



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

**“UTILIZACIÓN DE DISPOSITIVOS INTRAVAGINALES (CIDR®) EN UN
PROGRAMA DE INSEMINACIÓN A TIEMPO FIJO EN VACAS LECHERAS EN
DISTINTOS PISOS CLIMÁTICOS DE LA SIERRA NORTE”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previa a la obtención del título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR

ANDREA VALERIA CABEZAS TENEMAZA

Riobamba – Ecuador

2014

Esta tesis fue aprobada por el siguiente tribunal

ING. M.C. Edgar Washington Hernández Cevallos.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ING. Fabián Augusto Almeida López.
DIRECTOR DE TESIS

ING. Hermenegildo Díaz Berrones.
ASESOR DE TESIS

Riobamba, 9 de Diciembre del 2014

AGRADECIMIENTO

Agradezco al ser superior y al universo por darme la fortaleza para cumplir las metas que siempre me he propuesto. A mis padres, ya que cuando llega la recompensa por un esfuerzo no puedo dejar de recordar su cercanía, complicidad, devoción, que esta sea la recompensa a tantos años de entrega, desvelos y apoyo, al hacer realidad este sueño compartido.

A mi amiga y hermana de la vida, Tamia Noboa, por el apoyo y cariño incondicional durante tan significantes años.

A aquellos maestros quienes han contribuido con sus conocimientos en mi formación académica para brindarme una sólida formación profesional y sobre todo personal, de manera especial al Ing. Fabián Almeida, Director de mi investigación, por el apoyo total; al Ing. Edgar Hernández por inspirar en mí el interés de su cátedra reflejado en esta tesis y enfocado a futuro; al Ing. Luis Peña y al Ing. Vicente Oleas por tan valiosas enseñanzas y total devoción como maestros.

A la Familia Grijalva Cobo por la apertura y el apoyo para la realización de esta investigación, en especial a Hugo N. De igual forma por el apoyo y guía de Robert Watkins, Juan José Noboa y Juan José Maureira.

A mi tíos, Diego y Monika, por la acogida, el apoyo y consejos. Y de igual forma el apoyo de la Ing. Isabel Madera.

Y a esos amigos de carrera, que formaron parte importante en esta travesía y en mi vida: Carlos, Wilo, José Luis, Javier.

DEDICATORIA

A mis queridos padres, los responsables de mi existencia.

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. ANATOMÍA DEL APARATO REPRODUCTOR DE LA VACA	3
1. <u>La vulva</u>	3
2. <u>La vagina</u>	3
3. <u>La cérvix</u>	4
4. <u>El cuerpo uterino</u>	4
5. <u>Los ovarios</u>	6
a. Los folículos	6
b. El cuerpo lúteo	6
B. FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DEL BOVINO	7
1. <u>Órganos del Eje hipotálamo-hipófisis-ovario-útero</u>	7
a. Hipotálamo	7
b. Hipófisis	8
c. Ovarios	9
d. Útero	10
2. <u>Hormonas que intervienen en la reproducción</u>	10
a. Hormona Liberadora de Gonadotrofinas (GnRH)	11
b. Inhibina	13
c. Oxitocina	13
d. Prostaglandina F2 α	14
e. Hormona Luteinisante (LH)	15
f. Hormona Folículo Estimulante (FSH)	15
g- Estrógenos	16
h. Progesterona	17
C. EL CICLO ESTRAL	18

1. <u>Fases o etapas del ciclo estral</u>	18
a. Proestro	18
b. Estro	18
c. Metaestro	19
d. Diestro	20
2. <u>Dinámica folicular</u>	21
a. Reclutamiento	21
b. Selección	22
c. Dominancia	22
3. <u>Importancia de la detección del celo</u>	23
D. SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO	24
1. <u>Razones para sincronizar el estro</u>	25
2. <u>Ventajas de la sincronización de estros</u>	25
3. <u>Desventajas</u>	26
4. <u>Hormonas utilizadas para la sincronización del estro</u>	26
a. Prostaglandinas (PGF-2 α)	27
b. Prostaglandinas y análogos de la GnRH	28
c. Progestágenos	29
5. <u>Factores de manejo que afectan la sincronización del celo</u>	31
E. INSEMINACION ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO (IATF)	32
1. <u>Importancia de la IATF</u>	32
2. <u>Condiciones para que un programa de IATF en vacas tenga éxito</u>	33
F. FACTORES QUE AFECTAN LA FERTILIDAD DE LAS VACAS INSEMINADAS	34
1. <u>Ovulación retardada</u>	34
2. <u>Ambiente uterino inadecuado</u>	35
3. <u>Pérdidas económicas debidas a problemas de fertilidad</u>	36
a. Pérdidas debidas a la IA realizada a tiempo incorrecto	36
b. Prolongación del intervalo entre partos	36
c. Eliminación por razones de fracaso reproductivo	36
G. DISPOSITIVO INTRVAGINAL DE LIBERACIÓN CONTROLADA CIDR	37
1. <u>Descripción</u>	37
2. <u>Modo de acción</u>	37
3. <u>Indicaciones</u>	38

4.	<u>Contraindicaciones y advertencias</u>	39
5.	<u>Protocolos de uso del CIDR</u>	39
6.	<u>Restricciones de uso</u>	41
7.	<u>Cómo utilizar el CIDR</u>	41
8.	<u>Reutilización de los CIDR</u>	42
H.	ESTUDIOS REALIZADOS CON CIDR	43
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	45
A.	LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO	45
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	45
C.	MATERIALES Y EQUIPOS	46
1.	<u>Materiales</u>	46
a.	Materiales para sincronización de celo	46
b.	Materiales para Inseminación Artificial	46
c.	Materiales para Detección de Preñez	47
2.	<u>Materiales de Oficina</u>	47
3.	<u>Materiales de campo</u>	47
D.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	47
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	48
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	48
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	49
1.	<u>De campo</u>	49
a.	Aplicación de los tratamientos hormonales	49
2.	<u>Programa sanitario</u>	50
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	51
1.	<u>Condición corporal, puntos</u>	51
2.	<u>Presencia de celo, %</u>	51
3.	<u>Tasa de preñez a los 30 días, %</u>	51
4.	<u>Tasa de preñez a los 60 días, %</u>	51
5.	<u>Costo/Vaca/Gestante, dólares</u>	52
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	53
A.	COMPORTAMIENTO DE LAS VACAS A 2721,3 m.s.n.m.	53
1.	<u>Condición corporal</u>	53
2.	<u>Presentación del celo</u>	54
3.	<u>Preñez a los 30 días</u>	55

4. <u>Preñez a los 60 días</u>	56
B. COMPORTAMIENTO DE LAS VACAS A 2159,5 m.s.n.m.	57
1. <u>Condición corporal</u>	57
2. <u>Presentación del celo</u>	58
3. <u>Preñez a los 30 días</u>	59
4. <u>Preñez a los 60 días</u>	60
C. COMPORTAMIENTO DE LAS VACAS A 2848,7 m.s.n.m.	61
1. <u>Condición corporal</u>	61
2. <u>Presentación del celo</u>	61
3. <u>Preñez a los 30 días</u>	62
4. <u>Preñez a los 60 días</u>	63
D. COMPORTAMIENTO DE LAS VACAS A 3045,9 m.s.n.m.	64
1. <u>Condición corporal</u>	64
2. <u>Presentación del celo</u>	65
3. <u>Preñez a los 30 días</u>	66
4. <u>Preñez a los 60 días</u>	67
E. COMPORTAMIENTO DE LAS VACAS POR EFECTO DEL PISO CLIMÁTICO	68
1. <u>Presentación del celo</u>	68
2. <u>Preñez a los 30 días</u>	69
3. <u>Preñez a los 60 días</u>	71
F. ANÁLISIS ECONÓMICO	72
V. <u>CONCLUSIONES</u>	74
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	75
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	76
ANEXOS	84

RESUMEN

En diferentes explotaciones lecheras de la Sierra Norte del país, ubicadas en distintos pisos climáticos (Santa Teresita 2721,3 m.s.n.m., La María 2159,5 m.s.n.m., San Isidro 2848,7 m.s.n.m. e Ingueza 3045,9 m.s.n.m.), se evaluó la tasa de preñez en vacas lecheras por efecto de la sincronización del estro con dispositivos CIDR nuevos y usados, utilizándose 10 repeticiones por tratamiento, con un animal como unidad experimental y que se escogieron al azar de las vacas en producción que estuvieron en fase de lactancia. Los datos experimentales fueron analizados mediante la prueba de Chi-cuadrado (X^2), para dos variables y la Prueba de Independencia, con la finalidad de determinar la independencia o no del CIDR vs. Pisos climáticos. Determinando que la utilización de los dispositivos intravaginales CIDR sean nuevos y usados presentando respuestas estadísticamente similares, aunque numéricamente se observó una ligera superioridad con el empleo de CIDR nuevos. Las diferencias entre las respuestas están determinadas por los pisos climáticos donde se encuentran las haciendas, obteniendo mejores respuestas a una altitud de 2721,3 m.s.n.m. Los menores costos por vaca/gestante (76.03 y 75.95 dólares), se determinaron en las vacas que se encuentran a una altitud de 2721.3 m.s.n.m., en cambio que a 3045.9 m.s.n.m., estos costos fueron de 117,39 y 151,84 dólares; por lo que se recomienda efectuar la sincronización del estro con el empleo de CIDR sean nuevos o usados por cuanto se obtuvieron resultados similares en la tasa de preñez.

ABSTRACT

In different dairy farms in the Northern Sierra of the country, located in different climatic zones (Santa Teresita 2721.3 m.a.s.l., La María m.a.s.l., San Isidro 2848,7 m.a.s.l., and Ingueza 3045,9 m.a.s.l), the pregnancy rate in dairy cows was evaluated by effect of estrus synchronization with new and used CIDR devices, using 10 repetitions per treatment, with one animal as the experimental unit and chosen randomly of the dairy cows that were in lactation stage. The experimental data were analyzed using the Chi-square (X^2), for two variables and the Independence Test, in order to determine the independence or not of the CIDR vs. Climatic zones. Establishing that the use of intravaginal CIDR devices, new or used showed statistically similar responses, although numerically a slight superiority was observed with the use of new CIDR. The differences between the responses are determined by climatic zones where the farms are, obtaining better results on an altitude of 2721.3 m.a.s.l. Lower costs per pregnant cow (76.03 and 75.95 dollars), were determined in cows that are at 2721,3 m.a.s.l. and at 3045.9 m.a.s.l., these costs were 117.39 and 151,84 dollars instead; therefore it is recommended the estrus synchronization with the use of new or used CIDR because similar results were obtained in pregnancy rate.

LISTA DE CUADROS

Nº		Pág.
1.	HORMONAS IMPLICADAS EN LA REPRODUCCIÓN, SU ORIGEN, FUNCIÓN PRINCIPAL Y ESTRUCTURA QUÍMICA.	12
2.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA DEL ESTUDIO.	46
3.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	49
4.	EFECTO DEL EMPLEO DE DISPOSITIVOS INTRAVAGINALES (CIDR), NUEVOS Y USADOS EN VACAS HOLSTEIN FRIESIAN EN LA HACIENDA SANTA TERESITA, CANTON CAYAMBE, PROVINCIA PICHINCHA (2721,3 m.s.n.m.).	53
5.	EFECTO DEL EMPLEO DE DISPOSITIVOS INTRAVAGINALES (CIDR), NUEVOS Y USADOS EN VACAS HOLSTEIN FRIESIAN EN LA HACIENDA LA MARÍA, CANTÓN URCUQUI, PROVINCIA IMBABURA (2159,5 m.s.n.m.).	57
6.	EFECTO DEL EMPLEO DE DISPOSITIVOS INTRAVAGINALES (CIDR), NUEVOS Y USADOS EN VACAS HOLSTEIN FRIESIAN EN LA HACIENDA SAN ISIDRO, CANTÓN ESPEJO, PROVINCIA CARCHI (2848,7 m.s.n.m.).	61
7.	EFECTO DEL EMPLEO DE DISPOSITIVOS INTRAVAGINALES (CIDR), NUEVOS Y USADOS EN VACAS HOLSTEIN FRIESIAN EN LA HACIENDA INGUEZA, CANTÓN ESPEJO, PROVINCIA CARCHI (3045,9 m.s.n.m.).	65
8.	EFECTO DEL EMPLEO DE DISPOSITIVOS INTRAVAGINALES (CIDR), NUEVOS Y USADOS EN VACAS HOLSTEIN FRIESIAN EN DISTINTOS PISOS CLIMÁTICOS DE LA SIERRA NORTE DEL ECUADOR.	68
9.	EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL COSTO/VACA GESTANTE (DÓLARES), POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE DISPOSITIVOS INTRAVAGINALES (CIDR), EN UN PROGRAMA DE INSEMINACIÓN A TIEMPO FIJO EN VACAS HOLSTEIN FRESIAN EN DISTINTOS PISOS CLIMÁTICOS DE LA SIERRA NORTE.	73

LISTA DE GRÁFICOS

Nº		Pág.
1.	Protocolo de Sincronización con CIDR + BE + PGF2 α + BE.	50
2.	Frecuencia de la presencia de celo de vacas Holstein Friesian, que se sincronizaron el celo con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usados a a 2721,3 m.s.n.m. (Hacienda Santa Teresita).	54
3.	Taza de preñez a los 30 días, de vacas Holstein Friesian, que se sincronizaron el celo con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usado a a 2721,3 m.s.n.m. (Hacienda Santa Teresita).	56
4.	Frecuencia de la presencia de celo de vacas Holstein Friesian, que se sincronizaron el celo con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usados a 2159,5 m.s.n.m. (Hacienda La María).	58
5.	Taza de preñez a los 30 días, de vacas Holstein Friesian, que se sincronizaron el celo con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usado a 2159,5 m.s.n.m. (Hacienda La María).	59
6.	Frecuencia de la presencia de celo de vacas Holstein Friesian, que se sincronizaron el celo con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usados a 2848,7 m.s.n.m. (Hacienda San Isidro).	62
7.	Taza de preñez a los 30 días, de vacas Holstein Friesian, que se sincronizaron el celo con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usado a 2848,7 m.s.n.m. (Hacienda San Isidro).	63
8.	Taza de preñez a los 60 días, de vacas Holstein Friesian, que se sincronizaron el celo con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usado a 2848,7 m.s.n.m. (Hacienda San Isidro).	64
9.	Frecuencia de la presencia de celo de vacas Holstein Friesian, que se sincronizaron el celo con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usados a 3045,9 m.s.n.m. (Hacienda Ingueza).	66
10.	Taza de preñez a los 60 días, de vacas Holstein Friesian, que se sincronizaron el celo con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usados a 3045,9 m.s.n.m. (Hacienda Ingueza).	67
11.	Frecuencia de la presencia de celo de vacas Holstein Friesian, que se sincronizaron el celo con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usados en diferentes pisos climáticos.	69

12. Taza de preñez a los 30 días, de vacas Holstein Friesian, que se sincronizaron el celo con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usados en diferentes pisos climáticos. 70
13. Taza de preñez a los 30 días, de vacas Holstein Friesian, que se sincronizaron el celo con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usados en diferentes pisos climáticos. 71

LISTA DE ANEXOS

Nº

1. Resultados experimentales y análisis estadísticos de los parámetros considerados en la sincronización del celo de vacas Holstein Friesian con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usados en la Hacienda Santa Teresita, cantón Cayambe, Provincia Pichincha, a 2721,3 m.s.n.m.
2. Resultados experimentales y análisis estadísticos de los parámetros considerados en la sincronización del celo de vacas Holstein Friesian con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usados en la Hacienda La María, cantón Urcuquí, provincia Imbabura, ubicada a 2721,3 m.s.n.m.
3. Resultados experimentales y análisis estadísticos de los parámetros considerados en la sincronización del celo de vacas Holstein Friesian con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usados en la Hacienda San Isidro, cantón Espejo, provincia Carchi, ubicada a 2848,7 m.s.n.m.
4. Resultados experimentales y análisis estadísticos de los parámetros considerados en la sincronización del celo de vacas Holstein Friesian con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usados en la Hacienda Ingueza, cantón Espejo, provincia Carchi, ubicada a 3045,9 m.s.n.m.
5. Resultados experimentales y análisis estadísticos de los parámetros considerados en la sincronización del celo de vacas Holstein Friesian con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usados en en distintos pisos climáticos de la sierra norte del Ecuador.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial existen reportes que indican la baja tasa de concepción en bovinos inseminados artificialmente, debido principalmente a las fallas en la detección de celos. Por ello, para optimizar la eficiencia reproductiva en las lecherías se han realizado, la implementación de programas basados en la sincronización del celo, la ovulación o ambos, pero para que sean utilizados estos métodos de sincronización se debe tener en cuenta el costo de las hormonas utilizadas y el porcentaje de preñez, en definitiva tener en cuenta la relación costo/beneficio de los animales tratados.

En la sincronización estral de bovinos, se han utilizado diversos tratamientos a base de progesterona o progestágenos, en distintas presentaciones y métodos de aplicación, combinados generalmente con otras hormonas. En diferentes condiciones de manejo, genotipos y climas, el uso de progesterona o progestágenos como agentes sincronizadores del estro han demostrado ser una herramienta satisfactoria (Becaluba, F. 2006).

Por otra parte, técnicas como la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF), con sus bondades e igualmente con deficiencias, han brindado resultados variables, con porcentajes de preñez que van desde 25 a 65%, estando influenciados estos porcentajes por una gran cantidad de factores como la alimentación, manejo, clima, raza, tipo de hormona utilizada, destreza del inseminador y aplicación correcta de la técnica, entre otros (Del Valle, T. 2010).

La detección de celos es un factor que ha sido subestimado en la mayoría de los hatos lecheros, teniendo así un bajo porcentaje de fertilidad que muchas veces es causada por una deficiente detección de los mismos, impidiendo tener un intervalo entre partos óptimo y por ende la reducción de la producción diaria de leche y el número de crías que deberían nacer, que serán los reemplazos del hato. Lo que se traduce en pérdidas económicas para el ganadero.

Para esto la sincronización del celo, es un método efectivo para mitigar esta situación, ya que complementa la eficiencia de la inseminación artificial,

agrupando los celos en un periodo determinado de tiempo, además de manejar lotes programados para la producción. Y sin dejar de lado, la reducción en el porcentaje de eliminación de animales por problemas reproductivos, así como el coste por reducir los días improductivos (Sinervia, U. 2007).

Un producto comercial empleado en programas de sincronización del estro es el dispositivo intravaginal de liberación controlada de droga CIDR-B® (por sus siglas en inglés), la cual libera el progestágeno de manera constante y relativamente uniforme mientras el dispositivo se encuentra insertado en la vagina, pero cuando éste es retirado aún contiene progesterona y la cantidad residual depende del tiempo que duró insertado, la concentración de p4 en el CIDR usados según días de uso son: a los 9 Días una concentración de 1.1 g y a los 15 días de 0.9 g (Martínez, C. 2009).

Por lo que bajo este entorno, los dispositivos intravaginales pueden ser reutilizados debido a la cantidad hormonal que en ellos contienen y la cantidad que las vacas necesitan para poder entrar en calor, de esta forma surge el cuestionamiento de que la concentración residual del progestágeno en el CIDR (1.9 g), es capaz de inducir una sincronización de calores con similar tasa de gestación, cuando éste se utiliza por segunda ocasión. Por consiguiente, en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

- Utilizar dispositivos intravaginales (CIDR®), en un programa de inseminación a tiempo fijo en vacas lecheras en distintos pisos climáticos de la Sierra Norte
- Determinar la tasa de preñez en las vacas tratadas con protocolo de sincronización utilizando CIDR nuevos y usados en distintos pisos climáticos.
- Establecer los efectos de los distintos pisos climáticos (2159,5; 2721,3; 2848,7 y 3045,9 m.s.n.m.), en el programa de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo mediante la utilización de CIDR nuevos y usados.
- Determinar el costo/vaca/gestante de la aplicación de esta estrategia.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. ANATOMÍA DEL APARATO REPRODUCTOR DE LA VACA

El aparato reproductor de la vaca está conformado por órganos externos e internos y por los huesos pélvicos. Su función consiste en producir hormonas, recibir los espermatozoides, producir y liberar el óvulo, ofrecer el ambiente para que ocurra la fertilización o unión de los gametos, garantizar la gestación y expulsar la cría al momento del parto (Wattiaux, M. 2000).

DeJarnette, M. y Nebel, R. (2012), señalan que las partes que componen el aparato reproductor bovino son: dos ovarios, dos oviductos, dos cuernos uterinos, un útero, la cérvix, la vagina y la vulva. La vejiga está ubicada debajo del aparato reproductor, y está conectada a la apertura uretral en la base de la vagina.

1. La vulva

DeJarnette, M. y Nebel, R. (2012), señalan que la vulva es la apertura externa del aparato reproductor y puerta de entrada del tracto genital. Se encuentra localizada debajo del ano. Tiene tres funciones principales: dejar pasar la orina, abrirse para permitir la cópula y forma parte del canal de parto. Incluidos en la estructura vulvar están los labios y el clítoris. Los labios de la vulva están ubicados a los lados de la apertura vulvar y tienen aspecto seco y arrugado cuando la vaca no está en celo. En la medida que el animal se acerque al celo, la vulva empezará a hincharse y tomará una apariencia rojiza y húmeda. El vértice inferior de la vulva tiene un mechón de pelos, que en un momento dado puede permitir la detección de secreciones anormales como pus, sangre, etc. El clítoris, el divertículo suburetral y la terminación de la uretra, se encuentran en el vestíbulo vulvar.

2. La vagina

La vagina, es un canal que sirve para alojar el pene u órgano copulador del macho y comunica la vulva con el útero, tiene una consistencia músculo–membranosa. Tiene un largo entre 10 y 12,5 cm y es extensible. Termina en el

orificio del cuello uterino, cuya unión es abrupta, proyectándose el útero hacia la vagina, formando un fondo de saco alrededor del orificio cervical. En la vagina queda depositado el semen eyaculado por el toro durante la monta natural (Wattiaux, M. 2000).

Las células de la vagina y del cuello uterino secretan una sustancia mucosa que lubrica el tracto reproductivo durante el celo o momento de aceptación del toro para la monta. También sirve como pasaje del feto al nacimiento (DeJarnette, M. y Nebel, R. 2012).

3. La cérvix

La cérvix es un órgano de paredes gruesas, que establece la conexión entre la vagina y el útero. Está compuesto de tejido conectivo denso y músculos, y será nuestra referencia al inseminar una vaca. La entrada a la cérvix está proyectada hacia la vulva en forma de cono. Esto forma un círculo ciego de 360° que rodea completamente la entrada a la cérvix. Esta base ciega del cono es conocida como fornix. El interior de la cérvix contiene tres o cuatro anillos, a veces llamados pliegues. Este diseño le facilita a la cérvix ejercer su función principal, que es la de proteger el útero del medio ambiente exterior. La cérvix se abre hacia adelante al cuerpo uterino. Como de una pulgada de largo, el cuerpo uterino sirve de conexión entre los dos cuernos uterinos y la cérvix. El cuerpo uterino es el sitio donde se debe depositar el semen durante la inseminación artificial (DeJarnette, M. y Nebel, R. 2012).

4. El cuerpo uterino

El cuerpo del útero se encuentra a continuación del cuello, es corto, de aproximadamente 4 a 5 cm, a partir de los cuales se bifurca dando origen a los cuernos uterinos (derecho e izquierdo). La pared muscular del útero es muy delgada. La consistencia de los cuernos varía de acuerdo con los niveles hormonales del animal: se ponen tensos, turgentes o tónicos durante el celo o estro y flácidos, sin tono, durante el diestro (Wattiaux, M. 2000).

En los cuernos uterinos ocurre la anidación del embrión y transcurre la preñez, también supe de nutrientes al feto (Bavera, G. 2005).

DeJarnette, M. y Nebel, R. (2012), reporta que a partir del cuerpo uterino, el tracto reproductor se divide y todos los órganos vienen en pares:

- Los cuernos uterinos están formados por tres capas musculares y una intrincada red de vasos sanguíneos. La función principal del útero es proveer el ambiente óptimo para el desarrollo fetal. Cuando una hembra es servida, ya sea por monta natural o por inseminación artificial, los músculos uterinos, bajo la influencia de las hormonas estrógeno y oxitocina, se contraen rítmicamente para ayudar en el transporte de espermatozoides hacia el oviducto.
- Los oviductos, conducen los óvulos, los huevos de la vaca. Los oviductos son también conocidos como trompas de Falopio. Los oviductos presentan varias regiones estructuralmente distintos, al observarlos bajo el microscopio.
- La porción más baja, la más cercana al útero, es llamada istmo. La conexión entre el útero y el istmo, es llamada unión útero-tubal (UUT). La unión útero-tubal sirve como filtro de espermatozoides anormales y es el reservorio de espermias hábiles.
- La porción más alta del oviducto, cercana al ovario, es llamada ámpula. El diámetro interno del ámpula, adecuando al paso del ovulo, es mayor que el del istmo. Es en este segmento del oviducto donde ocurre la fertilización. Se cree que una señal química, realizada al momento de la ovulación, es la que estimula la liberación de los espermatozoides de las paredes del istmo.
- La estructura en forma de embudo al final del oviducto, llamado infundíbulo, rodea los ovarios y cosecha los huevos, evitando que éstos caigan a la cavidad abdominal. Estructuras vellosas sobre el infundíbulo y dentro del ámpula, se mueven rítmicamente para transportar el ovulo y su masa de células cúmulos, a través del oviducto al sitio de la fertilización.

5. Los ovarios

Los ovarios de la vaca están formados de una parte cortical y una zona medular, que se diferencian una de la otra tanto por su estructura, como por sus funciones. La superficie del ovario está cubierta por la túnica albugínea que es una formación densa de tejido conjuntivo. En ella pueden localizarse dos tipos de estructuras: los folículos y los cuerpos lúteos (Bavera, G. 2005).

De acuerdo a DeJarnette, M. y Nebel, R. (2012), los ovarios son los órganos principales del aparato reproductor femenino. Tienen dos funciones: la producción de óvulos y la producción de hormonas, principalmente estrógenos y progesterona, durante los distintos estadios del ciclo estral. En la superficie del ovario se pueden encontrar dos estructuras diferentes: folículos y cuerpo lúteo.

a. Los folículos

Los folículos se asemejan a una vejiga llena de líquido; contiene al óvulo y al liberarlo se transforma en cuerpo lúteo y es responsable de la liberación de hormonas femeninas del tipo estrógeno. El folículo constituye la estructura funcional fundamental del ovario (Bavera, G. 2005).

DeJarnette, M. y Nebel, R. (2012), señala que los Folículos son estructuras llenas de fluidos, que contienen los óvulos en desarrollo. Usualmente se pueden encontrar varios Folículos en cada Ovario, que varían en tamaño desde apenas visibles, hasta 20 mm en diámetro. El folículo más grande sobre el Ovario es considerado "el dominante", y es el que probablemente ovule cuando el animal entre en celo. Con el tiempo, más del 95% de los otros Folículos entran en regresión y mueren sin ovular, siendo reemplazados por una nueva generación de Folículos en crecimiento.

b. El cuerpo lúteo

La otra estructura que se encuentra en la superficie del Ovario es el Cuerpo Lúteo (CL). El CL crece sobre el sitio de la ovulación del celo anterior. A menos que

haya habido más de una ovulación, se debe hallar solo un CL en uno de los Ovarios. El CL normalmente tendrá una corona sobre su estructura, lo cual facilita su identificación durante la palpación rectal. El CL también puede tener una cavidad llena de fluidos, pero una pared más gruesa, por lo tanto tendrá una textura más tosca al tacto. El CL en latín significa "cuerpo amarillo." Aunque en su superficie, esta estructura tiene apariencia oscura, un corte transversal revela un amarillo rojizo en su interior (DeJarnette, M. y Nebel, R. 2012).

El cuerpo lúteo es responsable de la liberación de la hormona progesterona. Es una estructura transitoria, importante porque mantiene la preñez a través de la secreción de progesterona (Bavera, G. 2005).

B. FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DEL BOVINO

Una vez que la hembra ha alcanzado la pubertad ocurren muchas variaciones en su aparato reproductor como respuesta a distintos niveles de hormonas. En una hembra no gestante estos cambios ocurren cada 17 a 24 días (considerándose 21 días como el tiempo promedio). Esta periodicidad se llama Ciclo Estral. El ciclo estral está regulado por la interacción de varios órganos; entre ellos el eje hipotálamo-hipófisis, el ovario y el útero (Sinervia, U. 2007).

Manrique, J. (2010), manifiesta que la capacidad reproductiva de una hembra depende de cómo se llevan a cabo varios eventos fisiológicos: secreción hormonal, fertilización, implantación, formación del embrión, preñez y parto. La fertilidad puede ser interrumpida en cualquiera de los estadios de reproducción mencionados, los cuales son controlados fisiológicamente por el hipotálamo, la hipófisis, los ovarios, la glándula adrenal y el tracto reproductivo.

1. Órganos del Eje hipotálamo-hipófisis-ovario-útero

a. Hipotálamo

El hipotálamo forma la base del cerebro, y sus neuronas producen la hormona liberadora de gonadotrofina o GnRH. El GnRH, en la eminencia media, difunde a

los capilares del sistema porta hipofisiario y de aquí a las células de la adenohipófisis en donde su función es estimular la síntesis y secreción de las hormonas hipofisiarias, FSH y LH (Bavera, G. 2005).

Manrique, J. (2010), señala que el hipotálamo segrega sustancias similares a hormonas, las cuales estimulan la hipófisis para que, a su vez, libere las hormonas gonadotropinas: luteinizante (LH) y folículo estimulante (FSH). Histológicamente, el hipotálamo está compuesto de núcleos, células dispersas y axones, los cuales conectan una célula con la otra. Pero el elemento principal del hipotálamo, desde el punto de vista reproductivo, son las células neurosecretoras, las cuales se encuentran dispersas en núcleos. Estas parecen células endocrinas, debido a la presencia de gránulos secretores compuestos por hormonas verdaderas, las cuales emigran a los axones para ser vertidas a las terminaciones nerviosas.

b. Hipófisis

Manrique, J. (2010), indica que a pesar de que el hipotálamo juega un papel importante en el proceso reproductivo, la hipófisis también toma parte en mecanismos múltiples de vital importancia, dependiendo de las conexiones nerviosas con el hipotálamo. Una de las partes de la hipófisis que interesa, desde el punto de vista reproductivo, es el lóbulo anterior, el cual segrega seis hormonas diferentes entre las cuales están la LH y la FSH. El papel de la hipófisis en el control reproductivo se ilustra muy bien en el ciclo del ovario.

Por su parte Bavera, G. (2005), manifiesta que la hipófisis está formada por una parte anterior o adenohipófisis y una posterior o neurohipófisis. La adenohipófisis produce varios tipos de hormonas, de las cuales la FSH y LH cumplen un papel relevante en el control neuroendócrino del ciclo estral. La FSH es la responsable del proceso de esteroideogénesis ovárica, crecimiento y maduración folicular, y la LH interviene en el proceso de esteroideogénesis ovárica, ovulación, formación y mantenimiento del cuerpo lúteo. Estas hormonas son secretadas a la circulación en forma de pulsos y son reguladas por dos sistemas, el tónico y el cíclico. El sistema tónico produce el nivel basal circulante, siempre presente, de hormonas

hipofisiarias las cuales promueven el desarrollo de los elementos germinales y endócrinos de las gónadas. El sistema cíclico opera más agudamente, siendo evidente por solo 12 a 24 horas en cada uno de los ciclos reproductivos de la hembra. El modo cíclico tiene por función primaria causar la ovulación. La neurohipófisis almacena la oxitocina producida en el hipotálamo. Esta hormona tiene varias funciones como son intervenir en el mecanismo del parto, bajada de la leche, transporte espermático e intervendría en el proceso de luteolisis.

c. Ovarios

Los ovarios tienen dos funciones principales: la endocrina, a través de la cual se elaboran las hormonas y la citogénica, por su producción de óvulos a través de los folículos. En todos los animales, los ovarios son pares, es decir en número de dos, y su tamaño depende de la edad, especie y estadio reproductivo del animal. El desarrollo de sus componentes histológicos está bajo el control de las hormonas de la hipófisis. Los ovarios son ovoides, pero su forma varía de acuerdo con estructuras diferentes durante el ciclo estral como los folículos y el cuerpo lúteo o cuerpo amarillo. La superficie del ovario está cubierta por la túnica albugínea que es una formación densa de tejido conjuntivo. El ovario está formado de una parte cortical y una zona medular. Se diferencian una de la otra no solamente por la estructura sino por sus funciones. El folículo es una estructura muy importante porque al romperse produce el óvulo y el cuerpo lúteo que es una estructura transitoria, este último es importante porque mantiene la preñez a través de la secreción de progesterona (Manrique, J. 2010).

Bavera, G. (2005), indica que los ovarios son glándulas exócrinas (liberan óvulos) y endócrinas (secretan hormonas). Entre las hormonas que producen los ovarios se puede citar a los estrógenos, la progesterona y la inhibina.

Los estrógenos, hormonas esteroideas, son producidos por el folículo ovárico y tienen acciones sobre los distintos órganos blanco como son las trompas de Falopio, el útero, la vagina, la vulva y el sistema nervioso central, en el cual estimulan la conducta de celo y el hipotálamo donde ejercen un "feed back" negativo sobre el centro tónico y positivo sobre el centro cíclico.

La progesterona, hormona esteroidea, es producida por el cuerpo lúteo por acción de la LH. Los efectos de la progesterona se observan después que el tejido blanco ha estado expuesto durante cierto tiempo a la estimulación de los estrógenos. Esta preparación por los estrógenos conduce a un efecto sinérgico. Esta hormona prepara el útero para el implante del embrión y para mantener la gestación. A nivel hipotalámico ejerce un efecto feed back negativo sobre el centro tónico.

La inhibina, hormona proteica, es producida por el folículo ovárico (células granulosas) e interviene en el mecanismo de regulación de la secreción de FSH. Ejerce un feed back negativo a nivel hipofisiario, produciendo una menor secreción de FSH.

d. Útero

El útero produce la prostaglandina F2a (PGF2a), la cual interviene en la regulación neuroendócrina del ciclo estral mediante su efecto luteolítico. Otras funciones son la de intervenir en los mecanismos de ovulación y del parto (Bavera, G. 2005).

2. Hormonas que intervienen en la reproducción

La reproducción de la hembra está regulada por numerosas hormonas, secretadas por glándulas especializadas (endocrinas), que generalmente pasan a la sangre o linfa que las transporta a partes específicas del animal (órgano "blanco"), donde realizan su función (Asprón, M. 2004).

El cerebro regula la secreción de las glándulas endocrinas a través de las hormonas, que se vierten directamente en el torrente circulatorio en respuesta a determinados estímulos provocando una respuesta funcional específica, la cual puede manifestarse tanto en forma inmediata como mediata. Como resultado de dicho proceso de transferencia, la célula receptora de dicho estímulo, modifica su comportamiento a través de cambios en sus esquemas metabólicos. Los tipos de acciones promovidas por las hormonas pueden ser modificaciones en la

permeabilidad de las membranas o en los mecanismos de transporte; modificación de la síntesis proteica y/o modificación de la actividad enzimática celular. De acuerdo con su estructura química las hormonas pueden agruparse en esteroides, aminas y aminoácidos, proteínas, derivados de ácidos grasos y péptidos. En cambio, si se tiene en cuenta el criterio funcional, se las considera neurosecretoras, tróficas, glandulares, tisulares o sustancias mediadoras (Echeverría, J. 2005).

De acuerdo a Sinervia, U. (2007), las hormonas implicadas en la reproducción aparecen listadas en el cuadro 1, junto con la función principal, el origen y la estructura química de cada una de ellas. Es importante destacar que sólo se incluyen algunas de las acciones conocidas de cada hormona y que, además, no se comprenden todas las funciones de estas hormonas. El cuadro incluye, simplemente, las acciones endocrinas conocidas, pero la mayoría tienen también distintas funciones paracrinas que no han sido suficientemente estudiadas. La reproducción de la hembra y del macho está regulada por la interacción finamente sintonizada de las acciones y reacciones de muchas de estas hormonas. Aunque se han hecho muchos progresos en las últimas décadas, todavía falta mucho para comprender totalmente la enorme complejidad del proceso reproductivo.

A continuación se hace una descripción de las hormonas que participan en el proceso reproductivo y en la producción y finalización del estrógeno.

a. Hormona Liberadora de Gonadotrofinas (GnRH)

Las sustancias del hipotálamo que controlan la liberación de las hormonas hipofisarias fueron inicialmente factores de liberación. A medida que se conocieron sus estructuras químicas, se las ha llamado hormonas liberadoras y su abreviatura genérica es RH. La GnRH es segregada por el Hipotálamo, es un péptido pequeño de diez bases de aminoácidos, con un peso molecular de 1.183 daltons que está encargada de estimular a la glándula hipófisis para que secrete las hormonas gonadotrofinas FSH y LH. Juega un importante papel en el proestro. Durante el ciclo estral la GnRH se secreta en pulsos cuya frecuencia cambia según el estadio del ciclo estral y está en relación a los cambios de las concentra-

Cuadro 1. HORMONAS IMPLICADAS EN LA REPRODUCCIÓN, SU ORIGEN, FUNCIÓN PRINCIPAL Y ESTRUCTURA QUÍMICA.

Hormona	Origen	Función principal	Estructura química
Melatonina	Glándula pineal	Indicador de la duración día/noche	Indolamina
GnRH	Hipotálamo	Estimula la liberación de FSH y LH por parte de la hipófisis	Péptido (10 aminoácidos)
FSH	Hipófisis anterior	Hembra: estimula el desarrollo y la maduración de los folículos. Macho: estimula la espermatogénesis	Glicoproteína (>200 aminoácidos)
LH	Hipófisis anterior	Hembra: estimula la maduración de los folículos. Induce la formación y el mantenimiento del cuerpo lúteo en el ovario. Macho: estimula la producción de testosterona	Glicoproteína (>200 aminoácidos)
Estrógenos (17 β estradiol)	Ovario (granulosa del folículo)	Induce el comportamiento propio del celo. Estimula la descarga preovulatoria de LH	Esteroide
Inhibina	Hembra: ovario (granulosa) Macho: testículo (células de Sertoli)	Inhibe la secreción hipofisaria de FSH (efecto de retroalimentación)	Péptido
Progesterona	Ovario (cuerpo lúteo)	Prepara al endometrio para la nidación de un embrión. Mantiene la gestación. Disminuye la secreción de GnRH, impidiendo así nuevas ovulaciones	Esteroide
Prostaglandina	Útero	Regresión del cuerpo lúteo	Ácido liposoluble

Fuente: Sinervia, U. (2007).

ciones de los esteroides ováricos. Se han sintetizado dos tipos básicos de análogos de GnRH. Los análogos antagonistas parecen unirse al receptor en la hipófisis, pero no induce la liberación de LH o FSH, y bloquean la acción de la hormona natural. La razón del aumento en la actividad biológica de los agonistas GnRH se debe a su capacidad de permanecer unidos al receptor en la hipófisis por más tiempo que la hormona natural (Sinervia, U. 2007).

Mérida, C. (2007), expresa que la Hormona GnRH se une a receptores gonadotrópicos de alta especificidad, para estimular la liberación y biosíntesis de hormona luteinizante (LH) y hormona folículo estimulante (FSH), que a su vez provoca la síntesis de esteroides gonadales y la gametogénesis. La GnRH juega un papel crucial en regular la actividad ovárica durante el ciclo estral normal de la vaca, así como el de iniciar la actividad gonadal antes de la aparición de la pubertad y después de los periodos de anestro.

b. Inhibina

Paez, E. (2012), indica que la Inhibina es una hormona proteica de origen gonadal que interviene en el mecanismo de regulación de la secreción de FSH y tiene un efecto de retroalimentación negativa sobre la hipófisis anterior produciendo una menor secreción de FSH. La principal fuente de inhibina es la granulosa de los folículos en crecimiento.

c. Oxitocina

Borestein, F. et al. (2003), manifiesta que la oxitocina es un nonapéptido sintetizado principalmente por las neuronas magno celulares hipotalámicas, localizadas en el núcleo supraóptico y paraventricular, almacenándose en la neurohipófisis. La oxitocina es el más potente agente útero tónico conocido: la sensibilidad del miometrio a la oxitocina aumenta antes y durante el parto y este aumento es regulado por la concentración de receptores de oxitocina. Las funciones fisiológicas de la oxitocina son producir la contracción de la musculatura uterina y estimular a las células mioepiteliales de los alvéolos mamarios.

La oxitocina, una vez liberada a la circulación tienen una vida media muy corta (entre 5 y 10 minutos), ya que es degradada muy rápidamente por las neuropeptinas del hígado y riñón. Esta hormona tiene varias funciones como son la contracción de la musculatura uterina y modificación de los umbrales de excitabilidad del miometrio, intervenir en el mecanismo del parto, colaborando con la expulsión del feto y contracción del útero para asegurar la hemostasia, estimulación de las células mioepiteliales de los alveolos mamarios para la bajada de la leche, incrementa la frecuencia de contracciones del oviducto interviniendo en el transporte espermático, en la vaca, oveja y el ser humano se produce oxitocina en el CL e interviniendo activamente en el proceso de luteolisis, (Bavera, G. 2005).

d. Prostaglandina F₂α

Producida por el miometrio, interviene en la regulación neuroendócrina del ciclo estral mediante su efecto luteolítico (de regresión del cuerpo lúteo) y la liberación de oxitocina, cumple además funciones de regulación de los mecanismos de ovulación, sus concentraciones sanguíneas son bajas pero se elevan en ciertas condiciones como en el parto. Las prostaglandinas actúan como hormonas autocrinas y paracrinas (Salverson, R. et al., 2002).

Las prostaglandinas se pueden sintetizar a partir del *ácido araquidónico* por la acción de diferentes *enzimas*³⁸ como cicloxigenasas, lipoxigenasas, el citocromo P-450, peroxidasas, etc. El mecanismo durante el cual la PGF-2 α llega del endometrio al ovario en los rumiantes es único, ya que al ser liposoluble difunde de las paredes de la vena útero-ovárica a la arteria ovárica (Adams, H. 2001).

La prostaglandina F₂ α (PGF₂ α), se ha aceptado generalmente como un agente luteolítico que termina con la corta vida del cuerpo lúteo cíclico al final del diestro. La regresión del cuerpo lúteo resulta en una caída brusca de los niveles de progesterona en la sangre, que a su vez permite la liberación de las gonadotropinas de la hipófisis anterior, y el animal regresa al estro o celo. Por lo tanto, la administración de PGH₂ o sus análogos sintéticos, resultan en luteolisis durante el diestro, lo cual es seguido por una secuencia normal de eventos

endocrinos y fisiológicos que preceden el estro. Esta disminución de la fase luteal es el mecanismo por el cual las prostaglandinas pueden ser utilizadas para controlar el celo (Manrique, J. 2010).

e. Hormona Luteinizante (LH)

Es una glicoproteína compuesta de una subunidad a y otra b con un peso molecular de 30.000 daltons y una vida media de 30 minutos. Los niveles tónicos o basales de LH actúan con la FSH para inducir la secreción de estrógenos de los folículos ováricos. Las células de la teca interna, contiene receptores de LH y mediante su estímulo producen andrógenos, que pasan a las células de la granulosa, donde mediante la acción de la FSH induce aromatización de estos andrógenos para transformarse en estrógenos que son liberados al antro folicular y de allí a la circulación general. La LH es también responsable de inducir una serie de reacciones enzimáticas que terminan con la ruptura de la pared folicular y la ovulación y por efecto da origen al cuerpo lúteo, mismo que empieza a secretar progesterona, hormona indispensable en la gestación. Aumenta la síntesis de progesterona a partir del cuerpo lúteo preparando al útero para la implantación del embrión disminuyendo el tono miometrial, aumentando la viscosidad del mucus y cerrando el canal cervical. Además del pico preovulatorio, inducirá la activación del oocito para que continúe la meiosis (Asprón, M. 2004).

f. Hormona Folículo Estimulante (FSH)

Bavera, G. (2005), señala que la Hormona Folículo Estimulante (FSH), es la responsable del proceso de esteroideogénesis ovárica, crecimiento y maduración folicular. El folículo dominante posee mayor número de receptores en la región granulosa para FSH y producen además de estradiol e inhibina que actuará junto con el estradiol suprimiendo la liberación de FSH por la hipófisis. La vida media de la FSH es de 2 a 5 horas.

Hafez, B. (2002), manifiesta que el incremento en los niveles pre-ovulatorios de FSH parece estar gobernado por los mismos mecanismos que determinan el pico de LH, es decir, un estímulo de la secreción de la GnRH provocado por un feed

back positivo con los estrógenos ováricos. Se produce un segundo incremento en los niveles de FSH alrededor de 24 horas luego del pico de LH. Se ha vinculado este incremento con el crecimiento de los folículos del ciclo siguiente. Este segundo incremento de FSH no está gobernado por los mismos mecanismos que el pre- ovulatorio. En este caso la GnRH parece no tener ningún efecto, siendo la desaparición de los retro-controles negativos ováricos (principalmente inhibiría y estradiol), producida por la ovulación lo que permite un aumento tónico de FSH.

g- Estrógenos

Alcanzan su mayor nivel en el estro. Los estrógenos, hormonas esteroideas, son producidos por el folículo ovárico y tienen acciones sobre los distintos órganos en los que intervienen como son las trompas de Falopio, el útero, la vagina, la vulva, el sistema nervioso central (en el cual estimulan la conducta de celo) y el hipotálamo donde ejercen un "feed back" negativo sobre el centro tónico y positivo sobre el centro cíclico (Bavera, G. 2005).

Los estrógenos son producidos por las células de la pared del folículo en crecimiento en el ovario bajo el control de la LH. El folículo preovulatorio, justamente antes de la ruptura, produce grandes cantidades de estrógenos. El elevado nivel de estrógenos hace que la vaca muestre signos de estro o calor (Echeverrías, J. 2006).

Las células de la Teca y Granulosa encontradas dentro y alrededor del folículo en crecimiento actúan en conjunto para la producción de estrógenos. Las células de la teca producen andrógenos que se difunden dentro de las células de la granulosa donde son convertidos en estrógenos. Después de la ruptura, las células de la granulosa se convierten en células luteales grandes, formando las principales células de secreción de progesterona del cuerpo lúteo (Martínez, C. 2009).

Los estrógenos tienen varios efectos: desarrollo y función de los órganos sexuales secundarios; receptividad sexual o conducta estral; ritmo y tipo de crecimiento, especialmente depósito de grasa; y, preparación de la vaquilla prepúber y la vaca

posparto para el inicio de la actividad sexual cíclica (Asprón, M. 2004). Además dilatan el cuello del útero, favorecen la contractilidad de la musculatura uterina y generan cambios en la viscosidad del moco cervical, base para la detección del estro. El estrógeno de primera importancia en la hembra es el estradiol- 17 β , pequeñas cantidades de estrona y estriol son también secretados por diferentes partes del ovario (Echeverrías, J. 2006).

h. Progesterona

Hormona esteroidea, sintetizada por el cuerpo lúteo, la placenta y las glándulas adrenales su secreción es principalmente estimulada por acción de la LH aunque también se ha visto que participan la FSH, factores de crecimiento similares a la insulina (IGF-1) y las prostaglandinas E₂ e I₂. Se produce en mayor cantidad durante el metaestro y el diestro y se sintetiza durante todo el período de gestación. Esta hormona prepara el útero para el implante del embrión y para mantener la gestación inhibiendo las contracciones y promoviendo el desarrollo glandular del endometrio, estimulando el engrosamiento en la pared uterina y el desarrollo de glándulas y músculos uterinos. Los efectos de la progesterona se observan después que el tejido blanco ha estado expuesto durante cierto tiempo a la estimulación de los estrógenos (Bavera, G. 2005).

La P₄ suprime el desarrollo completo de los folículos y la secreción de estrógenos. Niveles altos de esta hormona y bajos de estrógenos evitan que la vaca presente estro. Las funciones de estrógenos y progesterona no siempre son antagónicas y en algunos procesos actúan juntas. El ratio de concentración estrógenos/progesterona determina el inicio y duración de la conducta estral. El desarrollo uterino es iniciado por los estrógenos y completado por la progesterona. Los estrógenos causan contracción uterina cerca del momento del estro y la ovulación para ayudar al transporte espermático. La progesterona elimina la contracción uterina que podría afectar la preñez, hace que se forme tejido secretor (alveolos), de la glándula mamaria. Lo que hace evidente la importancia de esta hormona es la regulación del ciclo estral. (Asprón, M. 2004).

C. EL CICLO ESTRAL

1. Fases o etapas del ciclo estral

Manrique, J. (2010), señala que el ciclo estral ha sido definido como el período que comprende desde el comienzo del celo hasta el próximo celo, generalmente, se divide en cuatro etapas o estadios: proestro, estro, metaestro y diestro. Estas etapas están caracterizadas por cambios cíclicos hormonales y algunos cambios morfológicos. La duración del ciclo estral está entre 18 y 24 días con una media de 21.

De igual manera González, G. (2000), reporta que el ciclo estral de la vaca dura de 19 a 21 días y el estro dura de 12 a 18 horas. Una becerria al nacer cuenta con 200 000 folículos primordiales cuyo número decrece progresivamente ya que muchos de estos sufren atresia.

a. Proestro

González, G. (2000), indica que el proestro dura de 2 a 3 días. La FSH estimula el crecimiento de los folículos reclutados. Luego la concentración de FSH disminuye por la acción del Estradiol y la Inhibina producida por el Folículo Dominante, que también produce factores locales que en conjunto provocan la atresia de los demás folículos.

Según Hernández, J. (2012), el proestro se caracteriza por la ausencia de un cuerpo lúteo funcional y por el desarrollo y maduración del folículo ovulatorio. Un evento hormonal característico de esta etapa es el incremento de la frecuencia de los pulsos de secreción de LH que conducen a la maduración final del folículo ovulatorio y al incremento de estradiol sérico, lo que desencadena el estro.

b. Estro

Bavera, G. (2005), señala que el estro dura de 8 a 24 horas, con un promedio de 18 horas. Durante esta fase, 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 primer onda de crecimiento folicular. Luego de 12 a 24 hs de comenzado el celo, el sistema nervioso de la vaca se torna refractario al estradiol y cesan todas las manifestaciones psíquicas del mismo.

De acuerdo a Hernández, J. (2012), la conducta estral es provocada por un incremento de estradiol sérico producido por el folículo ovulatorio. El aumento de estradiol provoca cambios de la conducta y modificaciones en los genitales externos e internos. La vaca muestra inquietud, su vocalización aumenta, camina más, trata de montar a otras vacas y acepta la monta del toro o de otra vaca. La vulva se inflama ligeramente, a la palpación rectal se aprecia el útero con tono o turgencia (duro y contraído) y al realizar un masaje del cérvix se observa que sale por la vulva moco cristalino abundante. El mecanismo clásico propuesto en la regulación del estro está basado principalmente en el papel del estradiol; sin embargo, estudios recientes señalan que la GnRH podría estar participando en la regulación del estro a nivel del hipotálamo. El estro tiene una duración de 8 a 18 horas y su intensidad es afectada por factores ambientales e intrínsecos de la vaca moderna. El inicio del estro guarda una relación temporal con el pico preovulatorio de LH. Entre el inicio del estro y el pico de LH transcurren de dos a seis horas, y en algunos casos estos dos eventos ocurren simultáneamente. La ovulación mantiene una relación temporal constante con el pico de LH. En general, la ovulación ocurre de 28 a 30 horas después del pico de LH; o, visto de otra manera, de 30 a 36 horas después del inicio del estro

c. Metaestro

El metaestro es la etapa posterior al estro, tiene una duración de cuatro a cinco días. Durante esta etapa ocurre la ovulación y se desarrolla el cuerpo lúteo.

Después de la ovulación se observa una depresión en el lugar ocupado por el folículo ovulatorio (depresión ovulatoria) y posteriormente se desarrolla el cuerpo hemorrágico (cuerpo lúteo en proceso de formación). Durante el metaestro, las concentraciones de progesterona comienzan a incrementarse hasta alcanzar niveles mayores de 1 ng/ml, momento a partir del cual se considera que el cuerpo lúteo llegó a la madurez. El momento en que las concentraciones de progesterona son superiores a 1 ng/ml se toma como criterio fisiológico para determinar el final del metaestro y el inicio del diestro. Un evento hormonal que se destaca en este periodo consiste en la presentación del pico posovulatorio de FSH, lo cual desencadena la primera oleada de desarrollo folicular. Algunas vacas presentan un sangrado conocido como sangrado metaestral (Hernández, J. 2012).

d. Diestro

El diestro es la etapa de mayor duración del ciclo estral, de 12 a 14 días. Durante esta etapa el cuerpo lúteo mantiene su plena funcionalidad, lo que se refleja en concentraciones sanguíneas de progesterona, mayores de 1 ng/ml. Además, en esta etapa se pueden encontrar folículos de diferente tamaño debido a las oleadas foliculares. Después de 12-14 días de exposición a la progesterona, el endometrio comienza a secretar PGF2a en un patrón pulsátil, el cual termina con la vida del cuerpo lúteo y con el diestro. En términos endocrinos cuando el cuerpo lúteo pierde su funcionalidad, es decir, cuando las concentraciones de progesterona disminuyen por debajo de 1 ng/ml, termina el diestro y comienza el proestro. Cabe mencionar que durante esta etapa, la LH se secreta con una frecuencia muy baja y la FSH tiene incrementos responsables de las oleadas foliculares (Hernández, J. 2012).

González, G. (2000), indica que después de 12 días de acción de la Progesterona, en el útero se agotan sus receptores y se vuelve refractario a esta hormona. El Estradiol folicular estimula en el útero la formación de receptores para la Oxitocina y la producción de enzimas Fosfatasa A y Ciclooxygenasa, indispensables para la síntesis de Prostaglandina F2 α . De esta forma la Oxitocina producida por el cuerpo lúteo estimulará la secreción de Prostaglandina F2 α en las glándulas endometriales en forma pulsátil cada 6 a 8 horas. En caso de que

exista la fecundación el CL se mantiene activo y se transforma en CL de la gestación; en caso contrario, es decir que no exista gestación, el útero produce prostaglandinas (PGF_{2a}), siendo esta la hormona encargada de provocar la lisis (destrucción), del cuerpo lúteo. La destrucción del CL tiene lugar entre el día 15 o 18 del ciclo lo que da lugar a la presentación de un nuevo estro tres o cuatro días más tarde.

2. Dinámica folicular

El crecimiento y el desarrollo folicular se caracterizan, en los bovinos, por dos o tres olas foliculares consecutivas por ciclo estral. Cada ola consiste en el reclutamiento simultáneo de entre tres y seis folículos que crecerán hasta tener un diámetro mayor de 4 a 5 mm. Al cabo de unos pocos días del inicio de una ola, surge un folículo dominante, que sigue creciendo y diferenciándose, mientras que sus folículos hermanos dejan de crecer y se atresian. El folículo dominante de la primera ola (en el caso de los ciclos de dos olas) y de la primera y segunda olas (en los ciclos de tres olas), sufren una regresión. Sin embargo, el folículo dominante de cualquier ola folicular puede ovular si se proporcionan las condiciones endocrinológicas adecuadas mediante la inducción de la luteólisis (mediante la inyección de prostaglandina F_{2α}), durante su periodo de dominancia (Sinervia, U. 2007).

Para describir la dinámica folicular bovina es necesario definir conceptos de reclutamiento, selección y dominancia:

a. Reclutamiento

Reclutamiento es el proceso por el cual una cohorte de folículos comienza a madurar en un medio con un aporte adecuado de gonadotrofinas que le permiten avanzar hacia la ovulación (Bavera, G. 2005).

Sinervia, U. (2007), señala que el vacuno y en otras especies, las olas foliculares se ven precedidas o acompañadas de un pequeño pico de FSH. Todos los folículos que crecen en cohorte contienen receptores específicos para la FSH y

dependen de esta gonadotropina para crecer. En esta etapa, los folículos en crecimiento no disponen de un número suficiente de receptores de LH para responder a una estimulación de tipo LH, razón por la cual esta fase del crecimiento recibe a veces el nombre de FSH dependiente. En el vacuno, los picos secuenciales de FSH, asociados con nuevas olas de folículos, se dan durante el ciclo estral, en el periodo del post parto, durante la gestación y antes de la pubertad.

b. Selección

Es el proceso por el cual un folículo es elegido y evita la atresia con la posibilidad de llegar a la ovulación (Bavera, G. 2005).

Por razones que todavía no se comprenden en su totalidad, sólo es seleccionado un folículo dominante de la cohorte reclutada por el pequeño pico de FSH. Una característica definitoria del folículo dominante parece ser su mayor capacidad para la producción de estradiol. La secreción de estradiol, y quizás de andrógenos, por parte del folículo dominante, está asociada con el cese del ascenso de la FSH y su posterior mantenimiento a niveles basales. El futuro folículo dominante adquiere receptores de LH que permiten que siga creciendo en el entorno con niveles bajos de FSH y crecientes de LH (Ginther, O. et al., 2000).

Reduciendo indirectamente los niveles de FSH, el folículo dominante hace disminuir el apoyo crucial para los folículos subordinados reduciendo el componente vital para su crecimiento mientras que, al mismo tiempo, se beneficia de los niveles decrecientes de FSH y los crecientes de LH. Recientemente, se ha descubierto información importante sobre el papel de otros moduladores, como los factores de crecimiento, la inhibina y la insulina en la diferenciación y la selección del folículo dominante (Mihm, M. y Bleachm, E. 2003).

c. Dominancia

Es el proceso por el cual el folículo seleccionado domina ejerciendo un efecto inhibitorio sobre el reclutamiento de una nueva cohorte de folículos. Este folículo

alcanza un tamaño marcadamente superior a los demás, es responsable de la mayor secreción de estradiol y adquiere la capacidad de continuar su desarrollo en un medio hormonal adverso para el resto de los folículos (Bavera, G. 2005).

Tras su selección, el crecimiento, la actividad estrogénica y el plazo de vida de un folículo dominante son controlados por el patrón de pulsos de la LH. Así, cualquier cambio en el patrón de secreción de la GnRH y, por tanto, en el de la LH, tendrá un marcado efecto sobre el crecimiento continuo del folículo dominante y su ovulación. Ahora se sabe que la mayor frecuencia de los pulsos de LH vistos tras los tratamientos con progestágenos, por ejemplo, prolongarán el periodo de dominancia de este folículo de 2 a 7 días hasta más de 14 días, lo que afecta a la fertilidad del ovocito (Diskin, M. et al., 2002).

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

3. Importancia de la detección del celo

El desempeño reproductivo es un factor importante que afecta a la producción y a la eficiencia económica de los rebaños lecheros y de carne. En el caso de explotaciones que usan la inseminación artificial, el porcentaje de detección de celos y el de partos son los principales determinantes de la compacidad de la estación de partos y, en definitiva, del intervalo entre partos. Una detección de celos insuficiente o imprecisa da lugar a un retraso en la inseminación, a una reducción de la tasa de concepción y, por tanto, a una prolongación del intervalo entre partos (Sinervia, 2007).

Hernández, J. (2012), reporta que la identificación de las vacas en estro (celo o calor), es sin duda la práctica más importante en el manejo de la reproducción del hato lechero. No obstante, los avances en los conocimientos de la fisiología de la reproducción a nivel celular y molecular, la identificación de las vacas en estro sigue siendo el problema reproductivo más importante y el que más pérdidas

económicas provoca. En la industria lechera no se ha estimado su impacto, sin embargo, puede dar una idea la estimación que hacen países como Estados Unidos en donde se pierden al año 300 millones de dólares, atribuido sólo a la baja eficiencia en la detección de estros. ¿Por qué cada vez es más difícil detectar a las vacas en estro? La respuesta está relacionada con aspectos intrínsecos de la vaca lechera moderna, asociados con las prácticas de manejo de los hatos actuales, caracterizados por tener grandes poblaciones de vacas.

D. SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO

Debido a que la efectividad de la detección del celo requiere mucho tiempo, fuerza de trabajo, habilidad y gastos, ésta se ha considerado como un factor limitante en el uso generalizado de la inseminación artificial. Por lo tanto, la eliminación de la detección del celo de los Programas de Inseminación Artificial, fue el principal estímulo que llevó a los científicos a desarrollar la sincronización con prostaglandinas y progestágenos, los cuales tienen propiedad de controlar el estro sin afectar la fertilidad (Manrique, J. 2010).

En términos prácticos, es importante diferenciar sincronización de inducción de estros. La sincronización consiste en cortar o prolongar el ciclo estral a través de la utilización de hormonas o asociaciones hormonales que induzcan la luteolisis o prolonguen la vida del cuerpo Lúteo, de manera que un grupo de vacas entre en estro y/o ovule durante un corto periodo de tiempo o en un mismo día. Al contrario la inducción de estros consiste en inducir el estro en vacas que están en anestro, a través de la utilización de hormonas o prácticas de manejo. Así mismo la sincronización y la inducción de estros son procesos distintos y aplicables a diferentes categorías de animales (Thatcher, W. 2004).

El objetivo de un buen programa de sincronización es el control preciso del celo, que posibilite la inseminación artificial en tiempo fijo (IATF), sin detección de celo, además necesita estar aliado a altos índices de fertilidad con ovulación sincronizada, las poblaciones blanco son generalmente, los rebaños de bovinos de leche, cuyas tasas de preñez son generalmente pésimas debido al bajo índice de detección de celos y de concepción además de la ocurrencia de anestro, y los

de bovinos de carne con alta incidencia de anestro en la época escogida para la reproducción. Las estrategias de programación de la ovulación se han basado en el control de la vida del cuerpo lúteo con prostaglandinas, en la inducción de la ovulación con GnRH o en el impedimento del estro con el uso de tratamientos a base de progestágenos (Thatcher, E. 2004).

1. Razones para sincronizar el estro

De acuerdo a Sinervia, U. (2007), el ciclo estral puede ser regulado farmacológicamente para inducir o controlar el momento del estro y la ovulación. Las principales razones para el control del estro son:

- La inducción del celo en las vacas lecheras a las que no se ha visto en celo 45 días después del parto.
- La sincronización de grupos de terneras para la inseminación con semen de toros con facilidad de parto probada.
- La reducción del periodo necesario para la detección del celo.
- Para facilitar el uso de la IA en condiciones extensivas.
- La sincronización de la donante y la receptora para la transferencia de embriones.
- La inducción de la actividad ovárica en las vacas con anestro de lactación o anestro posparto.

2. Ventajas de la sincronización de estros

Becaluba, F. (2006), señala que dentro de las ventajas de la sincronización de estros en bovinos se puede citar las siguientes:

- Concentración de animales en estro en un corto periodo
- Racionalización de la IA principalmente en vacas de carne.
- Concentración y reducción del periodo de parición.
- Manejo de los alimentos disponibles de acuerdo con la época del año y las categorías de animales.

- Facilitar la formación de test de evaluación zootécnica para posibilitar la compra de individuos con intervalos reducidos entre los nacimientos.
- Registro de los terneros, facilitando las prácticas de manejo y comercialización.

3. Desventajas

Los principales factores limitantes a una mejor expansión en la utilización de los protocolos de sincronización de celos y ovulación en vacas, está asociado relativamente a los altos costos de las hormonas; desconocimiento por parte de los técnicos sobre los mecanismos fisiológicos que rigen la función reproductiva de la vaca, situaciones frecuentes en nuestro sistema de producción con periodos de restricción alimentaria, así como una pequeña reducción de la fertilidad de los animales después de los celos inducidos (Becaluba, F. 2006).

4. Hormonas utilizadas para la sincronización del estro

Sinervia, U. (2007), reporta que todos los métodos farmacológicos para el manejo del estro deberían ser considerados como herramientas útiles cuyo principal objetivo es incrementar la eficiencia reproductiva en las explotaciones, mejorar la organización de la reproducción o corregir algún defecto en la organización. En algunos casos, los sistemas de manejo del celo pueden ser usados como tratamiento para ciertos problemas reproductivos, como el “celo silencioso” o los quistes ováricos; pero nunca deberían, ser considerados como sustitutivos de una nutrición y un manejo adecuados del vacuno reproductor. En el vacuno con unos ovarios activos, el ciclo estral puede ser manipulado de tres formas:

- Mediante el uso de prostaglandinas, para inducir una regresión precoz del cuerpo lúteo.
- Mediante el uso secuencial de prostaglandinas y de análogos de la GnRH para obtener un desarrollo folicular sincronizado tras una luteólisis inducida.
- Mediante el uso de progestágenos que actúen como un cuerpo lúteo “artificial”.

Palomares, S. (2009), reporta que diversos trabajos mostraron que es posible:

- Sincronizar la emergencia de una nueva onda folicular, a través de la inducción de la ovulación (GnRH), de la atresia folicular (progesterona + estradiol), o de la ablación folicular mediante OPU.
- Controlar la duración de la fase luteal, usando luteolíticos análogos como la PGF-2 α o los estrógenos, simulando una fase luteal, fortaleciendo la progesterona por medio de dispositivos de liberación lenta, o progesterona de administración oral.
- Inducir la ovulación en la fase folicular, con GnRH, LH, hCG o estrógeno.
- Inducir el crecimiento folicular en animales en anestro, utilizando gonadotrofinas (FSH o eCG).

Además indica que en la actualidad hay disponibles tres métodos base para la sincronización, de los cuales se han desarrollado una serie de protocolos:

- PGF-2 α con un intervalo de 2 semanas.
- GnRH y PGF-2 α 7 días más tarde.
- Implantes de liberación lenta de progestágenos durante 7 o 9 días

a. Prostaglandinas (PGF-2 α)

La utilización de la PGF2 α en los programas de sincronización de celo, ha sido ampliamente desarrollada en los últimos años, en gran parte debido a los bajos costos que representa su uso. Su efecto fisiológico consiste en causar la regresión del Cuerpo lúteo (CL), a partir del día 5 del ciclo estral y su efecto luteolítico es máximo entre los días 12 y 17 del ciclo. Sin embargo, el estadio del folículo dominante en el momento de la aplicación de la PGF2 α va a producir una variación del momento del celo y la ovulación de 2 a 7 días. Los tratamientos tradicionales con PGF2 α utilizan dos dosis con 11 a 14 días de intervalo y detección por 5 a 7 días después de la segunda aplicación de PGF2 α . Teóricamente, estas dos aplicaciones de PGF2 α son efectivas cuando hay una gran proporción de hembras ciclando y un 80% de ellas deberían ser observadas en celo, pero los problemas de detección de celos hace que el porcentaje real de hembras detectadas en celo, no superen el 50% (Bó, G. et al. 2004).

Sinervia, U. (2007), reporta que como las prostaglandinas actúan sobre el cuerpo lúteo, sólo pueden ser efectivas en el vacuno cíclico. Entre el día 6 y el 16 del ciclo estrual (el periodo natural de secreción de PGF-2 α), una inyección de prostaglandina (Prosolvín ®, Cyclix®, Iliren C®), inducirá la regresión del cuerpo lúteo, dando por finalizada la fase lútea; se inicia una nueva fase folicular y el animal entrará en celo y ovulará. La fertilidad en el momento del celo inducido será similar a la de un celo natural. Sin embargo, para la sincronización de un grupo de animales cíclicos, que con toda probabilidad estarán en etapas distintas y desconocidas del ciclo, una inyección no es suficiente. Debería administrarse una segunda inyección 11 a 13 días más tarde ya que, para entonces, todos los animales deberían tener un cuerpo lúteo funcional. A pesar de la rápida luteolisis, el intervalo hasta el inicio del estro tras el tratamiento con PGF2 α es variable y depende de la etapa del desarrollo folicular del animal al recibir el tratamiento.

Las tasas de concepción al primer servicio en estudios sobre desempeño reproductivo después de la sincronización con PGF-2 α varían entre 37 y 60%. Varias razones han sido discutidas para las insatisfactorias tasas de concepción después de los protocolos, siendo entre estas: luteolisis incompleta e interferencia del protocolo de sincronización con la dinámica folicular que puede llevar a sincronización sub-óptima de la ovulación, insuficiente duración de elevados niveles de progesterona antes del estro, dificultad en la detección de celos puede llevar a la inseminación de vacas que no están realmente en estro (Drillich, M. et al., 2000).

b. Prostaglandinas y análogos de la GnRH

Un programa, conocido con el nombre de GPG u Ovsynch, está indicado, principalmente, para vacas lecheras e implica dos inyecciones de un análogo de la GnRH separadas por una única administración de PGF2 α . Como en el campo lo más probable es que se use la sincronización en vacas que pueden estar en cualquier fase del ciclo estral, la combinación de la GnRH con las prostaglandinas da lugar a una mayor homogeneidad del estado folicular ovárico en el momento de la inducción de la luteolisis. Como resultado de ello, la precisión con la que el

estro puede predecirse tras la luteolisis inducida mediante prostaglandinas y la sincronía del pico de LH se ve mejorada, lo que permite la sincronización del desarrollo folicular y la regresión del cuerpo lúteo (Sinervia, U. 2007).

La primera administración de GnRH es proporcionada en un momento aleatorio del ciclo estral y provoca la ovulación o la luteinización de un folículo dominante, si está presente en alrededor del 85% de las vacas. La administración de prostaglandina provoca la regresión de cualquier cuerpo lúteo accesorio o folículo luteinizado inducido por la GnRH, o de cualquier cuerpo lúteo presente tras una ovulación espontánea anterior. En las vacas en las que se alteró el destino de la ola folicular actual, debería estar presente un nuevo folículo dominante en el ovario en el momento del segundo tratamiento con GnRH. Las vacas que reciban GnRH en la etapa de pre-dominancia de su ciclo de ola folicular no deberían ver alterada dicha ola folicular y también se debe esperar que tengan un folículo dominante en el momento del segundo tratamiento con GnRH. La respuesta ovulatoria en el vacuno lechero ha sido sincronizada, dándose en un intervalo de tiempo muy corto, y se da, aproximadamente, 26 a 32 horas tras la segunda inyección de GnRH. Así, una inseminación programada a las 17 a 24 horas tras la inyección de GnRH debería dar como resultado una mayor probabilidad de una concepción exitosa (Peters, A. et al. 1999).

c. Progestágenos

Los progestágenos constituyen un grupo de hormonas esteroides, las cuales se caracterizan por ser liposolubles, termoestables y por no inactivarse en el tracto digestivo. Estas propiedades permiten administrarlas por vía oral, intravaginal o en implantes subcutáneos. La progesterona es un progestágeno natural y es el único aprobado para utilizarse en vacas en lactación. Los progestágenos suprimen la secreción de LH, lo que resulta en la inhibición de la ovulación. Durante el periodo de administración, el cuerpo lúteo sufre regresión natural y al retirar el tratamiento el estro se presenta de 48 a 96 horas (Hernández, J. 2012).

Los progestágenos son compuestos similares a la progesterona que están en el mercado desde hace varios años y se usan para sincronizar el celo en programas

de IATF. El uso de estrógenos y progestágenos para controlar el desarrollo folicular se basa en el potente efecto de la combinación de estos esteroides sobre las gonadotropinas (Bó, G. et al. 2004).

Los tratamientos con progestágenos, imitan a la fase lútea el ciclo. Para obtener un celo normalmente fértil, la duración del tratamiento se ha fijado en 10 a 12 días. Una característica de todos los sistemas actuales basados en los progestágenos consiste en la administración de estradiol al inicio del tratamiento para: acortar la vida del cuerpo lúteo; y, finalizar la ola existente e inducir la aparición de un nuevo folículo. Esta segunda función de los ésteres de estradiol usados en conjunción con los progestágenos es especialmente importante, ya que todos los sistemas de liberación de progesterona/progestágenos dan lugar a niveles subluteales de progesterona en la circulación de las vacas tratadas. Estos niveles son suficientes para crear una retroalimentación negativa y evitar el pico preovulatorio de LH, la ovulación y el celo. Sin embargo, no puede bloquear por completo la secreción de LH, y se mantiene una pequeña secreción pulsátil, lo que permite la persistencia de un folículo dominante, si hay uno presente en el ovario al inicio del tratamiento. Se ha sabido que cuando la duración de la dominancia del folículo ovulatorio supera los 4 días (folículo dominante persistente), hay un descenso progresivo de la fertilidad, que se ha atribuido a un descenso de la capacidad del ovocito y a un incremento en las pérdidas embrionarias (Diskin, M. et al., 2002).

Sinervia, U. (2007), indica que una de las ventajas de los tratamientos basados en los progestágenos, es que pueden iniciar ciclos estrales en vacas en anestro. En las vacas no cíclicas, el progestágeno sensibiliza al eje hipotálamo-hipófisis-gonadal y facilita una vida normal del cuerpo lúteo. La administración de la eCG/PMSG, cuando se retira el progestágeno estimula todavía más la maduración folicular y la ovulación. El porcentaje de éxito de los métodos basados en los progestágenos para el tratamiento del anestro puede ser variable (50-70%), dependiendo del intervalo posparto en el momento del tratamiento, la condición corporal de la vaca y de otras causas subyacentes de anestro. No obstante, los sistemas basados en los progestágenos podrían considerarse el método de elección para el manejo del celo en las vacas de carne, ya que

permiten unos partos acumulados al principio de la estación, con un alto porcentaje de vacas que conciben en el primer estro sincronizado. Esto, a su vez, facilita una nueva y rápida presentación de las vacas que no han concebido durante el primer estro para volver a ser inseminadas, y permite una estación de partos más compacta.

Becaluba, F. (2006), reporta que en el mercado se encuentran disponibles diferentes tipos de dispositivos intravaginales los cuales contienen concentraciones variadas de progesterona, como por ejemplo: CIDR-B (1,9 g de progesterona), PRID (1,55 g de progesterona), DIB (1 g de progesterona), DISPOCEL (1 g de progesterona), etc. Uno de los más utilizados es el CIDR-B. Este dispositivo consta con un implante en forma de T de silicona con un molde de nylon impregnado con 1,9 g de progesterona. La mucosa vaginal absorbe aproximadamente 0,5 a 0,6 mg de progesterona al día, determinándose esta forma el bloqueo hipotalámico-hipofisiario. El dispositivo es introducido en la cavidad vaginal a través de un aplicador semejante a un especulo 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.

Hernández, J. (2012), señala que un tratamiento utilizado para la sincronización de la ovulación e IATF consiste en la inserción de un dispositivo liberador de progesterona durante siete días. El día de la inserción (día 0), se inyecta GnRH; el día siete se retira el dispositivo y se inyecta PGF2a; el día nueve se inyecta GnRH y se insemina a tiempo fijo 16 o 24 horas después. Este programa ha demostrado eficacia y se utiliza para la inducción de la ovulación en vacas anéstricas.

5. Factores de manejo que afectan la sincronización del celo

Los criterios usados por el ganadero para evaluar programas de sincronización del celo incluyen además de los resultados reproductivos, el costo y la facilidad de aplicación del tratamiento (Del Valle, T. 2010).

- Los resultados reproductivos en aquellos programas que no utilicen la

inseminación a tiempo pre-determinado, dependerán del protocolo de sincronización, la ciclicidad y fertilidad del rebaño, estado nutricional, genotipo, docilidad del rebaño, semen a utilizar, técnico inseminador y de la habilidad en la detección del celo.

- El costo del programa dependerá de los productos a utilizar, las facilidades para el manejo del rebaño y la docilidad del mismo. En vacas o en novillas, el factor más limitante para el éxito del programa de sincronización es el porcentaje de hembras ciclando. El estado nutricional está muy relacionado con la ciclicidad de las hembras tratadas, de manera tal que manteniendo un buen aporte nutricional, se garantiza un mayor número de hembras ciclando. Todos estos factores deben tomarse en cuenta antes de iniciar el programa, pues la mayoría de las veces el fracaso de un programa de sincronización de celo y/o la ovulación es consecuencia de alguno de los factores anteriormente mencionados.

E. INSEMINACION ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO (IATF)

1. Importancia de la IATF

Paez, E. (2012), manifiesta que a pesar de haber consenso general entre los productores y técnicos de que la Inseminación Artificial (IA), es la técnica más apropiada para acelerar el avance genético, el porcentaje de las explotaciones bovinas incluidas en estos esquemas en el mundo continúa siendo bajo. Las principales limitaciones para el empleo de la IA en el ganado manejado en condiciones extensivas son fallas en la detección de celos, anestro posparto y pubertad tardía.

Hernández, J. (2012), reporta que en la práctica, se suscita la discusión sobre los beneficios que ofrece la IATF en comparación con los programas tradicionales, como es la sincronización con PGF2a y la detección de calores. Si en los hatos se resolviera la baja eficiencia en la detección de estros tal vez no habría necesidad de los programas de IATF, pero este problema lejos de resolverse se ha agudizado. Adoptar una postura radical cuando se elige un determinado

programa de manejo reproductivo no es conveniente, ya que aún cuando el programa esté basado en el uso de PGF2a y en la detección del estro, existirán vacas con 70 a 80 días posparto sin servicio y que podrían ser candidatas para un protocolo de IATF, con buenos resultados.

Otro factor que se debe considerar en la elección del programa reproductivo, es el personal con el que se cuenta en el establo. La IATF en cualquiera de sus versiones es un programa validado, esto significa que si se realiza como está indicado, los resultados serán favorables; sin embargo, si el personal inyecta la hormona equivocada o lo hace en un horario incorrecto y además si la inseminación no se hace en el tiempo señalado en el programa, los resultados serán pobres. Inseminar a tiempo fijo o a estro detectado es una decisión que depende del análisis de las características de cada hato y conviene tener presente que no son técnicas excluyentes sino complementarias.

Ben, G. et al. (2006), reportan que la IATF presenta muchas ventajas entre las cuales se resaltan:

- Una concentración del trabajo reproductivo y mayor aprovechamiento del personal de manejo en otras labores.
- Manejo de lotes homogéneos al mercado.
- Proyección y programación de partos.
- Permite la utilización de toros de alta genética
- Permite la disminución del número de reproductores a tener en la ganadería.
- Evita las labores de detección de celo y las pérdidas consecuentes por la falla en la detección del mismo.
- Disminución del pisoteo de los potreros y del movimiento de los lotes.

2. Condiciones para que un programa de IATF en vacas tenga éxito

Santos, S. (2013), señala que cuando se instaura un programa de IATF, además de lo que tiene que hacer el profesional pecuario, el ganadero también tiene que cumplir su parte, al menos en estos tres puntos:

- Buena condición corporal de las vacas/novillas: si se estima la condición corporal en una escala de 1 a 5, las vacas listas para la inseminación tienen que estar por encima de 2,5. Lo ideal es entre 3 y 3,5. No es bueno que estén delgadas, pero también es muy perjudicial que estén excesivamente gordas.
- Flushing alimenticio: las vacas tienen que recibir un suplemento alimenticio el mes anterior y el posterior a la inseminación. Si la condición corporal es correcta no es necesario una gran suplementación, con 1.0 a 1.5 kg de pienso por vaca y día será suficiente.
- Gestión del estrés: el estrés en el momento de la inseminación es muy perjudicial para obtener buenas fertilidades. Además si la vaca se mueve mucho mientras está siendo inseminada se puede arañar el útero con el inyector y la sangre actúa como espermicida impidiendo la fecundación.

F. FACTORES QUE AFECTAN LA FERTILIDAD DE LAS VACAS INSEMINADAS

En el vacuno de leche, los porcentajes de fertilización son similares en las vacas lactantes y las no lactantes, siendo, de media, del 76,2% (oscilando entre el 55,3 y el 87,8%) y el 78,1% (oscilando entre el 58,0 y el 98,0%), respectivamente (Santos, J. et al. 2004).

Humblot, P. (2001), mostró que el fracaso en la fertilización y la pérdida embrionaria precoz eran responsables del 20-45% de los fracasos para que la vaca quedará gestante, y que la pérdida embrionaria/fetal tardía era responsable del 8-17,5% y los abortos tardíos del 1-4%.

1. Ovulación retardada

Las variaciones en la duración del estro y los problemas para su detección pueden dar lugar a una temporización incorrecta de la inseminación y a unos bajos porcentajes de éxito. Por otro lado, en las vacas de alta producción, tanto la ovulación retardada como la atresia folicular pueden contribuir al fracaso en la concepción (Sinervia, U. 2007).

La ovulación tiene lugar unas 30 horas después del inicio del estro, es decir: después del final del estro comportamental. No obstante, varios factores pueden afectar al momento de la ovulación en relación con el pico de estradiol (signos máximos del estro). Una función lútea en peligro debido a deficiencias metabólicas y a una tasa metabólica excesiva, o los efectos de una temperatura ambiental alta (estrés térmico), puede dar lugar a un retraso en la ovulación. Esto puede dar como resultado un descenso considerable de la fertilidad debido a una temporización incorrecta de la IA. Con el tiempo de supervivencia relativamente corto del semen congelado, el éxito de la IA depende mucho de la correcta sincronía de la inseminación con el momento de la ovulación. Además, la dominancia folicular prolongada está asociada con una capacidad del ovocito afectada negativamente y una mayor pérdida embrionaria (Diskin, M. et al., 2002).

2. Ambiente uterino inadecuado

Otros factores que limitan la fertilidad en las explotaciones de vacuno lechero incluyen la acumulación de concentraciones tóxicas de urea y nitrógeno en las vacas alimentadas con altos niveles de proteína bruta en relación con un suministro insuficiente de energía. A medida que los aminoácidos se degradan, las concentraciones de amoniaco y urea en la circulación aumentan. Esto, a su vez, se cree que da lugar a cambios desfavorables en el pH del endometrio que pueden dificultar la implantación. Además, se ha postulado que unas concentraciones altas de nitrógeno y de urea, tanto en el torrente sanguíneo como en el líquido endometrial, pueden afectar a la viabilidad del embrión y a su capacidad para un posterior desarrollo. Los mayores cambios en el entorno uterino se dan mediada la fase lútea, que es un periodo crítico para el desarrollo temprano del embrión que determinará, en último término, su supervivencia a largo plazo (Sinervia, U. 2007).

Además, indica que en Investigaciones realizadas se encontró que las concentraciones altas de nitrógeno ureico en las vacas lactantes reducen la viabilidad del embrión mediante los efectos que ejercen sobre el ovocito y el embrión antes de su recuperación del útero el día 7 después de la inseminación.

3. Pérdidas económicas debidas a problemas de fertilidad

De acuerdo a Sinervia, U. (2007), hay tres componentes principales de las pérdidas económicas debidas a problemas de fertilidad:

- Pérdidas debidas a la IA mal calculada en el tiempo o ineficaz.
- Prolongación del intervalo entre partos.
- Eliminación, por razones de fracaso reproductivo, de animales con un gran potencial genético.

a. Pérdidas debidas a la IA realizada a tiempo incorrecto

Los problemas endocrinológicos que afectan al desempeño reproductivo en el vacuno suelen manifestarse en forma de irregularidades en el ciclo estral, signos insuficientes del celo o una ovulación retrasada. Es probable que el resultado sea la inseminación artificial mal calculada en el tiempo, que también puede deberse a un mal manejo. La repetición de las inseminaciones hace incrementar los costes del servicio y suponen un desaprovechamiento de semen (Sinervia, U. 2007).

b. Prolongación del intervalo entre partos

La prolongación del intervalo entre partos da como resultado una lactación más larga y un periodo seco de mayor duración. Las pérdidas totales aumentan con la duración del intervalo entre partos. La prolongación del intervalo entre partos es un resultado directo del incremento del tiempo transcurrido entre el parto y la concepción, y se expresa en forma del número de los llamados “días abiertos”. Ha sido un hecho comúnmente aceptado que una prolongación del intervalo entre el parto y la concepción da como resultado pérdidas que pueden expresarse en forma de una reducción de la producción total de leche (Sinervia, U. 2007).

c. Eliminación por razones de fracaso reproductivo

Las pérdidas provocadas por la eliminación debida a la infertilidad dependen de la

edad y del nivel productivo de la vaca eliminada. Estas pérdidas representan los ingresos que dejarán de percibirse de esa vaca. Son máximas para una vaca de alta producción en su segunda lactación y, tras ello, descienden con la edad y con un menor nivel de producción de la vaca eliminada. Cuando una vaca joven y valiosa es eliminada, no sólo se pierde su futura producción lechera, sino también su potencial genético como fuente de terneras de reemplazo (Sinervia. 2007).

G. DISPOSITIVO INTRAVAGINAL DE LIBERACIÓN CONTROLADA CIDR

1. Descripción

Domínguez, C. et al. (2010), reportan que el CIDR son las siglas inglesas de “Controlled internal Drug Release”. Se trata de un dispositivo intravaginal, desarrollado por investigadores australianos y comercializado recientemente en Europa. El primer registro de CIDR en USA y México permitía dos usos: la resincronización del retorno al celo de vacas que después de inseminadas no quedan gestantes y la sincronización del celo en novillas.

Solórzano, C., et al. (2008), señalan que el CIDR-B® es un producto comercial empleado en programas de sincronización del estro como un dispositivo intravaginal de liberación controlada. El CIDR contiene 1.9 g de progesterona natural, la cual se libera de manera constante y relativamente uniforme mientras el dispositivo se encuentra insertado en la vagina. Los protocolos de sincronización donde se administra un CIDR comprenden periodos de inserción que pueden durar de 7 a 10 días. La aplicación de compuestos hormonales como: estradiol-17B (E-17B), benzoato de estradiol (BE), y cipionato de estradiol (ECP), al iniciar el protocolo de sincronización, pueden provocar la lisis de cuerpos lúteos (CL), en formación, además de que inducen la terminación de la oleada de crecimiento folicular que se encuentre en curso, logrando así la emergencia de una nueva oleada de crecimiento folicular 3 ó 4 días después.

2. Modo de acción

CIDR es un dispositivo de aplicación intravaginal a base de progesterona,

indicado para la sincronización de servicios y tratamiento del anestro en vacas y vaquillonas de carne o leche. El dispositivo CIDR actúa como un depósito de progesterona natural, la cual es liberada y absorbida por la mucosa vaginal, en cantidades suficientes para inhibir la liberación de las hormonas luteinizante (LH) y folículo estimulante (FSH), por la hipófisis frenando la ovulación y consecuente aparición del celo. Cuando el CIDR es retirado, la concentración de progesterona en la sangre decrece en menos de 6 horas y el animal entra en celo entre las 30-90 horas posteriores (Zoetis.com. 2014).

Torres, F. (2004), señala que las concentraciones plasmáticas de progesterona reflejan el desarrollo, mantenimiento y regresión del cuerpo lúteo. Las concentraciones comienzan a elevarse desde el día 4 del ciclo, hasta alcanzar un pico entre los días 16 y 18 con concentraciones de 3.5 a 6.0 ng/ml de sangre periférica. La progesterona presenta también un patrón pulsátil de secreción, coincidiendo en la fase luteínica con los pulsos de FSH.

3. Indicaciones

Zoetis.com. (2014), manifiesta que el CIDR está indicado para la regulación del ciclo estral en vacas y vaquillonas (sincronización de celos), tratamiento del anestro y acortamiento del intervalo entre primer servicio/concepción (Re sincronización).

Según Domínguez, C. et al (2010), las aplicaciones de CIDR, son las siguientes:

- Bloquear la ovulación.
- Inducción de la ciclicidad prepuberal.
- Inducción ciclicidad post-parto.
- Tratamiento de vacas anovulares, con quistes ováricos, celos silentes, retraso de la ovulación y cuerpo lúteo persistente.
- Mejorar la sincronización de la ovulación de otros métodos (GPG).
- Tratamiento de la mortalidad embrionaria (ME).
- Transferencia de embriones. Preparación de donantes y receptoras.

4. Contraindicaciones y advertencias

Zoetis.com. (2014), señala las siguientes contraindicaciones y advertencias:

- No utilizar en animales con anomalías anatómicas en el aparato reproductor.
- No utilizar en animales con pobre condición corporal, enfermos, malnutridos, estrés por manejo, puede no lograrse el efecto esperado.
- Utilizar guantes para su manipulación.
- Los dispositivos ya reutilizados deben enterrarse o quemarse.
- Conservar entre 0 y 30°C.
- Mantener al abrigo de la luz.

5. Protocolos de uso del CIDR

El protocolo de uso del CIDR de acuerdo a Zoetis.com. (2014), es:

Día 0: Colocar el CIDR. Inyectar 2 mg de Benzoato de estradiol vía intramuscular.

Día 8: Retirar el CIDR. Inyectar una dosis de Prostaglandina (vacas cíclicas).

Día 9: Inyectar Benzoato de estradiol; 1 mg en vacas y 0,75 en vaquillonas.

Día 10: Inseminar a celo detectado o bien realizar inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).

Becaluba, F. (2006), por su parte indica 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 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 horas posteriores a la retirada del dispositivo. Además, existen protocolos que previenen la sustitución de Benzoato de Estradiol por dos aplicaciones de 100 mcg de GnRH, siendo la segunda realizada en el momento de la inseminación artificial.

Cutaia, L. (2006), sostiene que se han experimentado múltiples protocolos, sin embargo, datos reportados en la bibliografía indican son dos los protocolos con CIDR que han arrojado mejores resultados a la IATF en vacas en lactancia:

Protocolo para novillas

DIA 0	Dispositivo + 2mg de BE + 1 dosis de PGF2 ∞
DIA 8	Retirar dispositivo + 1 dosis de PGF2 ∞
DIA 9	1 mg de BE
DIA 10	IATF (52 a 56 horas de retirado el dispositivo)
DIA 28	Inicio de la detección de celos e I.A
DIA 38	Fin de la detección de celos
DIA 42	Diagnóstico de preñez a las que no retornaron al celo

Resultados Esperados:

- Porcentaje de preñez esperado a la IATF: 50 a 60 %
- Porcentaje de retorno/vacías: 60%
- Porcentaje de concepción 2da IA: 50%
- Porcentaje de Preñez General (2 ciclos): 70 a 80 %
- Días destinados a la detección de celos: 10

Protocolos para vacas en lactancia

DIA 0	Dispositivo + 2mg de BE
DIA 8	Retirar dispositivo + 1 dosis de PGF2 ∞ + 400 UI eCG
DIA 9	1 mg de BE
DIA 10	IATF (58 a 62 horas de retirado el dispositivo)
DIA 28	Inicio de la detección de celos e IA

DIA 38 Fin de la detección de celos

DIA 42 Diagnóstico de preñez a las que no retornaron al celo .

Resultados Esperados:

- Porcentaje de preñez esperado a la IATF: 35 a 45 %
- Porcentaje de retorno/vacías: 40%
- Porcentaje de concepción 2da IA: 40%
- Porcentaje de Preñez General (2 ciclos): 45 a 55 %
- Días destinados a las detección de celos: 10

6. Restricciones de uso

No destinar la carne y/o la leche a consumo humano, de los animales tratados, hasta transcurridos 30 días del retiro del dispositivo (Zoetis.com. 2014).

7. Cómo utilizar el CIDR

InterAg. (2002), sostiene que para obtener mejores resultados, se deben seguir los siguientes pasos sencillos:

1. Usar guantes de protección siempre que manipule el dispositivo intravaginal CIDR.
2. Preparar un recipiente de agua limpia con solución desinfectante. Lavar el aplicador en el agua entre una aplicación y la siguiente.
3. Colocar el dispositivo intravaginal dentro del aplicador, con el cabo trasero a lo largo de la ranura. Las dos aletas se juntarán y sobresaldrán unos dos centímetros y medio (una pulgada), por encima del aplicador.
4. Aplicar una amplia cantidad de lubricante en la punta del aplicador.
5. Apartar la cola del animal hacia un lado, y limpiar la vulva.
6. Cerciorarse de que el cabo del dispositivo intravaginal se encuentre en la cara inferior del aplicador, curvándose hacia abajo para asegurar que dicho cabo no atraiga la curiosidad de las otras vacas en el corral.
7. Abrir los labios de la vulva y deslizar el aplicador, introduciéndolo con un leve ángulo hacia arriba, por encima de la pelvis y empujando hasta sentir un poco

de resistencia.

8. Depositar el dispositivo intravaginal apretando el émbolo del aplicador y luego retirando lentamente el cuerpo del aplicador.
9. Puede ser conveniente recortar el cabo del dispositivo intravaginal para que sólo sobresalga de la vulva un pedazo de unos 6 cm (2-1/2"). Así se evitará que otras vacas curiosas lo extraigan.
10. Para retirar el dispositivo intravaginal siete días después, basta con tirar del cabo en forma suave pero firme.
11. Descartar los dispositivos intravaginales usados en un recipiente plástico sellado, siguiendo las regulaciones locales, estatales y nacionales que sean pertinentes.

8. Reutilización de los CIDR

El CIDR, cuando es retirado de la vagina de la vaca aún contiene progesterona y la cantidad residual depende del tiempo que duró insertado, la concentración de P4 en el CIDR usados según los días de uso son: a los 9 Días una concentración de 1.1 g y a los 15 días de 0.9 g. Además, la ventaja en cuanto a grado de sincronización de estro al utilizar protocolos cortos de siete días, aunado a las características de liberación y retención de progesterona del CIDR, se ha previsto la posibilidad de reutilización del dispositivo en programas de sincronización estral para inseminación artificial (IA), con buen éxito cuando la reutilización ha sido por una sola vez.

Bó, G. et al. (2002), señalan que en función de resultados obtenidos en pruebas de reutilización en animales ovariectomizados, tanto en el análisis del plasma como de la progesterona residual de los dispositivos, concluye que los dispositivos usados pueden ser reutilizados sin que esto constituya un riesgo para la eficacia de los tratamientos. Esto incluye el reuso de los dispositivos en la resincronización de animales ya sincronizados y que no hubieran sido preñados.

Martínez, A. y Bohórquez, J. (2011), sostienen que los dispositivos intravaginales pueden ser reutilizados debido la cantidad hormonal que en ellos está dada por gramos y la cantidad que las vacas necesitan para poder entrar en calor, de esta

forma surge el cuestionamiento de que la concentración residual del progestágeno en el CIDR-B (1.38 g), es capaz de inducir una sincronización de calores con similar tasa de gestación, cuando éste se utiliza por segunda ocasión. Reportando también que en trabajos realizados en la región del Soconusco, Chiapas (México), en vacas doble propósito con la utilización de CIDR nuevos y usados demostraron que no hubo diferencias en la presentación de estros así como en el porcentaje de preñez.

Solórzano, C., et al. (2008), ratifican que la progesterona residual en el CIDR después de mantenerlo en la vagina por 15 días, abre la posibilidad de una segunda reutilización del dispositivo, sin embargo, hasta ahora no se han realizado estudios en cuanto a la calidad de la sincronización de estros después de esta segunda reutilización. El ahorro en cuanto al costo de programas de sincronización estral para IA o en protocolos de transferencia de embriones, que podría ser de poco más del 60 % al reutilizar dos veces el CIDR, hace atractiva esta estrategia en términos económicos. La posibilidad de transmisión de enfermedades venéreas con esta práctica, implicaría a su vez algunas consideraciones sanitarias como la reutilización sólo en animales de un mismo hato y sólo en hatos con un buen estado de salud.

H. ESTUDIOS REALIZADOS CON CIDR

Carbajal, B. et al. (2005), para evaluar un protocolo de sincronización y resincronización de celos, utilizaron 97 vacas Holando con más de 44 días posparto que dividieron en 2 grupos (tratamiento y testigo), según estado de ciclicidad, condición corporal, días posparto y edad. En el grupo testigo (n=49), observaron el celo e inseminaron dos veces al día. Al grupo tratamiento (n=48), colocaron el CIDR por 8 días y administraron 2 mg de BE, al retirar los dispositivos se administró PGFa y 24 horas después 1 mg de BE. Se realizó detección de celo y se inseminó durante los 4 días.. El porcentaje de celos en los primeros 5 días fue mayor en el grupo tratado que en el control (77,3% vs. 20%), La concepción a la sincronización fue menor en los grupos tratados (35,2% vs. 56,3%); alcanzando un porcentaje de preñez similar entre ambos grupos (41,0% vs. 55,0). Concluyeron que el tratamiento con CIDR-BE no afectó los porcentajes

de preñez ni logró adelantar el día promedio a la concepción.

Pérez, J. (2007), al determinar la tasa de preñez al primer servicio y costos del tratamiento y por vaca preñada con base a los costos variables, en vacas con dispositivos intravaginales CIDR[®] nuevos y usados por dos o tres veces por siete días aplicando la técnica de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF), para lo cual utilizó 95 vacas *B. taurus* y *B. indicus*, divididas en grupos de 31, 32 y 32 animales: Grupo 1 utilizando CIDR[®] nuevo, Grupo 2 CIDR[®] usados dos veces y Grupo 3 CIDR[®] usados tres veces, los CIDR[®] usados dos y tres veces fueron desinfectados con diacetato de clorhexidina (Nolvasan[®]) en una solución a razón de 1:20; esterilizados con un autoclave por 25 minutos y secados a temperatura ambiente por 24 horas. En las respuestas no encontraron diferencias ($P= 0.729$) entre los tres tratamientos para la variable preñez al primer servicio (PPS) con valores de 54.8%, 62.5% y 53.1%. El costo por tratamiento fue de 21.2, 14.3 y 12 USD y por vaca preñada de 38.75, 22.91 y 22.61 USD para CIDR[®] nuevo, usados dos y tres veces; concluyendo que con la aplicación del CIDR[®] usado dos y tres veces no afecta tasa de preñez al primer servicio y se logra una disminución del 40% en los costos por vaca preñada comparado con el grupo con CIDR[®] nuevo.

Bó, G. et al. (2004), estudiaron el efecto del tratamiento con el CIDR-B y el momento de la aplicación de la PGF-2 α , en los porcentajes de estro y de preñez en novillas Holstein. Los animales fueron tratados con CIDR-B por 10 días y subdivididos para recibir media o una dosis luteolítica de PGF-2 α , en el momento del retiro del implante o 2 días antes, no encontrándose diferencia entre media dosis y dosis completa de PGF-2 α , los resultados de expresión de estro y preñez fueron similares, sin embargo la administración de PGF-2 α , en el día 8 fue más sincrónica en la expresión de estros. Estos resultados evidenciaron la necesidad de desarrollar protocolos que sincronicen el desarrollo folicular, de manera que todos los animales tengan un folículo en crecimiento y con capacidad de ovular en el momento de la remoción del dispositivo y la administración de PGF-2 α . Por esta época se comenzó a discutir la posibilidad de que el estradiol podía sincronizar el desarrollo folicular resultando en el comienzo de una nueva onda aproximadamente 4 días después.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se realizó en diferentes explotaciones lecheras de la Sierra Norte del país, las mismas que presentaron distintos pisos climáticos, como se reporta en el cuadro 2.

Cuadro 2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA DEL ESTUDIO.

Parámetro	Santa Teresita	La María	San Isidro	Ingueza
Altitud, m.s.n.m.	2721,3	2159,5	2848,7	3045,9
Temperatura, °C	12.0	22.0	12.2	10
Humedad relativa, %	80.0	68.9	60.0	78.0
Precipitación, mm/año	817.0	582.3	738.0	1000.0

Hacienda Santa Teresita, cantón Cayambe, provincia Pichincha.

Hacienda La María, cantón Urcuqui, provincia Imbabura.

Hacienda San Isidro, cantón Espejo, Provincia Carchi.

Hacienda Ingueza, cantón Espejo, provincia Del Carchi.

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2014).

El trabajo experimental tuvo una duración de 120 días, durante los cuales se realizó la sincronización del estro, la inseminación a tiempo fijo (IATF), y posteriormente se realizó la determinación de la preñez.

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

En el trabajo se utilizaron 80 vacas lecheras Holstein Friesian Neozelandesas, correspondientes a 20 animales por piso climático (hacienda) y en cada una de ellas dos tratamientos experimentales (10 en cada uno), tomando en cuenta como factor de selección que por lo menos haya tenido un parto normal, que sean fértiles y que tengan una producción de leche alta. El tamaño de la unidad experimental fue de un animal.

C. MATERIALES Y EQUIPOS

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

1. Materiales

a. Materiales para sincronización de celo

- CIDR (Dispositivo Intravaginal de Liberación Controlada de Droga).
- Aplicador.
- Grafoléon NF (Benzoato de Estradiol).
- Estrumate (Prostaglandina sintética para bovinos) .
- Tijeras.
- Guantes de manejo.
- Baldes.
- Agua.
- Amonio Cuaternario.
- Jeringuillas de 5cc.
- Agujas descartables 18" 1 ½.

b. Materiales para Inseminación Artificial

- Termo de nitrógeno.
- Termo de descogelamiento.
- Termómetro tipo tarjeta.
- Pistola de inseminación artificial universal (0,25 - 0,5 mm).
- Catéteres de inseminación.
- Chemis.
- Pajuelas de semen.
- Corta pajuelas.
- Guantes de inseminación.
- Papel secante.

- Conceptal (Hormona Liberadora de Gonadotropinas – GnRH).

c. Materiales para Detección de Preñez

- Ecógrafo.
- Guantes ginecológicos.
- Lubricante.

2. Materiales de Oficina

- Registros.
- Cámara fotográfica.
- Computador personal.

3. Materiales de campo

- Overol.
- Botas de caucho.
- Gafas de protección.
- Gorra.
- Mascarillas.
- Recipientes para el agua.

D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se evaluó la tasa de preñez de vacas lecheras de diferentes pisos climáticos por efecto de la sincronización del estro utilizando dispositivos intravaginales CIDR® nuevos y usados, por lo que se contó con dos tratamientos experimentales por hacienda (piso climático) y cada uno de ellos con 10 repeticiones las unidades experimentales se escogieron al azar de las vacas en producción que estuvieron en la fase de lactancia.

El esquema del experimento empleado se reporta en el cuadro 3.

Cuadro 3. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Hacienda	Altitud, ms.n.m.	CIDR	Código	T.U.E.	Repet.	Total animales
Santa Teresita	2721,3	Nuevo	P1N	1	10	10
Santa Teresita	2721,3	Usado	P1U	1	10	10
La María	2159,5	Nuevo	P2N	1	10	10
La María	2159,5	Usado	P2U	1	10	10
San Isidro	2848,7	Nuevo	P3N	1	10	10
San Isidro	2848,7	Usado	P3U	1	10	10
Ingueza	3045,9	Nuevo	P4N	1	10	10
Ingueza	3045,9	Usado	P4U	1	10	10

Código; P: Piso climático N: CIDR nuevo U: CIDR usado.

*T.U.E: Tamaño de la Unidad Experimental, 1 vaca.

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las variables experimentales que se evaluaron en cada uno de los pisos y luego relacionándoles entre sí fueron las siguientes:

- Condición corporal, sobre 5 puntos.
- Presencia de celo, %.
- Taza de preñez a los 30 días, %.
- Taza de preñez a los 60 días, %.
- Costo/Vaca/Gestante, dólares.

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos experimentales fueron analizados mediante la prueba de Chi-cuadrado (χ^2), para dos variables y la Prueba de Independencia, con la finalidad de determinar la independencia o no del CIDR vs. pisos climáticos, por ser valores expresados en porcentaje y considerando los dos factores de estudio; la misma que responde al siguiente propuesto matemático:

$$X^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

Donde:

Oij: es la frecuencia observada

Eij = es la frecuencia esperada.

Además, se realizó la prueba de t'studen considerándose varianzas desiguales, para comparar las condiciones corporales de las vacas sometidas al empleo del CIDR nuevos y usados.

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. De campo

Al inicio de la investigación se realizó una selección de los animales en base a los registros productivos y reproductivos existentes, también fueron sometidas a un chequeo ginecológico para determinar el estado fisiológico de los ovarios. Luego se escogieron a las vacas que reunían las siguientes particularidades:

- Que estén libres de enfermedades y que tengan al menos un parto.
- Que no presenten anomalías, ni enfermedades en el tracto genital.
- Que presenten estructuras indicadoras de funcionalidad ovárica (cuerpo lúteo, folículos)
- Que sean buenas productoras de leche.

También se realizó la calificación de la condición corporal, para tener la seguridad de que estén aptas para recibir el dispositivo intravaginal.

a. Aplicación de los tratamientos hormonales

De las vacas que reunieron las características anteriormente mencionadas se asignaron aleatoriamente la aplicación de los CIDR nuevos y usados, para lo cual se siguió el procedimiento que se reporta en el gráfico 1.

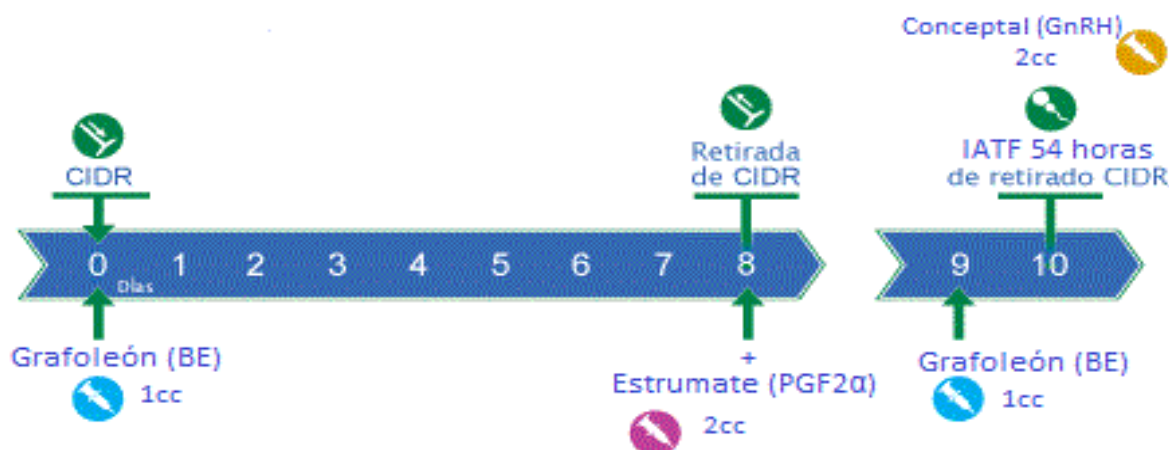


Gráfico 1. Protocolo de Sincronización con CIDR + BE + PGF2α + BE.

- El primer día o día cero, se colocó el dispositivo CIDR en el interior de la vagina, con la ayuda del aplicador, más una inyección de 1cc de Grafoleón (BE), vía intramuscular.
- Al día 8 se retiró el dispositivo, más una inyección de 2 cc de Estrumate (PGF2α), vía intramuscular.
- Al día 9 se aplicó 1cc de Grafoleón (BE), vía intramuscular.

La inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), se realizó 54 horas después de retirado el implante, más una inyección de 2 cc de Conceptal (GnRH).

Para la inseminación artificial se utilizó material seminal de toros Neozelandeses de Livestock Improvement Corporation (LIC), para lo cual se procedió a preparar la pajuela, y luego de localizar el cuello del útero por medio de palpación rectal, se procedió 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.

A los 30 días de realizada la inseminación artificial a tiempo fijo se realizó el chequeo de preñez, repitiéndose esta actividad a los 60 días para asegurar el estado de gestación de las vacas.

2. Programa sanitario

Con relación al manejo sanitario, las vacas previas a la aplicación de los tratamientos hormonales fueron inmunizadas según el calendario sanitario de

cada localidad, también se realizó una desparasitación interna como también la desparasitación externa.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Condición corporal, 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.

2. Presencia de celo, %

Este indicador se evaluó de acuerdo al número de vacas que se evidencio presencia de celo al momento de la IATF.

$$\% \text{ Inducción al celo} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de vaca observadas en celo}}{\text{N}^\circ \text{ total de vacas inducidas al celo}} \times 100$$

3. Tasa de preñez a los 30 días, %

Este indicador fue evaluado de acuerdo al número de vacas confirmadas preñez a los 30 días de inseminadas.

$$\text{Tasa de preñez a los 30 días} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de preñeces al primer servicio}}{\text{N}^\circ \text{ total de vacas inseminadas}} \times 100$$

4. Tasa de preñez a los 60 días, %

Se determinó el número de vacas confirmadas preñez, que presentaron celo antes de los 60 días y que se inseminaron nuevamente.

$$\text{Tasa de preñez a los 30 días} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de vacas preñadas con la 2}^\text{a} \text{ I A}}{\text{N}^\circ \text{ total de vacas inseminadas}} \times 100$$

5. Costo/Vaca/Gestante, dólares

Este indicador se determino en función de los egresos que se realizaron, tomando en cuenta las aplicaciones hormonales, materiales utilizadas, la inseminación artificial y relacionándolas con el número de vacas preñadas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. **COMPORTAMIENTO DE LAS VACAS A 2721,3 m.s.n.m.**

Los resultados obtenidos por efecto de la sincronización de la ovulación en vacas Holstein Friesian con la utilización de CIDR nuevos y usados en la hacienda Santa Teresita, cantón Cayambe, Provincia Pichincha, ubicada a 2721,3 m.s.n.m., se reportan en el cuadro 4.

Cuadro 4. EFECTO DEL EMPLEO DE DISPOSITIVOS INTRAVAGINALES (CIDR), NUEVOS Y USADOS EN VACAS HOLSTEIN FRIESIAN EN LA HACIENDA SANTA TERESITA, CANTON CAYAMBE, PROVINCIA PICHINCHA (2721,3 m.s.n.m.).

Parámetros	Implante de CIDR		Estadísticos	Signf.
	Nuevo	Usado		
Condición corporal, 5 puntos	2,75	2,70	Prob. = 0,353	ns
Presencia de celo, %	80,00	90,00	X ² cal = 3,92	*
Preñez a los 30 días, %	70,00	60,00	X ² cal = 2,20	ns
Preñez a los 60 días, %	60,00	60,00	X ² cal = 0,00	ns

Ttab 0.05 (9 gl) = 1.83).

X² tab 0,05 (1 gl) = 3,84.

ns: No existen diferencias estadísticas (Prob > 0.05, según el caso).

ns: No existen diferencias estadísticas (X² tab > X² cal, según el caso).

*: Existen diferencias estadísticas (X² tab < X² cal).

1. Condición corporal

La condición corporal que presentaron las vacas al inicio del estudio en base a la escala de valoración propuesta por Fertig, M. y Luchetti, D. (2005), que es entre 1 y 5, se estableció que estas estuvieron en una condición corporal de 2.75 y 2.70 puntos las vacas que recibirían los implantes de los dispositivos CIDR nuevo y usado respectivamente, estableciéndose que los animales presentaron una condición corporal adecuada, ya que Santos, S. (2013), señala que para utilizar un programa de IATF, la condición corporal de las vacas tienen que estar por encima de 2,5, siendo lo ideal entre 3 y 3,5, de igual manera Zoetis.com. (2014),

señala que no se deben utilizar en animales con pobre condición corporal o malnutridos, por cuanto no puede lograrse el efecto esperado.

2. Presentación del celo

Los resultados de la presencia del celo fueron diferentes estadísticamente ($X^2 \text{ cal} > X^2 \text{ tab}$), por efecto del empleo de la utilización de los dispositivos intravaginales CIDR nuevos y usado, registrándose que una vez extraídos los dispositivos CIDR nuevos, los síntomas del celo fueron en el 80 % de los vacas, mientras que al emplearse estos dispositivos usados el 90 % de las vacas presentaron los signos característicos del celo (gráfico 2), por lo que estas respuestas ratifican lo señalado por Martínez, A. y Bohórquez, J. (2011), quienes sostienen que los dispositivos intravaginales CIDR pueden ser reutilizados debido la cantidad hormonal que en ellos está dada por gramos y la cantidad que las vacas necesitan para poder entrar en calor, reportando además que en trabajos realizados con la utilización de CIDR nuevos y usados demostraron que no hubo diferencias en la presentación de estros así como en el porcentaje de preñez.

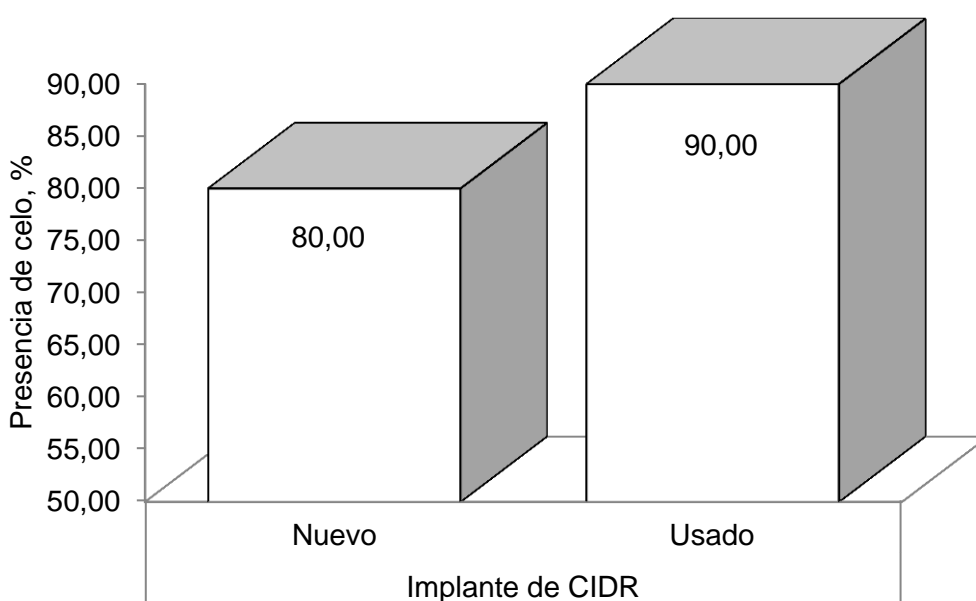


Gráfico 2. Frecuencia de la presencia de celo de vacas Holstein Friesian, que se sincronizaron el celo con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usados a a 2721,3 m.s.n.m. (Hacienda Santa Teresita).

Las respuestas alcanzadas en ambos grupos se deben lo indicado por Zoetis.com. (2014), que reporta 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 lo que 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 90 horas posteriores, por los resultados obtenidos concuerdan con los reportados por Mc Dougall, S. y Scott, H. (2002), quienes obtuvieron valores del 85.7% utilizando CIDR® + EB en animales Holstein, retirando el implante a los 6 y 7 días, no así con el trabajo de Barillas, M. y Carballo, R. (2007), quienes con el empleo del CIDR®+ BE, observaron el 100% de las vacas con celo.

3. Preñez a los 30 días

Los porcentajes de preñez determinados a los 30 días de evaluación en las vacas que se sincronizaron la ovulación con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usado y la aplicación de la IATF, las diferencias encontradas no fueron significativas de acuerdo a la prueba de Ji cuadrado ($X^2 \text{ cal} > X^2 \text{ tab}$), aunque numéricamente un mayor porcentaje de concepción se alcanzó en las vacas que se utilizó el CIDR nuevo, que cuando se emplearon los CIDR usados, por cuanto la presencia de vacas preñadas fueron de 70 y 60 %, respectivamente (gráfico 3), pudiendo indicarse que los porcentajes de preñez obtenidos 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 en ausencia de un cuerpo lúteo, este folículo entra en regresión y muere sin ovular, por lo que las vacas quedan sin ser fecundadas, de ahí que se considere que al emplearse los CIDR nuevos y usados presenten similares respuestas, ya que Martínez, C. (2009), reporta que cuando el CIDR, es retirado de la vagina de la vaca aún contiene entre 0.9 y 1.1 g de progesterona (dependiendo del tiempo de uso), cantidad que es suficiente para inducir la sincronización de calores con similar tasa de gestación, cuando éste se utiliza por segunda ocasión, ratificándose por tanto lo señalado por Martínez, A. y Bohórquez, J. (2011), quienes al emplear CIDR nuevos y usados demostraron que no hubo diferencias en el porcentaje de preñez que presentaron

sus animales, en cambio que las respuestas anotadas muestran ser superiores a las alcanzadas por Pérez, J. (2007), quien al utilizar en vacas lecheras dispositivos intravaginales CIDR® nuevos y usados determinó que la tasa de concepción, utilizando CIDR + E2 nuevos, fue de 40%, al igual que Villa, N. et al. (2007), quienes al analizar 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%.

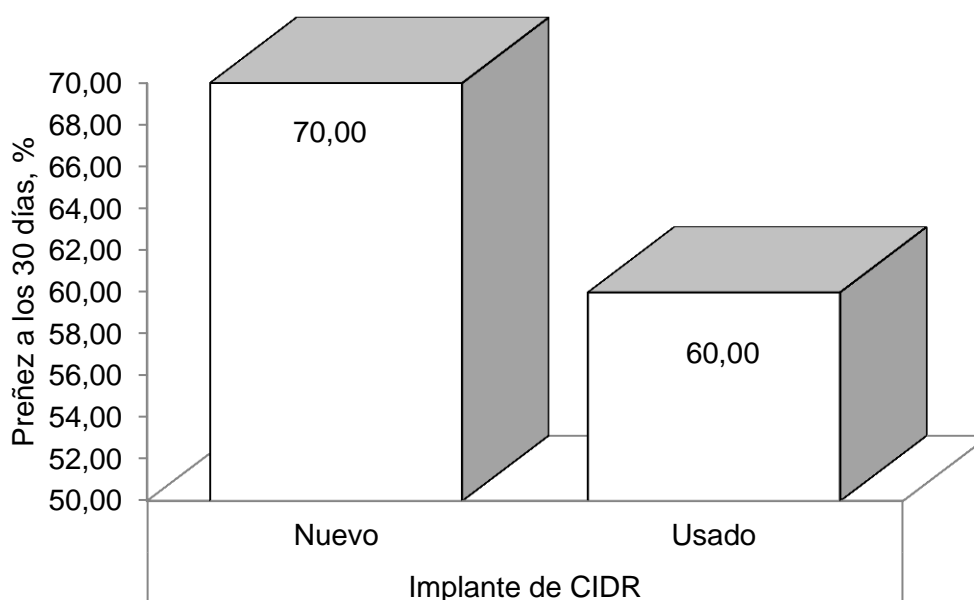


Gráfico 3. Taza de preñez a los 30 días, de vacas Holstein Friesian, que se sincronizaron el celo con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usado a a 2721,3 m.s.n.m. (Hacienda Santa Teresita).

4. Preñez a los 60 días

Los porcentajes de preñez presentados por las vacas que se sometieron a la sincronización del estro con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usados y evaluadas a los 60 días después de su retiro, no presentaron diferencias estadísticas ($X^2 \text{ cal} > X^2 \text{ tab}$), por cuanto las respuestas obtenidas fueron del 60 % de preñez en ambos grupos, pudiendo indicarse que estos resultados son altos si se considera el reporte de Bó, G. et al. (2006), quienes indican que con tratamientos de inserción de dispositivos de liberación de progesterona (CIDR), más la administración de estradiol para sincronizar la ovulación obtuvieron tasas de gestación entre 35 y 55%; al igual que 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%, en el mismo sentido, Saldarriaga, F. (2009), señala que al realizar protocolos de sincronización a base de dispositivos hormonales, se espera obtener que entre 30 y 40% de las vacas queden preñadas, 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.

B. COMPORTAMIENTO DE LAS VACAS A 2159,5 m.s.n.m.

En la hacienda Santa La María, cantón Urcuqui, Provincia Imbabura, ubicada a 2721,3 m.s.n.m., se obtuvieron los resultados que se reportan en el cuadro 5.

Cuadro 5. EFECTO DEL EMPLEO DE DISPOSITIVOS INTRAVAGINALES (CIDR), NUEVOS Y USADOS EN VACAS HOLSTEIN FRIESIAN EN LA HACIENDA LA MARÍA, CANTÓN URCUQUI, PROVINCIA IMBABURA (2159,5 m.s.n.m.).

Parámetros	Implante de CIDR		Estadísticos	Signf.
	Nuevo	Usado		
Condición corporal, 5 puntos	2,70	2,85	Prob.= 0.109	ns
Presencia de celo, %	80,00	80,00	X ² cal = 0,00	ns
Preñez a los 30 días, %	60,00	50,00	X ² cal = 2,02	ns
Preñez a los 60 días, %	40,00	40,00	X ² cal = 0,00	ns

Ttab 0.05 (9 gl) = 1.83).

X² tab 0,05 (1 gl) = 3,84.

ns: No existen diferencias estadísticas (Prob > 0.05, según el caso).

ns: No existen diferencias estadísticas (X² tab > X² cal, según el caso).

1. Condición corporal

La condición corporal de las vacas no variaron estadísticamente (P>0.05), entre los grupos de animales que se les implantó los CIDR nuevos y usados, ya que las puntuaciones alcanzadas fueron de 2.70 y 2.85 puntos (en su orden), sobre 5 de

referencia de la escala de valoración propuesta por Fertig, M. y Luchetti, D. (2005), considerándose por tanto que las vacas estaban una condición corporal adecuada, por cuanto Velasco, J. (2010), reporta que la condición corporal óptima para que las vacas sean servidas deben tener un margen aceptable de 2.5 a 3.0, mientras que Santos, S. (2013), señala que la condición corporal de las vacas lo ideal es entre 3 y 3,5.

2. Presentación del celo

Una vez extraídos los dispositivos CIDR nuevos y usados los resultados de presentación del celo fueron similares ($X^2 \text{ cal} > X^2 \text{ tab}$), ya que se registró que el 80 % de los vacas de los dos grupos presentaron signos característicos del celo (gráfico 4), lo que demuestra lo indicado por Martínez, A. y Bohórquez, J. (2011), quienes sostienen que los dispositivos intravaginales CIDR pueden ser reutilizados debido la cantidad hormonal que mantienen después de uso, ya que además encontraron que no hubo diferencias estadísticas en la presentación de estros cuando sincronizaron el celo con CIDR nuevos y usados.

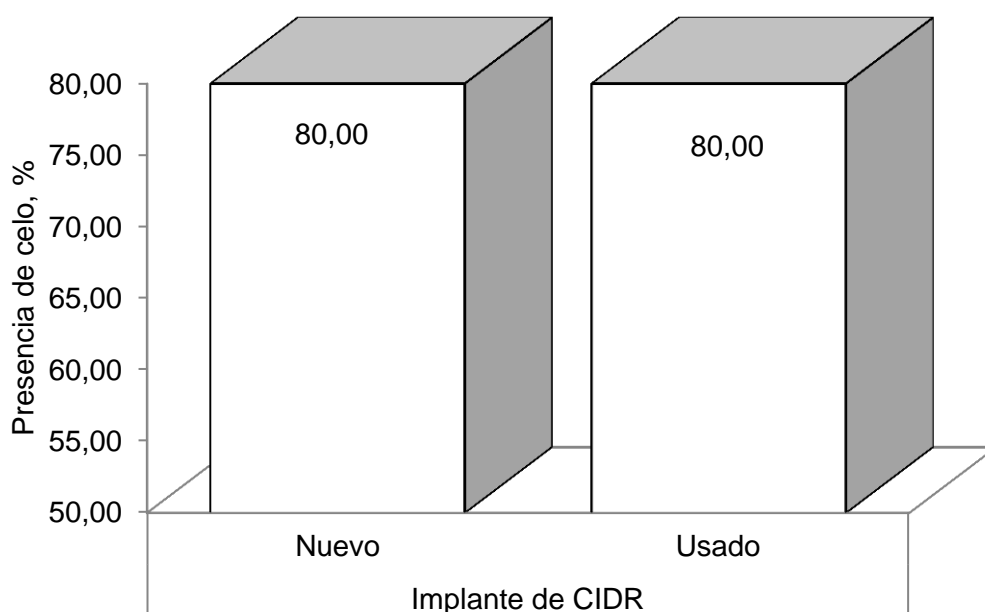


Gráfico 4. Frecuencia de la presencia de celo de vacas Holstein Friesian, que se sincronizaron el celo con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usados a 2159,5 m.s.n.m. (Hacienda La María).

Estos resultados son similares a los determinados en la hacienda Santa Teresita, donde se establecieron que entre el 80 y 90 % de las vacas presentaron celo, debido posiblemente a que el manejo de los animales es similar en ambas haciendas.

3. Preñez a los 30 días

A los 30 días de verificar la preñez por efecto del empleo de dispositivos CIDR nuevos y usado y la aplicación de la IATF, las respuestas encontradas no fueron significativas ($X^2 \text{ cal} > X^2 \text{ tab}$), sin embargo numéricamente las vacas implantadas con el CIDR nuevo presentaron una mayor tasa de preñez (60.00 %), que cuando se emplearon los CIDR usados (50.00 %), como se observa en el gráfico 5, por lo que al no existir diferencias estadísticas, se considera que el uso de los CIDR sean nuevos o usados se obtienen similares respuestas, como lo demuestra Martínez, C. (2009), quien reportó que cuando el CIDR, es retirado de la vagina de la vaca aún contiene entre 0.9 y 1.1 g de progesterona, cantidad que es suficiente para inducir la sincronización de calores y alcanzar tasas de gestación, similares sean estos nuevos o usados por segunda ocasión.

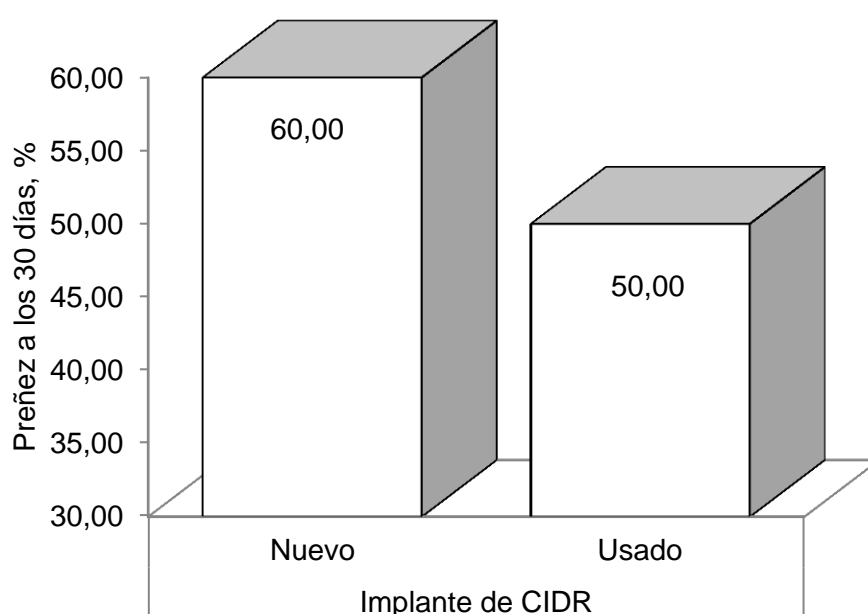


Gráfico 5. Taza de preñez a los 30 días, de vacas Holstein Friesian, que se sincronizaron el celo con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usado a 2159,5 m.s.n.m. (Hacienda La María).

Comparando los resultados obtenidos con los alcanzados por Pérez, J. (2007), se consideran que son más altos, por cuanto este investigador al utilizar en vacas lecheras dispositivos intravaginales CIDR® nuevos y usados determinó tasas de preñez de 40%, en cambio guardan relación con el trabajo de Villa, N. et al. (2007), quienes al analizar los datos de 13510 inseminaciones realizadas utilizando el tratamiento CIDR-B, obtuvieron una tasa de preñez promedio de 52,7%; En cambio, las respuestas alcanzadas podría decirse que son ligeramente inferiores a las encontradas en la hacienda Santa Teresita, donde se registró que entre el 60 y 70 % de las vacas estuvieron gestantes, ratificándose lo señalado por Martínez, A. y Bohórquez, J. (2011), en que los estudios generados en otros países arrojan que no hay diferencias significativas en la utilización de dispositivos nuevos y usados, sin embargo se presentan diferencias significativas debido factores, nutricionales, manejo de los animales, entre otros.

4. Preñez a los 60 días

A los 60 días, los porcentajes de preñez que presentaron las vacas fueron del 40.00 % tanto con el empleo de CIDR nuevos como usados, resultados que guardan relación con el reporte de Bó, G. et al. (2006), quienes indican que con tratamientos de inserción de dispositivos de liberación de progesterona (CIDR), más la administración de estradiol para sincronizar la ovulación obtuvieron tasas de gestación entre 35 y 55%; al igual que Pérez, J. (2007), al utilizar en vacas lecheras dispositivos intravaginales CIDR® nuevos y usados determinó una tasa de preñez de 40%, sin embargo estos resultados son inferiores a los determinados en la hacienda Santa Teresita, donde se registró que el 60.00 % de las vacas estuvieron gestantes a los 60 días de evaluación, pudiendo considerarse que las variaciones entre las respuestas obtenidas se deben a lo señalado por este investigador, en que las técnicas como la Inseminación Artificial a Celo Detectado (IACD) o la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF), ambas con sus bondades e igualmente con deficiencias, han brindado resultados variables, con porcentajes de preñez que van desde 45 a 80% para el primero (IACD) y 25 a 65% para el segundo (IATF), estando influenciados estos porcentajes por una gran cantidad de factores como la alimentación, manejo, tipo de hormona utilizada, entre otros.

C. COMPORTAMIENTO DE LAS VACAS A 2848,7 m.s.n.m.

En la hacienda San Isidro, cantón Espejo, Provincia Carchi, ubicada a 2848,7 m.s.n.m., los resultados que se obtuvieron se reportan en el cuadro 6.

Cuadro 6. EFECTO DEL EMPLEO DE DISPOSITIVOS INTRAVAGINALES (CIDR), NUEVOS Y USADOS EN VACAS HOLSTEIN FRIESIAN EN LA HACIENDA SAN ISIDRO, CANTÓN ESPEJO, PROVINCIA CARCHI (2848,7 m.s.n.m.).

Parámetros	Implante de CIDR		Estadísticos	Signf.
	Nuevo	Usado		
Condición corporal, 5 puntos	3,03	2,75	Prob.= 0.149	ns
Presencia de celo, %	80,00	80,00	X ² cal = 0,00	ns
Preñez a los 30 días, %	60,00	50,00	X ² cal = 2,02	ns
Preñez a los 60 días, %	50,00	40,00	X ² cal = 2,02	ns

T_{tab 0.05 (9 gl)} = 1.83).

X² tab 0,05 (1 gl) = 3,84.

ns: No existen diferencias estadísticas (Prob > 0.05, según el caso).

ns: No existen diferencias estadísticas (X² tab > X² cal, según el caso).

1. Condición corporal

La condición corporal de las vacas de la hacienda San Isidro, presentó una pequeña variación numérica, por cuanto las respuestas asignadas fueron de 3.03 y 2.75 sobre 5 de referencia, pero que se mantienen dentro del rango normal propuesto por Santos, S. (2013), quien señala que para utilizar programas de IATF, la condición corporal de las vacas ideal es entre 3 y 3,5, ya que además Zoetis.com. (2014), señala que no se deben utilizar el CIDR en animales con pobre condición corporal o malnutridos, por cuanto el efecto logrado no puede ser el esperado.

2. Presentación del celo

Los resultados de presentación del celo por efecto del empleo de los dispositivos

CIDR nuevos y usados fueron similares ($X^2 \text{ cal} > X^2 \text{ tab}$), por cuanto se registró que el 80 % de las vacas de los dos grupos presentaron celo (gráfico 6), ratificándose nuevamente lo enunciado por Martínez, A. y Bohórquez, J. (2011), quienes sostienen que los dispositivos intravaginales CIDR pueden ser reutilizados por la cantidad hormonal que mantienen después de uso,

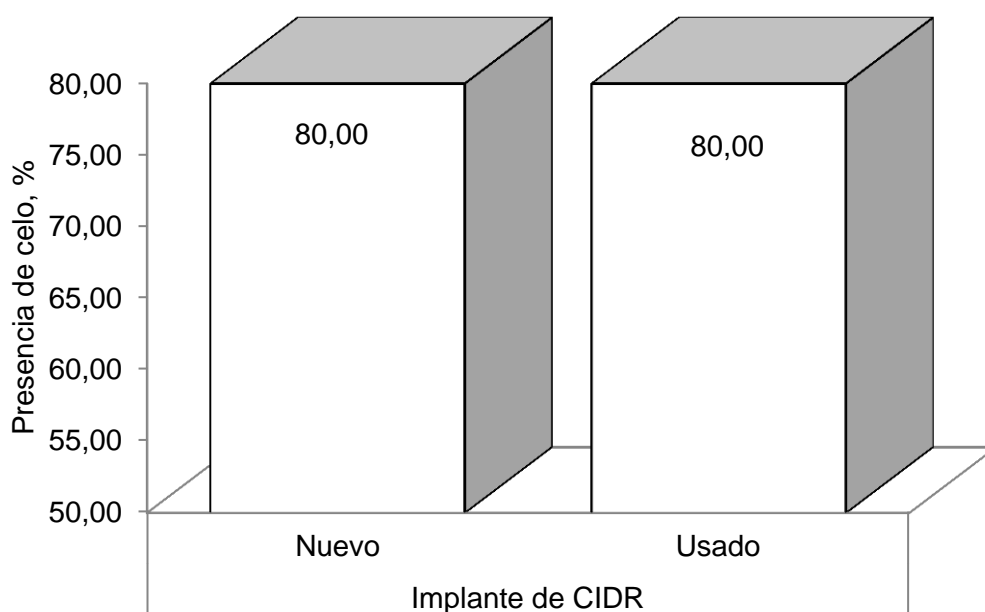


Gráfico 6. Frecuencia de la presencia de celo de vacas Holstein Friesian, que se sincronizaron el celo con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usados a 2848,7 m.s.n.m. (Hacienda San Isidro).

Estos resultados son similares a los determinados en la hacienda Santa Teresita, donde se establecieron que entre el 80 y 90 % de las vacas presentaron celo, de igual manera en la hacienda La María fue del 80 %, respuestas que demuestran que se obtienen resultados similares con el empleo de los CIDR sean nuevos o usados.

3. Preñez a los 30 días

La tasa de preñez a los 30 días por efecto del empleo de dispositivos CIDR nuevos y usado y la aplicación de la IATF, las respuestas encontradas no fueron significativas ($X^2 \text{ cal} < X^2 \text{ tab}$), a pesar de que con el empleo de CIDR nuevo el 60

% de las vacas se preñaron en cambio que con los usados se redujeron al 50.00 % (gráfico 7), resultados que son iguales a los encontrados en la Hacienda La María, pero ligeramente inferiores a los determinados en la hacienda Santa Teresita donde se registró entre el 60 y 70 % de las vacas gestantes, resultados que coinciden con lo enunciado por Martínez, A. y Bohórquez, J. (2011), quienes señalan que en varios estudios realizados no existen diferencias significativas en la utilización de dispositivos nuevos y usados, a diferencia de que puede haber variaciones por efecto de factores topográficos, climáticos, nutricionales, manejo de los animales, entre otros.

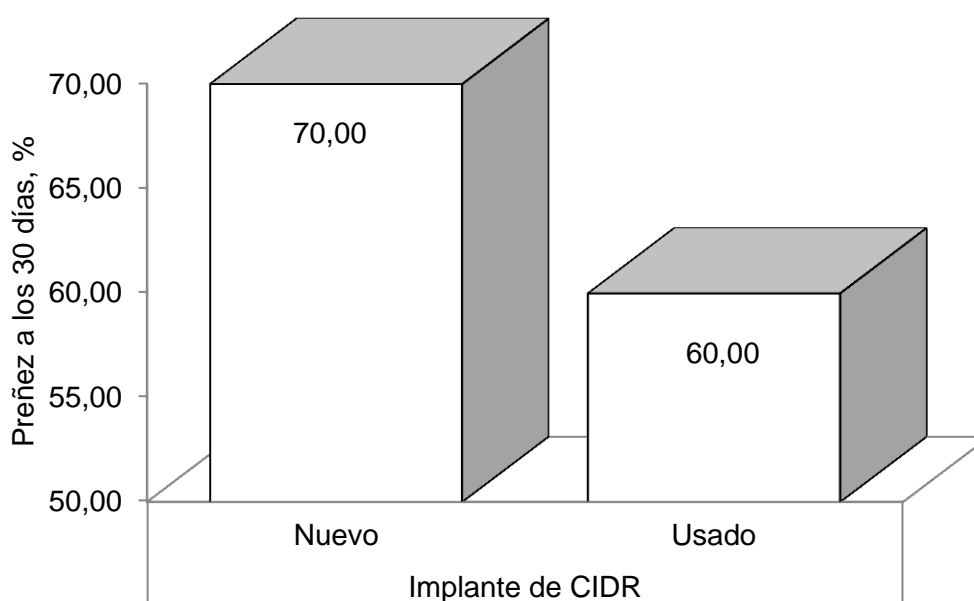


Gráfico 7. Taza de preñez a los 30 días, de vacas Holstein Friesian, que se sincronizaron el celo con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usado a 2848,7 m.s.n.m. (Hacienda San Isidro).

4. Preñez a los 60 días

Los porcentajes de preñez a los 60 días que presentaron las vacas fueron del 50.00 % con el empleo de CIDR nuevos y del 40.00 % con los usados (gráfico 8), sin que entre estos hayan diferencias estadísticas ($X^2 \text{ cal} < X^2 \text{ tab}$), y que pueden deberse a varios factores como la alimentación, manejo, destreza del inseminador, aplicación correcta de la técnica, entre otros (Pérez, J. 2007); sin embargo, estos resultados guardan relación con el reporte de Bó, G. et al. (2006), quienes indican que al utilizar el CIDR obtuvieron tasas de gestación entre 35 y

55%. Comparando con los resultados de las otras haciendas que se encuentran a diferentes altitudes, se establece que las respuestas de la Hacienda San Isidro son inferiores a las determinadas en la hacienda Santa Teresita, donde se registró el 60 % de las vacas gestantes a los 60 días, en cambio que podría decirse que son similares a los encontrados en la Hacienda La María, por cuanto la tasa de preñez en este mismo período fue del 40 %, por lo que se considera que el piso climático podría influir en las respuestas obtenidas.

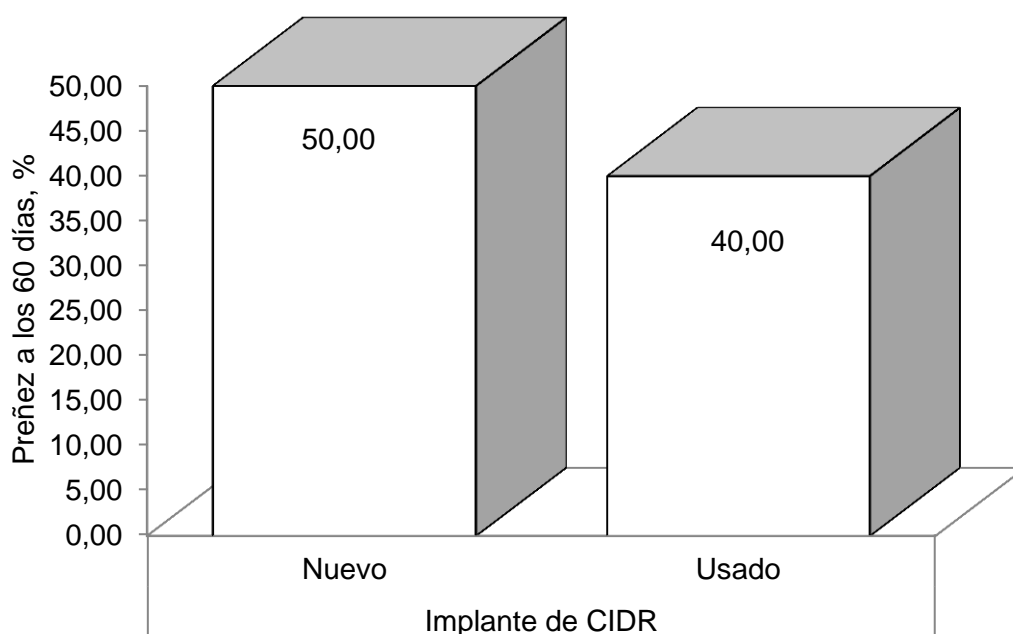


Gráfico 8. Taza de preñez a los 60 días, de vacas Holstein Friesian, que se sincronizaron el celo con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usado a 2848,7 m.s.n.m. (Hacienda San Isidro).

D. COMPORTAMIENTO DE LAS VACAS A 3045,9 m.s.n.m.

En la hacienda Ingueza, cantón Espejo, Provincia Carchi, ubicada a 3045,9 m.s.n.m., se obtuvieron los resultados que se reportan en el cuadro 7.

1. Condición corporal

La condición corporal de los animales de la hacienda Ingueza que recibirían el CIDR nuevo y usado fueron de 2.83 y 2.55, respectivamente, sin que existen diferencias estadísticas ($P > 0.05$), considerándose estas condiciones corporales

adecuados para utilizar programas de IATF, por cuanto Velasco, J. (2010) y Santos, S. (2013), reportan que la condición corporal de las vacas en producción ideal es entre 3 y 3,5, por cuanto no es bueno que estén delgadas, pero también es muy perjudicial que estén excesivamente gordas.

Cuadro 7. EFECTO DEL EMPLEO DE DISPOSITIVOS INTRAVAGINALES (CIDR), NUEVOS Y USADOS EN VACAS HOLSTEIN FRIESIAN EN LA HACIENDA INGUEZA, CANTÓN ESPEJO, PROVINCIA CARCHI (3045,9 m.s.n.m.).

Parámetros	Implante de CIDR		Estadísticos	Signf.
	Nuevo	Usado		
Condición corporal, 5 puntos	2,83	2,55	Prob. = 0,056	ns
Presencia de celo, %	70,00	60,00	X ² cal = 2,20	ns
Preñez a los 30 días, %	30,00	30,00	X ² cal = 0.00	ns
Preñez a los 60 días, %	10,00	20,00	X ² cal = 3,92	*

Ttab 0.05 (9 gl) = 1.83).

X² tab 0,05 (1 gl) = 3,84.

ns: No existen diferencias estadísticas (Prob > 0.05, según el caso).

ns: No existen diferencias estadísticas (X² tab > X² cal, según el caso).

*: Existen diferencias estadísticas (X² tab < X² cal).

2. Presentación del celo

Los resultados de presentación del celo de las vacas que se les colocó el CIDR nuevo y usado fueron de 70.00 y 60.00 %, respectivamente (gráfico 9), sin que entre estos haya diferencias estadísticas (X² cal < X² tab), por lo que se confirma lo enunciado por Martínez, A. y Bohórquez, J. (2011), quienes señalan que los dispositivos intravaginales CIDR pueden ser reutilizados debido la cantidad hormonal que mantienen después de uso. Por otra parte, los resultados obtenidos en esta hacienda son inferiores a los reportados por Mc Dougall, S. y Scott, H. (2002), quienes señalan que al utilizar CIDR® + EB en animales Holstein, el 85.7% de los animales presentaron celo, siendo mayor la diferencia con lo indicado por Barillas, M. y Carballo, R. (2007), quienes con el empleo del CIDR®+ BE, observaron que el 100 % de las vacas demostraron los signos visibles del celo.

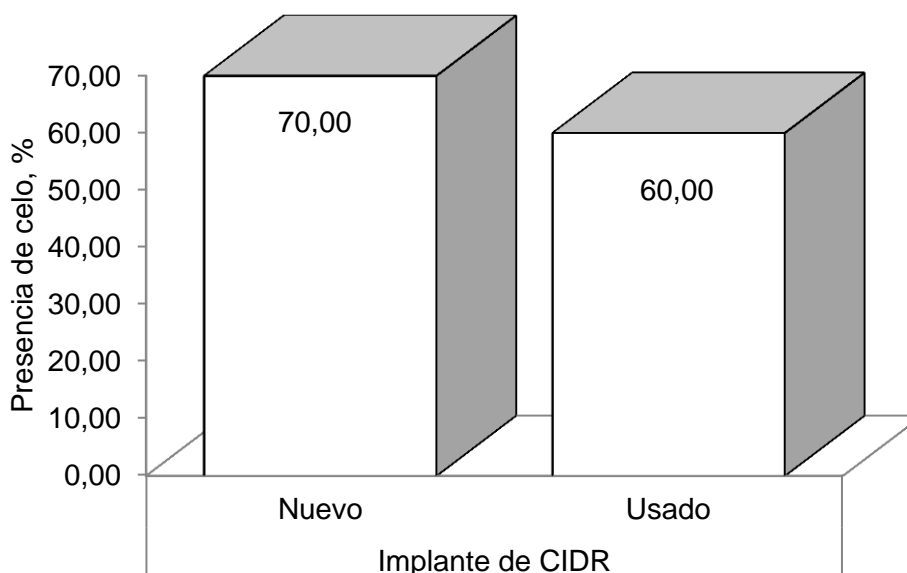


Gráfico 9. Frecuencia de la presencia de celo de vacas Holstein Friesian, que se sincronizaron el celo con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usados a 3045,9 m.s.n.m. (Hacienda Ingueza).

3. Preñez a los 30 días

La tasa de preñez registrada a los 30 días por efecto del empleo de dispositivos CIDR nuevos y usados no fueron significativas ($X^2 \text{ cal} < X^2 \text{ tab}$), por cuanto en ambos casos se observaron que el 30 % estuvieron gestantes, por lo que se considera que con el uso de los CIDR sean nuevos o usados se obtienen similares respuestas, pero los resultados obtenidos en esta hacienda (Ingueza), demuestran lo manifestado por Martínez, A. y Bohórquez, J. (2011), quienes señalan que los estudios generados en otros países arrojan que no hay diferencias significativas en la utilización de dispositivos nuevos y usados, sin embargo se registran diferencias notables debido factores topográficos, climáticos nutricionales etc.; ya que las respuestas alcanzadas son inferiores a las determinadas en la hacienda Santa Teresita, donde se registró entre el 60 y 70 % de las vacas gestantes y en las haciendas La María y San Isidro fueron de 50 y 60 %, considerándose por consiguiente que el piso climático influye en los programas IATF con la sincronización del estro con el empleo del dispositivo liberador de progesterona (CIDR-B).

4. Preñez a los 60 días

A los 60 días, los porcentajes de preñez determinados en las vacas de la hacienda Ingueza presentaron diferencias estadísticas ($X^2 \text{ cal} > X^2 \text{ tab}$), por cuanto el 10 % de las vacas con el empleo de CIDR nuevos estuvieron preñadas, mientras que con el uso de los CIDR usados se elevó al 20 % de preñez (gráfico 10), considerándose que los resultados de esta hacienda son inferiores a las determinadas en las otras haciendas ya que en Santa Teresita se determinó el 60 % de preñez, en La María el 40 % y en San Isidro entre el 40 y 50 %, además, distan considerablemente con relación a los reportes de otras investigaciones, por cuanto Bó, G. et al. (2006), señalan que al sincronizar la ovulación con CIDR obtuvieron tasas de gestación entre 35 y 55 %; Pérez, J. (2007), utilizando CIDR® nuevos y usados alcanzó una tasa de preñez de 25 a 65%, a lo que adicionalmente indica que estos porcentajes están influenciados por una gran cantidad de factores como la alimentación, manejo, clima, raza, tipo de hormona utilizada, destreza del inseminador y aplicación correcta de la técnica entre otros.

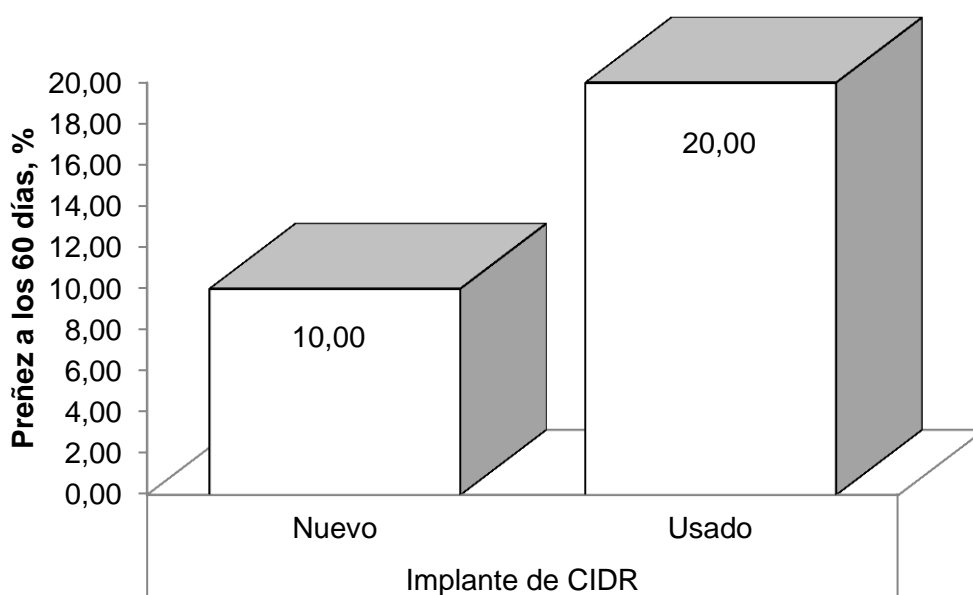


Gráfico 10. Taza de preñez a los 60 días, de vacas Holstein Friesian, que se sincronizaron el celo con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usados a 3045,9 m.s.n.m. (Hacienda Ingueza).

E. COMPORTAMIENTO DE LAS VACAS POR EFECTO DEL PISO CLIMÁTICO

Los resultados obtenidos por efecto del empleo de dispositivos intravaginales CIDR nuevos y usados en un programa de inseminación a tiempo fijo (IATF), en vacas Holstein Friesian en distintos pisos climáticos de la sierra norte del Ecuador se reportan en el cuadro 8, los mismos que muestran diferencias significativas debido a los factores topográficos y climáticos, es decir, que el piso climático donde se encuentran los animales influyeron en las respuestas obtenidas.

Cuadro 8. EFECTO DEL EMPLEO DE DISPOSITIVOS INTRAVAGINALES (CIDR), NUEVOS Y USADOS EN VACAS HOLSTEIN FRIESIAN EN DISTINTOS PISOS CLIMÁTICOS DE LA SIERRA NORTE DEL ECUADOR.

Altitud, ms.n.m.	Hacienda	CIDR	Vacas		
			Con celo, %	Preñadas a 30 días, %	Preñadas a 60 días, %
2159,5	La María	Nuevo	80,00	60,00	40,00
2159,5	La María	Usado	80,00	50,00	40,00
2721,3	Santa Teresita	Nuevo	80,00	70,00	60,00
2721,3	Santa Teresita	Usado	90,00	60,00	60,00
2848,7	San Isidro	Nuevo	80,00	60,00	50,00
2848,7	San Isidro	Usado	80,00	50,00	40,00
3045,9	Ingueza	Nuevo	70,00	30,00	10,00
3045,9	Ingueza	Usado	60,00	30,00	20,00
X ² cal			31,54	59,54	78,40
X ² tab 0,01 _(15 gl)			30,58	30,58	30,58
Significancia			**	**	**

m.s.n.m.: metros sobre el nivel del mar (altitud).

** : Existen diferencias estadísticas altas ($X^2 \text{ tab} < X^2 \text{ cal}$).

1. Presentación del celo

Los porcentajes de vacas que presentaron celo una vez extraídos los dispositivos CIDR nuevos y usados presentaron diferencias altamente significativas ($X^2 \text{ cal} > X^2 \text{ tab}$), por efecto del piso climático en el que se encontraban los animales, por cuanto el 90 % de las vacas que exteriorizaron los signos de celo estuvieron a 2721.3 m.s.n.m. utilizando el CIDR usado, en cambio que la menor frecuencia de

celo (60 %), se observó cuando las vacas estuvieron a 3045.9 m.s.n.m., de igual manera con el empleo del CIDR usado, siendo estos resultados los casos opuestos (gráfico 11), por cuanto en los otros pisos climáticos se estableció que el 80 % de las vacas con este programa de sincronización presentaron celo usando tanto los CIDR nuevos como usados, por lo que al parecer se establece que a mayor altitud menor respuesta productiva de las vacas se espera, lo que concuerda con lo señalado por Martínez, A. y Bohórquez, J. (2011), quienes indican que en estudios generados en otros países arrojan que no hay diferencias significativas en la utilización de dispositivos nuevos y usados, sin embargo se presentan diferencias significativas debido factores topográficos, climáticos, nutricionales, manejo de los animales, entre otros.

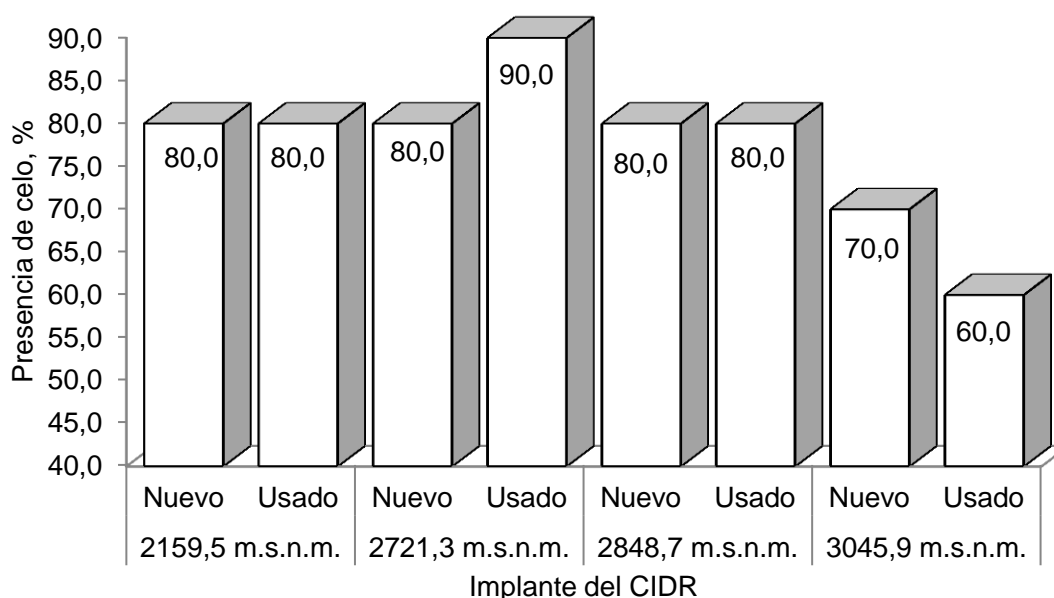


Gráfico 11. Frecuencia de la presencia de celo de vacas Holstein Friesian, que se sincronizaron el celo con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usados en diferentes pisos climáticos.

2. Preñez a los 30 días

Los porcentajes de preñez determinados a los 30 días por efecto de los pisos climáticos fueron altamente significativos ($X^2 \text{ cal} > X^2 \text{ tab}$), por cuanto las vacas que estuvieron a 2721.3 m.s.n.m., registraron el mayor índice de preñez (70.00 %), esto con el empleo de CIDR nuevos, en cambio que las vacas ubicadas a

3045.9 m.s.n.m. fueron las que menos se preñaron, alcanzando el 30 % de gestación usando los dispositivos CIDR tanto nuevos como usados (gráfico 12), por lo tanto se ratifica que las condiciones climáticas influyen en los resultados más no los dispositivos sean estos nuevos o usados por cuanto se obtuvieron similares respuestas, y que se debe a lo reportado por Martínez, C. (2009), quien señala que cuando el CIDR, es retirado de la vagina de la vaca aún contiene entre 0.9 y 1.1 g de progesterona, cantidad suficiente para inducir la sincronización de celos y alcanzar tasas de gestación similares, sean estos nuevos o usados por segunda ocasión, de igual manera Pérez, J. (2007), reporta que al utilizar en vacas lecheras dispositivos intravaginales CIDR® nuevos y usados determinó tasas de preñez de 40%, independientemente de si fueron usados o nuevos, en el mismo sentido, Carbajal, B. et al. (2005), evaluaron el efecto de la sincronización y resincronización de celos con CIDR obteniendo un porcentaje de preñez de 41,0%; por lo que las respuestas obtenidas demuestran que el piso climático influye en la actividad de las hormonas para la presentación del celo y gestación, presentando mejores respuestas en el piso climático a, 2721.3 m.s.n.m.

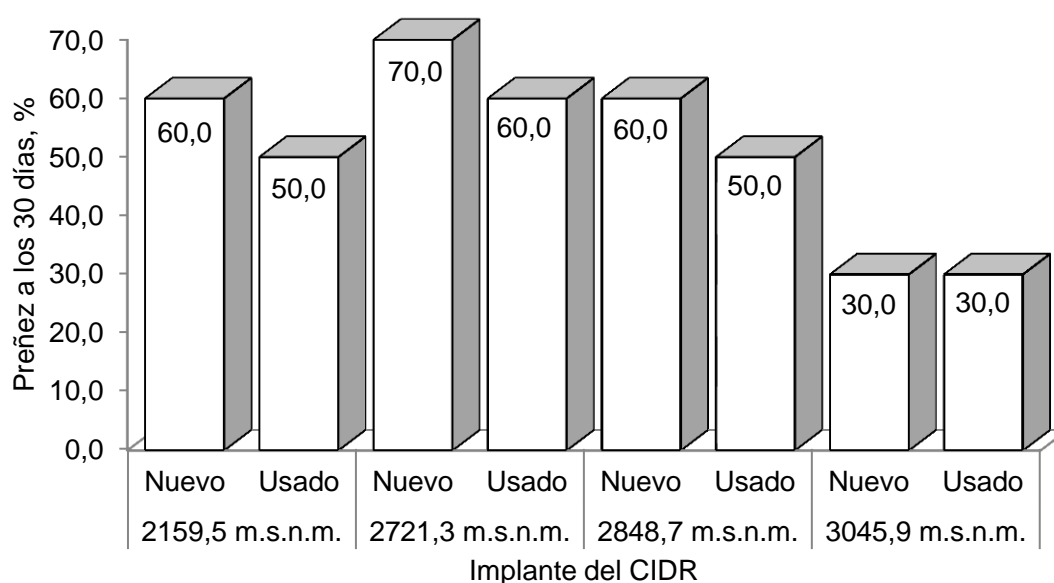


Gráfico 12. Taza de preñez a los 30 días, de vacas Holstein Friesian, que se sincronizaron el celo con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usados en diferentes pisos climáticos.

3. Preñez a los 60 días

De igual manera a los 60 días, los porcentajes de preñez encontrados en las vacas mantenidas en diferentes pisos climáticos, presentaron diferencias altamente significativas ($X^2 \text{ cal} > X^2 \text{ tab}$), ya que se alcanzó tasas de preñez de 60.00 % en las vacas que estuvieron a 2721.3 m.s.n.m., esto con el empleo de CIDR nuevos y usados, a diferencia de las vacas que localizadas a 3045.9 m.s.n.m., en las cuales se registraron índices de preñez de 20 % con los CIDR usados y 10 % con los CIDR nuevos (gráfico 13), lo que rarifica que el piso climático influye en las respuestas reproductivas de los animales, más no el dispositivo CIDR, si es nuevo o usado, además, de que los resultados alcanzados a 2721.3 m.s.n.m., son ligeramente superiores a los determinados por Bó, G. et al. (2006), quienes al utilizar el CIDR obtuvieron tasas de gestación entre 35 y 55%; a diferencia del trabajo de Pérez, J. (2007), quien indica que al realiza la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF), después del protocolo de la sincronización con CIDR, determinó porcentajes de preñez de hasta 65%, además señaló que las respuestas alcanzadas están influenciadas por una gran cantidad de factores como la alimentación, manejo, tipo de hormona, clima, topografía, entre otros.

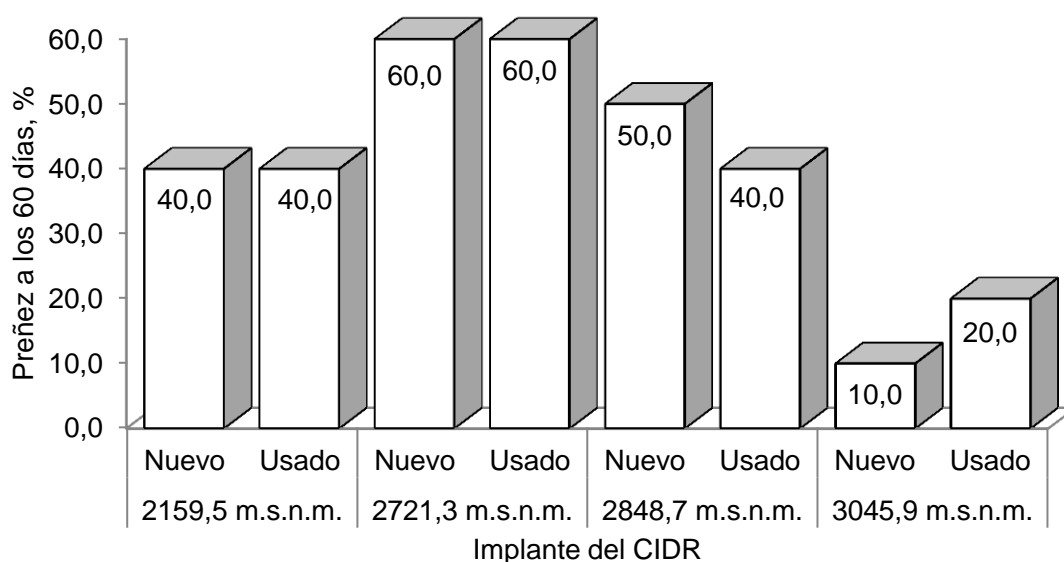


Gráfico 13. Taza de preñez a los 30 días, de vacas Holstein Friesian, que se sincronizaron el celo con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usados en diferentes pisos climáticos.

F. ANÁLISIS ECONÓMICO

Los resultados del análisis económico realizado para establecer el costo/vaca gestante (cuadro 9), tomando en consideración los gastos ocasionados en la sincronización del estro, la Inseminación a tiempo fijo y la detección de la preñez en vacas Holstein Friesian, como egresos, y estos a su vez relacionándoles con el número de animales preñados, se establece que las mejores respuestas económicas se determinaron en la Hacienda Santa Teresita que está ubicada a 2721.3 m.s.n.m., por cuanto se determinaron los menores costos, con 76.03 y 75.92 dólares/vaca gestante cuando se utilizaron los CIDR nuevos y usados, respectivamente; seguidos por las respuestas encontradas en las haciendas La María y San Isidro (2159,5 y 2848,7 m.s.n.m., en su orden), donde cada vaca gestante tuvo un costo de 88.70 dólares con el empleo de los CIDR nuevos y de 91.10 dólares con los dispositivos intravaginales usados; no así en las vacas ubicadas a 3045.9 m.s.n.m. (hacienda Ingueza), cuyo costo se elevó 151.84 dólares/vaca gestante con el empleo del CIDR usado y a 177.39 dólares, cuando se aplicó los CIDR nuevos, debiéndose estas respuestas principalmente a la cantidad de animales que quedaron gestantes, ya que en la Hacienda Santa Teresita las tasas de preñez fueron de 70 y 60 %, mientras que en la hacienda Ingueza las vacas gestantes fueron del 30 %, por lo que en base a estas respuestas se recomienda realizar la sincronización del estro con la aplicación de CIDR sean estos nuevos o utilizados, ya que adicionalmente en cada hacienda las tasas de preñez no fueron diferentes estadísticamente, pero si influye la altitud donde se encuentran las haciendas.

Cuadro 9. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL COSTO/VACA GESTANTE (DÓLARES) POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE DISPOSITIVOS INTRAVAGINALES (CIDR) EN PROGRAMA DE INSEMINACIÓN A TIEMPO FIJO EN VACAS HOLSTEIN FRIESIAN EN DISTINTOS PISOS CLIMÁTICOS DE LA SIERRA NORTE.

Parámetro	Unidad	Cantidad/ Animal	Costo Unidad	Santa Teresita		La María		San Isidro		Ingueza	
				Nuevo	Usado	Nuevo	Usado	Nuevo	Usado	Nuevo	Usado
Nº vacas				10	10	10	10	10	10	10	10
Sincronización											
CIDR	U	1	15,33	153,32	76,66	153,32	76,66	153,32	76,66	153,32	76,66
Grafoléon NF (20 ml)	ml	2	0,39	7,80	7,80	7,80	7,80	7,80	7,80	7,80	7,80
Estrumate (20 ml)	ml	2	2,33	46,50	46,50	46,50	46,50	46,50	46,50	46,50	46,50
Conceptal (10 ml)	ml	2	2,47	49,40	49,40	49,40	49,40	49,40	49,40	49,40	49,40
Aguja Desc. 18" 1 1/2	U	4	0,08	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20
Jeringuillas de 5ml	U	4	0,20	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Guantes Ginecológicos	U	1	0,16	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Inseminación Artificial											
Pajuelas de semen	U	1	17,00	170,00	170,00	170,00	170,00	170,00	170,00	170,00	170,00
Catéteres de Inseminación	U	1	0,12	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Chemis	U	1	0,23	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26
Guantes de Inseminación	U	2	0,16	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20
Lubricante	galón		20,00	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Inseminador	U	1	5,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Diagnostico de Preñez											
Guantes Ginecológicos	U	2	0,16	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20
Chequeo Ginecológico	U	1	3,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
COSTO TOTAL, dólares				532,18	455,52	532,18	455,52	532,18	455,52	532,18	455,52
Porcentaje de gestación, %				70,00	60,00	60,00	50,00	60,00	50,00	30,00	30,00
Nº vacas gestantes				7,00	6,00	6,00	5,00	6,00	5,00	3,00	3,00
COSTO/VACA GESTANTE, dólares				76,03	75,92	88,70	91,10	88,70	91,10	177,39	151,84

V. CONCLUSIONES

1. La utilización de los dispositivos intravaginales CIDR sean nuevos o usados presentaron respuestas estadísticamente similares, aunque numéricamente se observó una ligera superioridad con el empleo de CIDR nuevos que los reutilizados.
2. Las tasas de preñez a los 30 días después del retiro e los dispositivos, en la hacienda Santa Teresita fueron de 70 y 60 % gestación, en las haciendas La María y San Isidro fueron de 60 y 50 %, mientras que en la Hacienda Ingueza, este porcentaje se redujo al 30 %, con los dispositivos CIDR nuevos y usados, respectivamente.
3. A los 60 días, las tasas de preñez en las vacas de la hacienda Santa Teresita fueron de 60 % de gestación con el empleo de los CIDR nuevos y usados, en las haciendas La María del 40 % en los dos grupos evaluados, en San Isidro de 60 y 50 %, y en la Hacienda Ingueza, fueron de 10 y 20 % cuando se utilizaron los dispositivos CIDR nuevos y usados, en su orden.
4. Las diferencias entre las respuestas están determinadas por los pisos climáticos donde se encuentran las haciendas, obteniendo las mejores respuestas a una altitud de de 2721.3 m.s.n.m.
5. Además no solo se atribuyen estas diferencias significativas al efecto del piso climático, sino también al manejo mismo de los animales.
6. Los menores costos por vaca gestante (76.03 y 75.95 dólares), se determinaron en las vacas que se encuentran a una altitud de de 2721.3 m.s.n.m., en cambio que a 3045.9 m.s.n.m., estos costos fueron de 117.39 y 151.84 dólares.

VI. RECOMENDACIONES

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

1. Efectuar la sincronización del estro con el empleo de CIDR nuevos o usados y luego realizar la inseminación a tiempo fijo (IATF), a las vacas Holstein Friesian por cuanto se obtuvieron resultados similares en la tasa de preñez.
2. Estudiar otros programas de sincronización de celo para la aplicación de la inseminación a tiempo fijo (IATF), que pueda emplearse en diferentes pisos climáticos, debido a que se determinó que los pisos climáticos influyen en las respuestas productivas de las vacas lecheras.
3. Continuar con el estudio del efecto de la reutilización de los dispositivos intravaginales, pero en una región determinada, por cuanto 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.
4. Tener en cuenta el sistema de manejo en las haciendas, ya que pese a los esfuerzos de mantener un manejo homogéneo, el personal a cargo no lo es.

VII. LITERATURA CITADA

1. ADAMS, H. 2001. Veterinary pharmacology and therapeutics. 8th Edition. Iowa State University Edit. Press/AMES pp 420-432.
2. ASPRÓN, M. 2004. Curso de Actualización - Manejo Reproductivo del Ganado Bovino. Edit. Publisher: International Veterinary Information Service, Ithaca, New York, USA. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/35207715/Manejo-Reproductivo-Del-Ganado-Bovino>
3. BARILLAS, M. Y CARBALLO, R. 2007. 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. pp 7-9.
4. BAVERA, G. 2005. Inseminación Artificial. Cursos de Producción Bovina de Carne. Facultad de Agronomía y Veterinaria Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba, Argentina. Disponible en www.produccion-animal.com.ar/.../28-sincronizacion_de_celos.pdf
5. BECALUBA, F. 2006. Métodos de sincronización de celos en bovinos. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/92-metodos_sincronizacion.pdf.
6. BEN, G., GOITIA, O. Y MUJICA, I. 2006. Inseminación artificial a tiempo fijo: Manual de procedimientos. Disponible en: http://www.imperiorural.com.ar/imperio/estructura/miriam%20archivos/Bovinos/manual_inseminacionartificialatfijo.htm
7. BÓ, G., CUTAIA, L. Y TRÍBULO, R. 2002. Tratamientos hormonales para

inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos para carne. Argentina. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>.

8. BÓ, G., CUTAIA, L., CHESTA, P., BALLA, E., PICINATO, D., PERES, L., MARAÑA, D., AVILÉS, M., MENCHACA, A., VENERANDA, G. Y BARUSLLI, P. 2006. Implementación de Programas de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo en Rodeos de Cría de Argentina. VI Simposio Internacional de Reproducción Animal, Córdoba, Argentina. pp 97-128.
9. BÓ, G., MORENO, D., CUTAIA, L., CACCIA, M., TRIBULO, H., Y TRIBULO, R. 2004. Transferencia de embriones a tiempo fijo: tratamientos y factores que afectan los índices de preñez. Disponible en: http://www.produccionbovina.com.ar/.../92-metodos_sincronizacion.htm
10. BORENSTEIN, F., ORTIZ, T. Y QUEZADA, T. 2003. Comparación de la eficiencia de dos implantes intravaginales con progesterona para la sincronización de celo en bovinos Nelore. Tesis de Grado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; Universidad Autónoma Gabriel René Moreno (U.A.G.R.M.). Santa Cruz, Bolivia. Disponible en http://www.fcv.uagrm.edu.bo/sistemabibliotecario/doc_tesis/BORENST EIN-20101118-154459.pdf.
11. CARBAJAL, B., DE CASTRO, T. Y RUBIANES, E. 2005. Uso de un dispositivo intravaginal liberador de progesterona y benzoato de estradiol en animales en anestro y ciclando en rodeos lecheros de parición estacionada. Taurus, Bs. As., 7(27):20-34. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/62-dispositivo_intravaginal.pdf
12. CUTAIA, L. 2006. Inseminación artificial a tiempo fijo en rodeos lecheros: Diferentes estrategias de implementación. Disponible en: <http://www.repromax.com.mx/informesTecnicos/Manejo-Reproductivo-en-Rodeos-Lecheros.pdf>.

13. DEJARNETTE, M. Y NEBEL, R. 2012. Anatomía y Fisiología de la Reproducción Bovina. Select Reproductive Solutions is a Trademark of Select Sires Inc. Disponible en http://www.selectsires.com/dairy/spanresources/reproductive_anatomy_spanish.pdf
14. DEL VALLE, T. 2010. Capítulo XIX. Protocolos para la sincronización del celo y la ovulación en bovinos. Disponible en http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/libro_reproduccionbovina/cap19.pdf.
15. DISKIN, M., AUSTIN, E. AND ROCHE, J. 2002. Exogenous hormonal manipulation of ovarian activity in cattle. Domestic Animal Endocrinology 23: 211-228.
16. DOMÍNGUEZ, C., TEJERO, J., ALEGRE, B., GONZÁLEZ, R. Y GARCÍA, J. 2010. . CIDR, una nueva oportunidad en el control reproductivo. Experiencia en novillas. Disponible en http://www.eumedia.es/user/upload/plan-star/ART_plan-star_01_REP.pdf
17. DRILLICH, M., TENHAGEN, B., HEUWIESER, W. 2000. Effect of one spontaneous estrus cycle (after synchronization with PGF2a) on reproduction performance in dairy cows, Theriogenology 54, 1389-1394.
18. ECHEVERRÁS, J. 2006. Endocrinología Reproductiva: Prostaglandina F2a en vacas. Revisión bibliográfica. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET. Vol. VII, No. 01. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>.
19. ECHEVERRÍA, J. 2005. Endocrinología Reproductiva: Benzoato de estradiol. Boletín técnico, Laboratorio Biogénesis S.A.

20. ECUADOR, INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA (INAMHI). 2014. Reportes de las condiciones meteorológicas de los cantones de Cayambe, Urcuqui y Espejo. Disponible en <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>.
21. FERTIG, M. Y LUCHETTI, D. 2005. 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. Disponible en <http://www.inta.gov.ar>.
22. GINTHER, O., BERGFELT, D., KULICK, L., KOT, K. 2000. Selection of the dominant follicle in cattle: role of estradiol. *Biol Reprod* 2000; 63:383–389.
23. GONZÁLEZ, G. 2000. Reproducción. VIRBAC al día, Bovinos N° 15.. Disponible en <http://www.webveterinaria.com/virbac/news12/bovinos.pdf>
24. HAFEZ, B. 2002. Reproducción e inseminación artificial en animales. 7a ed. Edit. MCGraw- Hill. ISBN 0-683-30577-8. p 47.
25. HERNÁNDEZ, J. 2012. Fisiología clínica de la reproducción de bovinos lecheros. Coyoacán, México. ISBN: 978-607-00-5524-91. pp 28 – 56-
26. HUMBLLOT, P. 2001. Use of pregnancy specific proteins and progesterone assays to monitor pregnancy and determine the timing, frequencies and sources of embryonic mortality in ruminants. *Theriogenology* 2001;56:1417-1433
27. INTERAG. 2002. Cómo utilizar el dispositivo intravaginal para vacas EAZI-BREED™CIDR®. Pharmacia & Upjohn Company V00914. Hamilton, Nueva Zelanda.. Disponible en <http://www.bova-tech.com/pdf/CIDR-Flyer-Spanish.pdf>.

28. LEÓN, L 1999. Función el 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. Disponible en <http://bases.bireme.br>.
29. MANRIQUE, J. 2010. Fisiología de la Reproducción del ganado Lechero. FONAIAP,-Estación Experimental Táchira. Disponible en http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd33/texto/fisiologia.htm.
30. MARTÍNEZ, C. 2009. Reutilización de dispositivos intravaginales de liberación controlada y su efecto en el porcentaje de gestación de vacas Brahmán Tesis de Grado. Colegio de Posgraduados. Montecillo. Texcoco, México. Disponible en: http://www.cm.colpos.mx/2010/images/tesis_p/ganaderia/resumen/resumen_reutilizaci%F3n.pdf.
31. MARTINEZ, A. y BOHORQUEZ, J. 2011. Utilización de dispositivos intravaginales (CDR - B) nuevos y usados en vacas doble propósito y su efecto en la tasa de preñez. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, España. Disponible: <http://www.iracbiogen.com.ar/admin/biblioteca/documentos/tesis%20ultima%20bohorquez%20-%20martinez%20cordero.pdf>
32. MC DOUGALL, S. Y SCOTT, H. 2002. Resynchrony of postpartum dairy cows previously treated for anestrus. NZ Vet J. 15:253–246.
33. MÉRIDA, C. 2007. Comparación de la actividad ovárica en vacas (Brahmán - Holstein) durante la época seca y la época lluviosa en un hato de la costa sur de Guatemala. Tesis de Grado. Facultad de de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad San Carlos de Guatemala. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10_1075.pdf.

34. MIHM, M. AND BLEACHM, E. 2003. Endocrine regulation of ovarian antral follicle development in cattle. *Anim Reprod Sci* 2003; 78: 217–237.
35. PAEZ, E. 2012. Modulo reproducción animal avanzada. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente, Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Colombia. Disponible en http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201502/201502_MODULO.pdf.
36. PALOMARES, S. 2009. Revisión de los protocolos empleados en la sincronización de celos en bovinos. Tesis de Grado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales – U.D.C.A. Bogotá, Colombia. pp 10 – 52.
37. PÉREZ, J. 2007. 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 Tesis de grado. Carrera Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano. Honduras Disponible en <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/742/1/T2470.pdf>.
38. PETERS, A., WARD, S., WARREN, M., GORDON, P., MANN, G., WEBB, R. 1999. Ovarian and hormonal responses of cows to treatment with an analogue of gonadotrophin releasing hormone and prostaglandin F₂α. *Vet Rec* 1999; 27: 343-346.
39. SALDARRIAGA, F. 2009. Análisis comparativo entre inseminación artificial a tiempo fijo .e inseminación artificial a celo detectado. Informe de práctica profesional. Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias. Corporación Universitaria Lasallista. p 20.
40. SALVERSON, R., DEJARNETTE, J., MARSHALL, C. and WALLACE, R. 2002. Synchronization of estrus in virginbeef heifers using melengestrol acetate and PGF₂a: an efficacy comparasion of Cloprostenol and dinoprost tromethamine, *Theriogenology* 57, 853-858.

41. SANTOS, J., BARTOLOME, J., CERRI, R., JUCHEM, S., HERNANDEZ, O., TRIGG, T. 2004. Effect of a deslorelin implant in a timed artificial insemination protocol on follicle development, luteal function and reproductive performance of lactating dairy cows. *Theriogenology* 2004;61:421-35
42. SANTOS, S. 2013. Cómo hacer que un programa de Inseminación a Tiempo Fijo (IATF) en vacas de carne tenga éxito. Disponible en <http://sergiosantoslopez.wordpress.com/2013/12/16/como-hacer-que-un-programa-de-inseminacion-a-tiempo-fijo-iatf-en-vacas-de-carne-tenga-exito/>
43. SINERVIA. U. 2007. Compendio de Reproducción Animal. Sinervia Uruguay S. A. Montevideo, Uruguay. Disponible en http://www.sinervia.com/pdf/resources/32/651_compendio%20reproduccion%20animal%20intervet.pdf.
44. SOLÓRZANO, C., MENDOZA, J. Y GALINA, C. 2008. Reutilización de un dispositivo liberador de progesterona (CIDR-B) para sincronizar el estro en un programa de transferencia de embriones bovinos. *Tec. Pecu. Méx* 2008;46(2):119-135 Disponible en <http://www.tecnicapecuaria.org.mx/trabajos/200804083339.pdf>.
45. THATCHER, W. 2004. Utilização de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) como estratégia para aumentar a taxa de prenhez em vacas leiteiras em lactação. VIII Curso novos enfoques na produção e reprodução de bovinos, Uberlandia – Minas Gerais, Março 18 – 20 de 2004.
46. TORRES, F. 2004. Determinación de la concentración de Progesterona sérica en vaquillas tratadas con implante de Progesterona (Cuemate, Pfizer) para sincronización de celo. Tesis de Grado. Facultad de Acuicultura y Ciencias Veterinarias, Universidad Católica de Temuco. Temuco, Chile. Disponible en <http://www.biblioteca.uct.cl.tesis/fabian->

torres/tesis.pdf.

47. VELASCO, J. 2010. Monitoreo del programa de crianza de los reemplazos lecheros: becerras y vaquillas. XX Encuentro nacional de ganaderos lecheros, VI Encuentro integral agropecuario Monterey, México. Disponible en http://www.lag.itesm.mx/engalec/talleres/taller_bovinos_leche_mod2.pdf.
48. VILLA, N, MORALES, C., GRANADA, J., MESA, H., GÓMEZ, G. Y MOLINA, J. 2007. 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. Disponible en: <http://www.scielo.org.ve>.
49. WATTIAUX, M. A.; (2000) Detección de celo, servicio natural e inseminación artificial. Universidad de Wisconsin. Madison, USA. Disponible en http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/es/de_09.es.pdf.
50. ZOETIS.COM. 2014. CIDR. Progesterona en dispositivo intravaginal. Disponible en <https://ar.zoetis.com/products/bovinos/cidr.aspx>.

ANEXOS

Anexo 1. Resultados experimentales y análisis estadísticos de los parámetros considerados en la sincronización del celo de vacas Holstein Friesian con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usados en la Hacienda Santa Teresita, cantón Cayambe, Provincia Pichincha, ubicada a 2721,3 m.s.n.m..

Condición Corporal, sobre 5 puntos

Aplicación CIDR

Nuevo	Usado
2,75	2,75
2,50	2,75
2,50	3,00
3,25	3,00
2,50	2,50
2,75	2,75
2,50	2,75
2,75	2,50
2,50	2,50
3,50	2,50

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

	CIDR	
	Nuevo	Usado
Media	2,750	2,700
Varianza	0,125	0,039
Desviación estándar	0,354	0,197
Observaciones	10,0	10,0
Grados de libertad	9,000	
Estadístico t	0,391	
P(T<=t) una cola	0,353	

Prob. > 0,05: no existen diferencias estadísticas

Presencia de celo, %

	Con celo	Sin celo
Nuevo	80	20
Usado	90	10

Calculo de X^2

Observados

CIDR	Con celo	Sin celo	Total
Nuevo	80	20	100
Usado	90	10	100
Total	170	30	200

Esperados

Nuevo	85	15
Usado	85	15

CIDR	O	E	(O-E)	(O - E) ²	(O-E) ² /E
Nuevo	80,00	85,00	-5,00	25,00	0,29
Nuevo	20,00	15,00	5,00	25,00	1,67
Usado	90,00	85,00	5,00	25,00	0,29
Usado	10,00	15,00	-5,00	25,00	1,67
				$X^2 =$	3,922

X^2 tab 0,05 (1 gl) = 3,84

X^2 tab < X^2 cal; existen diferencias estadísticas

Preñez 30 días, %

	Preñada	No preñada
Nuevo	70	30
Usado	60	40

Calculo de X^2

Observados

CIDR	Preñada	No preñada	Total
Nuevo	70	30	100
Usado	60	40	100
Total	130	70	200

Esperados

Nuevo	65	35
Usado	65	35

CIDR	O	E	(O-E)	(O - E) ²	(O-E) ² /E
Nuevo	70,00	65,00	5,00	25,00	0,38
Nuevo	30,00	35,00	-5,00	25,00	0,71
Usado	60,00	65,00	-5,00	25,00	0,38
Usado	40,00	35,00	5,00	25,00	0,71
				$X^2 =$	2,20

 X^2 tab 0,05 (1 gl) = 3,84 X^2 tab > X^2 cal; no existen diferencias estadísticas**Preñez 60 días, %**

	Preñada	No preñada
Nuevo	60	40
Usado	60	40

Calculo de X^2

Observados

CIDR	Preñada	No preñada	Total
Nuevo	60	40	100
Usado	60	40	100
Total	120	80	200

CIDR	O	E	(O-E)	(O - E) ²	(O-E) ² /E
Nuevo	60,00	60,00	0,00	0,00	0,00
Nuevo	40,00	40,00	0,00	0,00	0,00
Usado	60,00	60,00	0,00	0,00	0,00
Usado	40,00	40,00	0,00	0,00	0,00
				$X^2 =$	0,00

 X^2 tab 0,05 (1 gl) = 3,84 X^2 tab > X^2 cal; no existen diferencias estadísticas

Anexo 2. Resultados experimentales y análisis estadísticos de los parámetros considerados en la sincronización del celo de vacas Holstein Friesian con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usados en la Hacienda La María, cantón Urcuqui, Provincia de Imbabura, ubicada a 2159,5 m.s.n.m..

Condición Corporal, sobre 5 puntos

Aplicación CIDR		Prueba t para medias de dos muestras emparejadas	
Nuevo	Usado	CIDR	
		Nuevo	Usado
2,75	2,75		
2,50	3,00		
2,75	2,75	Media	2,700
2,75	2,75	Varianza	0,039
2,75	2,75	Desviación estándar	0,197
2,75	2,75	Observaciones	10,000
2,75	2,75	Grados de libertad	9,000
2,25	3,25	Estadístico t	-1,327
3,00	3,25	P(T<=t) una cola	0,109
2,75	2,50		

Presencia de celo, %

	Con celo	Sin celo
Nuevo	80	20
Usado	80	20

Calculo de X²

Observados

CIDR	Con celo	Sin celo	Total
Nuevo	80	20	100
Usado	80	20	100
Total	160	40	200

Esperados

Nuevo	80	20
Usado	80	20

CIDR	O	E	(O-E)	(O - E) ²	(O-E) ² /E
Nuevo	80,00	80,00	0,00	0,00	0,00
Nuevo	20,00	20,00	0,00	0,00	0,00
Usado	80,00	80,00	0,00	0,00	0,00
Usado	20,00	20,00	0,00	0,00	0,00
				X ² =	0,00

X² tab 0,05 (1 gl) = 3,84

X² tab > X² cal; no existen diferencias estadísticas

Preñez 30 días, %

	Preñada	No preñada
Nuevo	60	40
Usado	50	50

Calculo de X^2

Observados

CIDR	Preñada	No preñada	Total
Nuevo	60	40	100
Usado	50	50	100
Total	110	90	200

Esperados

Nuevo	55	45
Usado	55	45

CIDR	O	E	(O-E)	(O - E) ²	(O-E) ² /E
Nuevo	60,00	55,00	5,00	25,00	0,45
Nuevo	40,00	45,00	-5,00	25,00	0,56
Usado	50,00	55,00	-5,00	25,00	0,45
Usado	50,00	45,00	5,00	25,00	0,56
				$X^2 =$	2,02

 X^2 tab 0,05 (1 gl) = 3,84 X^2 tab > X^2 cal; no existen diferencias estadísticas**Preñez 60 días, %**

	Preñada	No preñada
Nuevo	40	60
Usado	40	60

Calculo de X^2

Observados

CIDR	Preñada	No preñada	Total
Nuevo	40	60	100
Usado	40	60	100
Total	80	120	200

Esperados

Nuevo	40	60
Usado	40	60

CIDR	O	E	(O-E)	(O - E) ²	(O-E) ² /E
Nuevo	40,00	40,00	0,00	0,00	0,00
Nuevo	60,00	60,00	0,00	0,00	0,00
Usado	40,00	40,00	0,00	0,00	0,00
Usado	60,00	60,00	0,00	0,00	0,00
				$X^2 =$	0,00

 X^2 tab 0,05 (1 gl) = 3,84 X^2 tab > X^2 cal; no existen diferencias estadísticas

Anexo 3. Resultados experimentales y análisis estadísticos de los parámetros considerados en la sincronización de celo de vacas Holstein Friesian con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usados en la Hacienda San Isidro, cantón Espejo, Provincia de Carchi, ubicada a 2848,7 m.s.n.m..

Condición Corporal, sobre 5 puntos

Aplicación CIDR		Prueba t para medias de dos muestras emparejadas	
Nuevo	Usado	CIDR	
2,50	2,75		
2,75	2,50		
2,50	3,00		
2,75	3,00		
2,75	2,50		
2,75	2,75		
4,50	2,50		
4,00	3,00		
2,50	3,00		
3,25	2,50		
		<i>Nuevo</i>	<i>Usado</i>
		Media	3,025
		Varianza	0,478
		Desviación estándar	0,692
		Observaciones	10,000
		Grados de libertad	9,000
		Estadístico t	1,107
		P(T<=t) una cola	0,149

Presencia de celo, %

	Con celo	Sin celo
Nuevo	80	20
Usado	80	20

Calculo de X²

Observados

CIDR	Con celo	Sin celo	Total
Nuevo	80	20	100
Usado	80	20	100
Total	160	40	200

Esperados

Nuevo	80	20
Usado	80	20

CIDR	O	E	(O-E)	(O - E) ²	(O-E) ² /E
Nuevo	80,00	80,00	0,00	0,00	0,00
Nuevo	20,00	20,00	0,00	0,00	0,00
Usado	80,00	80,00	0,00	0,00	0,00
Usado	20,00	20,00	0,00	0,00	0,00
				X ² =	0,00

X² tab 0,05 (1 gl) = 3,84

X² tab > X² cal; no existen diferencias estadísticas

Anexo 4. Resultados experimentales y análisis estadísticos de los parámetros considerados en la sincronización de celo de vacas Holstein Friesian con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usados en la Hacienda Ingueza, cantón Espejo, Provincia de Carchi, ubicada a 3045,9 m.s.n.m..

Condición Corporal, sobre 5 puntos

Aplicación CIDR

Nuevo	Usado	Prueba t para medias de dos muestras emparejadas	
		CIDR	
		Nuevo	Usado
3,00	2,25		
2,75	2,25		
3,00	3,00	Media	2,825
3,50	2,50	Varianza	0,140
3,25	2,50	Desviación estándar	0,374
2,50	3,00	Observaciones	10,000
2,75	2,75	Grados de libertad	9,000
2,25	2,50	Estadístico t	1,766
2,75	2,25	P(T<=t) una cola	0,056
2,50	2,50		

Presencia de celo, %

	Con celo	Sin celo
Nuevo	70	30
Usado	60	40

Calculo de X²

Observados

CIDR	Con celo	Sin celo	Total
Nuevo	70	30	100
Usado	60	40	100
Total	130	70	200

Esperados

Nuevo	65	35
Usado	65	35

CIDR	O	E	(O-E)	(O - E) ²	(O-E) ² /E
Nuevo	70,00	65,00	5,00	25,00	0,38
Nuevo	30,00	35,00	-5,00	25,00	0,71
Usado	60,00	65,00	-5,00	25,00	0,38
Usado	40,00	35,00	5,00	25,00	0,71
	X ² =				2,20

X² tab 0,05 (1 gl) = 3,84

X² tab > X² cal; no existen diferencias estadísticas

Preñez 30 días, %

	Preñada	No preñada
Nuevo	30	70
Usado	30	70

Calculo de X^2

Observados

CIDR	Preñada	No preñada	Total
Nuevo	30	70	100
Usado	30	70	100
Total	60	140	200

Esperados

Nuevo	30	70
Usado	30	70

CIDR	O	E	(O-E)	(O - E) ²	(O-E) ² /E
Nuevo	30,00	30,00	0,00	0,00	0,00
Nuevo	70,00	70,00	0,00	0,00	0,00
Usado	30,00	30,00	0,00	0,00	0,00
Usado	70,00	70,00	0,00	0,00	0,00
	$X^2 =$				0,00

 X^2 tab 0,01 (1 gl) = 6,63 X^2 tab > X^2 cal; No Existen diferencias estadísticas**Preñez 60 días, %**

	Preñada	No preñada
Nuevo	10	90
Usado	20	80

Calculo de X^2

Observados

CIDR	Preñada	No preñada	Total
Nuevo	10	90	100
Usado	20	80	100
Total	30	170	200

Esperados

Nuevo	15	85
Usado	15	85

CIDR	O	E	(O-E)	(O - E) ²	(O-E) ² /E
Nuevo	10,00	15,00	-5,00	25,00	1,67
Nuevo	90,00	85,00	5,00	25,00	0,29
Usado	20,00	15,00	5,00	25,00	1,67
Usado	80,00	85,00	-5,00	25,00	0,29
	$X^2 =$				3,92

 X^2 tab 0,05 (1 gl) = 3,84 X^2 tab > X^2 cal; existen diferencias estadísticas

Anexo 5. Resultados experimentales y análisis estadísticos de los parámetros considerados en la sincronización de celo de vacas Holstein Friesian con el empleo de dispositivos CIDR nuevos y usados en distintos pisos climáticos de la Sierra Norte del Ecuador.

Presencia de celo,%

Observados

Hacienda	CIDR	Vacas		Total
		Con celo	Sin celo	
Santa Teresita	Nuevo	80	20	100
Santa Teresita	Usado	90	10	100
La María	Nuevo	80	20	100
La María	Usado	80	20	100
San Isidro	Nuevo	80	20	100
San Isidro	Usado	80	20	100
Ingueza	Nuevo	70	30	100
Ingueza	Usado	60	40	100
Total		620	180	800

Esperados

Hacienda	CIDR	Vacas	
		Con celo	Sin celo
Santa Teresita	Nuevo	77,5	22,5
Santa Teresita	Usado	77,5	22,5
La María	Nuevo	77,5	22,5
La María	Usado	77,5	22,5
San Isidro	Nuevo	77,5	22,5
San Isidro	Usado	77,5	22,5
Ingueza	Nuevo	77,5	22,5
Ingueza	Usado	77,5	22,5

Hacienda	CIDR		O	E	(O-E)	(O - E) ²	(O-E) ² /E
Santa Teresita	Nuevo	Con celo	80,00	77,50	2,50	6,25	0,081
Santa Teresita	Nuevo	Sin celo	20,00	22,50	-2,50	6,25	0,278
Santa Teresita	Usado	Con celo	90,00	77,50	12,50	156,25	2,016
Santa Teresita	Usado	Sin celo	10,00	22,50	-12,50	156,25	6,944
La María	Nuevo	Con celo	80,00	77,50	2,50	6,25	0,081
La María	Nuevo	Sin celo	20,00	22,50	-2,50	6,25	0,278
La María	Usado	Con celo	80,00	77,50	2,50	6,25	0,081
La María	Usado	Sin celo	20,00	22,50	-2,50	6,25	0,278
San Isidro	Nuevo	Con celo	80,00	77,50	2,50	6,25	0,081
San Isidro	Nuevo	Sin celo	20,00	22,50	-2,50	6,25	0,278
San Isidro	Usado	Con celo	80,00	77,50	2,50	6,25	0,081
San Isidro	Usado	Sin celo	20,00	22,50	-2,50	6,25	0,278
Ingueza	Nuevo	Con celo	70,00	77,50	-7,50	56,25	0,726
Ingueza	Nuevo	Sin celo	30,00	22,50	7,50	56,25	2,500
Ingueza	Usado	Con celo	60,00	77,50	-17,50	306,25	3,952
Ingueza	Usado	Sin celo	40,00	22,50	17,50	306,25	13,611
						X² =	31,54

X² tab 0,05 (15 gl) = 24,99

X² tab 0,01 (15 gl) = 30,58

X² tab 0,01 < X² cal; Existen diferencias estadísticas altas

Preñez a los 30 días. %

Observados

Hacienda	CIDR	Vacas		Total
		Preñada	No preñada	
Santa Teresita	Nuevo	70	30	100
Santa Teresita	Usado	60	40	100
La María	Nuevo	60	40	100
La María	Usado	50	50	100
San Isidro	Nuevo	60	40	100
San Isidro	Usado	50	50	100
Iguenza	Nuevo	30	70	100
Iguenza	Usado	30	70	100
Total		410	390	800

Esperados

Hacienda	CIDR	Vacas	
		Preñada	No preñada
Santa Teresita	Nuevo	51,25	48,75
Santa Teresita	Usado	51,25	48,75
La María	Nuevo	51,25	48,75
La María	Usado	51,25	48,75
San Isidro	Nuevo	51,25	48,75
San Isidro	Usado	51,25	48,75
Inguenza	Nuevo	51,25	48,75
Inguenza	Usado	51,25	48,75

Hacienda	CIDR		O	E	(O-E)	(O - E) ²	(O-E) ² /E
Santa Teresita	Nuevo	Preñada	70,00	51,25	18,75	351,56	6,860
Santa Teresita	Nuevo	No preñada	30,00	48,75	-18,75	351,56	7,212
Santa Teresita	Usado	Preñada	60,00	51,25	8,75	76,56	1,494
Santa Teresita	Usado	No preñada	40,00	48,75	-8,75	76,56	1,571
La María	Nuevo	Preñada	60,00	51,25	8,75	76,56	1,494
La María	Nuevo	No preñada	40,00	48,75	-8,75	76,56	1,571
La María	Usado	Preñada	50,00	51,25	-1,25	1,56	0,030
La María	Usado	No preñada	50,00	48,75	1,25	1,56	0,032
San Isidro	Nuevo	Preñada	60,00	51,25	8,75	76,56	1,494
San Isidro	Nuevo	No preñada	40,00	48,75	-8,75	76,56	1,571
San Isidro	Usado	Preñada	50,00	51,25	-1,25	1,56	0,030
San Isidro	Usado	No preñada	50,00	48,75	1,25	1,56	0,032
Inguenza	Nuevo	Preñada	30,00	51,25	-21,25	451,56	8,811
Inguenza	Nuevo	No preñada	70,00	48,75	21,25	451,56	9,263
Inguenza	Usado	Preñada	30,00	51,25	-21,25	451,56	8,811
Inguenza	Usado	No preñada	70,00	48,75	21,25	451,56	9,263
						X ² =	59,54

X² tab 0,05 (15 gl) = 24,99

X² tab 0,01 (15 gl) = 30,58

X² tab 0,01 < X² cal; Existen diferencias estadísticas altas

Preñez a los 60 días. %

Observados

Hacienda	CIDR	Vacas		Total
		Preñada	No preñada	
Santa Teresita	Nuevo	60	40	100
Santa Teresita	Usado	60	40	100
La María	Nuevo	40	60	100
La María	Usado	40	60	100
San Isidro	Nuevo	50	50	100
San Isidro	Usado	40	60	100
Ingueza	Nuevo	10	70	80
Ingueza	Usado	20	80	100
Total		320	460	780

Esperados

Hacienda	CIDR	Vacas	
		Preñada	No preñada
Santa Teresita	Nuevo	41,025641	58,974359
Santa Teresita	Usado	41,025641	58,974359
La María	Nuevo	41,025641	58,974359
La María	Usado	41,025641	58,974359
San Isidro	Nuevo	41,025641	58,974359
San Isidro	Usado	41,025641	58,974359
Ingueza	Nuevo	32,8205128	47,1794872
Ingueza	Usado	41,025641	58,974359

Hacienda	CIDR		O	E	(O-E)	(O - E) ²	(O-E) ² /E
Santa Teresita	Nuevo	Preñada	60,00	41,03	18,97	360,03	8,776
Santa Teresita	Nuevo	No preñada	40,00	58,97	-18,97	360,03	6,105
Santa Teresita	Usado	Preñada	60,00	41,03	18,97	360,03	8,776
Santa Teresita	Usado	No preñada	40,00	58,97	-18,97	360,03	6,105
La María	Nuevo	Preñada	40,00	41,03	-1,03	1,05	0,026
La María	Nuevo	No preñada	60,00	58,97	1,03	1,05	0,018
La María	Usado	Preñada	40,00	41,03	-1,03	1,05	0,026
La María	Usado	No preñada	60,00	58,97	1,03	1,05	0,018
San Isidro	Nuevo	Preñada	50,00	41,03	8,97	80,54	1,963
San Isidro	Nuevo	No preñada	50,00	58,97	-8,97	80,54	1,366
San Isidro	Usado	Preñada	40,00	41,03	-1,03	1,05	0,026
San Isidro	Usado	No preñada	60,00	58,97	1,03	1,05	0,018
Ingueza	Nuevo	Preñada	10,00	32,82	-22,82	520,78	15,867
Ingueza	Nuevo	No preñada	70,00	47,18	22,82	520,78	11,038
Ingueza	Usado	Preñada	20,00	41,03	-21,03	442,08	10,776
Ingueza	Usado	No preñada	80,00	58,97	21,03	442,08	7,496
						X ² =	78,40

X² tab 0,05 (15 gl) = 24,99

X² tab 0,01 (15 gl) = 30,58

X² tab 0,01 < X² cal; Existen diferencias estadísticas altas