia diaria de peso con el desarrollo reproductivo de las vaquillas, siendo por tanto es necesario que estas luego del servicio presenten ganancias diarias de peso de al menos 400 g, para alcanzar adecuados porcentajes de preñez y asegurar el desarrollo productivo de la vaca en su vida fértil. Esto podría ser determinante, entre otros factores, de la productividad futura de la explotación lechera.



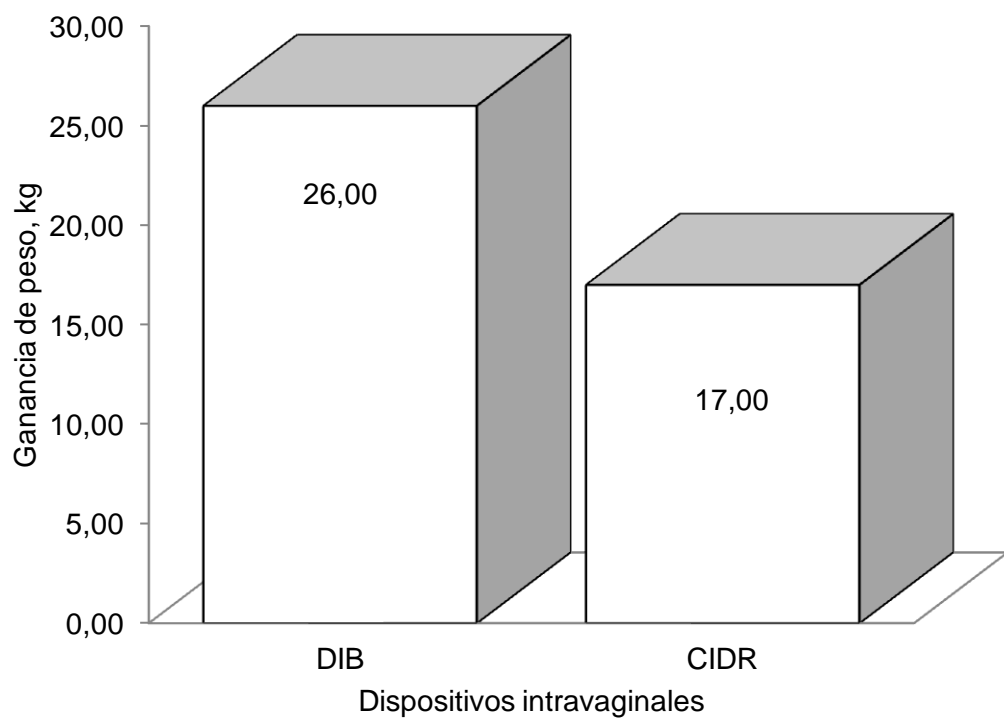


Gráfico 4. Ganancias de peso (kg), de vaconas Holstein a los 60 días de haber sido sometidas a la sincronización de la ovulación con el empleo de los dispositivos DIB y CIDR.

### C. CONDICIÓN CORPORAL

En la valoración de la condición corporal inicial de las vaconas en base a la apreciación visual y manual, se estableció que las calificaciones asignadas no variaron estadísticamente ( $P>0.05$ ), entre los grupos de animales que se les implantó los dispositivos hormonales DIB y CIDR, ya que las puntuaciones alcanzadas fueron de  $2.52\pm 0.23$  y  $2.48\pm 0.26$  puntos sobre 5 de referencia de la escala de valoración propuesta por Fertig, M. y Luchetti, D. (2005), quienes señalan el valor de 1 a una vaca extremadamente delgada y 5 a una vaca extremadamente gorda, considerándose por tanto que las vaconas presentaban una condición corporal adecuada, por cuanto Velasco, J. (2010), reporta que la condición corporal óptima de las vaquillas al primer servicio es de 2.5, teniendo un margen aceptable de 2.5 a 3.0.

La condición corporal de los animales al realizarse la detección de la preñez (60 días post inseminación), fueron de  $2.78\pm 0.23$  en las vaconas que utilizó el DIB y de  $2.74\pm 0.29$  en aquellas que se aplicó el CIDR, sin que existen diferencias estadísticas ( $P>0.05$ ), entre estos valores.

Estas respuestas determinan que las vaconas mejoraron su condición corporal con respecto a la condición inicial (Gráfico 5), pero se mantienen dentro del rango normal propuesto por Velasco, J. (2010), que es de 2.5 a 3.0, debiendo tenerse en cuenta además lo que señala este investigador, en que es importante cuantificar este parámetro en la evaluación de las vaquillas, por cuanto desde la pubertad hasta la preñez, el crecimiento glandular mamario es significativo, y se da de manera desproporcional al crecimiento del cuerpo, es decir, alométricamente, por lo que una sobrecondición ( $>3$ ) en la vaquilla conlleva a una reducción del parénquima glandular, por la acumulación de tejido graso, lo que es equivalente a menos leche en su fase productiva (lactancia).

Con respecto a la fertilidad, por el exceso en Condición Corporal (arriba de 2.5 a 3), no existe la seguridad de que influya negativamente en la eficiencia reproductiva, pero si evidente que las vaquillas Holstein de mayor edad al primer servicio (más de 15 meses), sobrecondicionadas, son las menos fértiles, a pesar

de que no se conoce si la infertilidad las ha llevado a esa sobrecondición o la sobrecondición ha sido la causa de la infertilidad (Velasco, J. (2010); por el contrario, según Iñiguez, F. (2012), las vaquillas con baja condición corporal y mal nutridas entran en anestro o subestro y no tienen estructuras cíclicas en el ovario (folículos y cuerpo lúteo), siendo necesario ente caso realizar un acondicionamiento físico con una buena nutrición y la aplicación de fósforo, vitaminas A, D, E y selenio, para que comiencen ganar peso y regular la actividad ovárica.

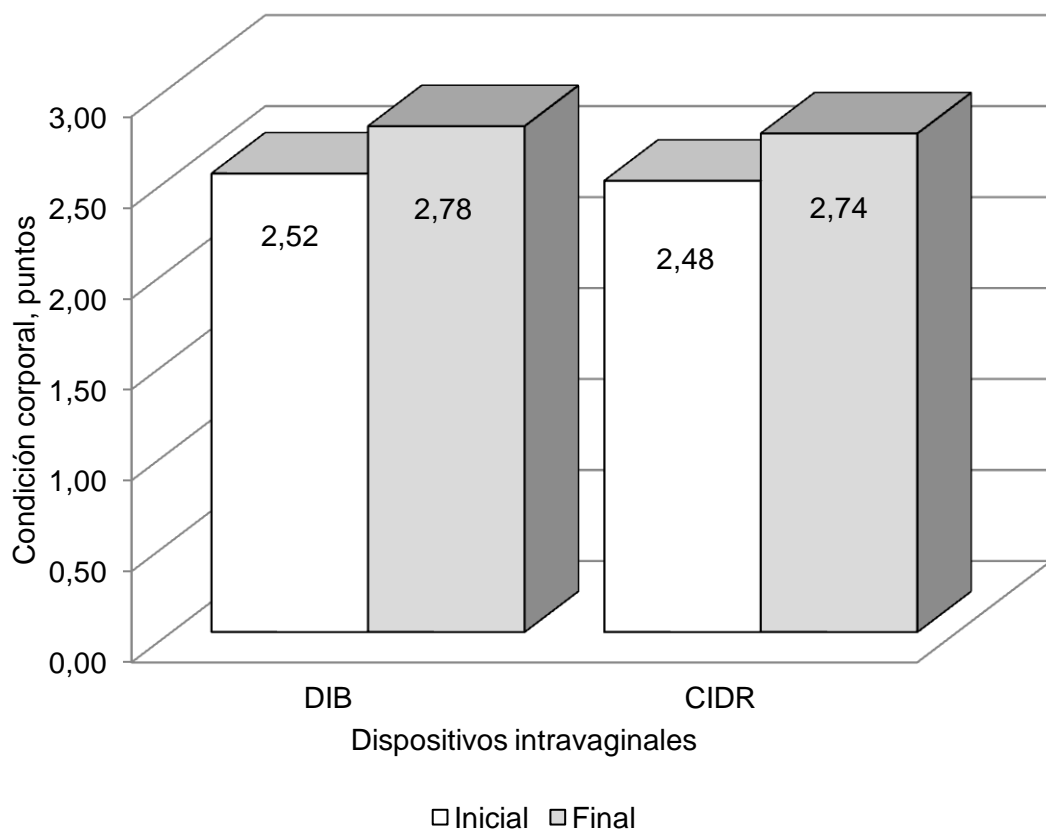


Gráfico 5. Condición corporal de las vaconas Holstein sometidas a la sincronización de la ovulación con el empleo de los dispositivos DIB y CIDR.

#### D. PRESENTACIÓN DEL CELO

Al utilizarse el implante del dispositivo DIB, el 100 % de los animales (Cuadro 6, Gráfico 6), una vez extraídos los dispositivos presentaron signos característicos del celo o calor, como son nerviosismo, falta de apetito, inquietud, presencia de líquido mucoso cristalino vulvar, comportamiento de homosexualidad, montaban y se dejaban montar, debido a lo que se señala en <http://www.progenexperu.com>. (2013), en que la extracción del dispositivo provoca la caída de Progesterona a niveles subluteales que inducen el incremento de la frecuencia de los pulsos de LH, el crecimiento y la persistencia del folículo dominante con concentraciones muy altas de Estradiol que provocan por un lado el celo y a nivel endócrino --

Cuadro 6. PRESENCIA DE CELO EN VACONAS HOLSTEIN POR EFECTO DEL EMPLEO DE DISPOSITIVOS DIB Y CIDR EN LA SINCRONIZACIÓN DE LA OVULACIÓN.

Tratamiento	Presencia de celo				Total
	SI		NO		
	Nº	%	Nº	%	
DIB	5	100	0	0	100
CIDR	4	80	1	20	100
$X^2_{cal} = 22.22$		$X^2_{tab 0.01} = 11.341$			

$X^2_{cal} > X^2_{tab}$ .: Existen diferencias estadísticas

Fuente: Paredes, M. (2013).

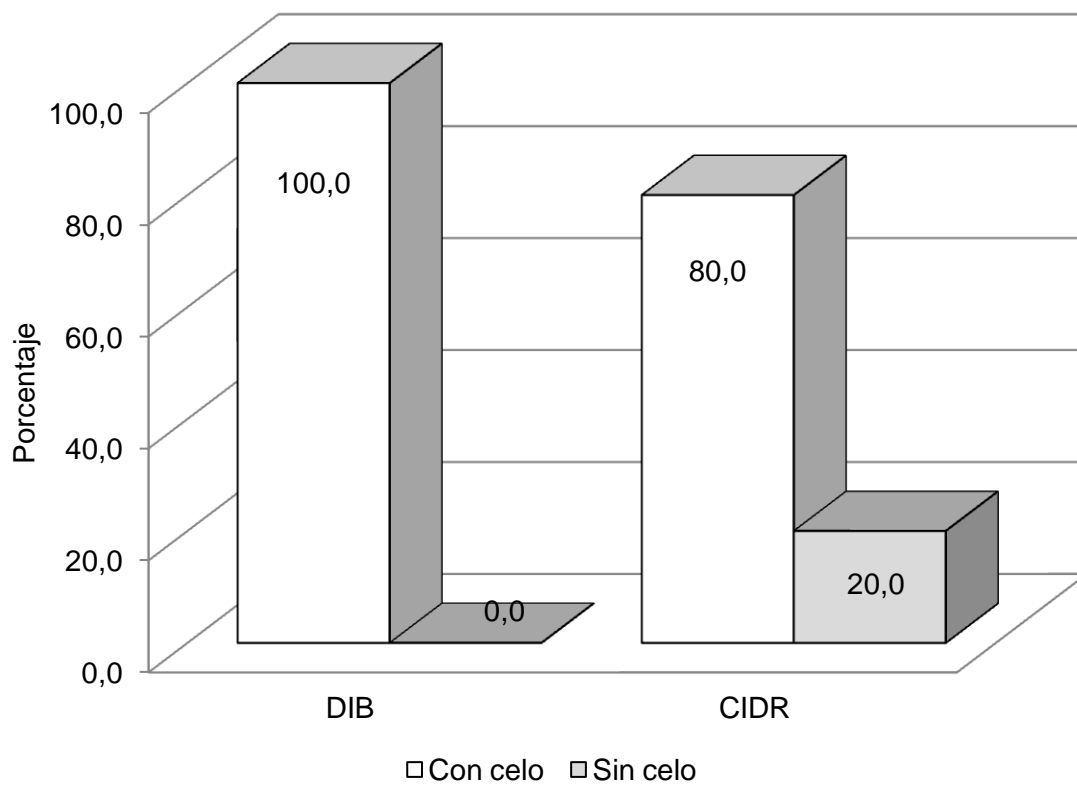


Gráfico 6. Frecuencia de la presentación de celos de las vaconas Holstein sometidas a la sincronización de la ovulación con el empleo de los dispositivos DIB y CIDR.

Inducen finalmente el pico de LH que es seguido por la ovulación; en cambio, con el empleo del dispositivo CIDR, las que presentaron los síntomas del celo fueron el 80 % de los animales tratados, pudiendo deberse esta respuesta a lo que reporta Pfizer. (2009), en que 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 la aparición del celo.

Pero cuando el CIDR es retirado, la concentración de progesterona en la sangre decrece en menos de 6 horas y el animal entra en celo entre las 30 a las 90 horas posteriores, de ahí que posiblemente el 20 % de los animales que no mostraron celo con este tratamiento pudo deberse a que la inseminación a tiempo fijo se realizó a las 54 horas de retirado el dispositivo (el día 7 se retira el implante y el día 9 se realizó la Inseminación artificial a tiempo fijo), y pudieron presentar estas manifestaciones en un tiempo posterior, ya que la literatura citada señala que el celo puede presentarse hasta las 90 horas posteriores.

Los resultados alcanzados con el empleo del CIDR concuerdan con los reportados por Mc Dougall, S. y Scott, H. (2002), quienes obtuvieron valores del 85.7% utilizando CIDR® + EB en animales Holstein, Jersey y sus cruces, retirando el implante a los 6 y 7 días.

En cambio que son inferiores con respecto a los reportados por Abad, J. et al. (2006), quienes observaron que el 100% de las vaquillas manifestaron comportamiento de celo al aplicar 0.5 ó 1.0 mg de BE 24 horas después de retirado el CIDR®.

Barillas, M. y Carballo, R. (2007), quienes con el empleo del CIDR®+ BE, observaron el 100 % de las vaquillas con celo.

Ramirez, C. (2006), determina que mediante la utilización CIDR + E2, hay presencia de celo en un 80% en vacas Holstein mestizas, al aplicar a las 24 horas después de haber retirado el implanté, que son similares a los obtenido en esta

investigación.

## **E. TIEMPO DE PRESENTACIÓN DEL CELO**

El tiempo de presentación del celo después de retirado los dispositivos hormonales en las vaconas presentaron diferencias estadísticas altas ( $P < 0.01$ ), de acuerdo a la prueba de  $X^2$  (Ji cuadrado), por cuanto con el empleo del DIB fue en promedio de  $49.20 \pm 7.56$  horas (Cuadro 5), mientras que con el CIDR la presencia del celo fue a las  $31.50 \pm 6.61$  horas (Gráfico 7), lo que denota que cuando se utilizó el DIB las vaconas presentaron el celo casi simultáneamente al aplicarse la Inseminación a tipo fijo, consiguiéndose por consecuencia sincronizar la ovulación, que en el bovino se presenta entre 25 y 30 horas después de la iniciación del estro, existiendo por tanto una mejor sincronía en el crecimiento del folículo y por ende en la ovulación, por lo que al aplicarse junto con la inseminación artificial permite obtener un mayor índice de fertilidad.

En cambio con la aplicación del CIDR al presentarse el celo más tempranamente, puede resultar en un menor porcentaje de fertilidad, por lo que los resultados alcanzados concuerdan con los obtenidos por Barillas, M. y Carballo, R. (2007), quienes señalan que con el tratamiento CIDR® + BE el celo se sincroniza más tempranamente con más del 80% de los animales en el rango de 12 a 36 horas, pero estos resultados difieren de los encontrados por Bó, G. y Cutaia, L. (2003), quienes en ganado Holstein utilizando CIDR®+ BE detectaron en celo un 78.2% del total de animales durante los tres días posterior al retiro del implante.



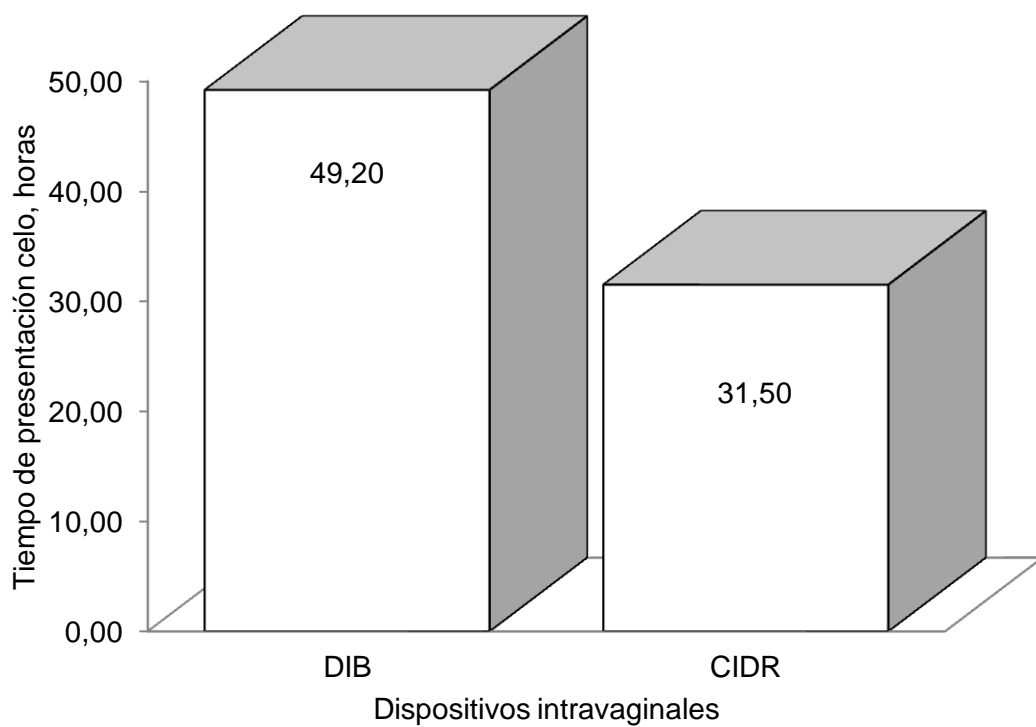


Gráfico 7. Tiempo de presentación del celo en vacas Holstein sometidas a la sincronización de la ovulación con el empleo de los dispositivos DIB y CIDR.

## F. PORCENTAJE DE CONCEPCIÓN

Los porcentajes de concepción o preñez presentados por las vaconas que fueron sometidas a la sincronización de la ovulación con el empleo de dispositivos intravaginales y la aplicación de la IATF, presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), de acuerdo a la prueba de Ji cuadrado, por cuanto se determinó que el empleo de DIB el porcentaje de concepción alcanzó el 80 %, en cambio por efecto de la utilización del CIDR el porcentaje de vaconas preñadas se redujo al 40 % (Cuadro 7, Gráfico 8), pudiendo indicarse que este bajo porcentaje de preñez obtenido con el empleo del CIDR, puede deberse a lo que reporta León, L. (1999), quien señala que el cuerpo lúteo que se desarrolla a partir de la ovulación de un folículo dominante persistente en vaquillas tratadas con un CIDR-B en ausencia de un cuerpo lúteo, este folículo entra en regresión y muere sin ovular, por lo que las vaconas quedan sin ser fecundadas.

Cuadro 7. PORCENTAJE DE CONCEPCION DE VACONAS HOLSTEIN POR EFECTO DEL EMPLEO DE DISPOSITIVOS DIB Y CIDR EN LA SINCRONIZACIÓN DE LA OVULACIÓN.

Tratamiento	Gestantes		No gestantes		Total
	Nº	%	Nº	%	
DIB	4	80	1	20	100
CIDR	2	40	3	60	100

$X^2_{cal} = 33.33$   $X^2_{tab 0.01} = 11.341$

$X^2_{cal} > X^2_{tab}$ .: Existen diferencias estadísticas  
Fuente: Paredes, M. (2013).

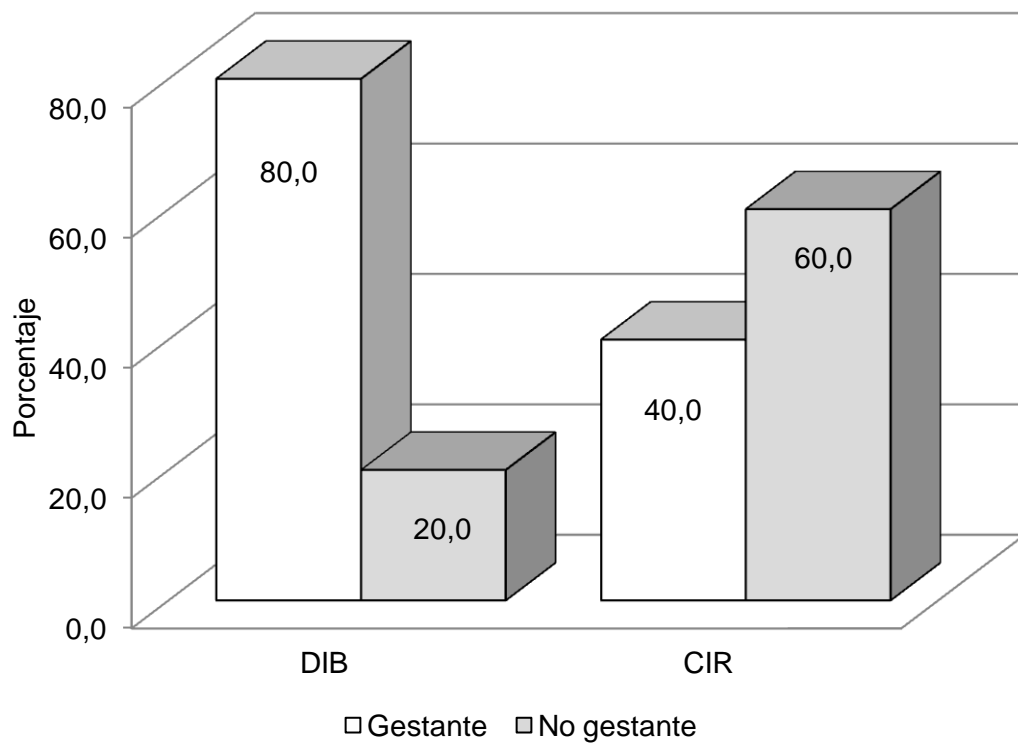


Gráfico 8. Porcentaje de concepción de vacas Holstein sometidas a la sincronización de la ovulación con el empleo de los dispositivos DIB y CIDR.

Las respuestas encontradas de la tasa concepción, comparadas con otras investigaciones, muestran casi en todos los casos que se citan a continuación:

Respuestas superiores con el empleo del dispositivo del DIB que con el CIDR, por cuanto Bó, G. et al. (2006), indican que con tratamientos de inserción de dispositivos de liberación de progesterona (CIDR), más la administración de estradiol para sincronizar la ovulación de vaquillas obtuvieron tasas de gestación entre 35 y 55%; Pérez, J. (2007), al utilizar en vacas lecheras dispositivos intravaginales CIDR® nuevos y usados determinó que la tasa de concepción, utilizando CIDR + E2 nuevos, fue de 40%, posteriormente con la segunda inseminación a los 21 días, tuvo una tasa de concepción de 30% en las vacas repetidoras, quedando vacías el 30% de las vacas.

Villa, N. et al (2007), señala que analizando los datos de 13510 inseminaciones realizadas entre el año 2000 y 2004 utilizando el tratamiento CIDR-B, resultaron en una tasa de preñez promedio de 52,7% con un rango o variación entre 27,8 y 75%, indicando además que la baja tasa de preñez observada con el tratamiento CIDR-B, podría estar asociada con el hecho de que las novillas posiblemente son más sensibles a los niveles circulantes de P4 liberados por los dispositivos vaginales, lo que estarían disminuyendo la frecuencia de liberación de LH comprometiendo así el crecimiento folicular y la ovulación.

A diferencia de lo anterior, el uso del dispositivo intravaginal DIB, presenta resultados alentadores, por cuanto Velásquez, D. y Vélez, G. (2011), realizaron una investigación donde utilizaron dos diferentes dosis de eCG y dispositivos DIV-B®, obtuvieron resultados de 66.67% y 75% de preñez respectivamente.

Pacheco, C. y Rajo, E. (2012), al evaluar vaquillas lecheras implantadas con dispositivos intravaginales (DIB) y diferentes tiempos de aplicación de PGF2 $\alpha$ , obtuvieron el 72.72 % de preñez.

Saldarriaga, F. (2009), señala que después de realizar la sincronización con los dispositivos intravaginales bovinos DIB® e inseminadas artificialmente a tiempo fijo (IATF), obtuvo un porcentaje de preñez del 75%; además considera que este

porcentaje obtenido fue muy alto ya que el porcentaje de preñez que se espera al realizar un protocolo de sincronización es del 30 a 40%, puesto que no todas las hormonas administradas en el animal tienen el efecto esperado, por motivos de alimentación, manejo de las horas en la administración de los medicamentos, calidad del semen, sanidad, entre otras.

## **G. EVALUACIÓN ECONÓMICA**

Los resultados del análisis económico (Cuadro 8), tomando en consideración los gastos ocasionados en la sincronización de la ovulación y la Inseminación a tiempo fijo de las vacas Holstein, y relacionándoles con el número de animales preñados, se establece que al utilizar el dispositivo DIB, presentan los menores costos, con 56.15 dólares/vaca gestante, en tanto que al utilizar el CIDR su costo se eleva a 121.43 dólares.

Debiéndose estas respuestas principalmente a la cantidad de animales que quedaron gestantes, ya que con la utilización del DIB la tasa de concepción llegó al 80 % mientras que con el CIDR fue de apenas el 40 %, por lo que en base a estas respuestas se recomienda utilizar la sincronización de la ovulación con el empleo de DIB, ya que a más de alcanzarse altos índices de gestación, el costo por vaca gestante es de aproximadamente la mitad con respecto al empleo del CIDR.

Cuadro 8. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL COSTO POR VACONA GESTANTE (DÓLARES), POR EFECTO DE LA SINCRONIZACIÓN DE LA OVULACIÓN CON EL EMPLEO DE LOS DISPOSITIVOS DIB Y CIDR.

Concepto	Cantidad por vacona	Costo unidad	Dispositivos intravaginales	
			DIB	CIDR
Total vaconas, N°			5	5
Inseminaciones, N°			1	1
Vaconas gestantes, N°			4	2
Egresos, dólares				
Dispositivos intravaginales				
DIB	1 unidad	10,00	50,00	
CIDR	1 unidad	13,65		68,25
Benzoato de estradiol (Syntex)				
	3 mg	2,00	30,00	30,00
PGF2α (D + Cloprostenol)				
	2 g	1,06	10,60	10,60
Pajuelas				
	1 unidad	15,00	75,00	75,00
Jeringillas				
	3 unidades	0,40	6,00	6,00
Guantes				
	2 pares	0,30	3,00	3,00
Mano de obra				
	Servicio	5,00	25,00	25,00
Chequeo Ginecológico				
	Servicio	5,00	25,00	25,00
Egresos totales			224,60	242,85
COSTO VACONA GESTANTE, dólares			56,15	121,43

Fuente: Paredes, M. (2013).

## VII. CONCLUSIONES

- El porcentaje de concepción de las vaconas con el empleo de DIB alcanzó el 80 %, en cambio con la utilización del CIDR el número de vaconas preñadas se redujo al 40 %
- El peso inicial promedio de las vaconas Holstein que se sincronizaron la ovulación con la aplicación de dispositivos intravaginales, fue de  $342 \pm 13.17$  kg.
- A los 60 días, los pesos y las ganancias de peso no variaron estadísticamente, aunque numéricamente las ganancias de peso presentaron una variación considerable (26.00 kg animales con el tratamiento 1 y 17 kg animales con el tratamiento 2 ).
- La condición corporal de las vaconas al iniciar la investigación fueron de  $2.5 \pm 0.23$  sobre 5 de referencia, mientras que al momento de verificar la gestación fueron de  $2.76 \pm 0.25$ , por lo que se consideraron aptas para iniciar la vida reproductiva.
- El costo por vaca gestante con el empleo del DIB fue de 56.15 dólares, en cambio con el uso del CIDR su costo se elevó a 121.43 dólares, debiéndose esta variabilidad de costos a la cantidad de hembras preñadas conseguidas en cada uno de los tratamientos estudiados.
- Con la aplicación del DIB el 100 % de las vaconas presentaron celo entre las  $49.20 \pm 7.56$  horas de retirado el dispositivo, mientras con el CIDR fue del 80 % de los animales y en un tiempo menor ( $31.50 \pm 6.61$  horas), lo que pudo provocar que sus óvulos sean fecundados.
- En lo que concierne a la presentación de las hipótesis debo indicar que una vez determinado los resultados aceptamos la hipótesis alternativa y rechazamos la hipótesis nula en virtud de existir diferencias altamente significativas en las variables estudiadas. (% de Concepcion)

## **VIII. RECOMENDACIONES**

En función de los resultados obtenidos en el presente trabajo se puede realizar las siguientes recomendaciones:

- Efectuar la sincronización de la ovulación e inseminar a tiempo fijo (IATF), a las vaconas Holstein utilizando el dispositivo DIB, a través del siguiente protocolo: el día 0 colocar el Dispositivo Intravaginal Bovino (DIB) más 2 mg de Benzoato de estradiol, el día 7 retirar el implante y aplicar 2 mg de PGF2 $\alpha$ , al día 8 inyectar 1 mg de Benzoato de estradiol y el día 9 realizar la IATF, por cuanto con este tratamiento se alcanzaron altos índices de concepción (80 %) y un costo por vacona gestante de 56.15 dólares.
- Replicar este trabajo, pero con un mayor número de animales usando diferentes grupos genéticos y diferentes condiciones corporales, para establecer si los resultados obtenidos se mantienen o si existe variación por el número de animales evaluados, así como por el manejo alimenticio y sanitario que se utilice.
- Estudiar el efecto de la reutilización de los dispositivos intravaginales para sincronizar la ovulación en vacas y vaconas, por cuando la bibliografía especializada señala que el uso de implantes reutilizados hasta por tercera ocasión no afecta el porcentaje de gestación en vacas cíclicas y acíclicas, lo que permitirá reducir los costos por animal gestante.



## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. **LAROCCA, C., LAGO. I.; Y OTROS.** Alternativas para la sincronización del estro en vaquillonas holstein uruguayo (HU). Revista Científica, diciembre, vol. XV, número 006. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. 2005 Pp. 512-516.
2. **ECHEVERRIA, J.** Aspectos farmacológicos en el manejo reproductivo. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET - ISSN 1695-7504. Vol. VI, N° 3. 2010. <http://l.vetednaria.org>.
3. **IÑIGUEZ, F.** Manejo reproductivo del hato ganadero. Virbac al día. VIRBAC México, S.A. DE C.V.. Guadalajara, México. Publicación trimestral N° 24. 2012 <http://www.webveterinaria.com>.
4. **LEÓN, L.** Función del cuerpo lúteo formado a partir de la ovulación de un folículo dominante persistente, en vaquillas holstein tratadas con un dispositivo intravaginal de liberación de progesterona (CIDR-B), en ausencia de un cuerpo lúteo Portal de Revistas Científicas em Ciências da Saúde. Vet. Méx;30(1):95-8, ene.-mar. 1999. <http://bases.bireme.br>.
5. **USLENGHI, G.; CHAYER, R. Y CALLEJAS, S.** Efectividad del cipionato de estradiol inyectado al final de un tratamiento con progesterona sobre la eficiencia reproductiva. Revista veterinaria 2010. <http://vet.unne.edu.ar>.
6. **VILLA, N, MORALES, C.; Y OTROS.** Evaluación de cuatro protocolos de

sincronización para inseminación a tiempo fijo en vacas Bos Indicus lactantes. Rev. Cient. (Maracaibo) 2007, vol.17, n.5 Pp. 501-507. <http://www.scielo.org.ve>.

7. **HAFEZ, E. Y HAFEZ, B.** Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. Séptima Edición. Editorial Interamericana McGraw - Hill. México, 2000. Pp. 70-96; 163-175; 415-420.
8. **INTERVET.** Compendium de reproducción animal. 3 ed. Madrid, España, Edit. INTERVET. 2009 Pp 240-254.
9. **ABAD, J. RAMÍREZ, A.; Y OTROS,** Benzoato de estradiol en vaquillas sincronizadas con progesterona y prostaglandina-F2 $\alpha$ . Universidad Autónoma de Chihuahua. Secretaría de Postgrado e Investigación. Facultad de Zootecnia. México. 2006. Pp 6.
10. **ANDINO, P.** Sincronización del desarrollo folicular y ovulación en programas de inseminación artificial a tiempo fijo en vacas Brown swiss en la hacienda "La Laguna". Tesis de Grado, FCP, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. 2003. Pp 40-52.
11. **BARILLAS, M. Y CARBALLO, R.** Tasa de preñez en vacas anéstricas tratadas con el dispositivo intravaginal CIDR® más Benzoato de Estradiol o Cipionato de Estradiol y GnRH e inseminadas a celo detectado en Zamorano, Honduras. Tesis de Grado. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras. 2007. Pp 7-9.
12. **BÓ, G. Y CUTAIA, L.** Estado del arte en IATF: Factores que afectan sus resultados. Instituto de Reproducción Animal Córdoba (IRAC),

Universidad Católica de Córdoba, Agencia Córdoba Ciencia. Syntex SA. 2003. Pp 10

13. **BÓ, G., CUTAIA, L.; Y OTROS.** Implementación de Programas de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo en Rodeos de Cría de Argentina. VI Simposio Internacional de Reproducción Animal, Córdoba, Argentina. 2006 Pp 97-128
14. **BORGES, P. y CAPURRO, F.** Factores que afectan la fertilidad de vaquillonas Hereford y Brahman x Hereford en el servicio de 18 meses de edad. Tesis en Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Montevideo. 2002 Pp 132.
15. **CAZCO, M.** Evaluación de la utilización de HCG+PF2 $\alpha$  VS GnRH+PF2 $\alpha$  en la sincronización de la ovulación en vacas Holstein mestizas en el cantón Morona. Tesis de Grado, FCP, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. 2001. Pp 32-45.
16. **ECUADOR, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH).** Estación Meteorológica, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba, Ecuador, 2012.
17. **NARVÁEZ, D.** Evaluación de la gonadotropina coriónica en la inducción del estro e incremento de la fertilidad en vacas Holstein mestizas de la hacienda Rumipamba de UP-9 Patria. Tesis de Grado, FCP, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. 2002. Pp 44-50.
18. **MC DOUGALL, S. Y SCOTT, H.** Resynchrony of postpartum dairy cows

previously treated for anestrus. NZ Vet J. 15:253–246. 2002.

19. **PACHECO, C. Y RAJO, E.** Inducción del celo y porcentaje de preñez en vaquillas de razas lecheras implantadas con dispositivos intravaginales y diferentes tiempos de aplicación de la PGF2 $\alpha$ . Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 2012. Pp 14.
  
20. **PÉREZ, J.** Tasa de preñez en vacas con dispositivos intravaginales CIDR® nuevos y usados dos o tres veces por siete días, en la Hacienda Santa Elisa, El Paraíso, Honduras. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. EAP Zamorano. Tegucigalpa, Honduras, 2007. Pp.11
  
21. **PRUNA, E.** Evaluación de la utilización de HCG+PF2 $\alpha$  VS GnRH+PF2 $\alpha$  en la sincronización de la ovulación en vacas Holstein mestizas en el cantón Morona. Tesis de Grado, FCP, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. 2002. Pp 35 - 42.
  
22. **RAMÍREZ, C. 2006.** Inducción y sincronización del celo con implante intravaginal (CIDR) mas estrógenos y prostaglandina F2& en vacas Holstein mestizas. Tesis de Grado, FCP, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. 2006. Pp. 49.
  
23. **RICAURTE, R.** Inducción y sincronización de celos en hembras bovinas primíparas y multíparas de la raza holstein mestiza con intervalo de 55 y 65 horas para la inseminación artificial en la hacienda Sillaguan.

Tesis de Grado, FCP, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. 2008 Pp 48 - 58.

24. **RIVERA, A.** Sincronización y resincronización de celo en vacas criollas utilizando progesterona. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. FMVZ-UAGRM 2006. Pp. 25.
25. **RODRÍGUEZ, M.** Efecto de la sincronización estral con un progestágeno y del método de sincronización de la ovulación sobre la tasa de preñez en ganado de doble propósito, en finca San Julian. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2003. Pp. 4 – 37.
26. **SALDARRIAGA, F.** Análisis comparativo entre inseminación artificial a tiempo fijo .e inseminación artificial a celo detectado, con sus variables económicas y reproductivas. Informe de práctica profesional. Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias. Corporación Universitaria Lasallista. 2009. Pp. 18
27. **VARGAS, J.** Curso Intensivo de Inseminación Artificial Bovina, Asociación de Ganaderos de la Sierra y Oriente (AGSO), y Centro de Desarrollo Genético y Capacitación (GENES), sn, Quito-Ecuador, 2003 Pp.37.
28. **VELÁSQUEZ, D. Y VÉLEZ, G.** Porcentaje de preñez en vacas con baja condición corporal tratadas con dos dosis de eCG en el día ocho del tratamiento con dispositivos intravaginales DIV-B®. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 2011 Pp 16.

29. **AGRO CAPACITACIÓN ARGENTINA (AGROCOR).** Curso teórico práctico de inseminación artificial en bovinos. Córdoba, Argentina. 2005. Pp. 12  
<http://www.produccion-animal.com.ar>.
30. **AGUILAR, J.** Cursos de Producción Animal I. FAV UNRC. 2001. Pp. 1-5.  
<http://www.produccion-animal.com.ar>.
31. **ALMEYDA, J. Y PARREÑO, J.** Manejo integrado de ganado vacuno. “Jornada de capacitación UNALM – AGROBANCO” Universidad Nacional Agraria La Molina. Arequipa, Perú. 2011  
<http://www.agrobanco.com.pe>.
32. **BECALUBA, F.** Métodos de sincronización de celos en bovinos. 2006. Pp. 3.  
<http://www.produccion-animal.com.ar>.
33. **BEN, G., GOITIA, O.; Y OTROS.** Programa de Inseminación artificial a tiempo fijo, manual de procedimientos. 2002. Pp 1-5.  
<http://www.produccion-animal.com.ar>.
34. **BLEZINGER, S.** Estrous synchronization available tool in management of cows and heifers. Texas, EE.UU. 2000. <http://www.cattleday.com>.
35. **BÓ, G., CUTAIA, L. Y TRÍBULO, R.** Tratamientos hormonales para inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos para carne. Argentina. 2002. Pp 1. <http://www.produccion-animal.com.ar>.
36. **BROGLIATTI, G.** Inseminación artificial a tiempo fijo. 2003. Pp. 1.

<http://www.produccion-animal.com.ar>.

37. **BUSSI, P.** Inseminación artificial y sincronización de celos y ovulaciones. 2010. Pp. 1-7. <http://www.produccion-animal.com.ar>.
  
38. **CALLEJAS, S., USLENGHI, G. Y CHAYER, R.** Efectividad del cipionato de estradiol inyectado al final de un tratamiento con progesterona sobre la eficiencia reproductiva. 2010. <http://vet.unne.edu.ar>.
  
39. **DE JARNETTE, M.** Estrous synchronization in cattle using GnRH and PGF. 2002. <http://www.selectsires.com>.
  
40. **DE LA SOTA, R.** Detección de celos: como calcular su intensidad y exactitud. Inst. de Teriogenología, Fac. de Ciencias Veterinarias, UNLP. 2002. Pp. 1-6. <http://www.produccion-animal.com.ar>.
  
41. **FERNÁNDEZ, A.** Dinámica folicular: funcionamiento y regulación. Departamento de Reproducción Animal, Facultad de Veterinaria, Montevideo, Uruguay. 2003. Pp. 4. <http://www.produccion-animal.com.ar>.
  
42. **FERTIG, M. Y LUCHETTI, D.** Bovinos: Manejo nutricional y condición corporal de la vaca de cría. Estación Experimental Agroforestal Esquel, Chubut. Carpeta Técnica, Ganadería N° 17, Octubre 2005. EEA INTA Esquel. <http://www.inta.gov.ar>.
  
43. **GILSON, W.** Estrous synchronization programs for dairy Cattle. EE.UU. The University of Georgia College of agricultural environmental sciences. 2000. <http://www.inform.umd.edu>.

44. **HALL, J.** The cow-calf manager. Virginia, EE.UU. 2010. <http://www.ext.ut.edu>.
45. **HERNÁNDEZ J., PORRAS, A.; Y OTROS.** Inducción del estro con Prostaglandina F2a Efecto del Intervalo entre tratamiento y la presentación del estro sobre el índice de concepción de Vaquillas Holstein. 2001. <http://www.veterin.unam.mx>.
46. **LAMB, G.** Estrous synchronization for beef cattle. University of Minnesota, EE.UU. 2010. <http://www.ansci.umn.edu>.
47. **LARCO, L.** Dispositivo Intravaginal Bovino (DIB). Ficha informativa. 2012. <http://www.ecuaquimica.com>.
48. **LARSON, B.** Sincronización del estro. Missouri, EE.UU., El periódico Angus. 2010. <http://www.outreach.missouri.edu>.
49. **O'CONNOR, M.** Manejo reproductivo de la vaquillona lechera. 2000. <http://www.unt.edu.ar>.
50. **PERALTA, R., PÉNDOLA, C.; Y OTROS.** La inseminación artificial en los rodeos de cría. Reunión Técnica del Ciale, 2000. Capitán Sarmiento, Pcia. Bs.As. 2000. <http://www.produccion-animal.com.ar>.
51. **PFIZER. CIDR:** El mejor Programa de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo. 2009. <http://pfizer.perulactea.com>.



52. **RASBY, R.** Synchronizing estrus in beef cattle. Nebraska, EE.UU. 2000.  
<http://www.ianr.unl.edu>.
53. **SINTEX,** Fisiología reproductiva del bovino. Laboratorio de Especialidades Veterinarias\ 2005. Pp. 1-2-3. <http://www.produccionbovina>,
54. **VELASCO, J.** Monitoreo del programa de crianza de los reemplazos lecheros: becerras y vaquillas. XX encuentro nacional de ganaderos lecheros, VI encuentro integral agropecuario Monterey, México. 2010.  
<http://www.lag.itesm.mx>.
55. **VIDELA, I.** Dispositivo intravaginal bovino Syntex – DIB. Sani. Vademecum veterinario. Syntex S.A. 2012 <http://www.sani.com.ar>.
56. **WALKER, D., RITCHIE, H., HAWKINS, D.** Estrus synchronization of beef cattle, Michigan beef production. Michigan, EE.UU. Department of animal science, Michigan State University. 2010.  
<http://www.msue.edu>.
57. **Progesterona.**  
<http://es.wikipedia.org>.  
2010.
58. **Manejo reproductivo del ganado bovino.**  
<http://www.infocarne.com>.  
2010.
59. **Dispositivo intravaginal bovino DIB 2 usos**

<http://www.progenexperu.com>.  
2013.

**60. Cipionato de Estradiol. CIPIOSYN®**

<http://www.sani.com.ar>  
2010

# ANEXOS

Anexo 1. Registro de los resultados de campo de las vacas Holstein sometidas a la sincronización de la ovulación con el empleo de los dispositivos intravaginales DIB y CIDR.

Trata.	Rept.	Edad (meses)	Pesos		Ganancia de peso (kg)	Condición corporal		Presencia celo	Hora celo al retiro del implante	Preñez
			Inicial (kg)	Final (kg)		Inicial (5 puntos)	Final (5 puntos)			
DIB	1	16	330	350	20	2,2	2,5	Si	42	Positivo
DIB	2	18	350	380	30	2,6	3,0	Si	46	Positivo
DIB	3	16	330	340	10	2,4	2,6	Si	60	Negativo
DIB	4	19	350	380	30	2,6	2,8	Si	44	Positivo
DIB	5	18	350	390	40	2,8	3,0	Si	54	Positivo
CIDR	1	17	340	350	10	2,5	2,7	No		Negativo
CIDR	2	18	340	350	10	2,4	2,8	Si	24	Negativo
CIDR	3	16	330	360	30	2,2	2,5	Si	36	Positivo
CIDR	4	19	370	390	20	2,9	3,2	Si	38	Positivo
CIDR	5	16	330	345	15	2,4	2,5	Si	28	Negativo

Anexo 2. Análisis estadístico con la prueba Tstudent de los resultados obtenidos de vaconas Holstein sometidas a la sincronización de la ovulación con los dispositivos DIB y CIDR

Edad, meses			Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
Rept.	DIB	CIDR		<i>DIB</i>	<i>CIDR</i>
1	16	17			
2	18	18	Media	17,400	17,200
3	16	16	Varianza	1,800	1,700
4	19	19	Observaciones	5,000	5,000
5	18	16	Coeficiente de correlación de Pearson	0,657	
			Grados de libertad	4,000	
Promedio		17,30	Estadístico t	0,408	
Desv. Estándar		1,25	P(T<=t) una cola	0,352	

Peso inicial, kg			Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
Rept.	DIB	CIDR		<i>DIB</i>	<i>CIDR</i>
1	330	340			
2	350	340	Media	342,000	342,000
3	330	330	Varianza	120,000	270,000
4	350	370	Observaciones	5,000	5,000
5	350	330	Coeficiente de correlación de Pearson	0,389	
			Grados de libertad	4,000	
Promedio		342,00	Estadístico t	0,000	
Desv. Estándar		13,17	P(T<=t) una cola	0,500	

Peso final, kg			Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
Rept.	DIB	CIDR		<i>DIB</i>	<i>CIDR</i>
1	350	350			
2	380	350	Media	368,000	359,000
3	340	360	Varianza	470,000	330,000
4	380	390	Observaciones	5,000	5,000
5	390	345	Coeficiente de correlación de Pearson	0,057	
			Grados de libertad	4,000	
Promedio		363,50	Estadístico t	0,732	
Desv. Estándar		19,44	P(T<=t) una cola	0,252	

Ganancia de peso, kg			Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
Rept.	DIB	CIDR		<i>DIB</i>	<i>CIDR</i>
1	20	10			
2	30	10	Media	26,000	17,000
3	10	30	Varianza	130,000	70,000
4	30	20	Observaciones	5,000	5,000
5	40	15	Coeficiente de correlación de Pearson	-0,550	
			Grados de libertad	4,000	
Promedio		21,50	Estadístico t	1,152	

Desv. Estándar	10,55	P(T<=t) una cola	0,157
----------------	-------	------------------	-------

Continua.....

Continuación Anexo 2.

Condición corporal inicial, sobre 5

Rept.	DIB	CIDR	Prueba t para medias de dos muestras emparejadas	
			DIB	CIDR
1	2,2	2,5		
2	2,6	2,4	Media	2,520
3	2,4	2,2	Varianza	0,052
4	2,6	2,9	Observaciones	5,000
5	2,8	2,4	Coeficiente de correlación de Pearson	0,136
			Grados de libertad	4,000
Promedio		2,50	Estadístico t	0,279
Desv. Estándar		0,23	P(T<=t) una cola	0,397

Condición corporal final, sobre 5

Rept.	DIB	CIDR	Prueba t para medias de dos muestras emparejadas	
			DIB	CIDR
1	2,5	2,7		
2	3,0	2,8	Media	2,780
3	2,6	2,5	Varianza	0,052
4	2,8	3,2	Observaciones	5,000
5	3,0	2,5	Coeficiente de correlación de Pearson	0,091
			Grados de libertad	4,000
Promedio		2,76	Estadístico t	0,255
Desv. Estándar		0,25	P(T<=t) una cola	0,406

Celo después edl retiro del dispositivo, horas

Rept.	DIB	CIDR	Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales	
			DIB	CIDR
1	42			
2	46	24	Media	49,200
3	60	36	Varianza	57,200
4	44	38	Observaciones	5,000
5	54	28	Diferencia hipotética de las medias	0,000
			Grados de libertad	7,000
Promedio		41,33	Estadístico t	3,743
Desv. Estándar		11,49	P(T<=t) una cola	0,004

Anexo 3. Análisis estadísticos según la prueba de Ji cuadrado ( $X^2$ ), del porcentaje de vaconas que presentaron celo después de la extracción de los dispositivos DIB y CIDR utilizados para sincronizar la ovulación.

Observado

Tratam	Presencia de celo		Total
	Si	No	
DIB	100	0	100
CIR	80	20	100
Total	180	20	200

Esperado

Tratam	Si	No
DIB	90	10
CIR	90	10

Determinación del valor de  $X^2$

$$X^2 = \sum(O-E)^2/E$$

O	E	(O-E)	(O-E) <sup>2</sup>	(O-E) <sup>2</sup> /E
100	90	10	100	1,11
0	10	-10	100	10,00
80	90	-10	100	1,11
20	10	10	100	10,00

$$X^2 \text{ cal} = 22,22$$

$$X^2 \text{ con 3 g.l. 0.05} = 7,815$$

$$X^2 \text{ con 3 g.l. 0.01} = 11,341$$

$X^2 \text{ cal} > X^2 \text{ tab}$ : Existen diferencias estadísticas altas

Anexo 4. Análisis estadísticos según la prueba de Ji cuadrado ( $\chi^2$ ), del porcentaje de concepción de las vacas Holstein sometidas a la sincronización de la ovulación con el empleo de los dispositivos DIB y CIDR.

Observado

Tratam	Preñada		Total
	Si	No	
DIB	80	20	100
CIR	40	60	100
Total	120	80	200

Esperado

Tratam	Si	No
DIB	60	40
CIR	60	40

$\chi^2 = \sum(O-E)^2/E$

O	E	(O-E)	(O-E) <sup>2</sup>	(O-E) <sup>2</sup> /E
80	60	20	400	6,67
20	40	-20	400	10,00
40	60	-20	400	6,67
60	40	20	400	10,00

$\chi^2$  cal = 33,33

$\chi^2$  con 3 g.l. 0.05 =

$\chi^2$  con 3 g.l. 0.01 =