

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS PECUARIAS



**“RESPUESTA REPRODUCTIVA DE VACAS CÍCLICAS Y NO CÍCLICAS
TRATADAS CON DOS PROTOCOLOS PARA UN PROGRAMA DE
INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FUO”**

Tesis

Para optar el título de:

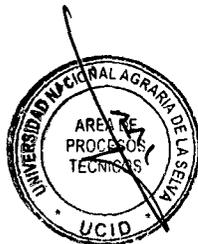
INGENIERO ZOOTECNISTA

VÁSQUEZ SALDAÑA, Daniel Edwin

PROMOCIÓN 2011 - I

Tingo María – Peru

2012



L10

V32

Vásquez Saldaña, Daniel Edwin

Respuesta reproductiva de vacas cíclicas y no cíclicas tratadas con dos protocolos para un programa de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo - Tingo María 2012

82 páginas.; 08 cuadros; 04 fgrs.; 93 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero Zootecnista) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Zootecnia.

1. REPRODUCTIVA 2. SINCRONIZACIÓN 3. TASA DE PREÑEZ
4. COSTOS 5. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL 6. PROTOCOLO



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE ZOOTECCIA
Av. Universitaria Km. 2 Teléfono: (062) 561280
TINGO MARÍA

Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 20 de Diciembre de 2012, a horas 8:00 a.m. para calificar la tesis titulada:

“RESPUESTAS REPRODUCTIVA DE VACAS CÍCLICAS Y NO CÍCLICAS TRATADAS CON DOS PROTOCOLOS PARA UN PROGRAMA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO”

Presentada por el Bachiller **Daniel Edwin VÁSQUEZ SALDAÑA**; después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **“MUY BUENO”**.

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el **TÍTULO DE INGENIERO ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título, de conformidad con lo establecido en el Artículo 95, inciso “i” del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 16 de enero de 2013

Ing. **NILVA RIVERA Y IBARCENA**
Presidente



Ing. **TULIO JURADO BAQUERIZO**
Miembro

Méd. Vet. **JORGE TURPO CALCINA**
Miembro

MSc. **JORGE DANIEL JUAREZ MORENO**
Miembro - Asesor

DEDICATORIA

Para mis padres **Luis Beltran Vasquez Vasquez y Ofelia Saldaña Rengifo**, Con todo el amor y cariño de siempre, mi eterno agradecimiento, quienes con su comprensión, abnegación y sacrificio hicieron posible que cumpla mi sueño de ser ingeniero zootecnista.

A mis hermanos **Julio, Keli, Nilo y Willian** por todo su apoyo moral. A mis queridos Tíos sóbrinos Gary y Duanny, primos que siempre me dieron ese apoyo moral. A mis cuñadas Caty, Luz Angélica, Liseth, Viviana .

A la memoria de mis queridos abuelos **Gilberto y Laney; Daniel y Jacinta** quienes partieron para nunca volver.

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que han colaborado en la culminación del presente trabajo, entre ellos:

Al Ing. M.Sc. JUAREZ MORENO, Jorge Daniel, asesor del trabajo, por el apoyo, consejos y conocimientos sobre las técnicas de biotecnología reproductiva, brindados hacia mi persona.

A todo los docentes de la facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva por sus enseñanzas y consejos brindados durante mi vida universitaria

A los miembros integrantes del Jurado de Tesis: Ing. M.Sc Nila, Rivera Y Ibárcena, (presidente), Ing. M.Sc Tulio, Jurado Baquerizo, Med. Vet. Jorge Suplicio, Turpo Calcina. Jaime (miembros)

A la familia Hidalgo Saldaña y Vasquez Saldaña, por su apoyo brindado durante la ejecución de proyecto.

A Los Fondos Primavera y Santa Isabel por los animales que utilizamos para el trabajo experimental.

A mis amigos, Julio Vásquez, Keli Vásquez, Nilo Vásquez, Willian Vásquez, Gary Vásquez, Duanny Vásquez, Renzo Vásquez, Miguel Hidalgo, Viviana Saavedra, Nemesio Bardales, Anderson Rojas, Melissa Montes, Miguel Rojas que me brindaron su apoyo físico y moral.

A Todos las demás personas que de uno y otra manera contribuyeron en la culminación de mi carrera profesional.

INDICE

	Pag.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Fisiología reproductiva.....	4
2.2. Ganado lechero tropical.....	5
2.3. Condición corporal.....	6
2.4. Estro o ciclicidad.....	8
2.5. Anestro o acíclicas.....	10
2.6. Uso de hormonas en la sincronización de celos.....	11
2.6.1. Progesterona (P4).....	11
2.6.2. Prostaglandinas (PG).....	13
2.6.3. Estrógenos (E2).....	14
2.6.4. GnRH.....	18
2.7. Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).....	22
2.7.1. Uso de la GnRH.....	23
2.7.2. Uso de Progesterona intravaginal.....	27
2.8. Tasas de detección de celo (TDC) en ganado con mayor porcentaje de sangre europea usando el dispositivo intravaginal de liberación controlada (CIDR).....	28
2.9. Tasas de preñez (TP) con progesterona, benzoato de estradiol, cipionato de estradiol y prostaglandina.....	30

2.10.	Evaluación económica del programa de sincronización de celo: costo por vaca preñada.....	35
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	38
3.1.	Lugar y fecha de ejecución.	38
3.2.	Tipo de investigación	38
3.3.	Población y Muestra.....	38
3.4.	Animales	39
3.5.	Alimentación	39
3.6.	Instalaciones	39
3.7.	Sanidad reproductiva	40
3.8.	Aplicación de protocolos	40
3.9.	Variable independiente	42
3.10.	Animales en estudio.....	42
3.11.	Croquis de distribución de los animales dentro de los potreros ..	43
3.12.	Análisis estadístico.....	43
3.13.	Variable dependiente	45
IV.	RESULTADOS	46
4.1.	Tasa de detección de celo (TDC) entre los grupos empleados para la sincronización de celo e inseminación artificial a tiempo fijo.	46
4.2.	Tasa de preñez (TP) entre los grupos empleados para la sincronización de celo e inseminación artificial a tiempo fijo.....	47

4.3.	Costo por vaca tratada y costo por vaca preñada según los Grupos utilizados.....	49
V.	DISCUSIÓN.....	51
5.1.	Tasa de detección de celo (TDC) por grupo, estado fisiológico y protocolo empleado.....	51
5.2.	Tasa de preñez (TP) por grupo, estado fisiológico y protocolo empleado para la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).....	54
5.3.	Costo por vaca tratada y costo por vaca preñada según los grupos utilizados en la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).....	58
VI.	CONCLUSIONES.....	61
VII.	RECOMENDACIONES	62
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
ANEXO		80

INDICE DE CUADROS

	Pag.
1. Porcentaje de preñez en vacas con cría tratadas con un dispositivo intravaginal con progesterona (DIB SYNTEX O SIRVO, CIDR.B), que recibieron CE o BE, 24 h después de retirado los dispositivos.....	18
2. Comparativo de diferentes estudios de protocolos de sincronización del estro con progestágenos (CIDR) y sus combinaciones con otras hormonas en B. indicus. Michoacán México diciembre del 2006.	30
3. Efecto de la aplicación de BE o CE al momento de retirado un dispositivo con progesterona ó 24 h más tarde sobre los porcentajes de preñez en vacas y vaquillonas afectadas a protocolos de sincronización para IATF.....	35
4. Tasa de Detección de Celo (TDC, %) de acuerdo a los grupos realizados en el presente trabajo.....	46
5: Tasa de detección de celo de acuerdo al estado reproductivo y al protocolo empleado en el presente trabajo.....	47
6. Tasa de preñez (TP, %) de acuerdo a los grupos realizados en el presente trabajo.....	48
7: Tasa de preñez (%) de acuerdo al estado reproductivo y al protocolo empleado en el presente trabajo.	48

8.	Costos totales de los grupos, por vaca tratada y por vaca preñada en el programa de sincronización de celos.....	50
9.	Análisis estadístico de la tasa de detección de celo (programa estadístico infostat).Tingo María enero del 2012.....	81
10.	Análisis estadístico de la tasa de preñez (programa estadístico infostat). Tingo María enero del 2012.....	81
11.	Costos de la inseminación artificial con pajillas de semen importadas Brown swiss, Holstein, Gyr lechero.	82

INDICE DE FIGURAS

	Pag.
1. Protocolo 1 de sincronización de celo utilizado en el presente trabajo....	41
2. Protocolo 2 de sincronización de celo utilizado en el presente trabajo....	42
3. Croquis de distribución de los animales en los potreros.....	43
4. Tasa de detección de celo (TDC) y Tasa de preñez (TP) de acuerdo a los grupos utilizados en el estudio.....	49

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló con el objetivo de evaluar la respuesta reproductiva en vacas lactantes con gran porcentaje de sangre europea en dos estados reproductivos diferentes al postparto, utilizando dos protocolos de sincronización de celo. El trabajo fue ejecutado en dos fundos ubicados en el distrito de Tingo de Saposoa, provincia del Huallaga, Región San Martín – Perú. Se utilizaron 40 vacas con más de un parto registrado, con condición corporal (CC) de 3.0 a 3.5 y entre 50 a 90 días post parto. Los animales fueron distribuidos en dos grupos según su estado reproductivo: vacas cíclicas (VC) y no cíclicas (VNC), y cada grupo tratadas con dos protocolos (P1 y P2) de sincronización de celo distintos, obteniendo cuatro grupos con 10 animales en cada uno (G1= VC + P1, G2= VC+ P2, G3= VNC+P1 y G4= VNC+P2). Los protocolos consistían en: el día cero se aplicó el implante de progesterona (CIDR) + 2.4 mg de BE para P1 y 0.01 mg de Buserelina (GnRH) para P2, el día ocho se retiró el implante y se aplicó 0.25 mg de Dinoprost trometamina (PGF₂α) en ambos protocolos, y se inyectó 1.0 mg de (CE) para los dos protocolos, 54 horas después de retirado el implante se realizó la IA y se aplicó 0.01 mg de Buserelina para el P2. Para la verificación estadística se utilizó la prueba de independencia del chi – cuadrado. El resultado reporta que no hubo una diferencia estadística significativa entre los protocolos ($P > 0.05$) para la TDC, pero si para la TP ($P < 0.05$). El costo por vaca preñada para los diferentes grupos de animales fue de: G1 = 85.30, G2 = 223.50, G3 = 85.30 y G4 = 894.00 nuevos soles. Concluimos que la aplicación de GnRH al momento de la IA no mejora la tasa de preñez en protocolos de IATF.

Palabras claves: vacas lecheras tropicales, ciclicidad, CIDR, GnRH, Benzoato de estradiol (BE), Cipionato de estradiol (CE), Tasa de preñez, tasa de detección de celo.

I. INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina en el trópico peruano ha venido desarrollándose con muchas deficiencias décadas atrás, por problemas sociales y falta de una política agraria de parte del estado, sin embargo, la situación económica de la población peruana ha mejorado sustancialmente y los problemas sociales han menguado, posibilitando mayores oportunidades para una crianza más tecnificada.

Es así que el desarrollo de la ganadería lechera en la selva peruana ha venido incrementándose en la última década, en base a la implementación de pasturas mejoradas y el mejoramiento del pie de cría, mediante el empleo de biotecnologías reproductivas como la inseminación artificial. El empleo de esta biotecnología nos permite optimizar la eficiencia reproductiva en el hato lechero, pero ello también conlleva a implementar programas de control del ciclo estral, mediante el uso de hormonas exógenas, que nos permita maximizar la eficiencia reproductiva.

El empleo de estas hormonas ha permitido el desarrollo de programas de sincronización de celos, que permite a los ganaderos programar la época de preñez de sus vacas, que coincidan con épocas de mayor abundancia de alimentos o épocas de mayor demanda de productos de la ganadería.

Por ello, el interés de esta investigación es ¿Cuál de los protocolos (cipionato de estradiol con GnRH o cipionato de estradiol con benzoato de estradiol), de sincronización de celo, aplicado en vacas cíclicas y no cíclicas, tendrá mejor respuesta reproductiva?.

El protocolo que contiene análogo GnRH (acetato buserelina) con CE en vacas cíclicas y no cíclicas, con mayor porcentaje de sangre europea en etapa de posparto, incrementa el porcentaje de preñez hasta en un 20%. Porque la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), induce a la hipófisis a que libere la hormona folículo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH), la FSH promueve el surgimiento de una nueva onda folicular, y la LH maduración del folículo dominante y su ovulación.

Objetivo general:

- Evaluar el efecto de los protocolos para sincronización de celo sobre la respuesta reproductiva en vacas con mayor porcentaje de sangre europea, etapa posparto, cíclicas y no cíclicas.

Objetivos:

- Determinar el porcentaje de celo y preñez en ambos estados fisiológicos reproductivos de la vacas con mayor porcentaje de sangre europea en etapa posparto tratadas con dos protocolos de sincronización de celo.
- Establecer el beneficio económico que genera usar de los protocolos de sincronización de celo e inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), en

vacas de mayor porcentaje de sangre europea; cíclicas y no cíclicas en Tingo de Saposoa – San Martín.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Fisiología reproductiva.

Durante las primeras semanas del período posparto no parecen existir limitaciones del desarrollo folicular a causa de una deficiencia de la FSH, pero sí de la LH, especialmente en vacas especializadas en producción de carne que amamantan permanentemente. El aumento paulatino en la frecuencia de pulsos de GnRH estimula lentamente la síntesis de la LH en los gonadotropos y así la LH se va acumulando progresivamente. Puesto que durante el posparto temprano la velocidad de síntesis de la LH es baja, los primeros pulsos liberados no tienen la suficiente magnitud para inducir la maduración folicular y la ovulación (ZÁRATE, 2008).

La cantidad de LH almacenada llega al nivel normal y el hipotálamo libera pulsos altos y frecuentes de GnRH, la hipófisis produce y libera en forma de picos a la circulación sanguínea la LH, la cual estimula la maduración final del folículo y la ovulación. Durante el anestro posparto, los estudios con el uso de ultrasonografía en los ovarios de vacas anéstricas revelan que a partir de la segunda semana posparto se desarrolla una secuencia de ondas foliculares, con presencia de folículos dominantes que pueden ovular o sufrir atresia para dar paso a la emergencia de una nueva onda folicular, por lo que el anestro

prolongado no se debe a la ausencia de folículos sino a una falla en los folículos dominantes para ovular (ZÁRATE, 2008).

Entre los folículos reclutados en cada onda, se establece una competencia por la dominancia, en la cual un solo folículo de la cohorte adquiere el desarrollo funcional y estructural que le permitirá seguir creciendo en un ambiente de bajas concentraciones de gonadotropinas, al tiempo en que sus compañeros de cohorte sufren atresia (HENAO *et al.*, 2000).

2.2. Ganado lechero tropical.

Partiendo de los cruzamientos entre Cebú y Holstein, se ocasiona un vigor híbrido que se manifiesta en una mayor producción, por eso el mejoramiento genético es decisivo e inseparable del proceso productivo, y de ello depende la eficiencia económica, puesto que se obtienen animales más productivos y resistentes al medio. El desarrollo de un programa de mejora genética requiere de una estrategia y procedimiento analítico de trabajo, donde es necesario definir los objetivos, los criterios de selección y vías para la mejora genética. Valorando lo planteado y conociendo las diferencias raciales respecto a la fertilidad, tanto en el toro como en la vaca, para elevar el porcentaje de nacimientos en los rebaños lecheros, se hace necesario conocer el comportamiento fenotípico desde el punto de vista racial de los rasgos reproductivos (CORVISÓN Y PEÑA, 2007).

El manejo reproductivo de cualquier hato bovino lechero se fundamenta en un programa de diagnóstico, control reproductivo y buenos

registros. La mayoría de las vacas bien manejadas deben empezar sus ciclos entre 2º y 4º semana postparto, vacas que han experimentado problemas de salud durante el parto que se encuentran en balance energético negativo se prolonga el retorno del ciclo reproductivo. Los índices reproductivos nos permite identificar las áreas de mejoramiento, establecer metas reproductivas realistas e identificar los problemas temprano, estos sirven para investigar la historia de los problemas (infertilidad y otros) (ROA, 2006).

El ganado *B. indicus* ha contribuido en forma significativa a la industria de la carne y la leche en las zonas tropicales y subtropicales del mundo. Esta especie se ha difundido ampliamente en todo el mundo, debido a su gran adaptación a estos ambientes, donde el estrés por altas temperaturas, humedad, ectoparásitos y forrajes de baja calidad son mayores, convirtiéndolos sin ninguna duda en animales más competitivos que la *B. taurus*. Una hembra cebú, trae algunos problemas asociados a la detección del celo y a la respuesta a distintos tratamientos reproductivos. Se caracteriza por presentar un comportamiento reproductivo negativo, que se ha demostrado por la presencia de anestros prolongados, que trae como consecuencia un incremento en el número de días abiertos dificultando la meta productiva de tener un ternero por vaca anualmente (GIRALDO *et al.*, 2005).

2.3. Condición corporal.

El factor que más influye sobre la eficiencia reproductiva del ganado es la nutrición. Uno de los parámetros más utilizados para evaluar el estado nutricional en los bovinos es la condición corporal (CC). Esta medida es

una evaluación subjetiva de la grasa subcutánea que el animal pose al nivel de reservas corporales que el animal dispone para cubrir los requerimientos de mantenimiento y producción (OSORNO, 2008).

La inadecuada alimentación a la que son sometidos los animales que pastorean en climas tropicales y subtropicales, es una de las principales causas que disminuyen la fertilidad y producen resultados negativos en los programas de IATF que se establecen en estas zonas. La CC al parto está altamente correlacionada con el estado de la vaca en el último tercio de la gestación. Generalmente pierde medio punto en su condición corporal al momento de parir, y para mantener su estado hasta que reciba servicio deberá proveerse una alimentación, cuya calidad y disponibilidad cubra todos sus requerimientos (BÓ *et al.*, 2007; OSORNO, 2008).

BÓ *et al.*, (2007), señalan que la estimación de la CC es un indicador útil del estado energético y del desempeño reproductivo. Mediante un estudio se demostró un efecto significativo de la CC en las tasas de concepción en animales sometidos a IATF en vacas criadas en Brasil y Argentina, siendo la CC de 2,5 (escala de 1 a 5), la mínima aceptable para la sincronización exitosa de celos en ganado *B. indicus.*, sugieren que los animales deben tener una CC ideal de 3, para tener buenos resultados de preñez y principalmente en vacas que amamantan.

2.4. Estro o ciclicidad.

El ciclo estral está regulado por la interacción de varios órganos: entre ellos están el eje hipotálamo - hipófisis, el ovario y el útero. Los órganos y hormonas actúan durante el ciclo estral, las hormonas sirven como mensajeros químicos que viajan por la sangre hacia órganos y tejidos específicos que contienen receptores para hormonas específicas y que regulan las fases del ciclo estral (LAMB *et al.*, 2009).

Es suficientemente conocido que la interrupción de la lactancia provoca un doble efecto positivo sobre el comportamiento reproductivo posterior de los vientres. Por un lado, el menor drenaje de nutrientes se expresa en una rápida mejora de la condición corporal, alcanzándose altos índices de preñez y menores intervalos entre el parto y la concepción siguiente. Por otra parte, en el caso de los destetes definitivos o con apartes (adelantados, precoces o temporarios) se anulan los procesos inhibitorios, derivados de la presencia del ternero al pie, que afectan la reanudación temprana de los ciclos estrales en el posparto (STAHRINGER, 2006).

Para calcular la ciclicidad en un periodo de 60 días, se divide el total de vacas detectadas en celo dentro de los 60 días posparto entre el número de vacas que han parido en ese lapso de 60 días. En rebaños doble propósito tradicionales apenas 30% de los animales han ciclado 60 días posparto, proporción que se duplica en rebaños mejorados (GAINES, 2000).

BRIDGES, *et al.* (2010), reporta que la disminución de la duración del proestro antes de la inducción de la ovulación de un folículo grande resulta

en menores tasas de preñez y una mayor incidencia de fases luteal es cortas, siendo la posible causa una disminución de las concentraciones circulantes de estradiol durante el período preovulatorio y/o la reducción de las concentraciones de progesterona durante el ciclo estral siguiente, originada por un menor tamaño en el tamaño folicular y subsiguiente cuerpo lúteo.

El ciclo estral tiene una duración media de 21 días en vacas y 20 días en novillas, considerándose normal siempre que este comprendido entre 18 y 24 días. No obstante, los ciclos que se inician en el posparto temprano son más cortos, aproximándose a los 15 días. Está dividido en 4 fases continuas de acuerdo a los eventos que suceden durante tal periodo (proestro, estro, metaestro y diestro), siendo su finalidad preparar al aparato reproductor para el estro y la ovulación (QUINTELA, 2006).

Durante el ciclo estral ocurren una serie de eventos morfológicos, endocrinos y secretorios en ovarios y genitales tubulares, es decir, un grupo de folículos madura durante la fase folicular, la hembra se vuelve receptiva a la monta durante el estro, el folículo dominante ovula y el CL se forma durante la fase lútea, cuyo conocimiento es útil para la detección y sincronización del estro, superovulación e inseminación artificial (SQUIRES, 2006).

Con el aumento en la secreción folicular de estrógenos y la correspondiente disminución de P_4 al desaparecer el CL, se presenta el estro. El elevado nivel de estrógenos en la sangre estimula una gran liberación de LH cerca del final del celo. Que provoca la ruptura del folículo maduro para liberar el ovulo y el tejido celular folicular comienza a luteinizarse en respuesta a las

hormonas para formar un nuevo CL y la P_4 es otra vez la hormona dominante, eventos que ocurren si no ocurrió la gestación. Si el ovulo es fertilizado y empieza la preñez, el CL no involuciona y continua su función de secretar P_4 . No se desarrollan folículos hasta la madurez y no se presenta el celo. La P_4 evita contracciones uterinas para tener condiciones favorables para el desarrollo del feto (CAJERO *et al.*, 2008).

2.5. Anestro o acíclicas.

Durante el final de la gestación el eje hipotálamo-hipofisario responde a la acción de un feed back negativo de los esteroides placentarios y ováricos (progesterona y estrógenos). Esto resulta de una acumulación de FSH en la hipófisis anterior, suprimiendo su liberación y agotando las reservas de LH provocando el bloqueo de la actividad ovárica. Después del parto, las concentraciones plasmáticas normales de hormona FSH y la primera onda folicular ocurre 2 a 7 días posparto, Sin embargo, la primera ovulación ocurre más tarde y sólo raramente del folículo dominante de la primera onda folicular (YAVAS *et al.*, 2000).

Las vacas productoras de carne que amamantan su ternero en pastoreo, solamente el 10% de ellas ovulan en sus primeras ondas foliculares y los folículos de la primera onda generalmente no alcanzan el tamaño ovulatorio, para el caso de ganado cebú estaría entre 11.6 y 12.1 mm y en ganado cruzado entre 15 y 20 mm (MONTAÑO *et al.*, 2005).

Aunque muchas de las vacas que se encuentran bien alimentadas y sanas comienzan a ciclar alrededor de las 3 semanas luego del parto, los celos tempranos no son muy evidentes y la intensidad aumenta a medida que pasan los días en el posparto, alcanzando una expresión del estro normal después del tercer ciclo. La primera ovulación posparto ocurre sin la exposición previa a progesterona (P_4) por ausencia de un cuerpo lúteo (CL), por lo que probablemente sea la causa de una deficiente manifestación del celo en el primer ciclo (GIRALDO *et al.*, 2005).

En síntesis podríamos decir que el crecimiento de la cohorte folicular es dependiente del efecto que ejerce la FSH en el ovario y al establecerse la dominancia folicular, el crecimiento del folículo hasta el tamaño preovulatorio y posteriormente la ovulación, es dependiente de la LH. Por lo tanto las bajas concentraciones de la hormona LH serían la causa principal del estado anovulatorio en las vacas posparto (OSORNO, 2008).

2.6. Uso de hormonas en la sincronización de celos.

2.6.1. Progesterona (P_4).

El uso de la P_4 se basa en su capacidad para inhibir el pico preovulatorio de LH, bloqueando la ovulación hasta que se retira el tratamiento, por lo que su periodo de administración debe tener la longitud suficiente para permitir que ocurra la lisis del CL en forma natural, independientemente de la etapa del ciclo estral en la que esta se lleve a cabo. Hacia el final del tratamiento, el 100% de los animales carecerá de CL, pero la ovulación seguirá

siendo bloqueada mientras el progestágeno sea administrado y, al retirarlo, se permitirá que el estro ocurra de manera sincrónica. Cuando al iniciar el tratamiento el animal se encuentra en fase folicular (proestro, estro), el progestágeno bloquea la ovulación por lo que no se forma un CL. Si se encuentra en etapa de metaestro, la formación del CL se altera, acortando su vida media. Finalmente, si la etapa del ciclo al inicio del tratamiento coincide con el diestro, el CL sufre luteólisis al momento en el que le correspondería naturalmente, sin resultar afectado por el tratamiento (GALINA, 2006).

Su implementación es altamente eficaz para inducir signos de estro, sin embargo, se ha observado que cuando el tratamiento es prolongado, la fertilidad después de su uso es generalmente baja. Por lo tanto, se ha buscado acortar el periodo en el que se administran, utilizando elementos como el estradiol o la $PGF_{2\alpha}$, que al añadirse al esquema de tratamiento, posibilitan una reducción en la vida media del CL. El estradiol no tiene propiedades luteolíticas, pero cuando es usado en el metaestro, interfiere con la formación apropiada del CL, y en el diestro, actúa indirectamente acortando su vida. Por otro lado, cuando la luteólisis ocurre tempranamente durante el tratamiento, las concentraciones totales de P_4 disminuyen. Si bien el progestágeno exógeno por sí mismo evita que se presente el pico preovulatorio de LH, no puede impedir que se dé un aumento en la frecuencia de pulsos de esta hormona, lo que permite que el folículo dominante se mantenga por un tiempo superior al normal, convirtiéndose en un folículo persistente (GALINA, 2006).

2.6.2. Prostaglandinas (PGF_{2α}).

La PGF_{2α}, es una hormona presente de forma natural que induce la regresión del CL si no se produce la gestación, permitiendo a la vaca a volver a salir en estro. Su administración causará la regresión de un CL antes de que pueda degenerar por sí mismo de forma normal; de este modo, permite controlar la fase luteal del ciclo estral (SALVERSON *et al.*, 2007).

Son el método más utilizado para sincronizar el estro en animales que se encuentran ciclando. Una de las desventajas es que tras su administración se observa gran dispersión en la presentación del estro (2 – 5 días), debido a diferencias en la etapa del desarrollo folicular en la que se encuentran los animales tratados, referente a lo cual, si existe un folículo dominante cuando ocurre la luteólisis, el estro se presenta de 48 a 60 horas después, no obstante, si el folículo está en crecimiento o en etapa de atresia temprana, el estro se manifestará hasta que el folículo finalice su desarrollo, o incluso hasta que darse el reclutamiento de una nueva oleada, lo que pudiera representar un retraso en su presentación de hasta 4 días o más, mismo que representa una de las principales razones del fracaso de la IATF (GALINA, 2006).

Pero es necesario que el CL haya alcanzado cierto grado de madurez para que pueda ser sensible a la acción de la PG, razón por la cual entre 10 y 15% de las vacas con CL no presentan luteólisis después de que esta ha sido aplicada. De hecho recientemente se determinó que para que la luteólisis ocurra, es necesario que el CL haya desarrollado la capacidad de

producir PG de forma autocrina para lograr su lisis. La repercusión práctica de lo anterior en un hato con el 100% de animales ciclando, regularmente se traduce en que solo entre 60 y 65% tendrá un CL al aplicar el tratamiento y que el 35 a 40% restante estará en fase de proestro, estro o metaestro, en las que no existe un CL o se encuentra a un en un estado inmaduro (GALINA, 2006).

2.6.3. Estrógenos (E_2).

El E_2 es producido por los folículos a medida que se desarrollan en el ovario. A medida que el folículo dominante se acerca a su tamaño de ovulación, el aumento en la cantidad de estrógeno sanguíneo es detectado por el hipotálamo y produce cambios en la conducta del animal en el momento del celo. La pituitaria responde también al incremento del nivel de estrógenos en la sangre liberando un pico de LH que conduce a la ovulación. Por lo tanto el estrógeno coordina en la vaca la aceptación del toro con la liberación de un óvulo del ovario. La sincronización es necesaria para asegurar que el óvulo pueda ser fertilizado por el espermatozoide. El E_2 estimula también las contracciones musculares para que el óvulo descienda por el oviducto, y las contracciones musculares de la vagina, cérvix y útero para ayudar el ascenso de los espermatozoides hacia el oviducto (NEBEL, 2003; CUNNINGHAM, 2005).

Diversas investigaciones se han desarrollado para evaluar los resultados respecto al uso de BE en combinación con PG para mejorar la sincronía del estro y la ovulación en vacas. Los E_2 actúan en el SNC en forma sinérgica con la P_4 para inducir estro en la hembra, el estradiol biológicamente

activo es producido por el ovario a partir de precursores androgénicos y mediante retroalimentación tanto positiva como negativa sobre el hipotálamo. El efecto negativo consiste en la liberación de LH y FSH en el centro tónico del hipotálamo, el positivo consiste en el centro de secreción preovulatoria. Lo anterior es esencial para la maduración y ovulación del folículo dominante, además promueve la coincidencia entre la expresión del estro y la ovulación (LANE *et al.*, 2001).

- **Benzoato de estradiol (BE)**, derivado sintético del 17- β Estradiol, es una hormona esteroidea sintetizada por el folículo ovárico y desarrollada para optimizar los resultados reproductivos de los tratamientos con progestágenos en bovinos. El uso de BE al momento de la aplicación del progestágeno (día 0), provoca una nueva onda folicular; la aplicación del BE a la extracción del progestágeno induce un pico preovulatorio de LH a través del feed back positivo del estradiol sobre el GnRH y LH lo que resulta en una alta sincronía de ovulaciones. Su empleo se recomienda en anestro posparto, celo silencioso y como sincronizador del celo (HERVAS, 2011).

Se ha demostrado que los estrógenos administrados en la fase de elevados niveles de progesterona inducen la regresión folicular y la emergencia de una onda folicular sincrónica, mientras que su administración en la fase de bajos niveles de progesterona induce liberación de LH y la ovulación. El BE es un éster de acción algo más prolongada (BÓ *et al.*, (1995).

- **Cipionato de estradiol (CE)**, es un éster de estradiol (sal de estradiol) derivado semi sintético de acción prolongada del 17- β estradiol, que

es sintetizada por el folículo ovárico (HERVAS, 2011), posee una vida media más larga por la baja solubilidad en agua, lleva a un atraso y una alta dispersión del día de la emergencia de la nueva onda de crecimiento folicular (BÓ, *et. al.* 2005). En protocolos de sincronización con IATF de vaquillonas y vacas cebuínas de primer parto, reemplazó al BE por CE el día 8, con muy buenos resultados en TP (60 al 70 %), en dosis 1 mg/animal (HERVAS, 2011).

- **Uso del CE en lugar del BE:** el CE se inyecta en el momento de retirar el dispositivo intravaginal con progesterona en lugar del BE que se administra a las 24 h posteriores. La incorporación del CE en los programas de sincronización, ha tenido mayor incursión e importancia en animales destinados a cría, existiendo poca información en los sistemas de producción lechera. La ventaja en su uso, desde el punto de vista del manejo, es que al final del tratamiento el protocolo admite que por sus características farmacocinéticas pueda ser aplicado al momento del retiro del dispositivo, evitando de esta manera un encierre adicional de la hacienda como demandaría la utilización de BE. Más allá de la relevante conveniencia operativa de usar CE, se debe evaluar y tener muy en cuenta cuestiones que hacen al confort y bienestar animal cada vez que se ejecuten maniobras con ellos, en este caso resulta considerable el beneficio de evitar el estrés causado por un encierre con la posibilidad de minimizar lo productivo y reproductivo, (GALVÃO *et al.*, 2004; ROCHA *et al.*, 2005; CIFUENTES *et al.*, 2009; MACMILLAN, 2010, SALES, *et. al.*, 2012).

En vacas lecheras es relativamente novedosa la incorporación del CE en protocolos de sincronización, a tal punto que son escasos los trabajos publicados al respecto, quizás tenga que ver con la costumbre y divulgación en el uso a favor del BE, muy probablemente también con que en el ambiente rutinario del tambo es menos sensible la complicación de mover masivamente un rodeo dadas las ventajas que otorga el contacto cotidiano, como así también la disposición (en general) de mínimas instalaciones que permiten manejos dirigidos de aparte y encierre (CIFUENTES *et al.*, 2009).

CALLEJAS, *et al.* (2010), señala que en trabajos realizados con el uso del CE, administrado 24 horas después del retiro de un dispositivo intravaginal (DIB), provocó una mejora numérica en el porcentaje de preñez comparado con la administración de BE (60,5% vs.47,9%). Como consecuencia de lo anotado, evaluaron si el CE puede mejorar los porcentajes de preñez a la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), comparado con vacas tratadas con BE, aplicados en ambos casos después de un tratamiento con progesterona. Se utilizaron 92 vacas Angus negro con ternero al pie y un post parto de 40 días, que fueron tratadas de la siguiente manera: el día 0 se colocó un DIB con 1 g de progesterona (DIB, Syntex o Sirbo) y se inyectaron IM 2 mg de BE. El día 7 se retiró el DIB, se administró vía IM 0,15 mg de D-Cloprostenol (Enzaprost D-C, Biogénesis) y las vacas fueron distribuidas aleatoriamente a 2 grupos que recibieron los siguientes tratamientos: CE 24h (n: 25): 0,5 mg de CE (CE estradiol, Köning), el día 8 y Grupo BE 24h (n: 67): 1 mg de BE el día 8. La IATF se realizó a las 50 - 52 horas de retirado los dispositivos (día 9), utilizando semen de un toro de probada fertilidad, congelado/descongelado en

pajuelas de 0,5 ml. El diagnóstico de gestación se realizó por palpación transrectal a los 40 días de realizada la IATF. Si bien el dispositivo utilizado es producido por un laboratorio, dado que existen dos vías de comercialización de los dispositivos (Syntex y Sirbo), este factor fue considerado en el análisis de los resultados. Se evaluó el porcentaje de preñez a la IATF considerando los efectos tratamiento, dispositivo y su interacción. El porcentaje de pérdida de los DIB fue del 0%. No se observaron efectos significativos del tratamiento, dispositivo o su interacción sobre el porcentaje de preñez a la IATF (cuadro 1).

Cuadro 1. Porcentaje de preñez en vacas con cría tratadas con un dispositivo intravaginal con progesterona (DIB SYNTEX O SIRVO, CIDR.B), que recibieron CE o BE, 24 h después de retirado los dispositivos.

Tratamientos	DIB Syntex	DIB Sirbo	CIDR-B
CE	40,0	20,0	22,0
BE24	48,5	44,1	22,4

Fuente: Callejas, S., et al. (2010).

2.6.4. GnRH.

La GnRH es el regulador central de la cascada reproductiva hormonal. Es considerada una neurohormona, ya que es producida en una célula neuronal específica y liberada en su terminal neural. El gen GnRH1, precursor de GnRH, se localiza en el cromosoma 8 (TURKSTRA Y MELOEN, 2006).

En el hipotálamo, la GnRH es almacenada en vesículas secretoras y es secretada cuando un potencial de acción, originado en el cuerpo de la neurona GnRH, se propaga mediante el axón y estimula la movilización y exocitosis de vesículas secretoras conteniendo GnRH en la terminal sináptica. Una vez liberada de la neurona, la GnRH entra directamente en la sangre de la vasculatura portal, que es una red de vasos en la que la sangre drena desde un plexo capilar en la eminencia media y pasa directamente a un segundo plexo capilar vertiéndose en la adenohipófisis, a donde la GnRH llega en altas concentraciones, y donde es metabolizada casi en su totalidad, por lo que las concentraciones resultantes de GnRH en la circulación periférica son muy bajas (HAUGHIAN Y WILTBANK, 2002).

Una vez en la adenohipófisis, la GnRH se une a su receptor en las células gonadotropas de la glándula, activando la síntesis de LH y FSH y su secreción a la circulación. La interacción de la GnRH con su receptor estimula el sistema efector intracelular libre de Ca^{2+} /proteína-quinasa C en dos fases. La primera es un incremento agudo en el Ca^{2+} intracelular libre que induce exocitosis de gránulos secretores que contienen LH y/o FSH. Estos episodios de secreción gonadotrópica son llamados pulsos de gonadotropinas. La unión de la GnRH y la activación de la proteína-quinasa C promueven la expresión de los genes que codifican a la LH y a las subunidades β de la FSH, permitiendo un nivel de secreción gonadotrópica tónico (no pulsátil). Después de la secreción desde los gonadotropos, la LH y FSH son dispersadas en la circulación general donde son metabolizadas o se unen a sus respectivos

receptores dentro de las gónadas (HAUGHIAN Y WILTBANK, 2002; TURKSTRA Y MELOEN, 2006).

La secreción pulsátil de GnRH indica que hay períodos de poca o ninguna secreción, intermitentemente interrumpidos por pulsos de secreción. La liberación pulsátil de GnRH se da desde las terminaciones nerviosas de las neuronas GnRH hacia el sistema porta hipofisiario cada 30 a 120 min. La amplitud y frecuencia de los pulsos de GnRH, junto con la retroalimentación por parte de los andrógenos y estrógenos, controlan los procesos de síntesis y secreción de LH y FSH desde los gonadotropos de la adenohipófisis. Una baja frecuencia y alta amplitud de pulsos de GnRH lleva a la liberación de FSH, mientras que los pulsos de alta frecuencia y baja amplitud estimulan la liberación de LH. No obstante, hay diferencias en la secreción de GnRH entre hembras y machos. En machos, la GnRH es secretada en pulsos a una frecuencia constante, mientras que en hembras la frecuencia de los pulsos varía durante el ciclo estrual, siendo más alta durante la oleada pre-ovulatoria de LH y más baja durante la fase luteal del ciclo estrual (HAUGHIAN Y WILTBANK, 2002; TURKSTRA Y MELOEN, 2006).

Agonistas de la GnRH: son sustancias con mayor afinidad que la GnRH endógena por sus propios receptores en la adenohipófisis, y a los cuales permanecen unidos más tiempo, estimulando su actividad fisiológica; tienen una vida media prolongada, lo que los hace más potentes que la GnRH endógena. Entre los GnRH-agonistas que se encuentran disponibles actualmente en el mercado están la gonadorelina (GnRH natural), la busarelina

y el fertirelin. Debido a alteraciones en la estructura química, existen marcadas diferencias entre los diferentes GnRH-agonistas en su capacidad para liberar LH y FSH en el bovino con el acetato de fertirelin demostró ser aproximadamente cuatro a diez veces más potente que la gonadorelina, medido por la liberación de LH y FSH durante la fase luteal del ciclo estrual bovino, mientras que la buserelina fue 50 veces más potente que la gonadorelina. Con base en el efecto de reserva de una dosis moderada seguida por una dosis baja de estos productos, los gonadotropos hipofisarios aparentemente se volvieron refractarios a la GnRH por hasta 48 h después de la inyección de dosis mayores o iguales a 50 µg de acetato de fertirelin, 500 µg de gonadorelina y 10 µg de buserelina. Una sola inyección IM de GnRH y GnRH-agonistas proporciona una liberación predecible de LH y FSH dentro de la circulación periférica en un período de 3 h (TAPONEN, 2003).

Luego de su administración inicial en dosis bajas, los GnRH-agonistas se unen al receptor y estimulan el eje hipófisis-gónadas de manera similar a la GnRH endógena, e inducen la liberación de gonadotropinas. Sin embargo, su administración a dosis más elevadas de manera continua (1 a 2 semanas), hace que el gonadotropo se agote, y como el agonista permanece unido al receptor, inhibe el eje hipófisis-gónadas, evitando la acción de la GnRH endógena, lo que resulta en hiposecreción gonadotrópica y, por tanto, en una caída en los niveles de FSH y de LH. Esto sucede por un mecanismo de regulación a la baja y desensibilización de los receptores de la GnRH. El efecto es reversible y desaparece una vez que desaparece el fármaco. (KRAUS *et. al.*, 2001; NEILL, 2002; TURKSTRA Y MELOEN, 2006).

2.7. Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).

Durante la década pasada los programas de IATF han venido presentando importantes avances, por lo cual su difusión también se ha incrementado tanto en las ganaderías de carne y leche como en las de doble propósito en ambientes tropicales. En general, es posible concluir que los resultados de estos programas de IATF permiten a los productores obtener porcentajes de preñez promedio del 50% al primer servicio, tanto en vacas lactantes como en vaquillonas *B. taurus* y mestizas *B. taurus* × *B. indicus*. (SOTO, 2007).

Los protocolos más exitosos han sido aquellos que utilizan dispositivos intravaginales impregnados con progesterona, combinados con inyecciones de BE más la aplicación de gonadotropina coriónica equina (eCG), las cuales permiten incorporar vacas y novillas cíclicas o anéstricas aún con una condición corporal disminuida. Sin embargo, es necesario investigar más ampliamente los esquemas de tratamiento aplicados a las novillas, ya que necesariamente este grupo de animales debería presentar una TP muy superior a la obtenida en vacas. La IATF tiene como ventaja fundamental el permitir mediante la aplicación de un protocolo hormonal, la inseminación en un momento fijo o predeterminado de un grupo de vacas o novillas tratadas sin el requisito de detectar el celo y obtener niveles altos de fertilidad. El método resulta muy útil para fincas en expansión y con problemas de detección de celos, ya que se logran preñar vacas que ovulan sin manifestaciones de celo, a

la vez que permite acortar el intervalo parto-concepción o días vacíos promedio del rebaño (MAPLETOFT *et al.*,2005).

2.7.1. Uso de la GnRH.

Las principales aplicaciones clínicas de los tratamientos con GnRH en la hembra bovina son: tratamiento de quistes ováricos, al momento de la IA y post-inseminación en vacas de primer servicio y repetidoras para mejorar la fertilidad, inducción y sincronización del estro, y tratamiento de receptoras de embriones para aumentar la supervivencia embrionaria (TAPONEN, 2003).

En el bovino, una oleada de GnRH estimula la liberación de la oleada preovulatoria de LH. Al ocurrir ésta, también se presenta una oleada en las concentraciones circulantes de FSH. El pico de las oleadas preovulatorias de LH y FSH ocurre aproximadamente un día antes de la ovulación. Durante este pico preovulatorio de LH y FSH, las concentraciones circulantes de estradiol empiezan a disminuir, y al final de esta disminución inicia otra oleada de FSH. Esta segunda oleada de FSH que ocurre después de la oleada preovulatoria se conoce como oleada periovulatoria de FSH (KULICK *et. al.*, 2001; AUSTIN *et. al.*, 2002; HAUGHIAN *et. al.*, 2004).

Cuando se utiliza GnRH durante la fase folicular, en los primeros 20 min se estimula una oleada de LH seguida por la ovulación del folículo dominante. Aparentemente la oleada preovulatoria de LH inducida por la inyección de GnRH es más corta que la oleada preovulatoria natural, y también se presenta una oleada de FSH asociada con la oleada de LH siguiente al tratamiento con GnRH (HAUGHIAN *et. al.*, 2004). Es así que la aplicación de

GnRH en esta fase, puede causar la ovulación prematura de folículos inmaduros (10 mm aproximadamente), con la consecuente ovulación de ovocitos inmaduros y además comprometería la posterior función del CL (MUSSARD, *et. al.* 2007), aun realizando una pre sincronización con GnRH la sincronía de la nueva onda folicular en vacas cebuinas no se muestra efectiva, dado que la TP obtenida no se ve aumentada (ZULUAGA, 2010).

Las vacas lecheras altas productoras tienen bajas tasas de concepción y bajas concentraciones séricas de P_4 , probablemente debido a una mayor excreción de esta hormona. Las bajas concentraciones de P_4 en sangre podrían explicar parcialmente la baja fertilidad en estas hembras, ya que las concentraciones de P_4 después de la inseminación artificial (IA) se asocian de manera positiva con la madurez y funcionalidad embrionaria, que son críticas para inhibir la luteólisis y mantener la gestación. Por lo tanto, es posible que parte de las pérdidas embrionarias en ganado lechero se deban a una inadecuada función lútea materna (MANN *et. al.*, 2001).

El uso de GnRH después de la IA aumenta la secreción de progesterona debido a la inducción de un cuerpo lúteo accesorio que aumenta las concentraciones de progesterona y potencialmente, las tasas de concepción. Se ha reportado que el tratamiento con GnRH el día 5 del ciclo estrual para inducir la ovulación de un folículo dominante de la primera oleada aumentó las concentraciones de progesterona durante la fase lútea media en vacas lecheras lactantes (BELTRAN Y VASCONCELOS, 2008; CRUZ *et. al.*, 2009).

En ganado bovino, la real efectividad de cualquier programa de sincronización del estro y/o la ovulación está determinada por su capacidad para lograr una alta sincronía en éstos, de forma que las hembras puedan recibir IATF. Las máximas tasas de concepción después de IATF se obtienen cuando el momento de la IA y la ovulación están altamente sincronizados. La sincronía del estro mejora, si seis a siete días después de la GnRH, se aplica una dosis de $\text{PGF}_{2\alpha}$ para inducir luteólisis. Esta combinación de hormonas resulta efectiva para sincronizar el estro en ganado *B. taurus* pero es menos efectiva en ganado con genotipo *B. indicus* (LEMASTER *et. al.*, 2001). Pero se debe tener cuidado, debido a que la GnRH puede inducir a la ovulación de folículos < a 11mm, con la reducción de las TP y e incremento de la muerte embrionaria temprana, que implica una menor secreción de estrógenos y menor cantidad de progesterona circulante, lo que no ocurre si el folículo ovula espontáneamente (PERRY, *et. al.*, 2005).

La detección del estro puede ser eliminada mediante la administración de una segunda inyección de GnRH junto con IATF en ganado productor de carne y leche. Con respecto al ganado *B. indicus*, éste tiene una menor respuesta en la secreción de LH en comparación con el *B. taurus*. La disminución en la liberación de LH está influida por el porcentaje de genotipo *B. indicus*. Aún no se sabe con exactitud si la menor respuesta de LH a la administración de GnRH en ganado *B. indicus* se debe a una incapacidad de la GnRH para iniciar la ovulación, a una incompleta respuesta luteolítica a la PG, a menores reservas de LH, a menor síntesis de LH por la adenohipófisis, a menor sensibilidad del hipotálamo e hipófisis, o una combinación de varios de

estos factores. La inadecuada liberación de LH puede evitar la ovulación inducida por la GnRH, que es necesaria para sincronizar el desarrollo folicular o para inducir la ovulación para realizar IATF (PORTILLO *et. al.*, 2008).

La eficacia de la GnRH para inducir la ovulación se ve afectada por la etapa de desarrollo folicular al momento de su aplicación. La GnRH parece ser efectiva para inducir la ovulación de folículos ≥ 10 mm de diámetro durante la fase de crecimiento folicular en vacas lecheras y de doble propósito *B. indicus* \times *B. taurus*, cuando los folículos ováricos tienen un número suficiente de receptores de LH (MOREIRA *et. al.*, 2000).

En vacas, una sola inyección de hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) en etapas al azar del ciclo estral causa liberación de la hormona luteinizante (LH), que resulta en ovulación o luteinización de la mayoría de los folículos dominantes o grandes. En consecuencia, una nueva oleada folicular se inicia de todas las hembras 2 a 3 días después de la administración de GnRH. Es decir, la GnRH sincroniza el desarrollo folicular y sincroniza la ovulación en estos animales (DEJARNETTE *et al.*, 2001; THATCHER, 1996).

En estos últimos años se están probando protocolos que usan GnRH con un inserto intravaginal de P₄ (CIDR - Select Synch, CIDR – Synch), que modifican la cantidad de días con el inserto de P₄ (cinco días), con la finalidad de incrementar los días en proestro, protocolos que reflejan TP similares a los protocolos convencionales de siete días, siendo por lo tanto una

buena alternativa, que optimizaría el uso del inserto intravaginal (BRIDGES y LAKE, 2010; WILSON, *et. al.* 2010 y PEEL, *et. al.* 2010).

2.7.2. Uso de Progesterona intravaginal.

La progesterona (P_4), hormona encargada del mantenimiento de la gestación, proporciona el estímulo hormonal requerido para el desarrollo uterino y posterior implantación placentaria, además de mantener la inmovilidad uterina. El fundamento de su empleo es que tanto la P_4 endógena como la exógena bloquean la liberación de la FSH y la LH y cuando se retira se produce un incremento gradual de la concentración de estas gonadotropinas, principalmente de la LH que culmina en una oleada ovulatoria; aproximadamente a las 48 horas después de retirado el efecto de la progesterona en el caso de las vacas que responden al tratamiento (WALKER, D *et al.*, 2010).

Existen diferentes dispositivos intravaginales comercialmente disponibles (CIDR, DIB, Syntex®, Terapress®) que están impregnados con diferentes cantidades de P_4 . Se diseñó un experimento para caracterizar los perfiles de liberación de P_4 en plasma de cuatro dispositivos, utilizando vacas Holstein cíclicas y en lactancia, que recibieron dos inyecciones de $PGF_{2\alpha}$ con 14 días de intervalo y fueron asignadas de manera aleatoria a uno de los cuatro grupos y se les aplicaron dispositivos intravaginales de la siguiente manera: Cue- Mate (1,56 g de P_4), DIB (1 g de P_4), CIDR (1,9 g de P_4) y CIDR (1,38 g de P_4). Todos los dispositivos se colocaron 24 horas después de la segunda $PGF_{2\alpha}$ y se dejaron por 31 días. Se obtuvieron muestras de sangre para el

análisis de P₄ en intervalos de 6 horas durante las primeras 24 horas, luego todos los días durante una semana y cada 2 días por 25 días más. No hubo diferencias en los picos de las concentraciones de P₄ (mg/ml) entre los grupos (Cue-Mate: 5,0+1,1; DIB: 3.9+0.6, 1,9 g CIDR: 4,6+0,6; 1,38 g CIDR 3,7+0,4; P=0,51) (ROGAN *et al.*, 2007).

2.8. Tasas de detección de celo (TDC) en ganado con mayor porcentaje de sangre europea usando el dispositivo intravaginal de liberación controlada (CIDR).

La implementación de la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF), es decir sin la necesidad de detección de celos, ha permitido incrementar la cantidad de animales incluidos en programas de IA dentro de los establecimientos ganaderos que recurre al control farmacológico del ciclo estral, en ese sentido el principal tratamiento utilizado es aquel que se basa en el uso de dispositivos intravaginales con P₄ (CALLEJAS, 2005).

ARAUJO *et al.*, (2005) menciona que en vacas cruzadas *B. taurus* y *B. indicus*, a quienes aplicaron 1 mg de estradiol 24 h después de retirar el CIDR, obtuvieron un 94 % de hembras en estro (CARBAJAL *et al.*, (2005). SCHULLER (2008), reportó TDC de 100 - 90 %, resultados muy similares a los registrados por SILVA (2010) y CARBAJAL *et al.*, (2005), quien obtuvo 87.5, 100, 86 y 67 % de TDC, a pesar de estos resultados obtenidos la fertilidad obtenida fue de 50, 57, 57 y 50%.

La TDC en vacas brahman tratadas con 25 mg de $\text{PGF}_{2\alpha}$ - 0.5 mg de CE y 25 mg de $\text{PGF}_{2\alpha}$ - 0.5 mg de benzoato de estradiol (BE) pos retiro del CIDR fue de 72 y 78 % (TORRES *et al.*, 2010). En otro trabajo de investigación se aplicó 1 mg de BE y 1 mg de CE el día nueve de la sincronización más GnRH el día diez, obteniendo TDC de 29.6 y 17.9% en vacas Brahman de tres a siete años de edad (ORTIZ y ORTEGA, 2009).

JUANCHO (2011) encontró TDC usando CIDR- Synch, CIDR-B y CIDR-B + GnRH de 80, 95 y 100% respectivamente. Estos resultados se asemejan a los reportados por GSTIR (2010), quien encontró TDC de 90, 100 y 80% en vacas brahmán tratadas con protocolos $\text{P}_4 + \text{PGF}_{2\alpha} + 10, 20 \text{ y } 30 \text{ U.I.}$ de LH-FSH + BE. En otro trabajo de investigación reportados por CANO (2012), encontró TDC de 80, 90 y 100% en vacas cebuinas tratadas con protocolos $\text{P}_4 + \text{PGF}_{2\alpha} + \text{CE} + \text{GnRH}$.

Existen diferencias en la sincronía del celo en vaquillonas usando el protocolo CIDR + BE vs. CIDR + GnRH, siendo significativamente mayor en el primero (76 vs 48% respectivamente) (MARTINEZ, *et al.*, 2000). En otro trabajo utilizando vacas anéstricas en lactación, a las hembras detectadas en estro 36 ó 48 h después de la aplicación $\text{PGF}_{2\alpha}$ recibieron IA 12 h después, otro grupo recibió 100 μg GnRH IM 72 h post $\text{PGF}_{2\alpha}$ junto con la IA (CO-Synch), obteniendo una TDC general de 57.6%, y un intervalo promedio de la aplicación de la $\text{PGF}_{2\alpha}$ al estro de $64.2 \pm 15.9 \text{ h}$. Estos últimos resultados contrastan con los señalados al emplear el Select Synch en vacas multiparas, pues encontraron que el momento del estro después de la $\text{PGF}_{2\alpha}$ (0 h) fue de

30 a 114 h, con 18% de vacas presentándolo 30 h antes a 18 h después de la PGF_{2α}, predominando el estro sincronizado entre 42 y 66 h post-PGF_{2α} en 69% de las hembras, con la mayoría de vacas en estro a las 54 h.

Cuadro 2. Comparativo de diferentes estudios de protocolos de sincronización del estro con progestágenos (CIDR) y sus combinaciones con otras hormonas en *B. indicus*. Michoacán México diciembre del 2006.

Autor	Tratamiento	Tiempo	TDC (%)
RUBIANES, 2000	P ₄ natural	9 días	85.7
LUCY et. al., 2001	CIDR + PGF _{2α}	9 días (CIDR) y PGF _{2α} día 8	67 - 87
CHENAULT et. al., 2003	CIDR + PGF _{2α}	CIDR 7 día y PGF _{2α} al día 4	97.3
STEVENSON et. al., 2003	CIDR + GnRH	CIDR 9 día + GnRH al día 7	78.9

Fuente: CORTES (2006).

2.9. Tasas de preñez (TP) con progesterona, benzoato de estradiol, cipionato de estradiol y prostaglandina.

Al aplicar 1 mg de BE y 1 mg de CE el día nueve de la sincronización más GnRH el día diez se obtuvo tasas de preñez de 53 y 47.3% en vacas brahman de tres a siete años de edad. Mientras que al aplicar 25 mg de PGF_{2α} - 0.5 mg de CE y 25 mg de PGF_{2α} - 0.5 mg de BE pos retiro del CIDR se obtuvo 51 y 30 % de tasas de preñez en vacas brahman (ORTIZ y ORTEGA, 2009 y TORRES *et al.*, 2010).

BALLA *et al.*, (2006), en un estudio en vacas en lactación utilizando el protocolo CIDR + GnRH, con dosis de 50 µg de GnRH en la primera y

segunda aplicación e IATF 60 h después de retirado el dispositivo, obtuvieron una TP 30 y 38 %.

JUANCHO (2011) refiere que las TP usando CIDR-Synch, CIDR-B y CIDR-B + GnRH son 60, 45 y 45%. Mientras que GSTIR (2010), reporta TP de 50, 60 y 40% en vacas brahman tratadas con P_4 + $PGF_{2\alpha}$ + 10, 20 ó 30 U.I. de LH- FSH + BE.

ISNADO y ORTIZ (2006), utilizaron CE el día del retiro del implante con progesterona (P_4), y aplicaron BE a las 24 h pos retiro del implante de P_4 . Este trabajo se efectuó en 100 vientres cebuínas (brahman/nelore), 50 vacas con ternero al pie y 50 vaquillas con edad de 2 años. Estas 2 categorías de animales fueron divididos en 4 grupos: 1: 25 vacas con BE, el grupo 2: 25 vacas con CE, el grupo 3: 25 vaquillas con BE, el grupo 4: 25 vaquillas con CE. Los cuatro grupos recibieron el mismo tratamiento desde el día cero al día ocho, en el día cero se les administró un CIDR + 2 mg de BE, el día ocho se realizó el retiro del implante y se inyectó 150 ug de D + Cloprostenol y se realizó la división para la conformación de los grupos: los grupos 1 y 3 recibieron 1 mg de BE el día nueve y los grupos 2 y 4 recibieron 0,5 mg de CE inmediatamente luego del retiro del implante con P_4 . Los resultados de TP fueron: Grupo 1 con BE 48 %, Grupo 2 con CE 40 %, Grupo 3 con BE 36 %, Grupo 4 con CE 40 %. No se encontró diferencia estadística significativa entre los diferentes grupos de animales ($P>0.05$). (Grupo 1 y 3 con BE y Grupos 2 y 4 con CE). Se concluye que utilizando CE al momento de retirar un dispositivo con progesterona, se obtiene porcentajes de preñez equivalentes a los

logrados a la IATF cuando se inyecta BE a las 24 horas después, logrando así reducir un día de manejo.

CUTAIA *et al.*, (2005) utilizó el CE al momento de quitar el CIDR o 24 h más tarde, inseminando 58 a 60 h después de quitar el CIDR, o con una segunda inyección de GnRH al momento de la IA (52 a 54 h después de quitar el CIDR), obtuvo que no hubo diferencia en las TP entre los grupos tratados con GnRH (276/491, 56%) o con CE (277/488, 57%) el Día 0. Sin embargo, la TP fue mayor en vaquillonas que recibieron CE 24 h después de quitar el CIDR (216/331, 65%) que al momento de quitar el CIDR (168/320, 52%) o GnRH al momento de la IA (169/328, 51%). A pesar que el CE no es efectivo para sincronizar la emergencia de una nueva onda folicular, puede ser utilizado para reducir el número de veces que las hembras tienen que pasar por la manga.

Luego se asignaron las vaquillonas a tres grupos para administrarles 0,5 mg de CE al momento de la remoción del CIDR o 24 h más tarde o 1 mg de BE 24 h después de la remoción del CIDR. Se inseminó a todas las vaquillonas alrededor de 58 h luego de la remoción del CIDR. Se realizó ecografía diaria desde el Día 0 hasta la ovulación para monitorear los cambios ováricos y 28 días después de la IA para detectar preñez. Aunque no difirió el día medio de la emergencia de la onda folicular, fue más variable en vaquillonas que recibieron CE que en aquellas que recibieron E-17 β . El tamaño de folículo dominante al momento de la remoción del CIDR fue mayor en vaquillonas tratadas con CE ($11,3 \pm 2,1$ mm) que en vaquillonas tratadas con

E-17 β ($9,8 \pm 1,5$ mm). Sin embargo, no hubo diferencia en las tasas de preñez entre los grupos media general: 71% BÓ *et al.*, (2007).

La TP es el primer indicador que refleja la eficiencia del sistema en forma global e integral, representa el total de las hembras preñadas comparando con el total de hembras introducidas en el programa de reproducción, tasas de preñez del 50 y 33 % con diferentes dosis de BE, respectivamente en vaquillas productoras de carne. Aun cuando un porcentaje favorable de vaquillas presentaron estro, se observó una baja TP, debido a estros infértiles, producto del estradiol utilizado (BE) (ABAD *et al.* 2006).

Así mismo se ejecutó un experimento para determinar la respuesta del estro y la tasa de preñez en ganado de carne con el dispositivo CIDR-B más $\text{PGF}_{2\alpha}$ y en CIDR-B con GnRH. En el experimento se utilizó vaquillas de carne que fueron divididas en tres grupos, el primer grupo recibió un dispositivo CIDR-B, 1 mg de BE y 100 mg de P_4 el segundo grupo recibió 100 mg GnRH, y el tercer grupo ningún tratamiento, el día 0. El día 7, los dispositivos CIDR-B fueron retirados y las vaquillonas fueron tratadas con $\text{PGF}_{2\alpha}$. En el grupo 1 se aplicó 1 mg BE, 24 h después de la $\text{PGF}_{2\alpha}$, y luego inseminadas 30 h después. Novillas en el grupo 2 recibieron 100 mg de GnRH, 54 h después de la $\text{PGF}_{2\alpha}$, y al mismo tiempo inseminado. Novillas de control fueron inseminadas 12 h después del inicio del estro. El estro fue menor ($P < 0,01$) en el grupo dos GnRH (55%) que en el grupo uno (100%) y el control (83%) y las tasas de preñez fueron de 76% G1, 48% G2 y 38% G3 (MARCELO *et al.*, 2000).

La investigación se comparó el efecto del CE y BE sobre la TDC, el intervalo retiro del CIDR al estro (IRC-E) y TP, y evaluar el cambio de condición corporal (CC) sobre la tasa de gestación en 227 hembras Cebú (vacas y novillas). Cada hembra recibió un CIDR y 1 mg de BE; al retiro del CIDR se formaron tres grupos: CE, que recibió 0.5 mg de CE; BE, que recibió 0.5 mg de BE 24 h después del retiro del CIDR; y control, que recibió 1 ml de solución salina. Se encontró mayor porcentaje de hembras en estro en CE (72 %) y BE (79 %) que en control (35 %), no se encontró diferencia significativa entre vacas y novillas dentro de cada grupo. Tampoco en el IRC-E y en la TP entre los diferentes grupos, ni entre vacas y novillas dentro de grupo. Las hembras que ganaron CC presentaron mayor porcentaje de gestación (52 %) que las hembras que mantuvieron (35 %) o que perdieron CC (34 %). En conclusión, el uso del CE y BE en vacas y novillas tienen un efecto similar favorable sobre las tasas de presentación de estro, pero no sobre las tasas de gestación. El aumento de la CC en las hembras sincronizadas es un factor significativo que favorece la tasa de gestación (PERALTA *et al.*, 2009).

El grupo de vacas lecheras en producción que recibieron CE al retiro del dispositivo, tuvo un porcentaje de preñez similar a aquellas que fueron inyectadas con BE 24 h post retiro del mismo, coincidiendo con lo informado por (RAMOS *et al.*, 2009) (28,8% para el CE y 25,9% para el BE) y por (CIFUENTES *et al.*, 2009) (48% para el CE y 35% para el BE).

Cuadro 3. Efecto de la aplicación de BE o CE al momento de retirado un dispositivo con P₄ ó 24 h después sobre los porcentajes de preñez en vacas y vaquillonas afectadas a protocolos de sincronización para IATF.

Referencia	BE 0h	BE 24h	CE 0h	CE 24h
<i>Colazo et al., 2002</i>		65/103	62/98	64/99
(vaq. <i>Bos taurus</i>)		(63,1%)	(63,3%)	(64,6%)
<i>Colazo et al., 2003</i>			168/320	216/331
(vaq. <i>Bos taurus</i>)			(52,5%)	(65,3%)
<i>Cutaia et al., 2005</i>	42/98	45/98	46/95	62/98
(vaq. cruza cebú)	(42,8%)	(45,9%)	(48,2%)	(63,2%)

Fuente: Bó et al., 2005.

2.10. Evaluación económica del programa de sincronización de celo: costo por vaca preñada

La exigencia de producir un ternero por vaca por año es el objetivo de una ganadería lechera. Para ello contamos nada más que con 80 días, para que la vaca recupere su actividad cíclica después del parto y quede preñada nuevamente. La eficiencia reproductiva es uno de los principales factores que contribuyen para mejorar el retorno económico en una explotación ganadera. El productor de carne deberá considerarlo como un insumo más, recordar que la genética es una inversión que da beneficios a largo plazo, la implementación de programas de IATF en rodeos de cría es una herramienta económicamente viable, la cual produce retornos económicos inmediatos, basados

fundamentalmente en la diferencias de Kg. obtenidos al destete o litros de leche (CAROTTI, 2010).

SILVA, (2010), halló que el costo total para preñar una vaca utilizando protocolos el CIDR – B fueron muy elevados de S/.340, estos datos son muy similares a los reportado por SCHULLER, (2008), quien realizó un experimento probando dos protocolos, que resultaron con costos de S/.168.00 a S/.183.60 por vaca preñada.

Sin embargo JUANCHO (2011), registra costos por vaca preñada usando CIDR-Synch, CIDR-B y CIDR-B + GnRH de S/.84.27, S/.84.91 y S/.99.58 mientras que GSTIR, (2010), encontró costos de S/.191, S/.165 y S/.256 por vaca preñada utilizando P₄ + PGF_{2α} + 10, 20 y 30 U.I. de LH- FSH + BE en la sincronización de celo de vacas brahman.

Costos por vaca preñada relativamente más bajos fueron reportados por BUENO y DUNN, (2008); No obstante los costos por vaca anéstrica preñada fue de S/.51.9, S/. 84.9 y S/. 57.00 en ganado brahmán, Gyr y cruce comercial. Mientras que ZELAYA, (2008), reportó costos de \$ 12.20 (DIB - Syntex® + eCG), \$ 22.07 (Terapress® + eCG) y \$ 25.71 (Terapress® + GnRH) por vaquilla preñada.

El uso de esta biotecnología ha posibilitado que el costo- beneficio resultante sea positivo, son muchos los trabajos que han evaluado este parámetro, que al final permiten cubrir las necesidades de las ganaderías cárnica y lecheras (LAUDERDALE, 2008).

En general, los programas de manejo reproductivo a usar, al tratar de maximizar la rentabilidad de la explotación a través del rendimiento reproductivo, difieren entre granjas; debido a las variaciones en los costos agrícolas, instalaciones agrícolas, metas y valores, nivel de la función reproductora previa y la administración (OLYNK Y WOLF, 2008). MEADOWS ,*et. Al*, (2005) mencionado por OLYNK (2008) encontró una disminución de los beneficios marginales resultado de la mejora reproductiva como el rendimiento reproductivo mejorado. Estos beneficios decrecientes marginales producto de la mejora del desempeño reproductivo explica el por qué las estrategias de manejo reproductivo varían entre hatos. Las hatos que actualmente han alcanzado altos niveles de rendimiento reproductivo tienen menos interés para iniciar cambios que potencialmente mejoren el rendimiento que los hatos con performances actuales insatisfechas o menores. Además, la utilización de programas de IATF en un rodeo de cría puede incrementar el peso al destete de los terneros logrados, debido a la anticipación y mayor concentración de los partos. Por supuesto también permite el mejoramiento genético de un rodeo por la utilización de toros con mayor valor genético (CUTAIA, *et. al*, 2003).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y fecha de ejecución.

El presente trabajo experimental se realizó en dos fundos ubicados en la localidad de Tingo de Saposoa, Distrito de Tingo de Saposoa, Provincia del Huallaga, Departamento de San Martín ubicado a 260 msnm, con una latitud sur 07°05'32" y longitud oeste 76°38'28", una humedad relativa de 84%, una temperatura promedio anual de 31.5 °C, y una precipitación pluvial media de 2800 mm por año (SENAMHI, 2011).

El presente trabajo se realizó en la época de menor precipitación pluvial comprendida entre los meses de junio a octubre del 2012.

3.2. Tipo de investigación

El presente trabajo corresponde a una investigación de tipo exploratorio.

3.3. Población y Muestra

La población de vacunos fue tomada de dos fundos cercanos entre sí, que cuentan con un aproximado de 350 bovinos con mayor porcentaje de sangre europea. Para el presente trabajo se seleccionaron 40 vacas de este lote con más de un parto registrado.

3.4. Animales

En el estudio se utilizaron 40 vacas con mayor sangre europea. Los animales tenían una condición corporal de 3.0 y 3.5 (escala 1 a 5), con más de un parto, con ternero al pie y entre 40 a 90 días post parto. Se comprobó el estado reproductivo de las vacas por medio de la palpación rectal para determinar aquellas vacas cíclicas (presencia de cuerpo lúteo) y no cíclicas (ausencia de CL), cuernos uterinos en buen estado y sin secreciones mucopurulentas por la vulva.

3.5. Alimentación

El sistema de alimentación de los animales fue al pastoreo, en potreros con pasturas a base de gramíneas como la *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria brizantha* cultivar *Xaraes*, pasto de corte *King grass*, *Zea maíz*. Así mismo, en los dos fundos los animales se le adicionó alimento balanceado al momento del ordeño, está mezclado con pasto picado.

Se suministró las sales minerales a discreción a una proporción de 1:2 de sal mineral y sal común. La sal mineral a utilizar fue el suplemento vitamínico mineral, con: Vit. A, Vit. D3, Vit. E, fosforo, hierro, cobre, magnesio, zinc, yodo, cobalto, selenio, calcio y magnesio.

3.6. Instalaciones

Los fundos disponen con instalaciones adecuadas para el manejo de los animales, entre ellos tenemos: sala de ordeño, corral de manejo, manga,

saleros y bebederos, en donde se realizaron las diferentes actividades como: palpación rectal, implantes de dispositivos intravaginales (CIDR-B), aplicación de hormonas, inseminación artificial y diagnósticos de preñez.

3.7. Sanidad reproductiva.

A los animales en estudio 30 días antes de realizar el presente trabajo de investigación, se le sometió a una desparasitación con ivermectina 3.15% albendazol 15% más minerales y con vitamina. AD₃E, selenio y vit B12. Así mismo a las vacas con aparente infección uterina (lesión), se realizó tratamiento con hostaciclina clorhidrato de tetraciclina 500 mg, vit E 12.5 mg, luego, a estos animales se procede a examen clínico para observar la secreción, las cuales son negativas.

3.8. Protocolos en estudio

El periodo de trabajo comprendió 120 días, desde el inicio de la selección de animales hasta el diagnóstico de preñez. Los protocolos que se aplicaron fueron:

- Protocolo 1(P1): CIDR – B + CE a cero horas retirado el CIDR-B

En el día cero se implantó el dispositivo intravaginal CIDR-B + 2.4 mg de benzoato de estradiol (BE) i.m. por vaca; el día ocho se retiró el dispositivo CIDR-B y se aplicó 0.25 mg de Dinoprost trometamina, equivalente a la PGF_{2α}, i.m; además se aplicó 1.0 mg de cipionato de estradiol (CE) i.m; por vaca, y 54 horas después, el día diez se realizó la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).

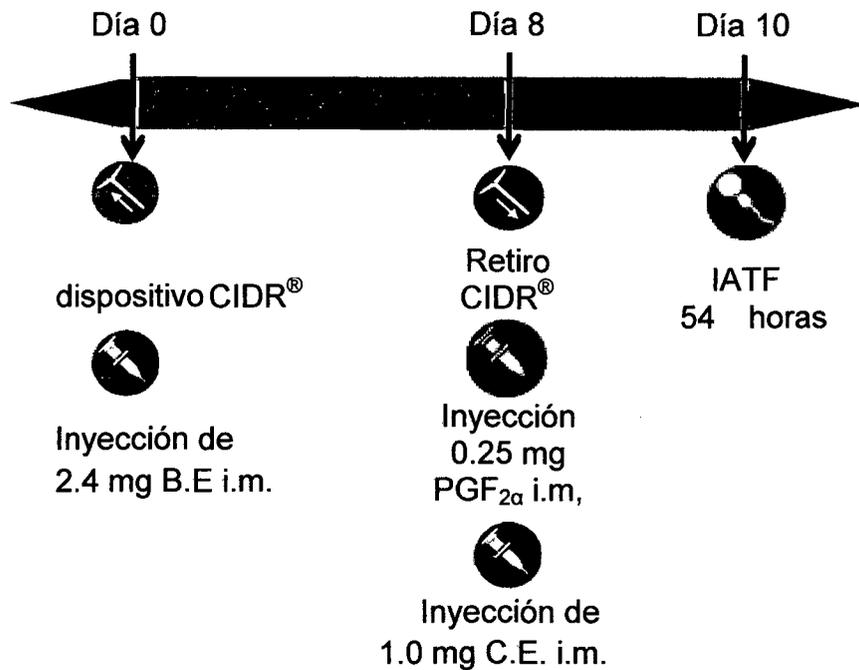


Figura 1. Protocolo 1 de sincronización de celo utilizado en el presente trabajo.

➤ Protocolo 2 (P2): CIDR-B – GnRH

El día cero se implantó el dispositivo intravaginal CIDR –B + 0.02 mg de acetato de buserelina i.m. por vaca; el día ocho se retiró el dispositivo CIDR-B y se aplicó 0.25 mg de Dinoprost trometamina, equivalente de la PGF_{2α}, i.m., además se aplicó 1.0 mg de cipionato de estradiol (CE) i.m. por vaca, y 54 horas después, día diez se realizó la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) una inyección de 0.01 mg de buserelina i.m.

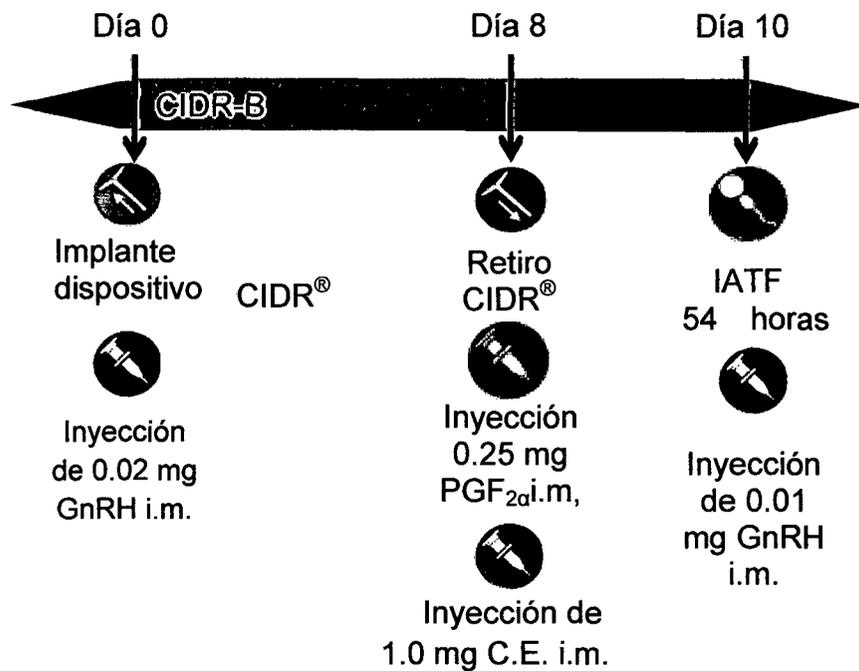


Figura 2. Protocolo 2 de sincronización de celo utilizado en el presente trabajo.

3.9. Variable independiente

Protocolos hormonales (P1 y P2).

Condición reproductiva: Vacas cíclicas (VC)

Vacas no cíclicas (VNC)

3.10. Animales en estudio

Los animales fueron reunidos en 4 grupos de 10 de acuerdo al estado fisiológico y al protocolo recibido.

$$G1 = VC + P1$$

$$G2 = VC + P2$$

$$G3 = VNC + P1$$

$$G4 = VNC + P2$$

3.11. Croquis de distribución de los animales dentro de los potreros

Los animales fueron distribuidos en diez potreros y se realizó la rotación de potreros (Pot) de acuerdo a su capacidad.



G1									
G2									
G3									
G4									
Pot1	Pot2	Pot3	Pot4	Pot5	Pot6	Pot7	Pot8	Pot9	Pot10

Figura 3. Croquis de distribución de los animales en los potreros.

3.12. Análisis estadístico.

Se utilizó estadística descriptiva, tanto para la tasa de detección de celo (TDC) y la tasa de preñez (TP); al estar constituidos por variables cualitativas datos no paramétricos se empleó la prueba de independencia de

distribución X^2 (Chi cuadrado), con el fin de evaluar el efecto del implante intravaginal CIDR-B en la IATF, empleándose las siguientes formulas.

Prueba de independencia:

$$X^2_{cal} = \frac{O_i - e_i}{E_i}$$

Para encontrar la frecuencia esperada:

$$e_i = \frac{F \times C}{n}$$

El grado de libertad fue:

$$GL = (f-1)(c-1)$$

Dónde:

X^2_{cal} = Chi cuadrado

O_i = frecuencia observada de la clase o categoría

e_i = frecuencia esperada

F = Suma total de variable a probar

C= Suma total de resultados obtenidos

f = Número total de variables

c = número de resultados

n = Número total de muestras

3.13. Variable dependiente

- Tasa de detección de celo (TDC): los síntomas de celo se detectaron a través de la observación visual en diferentes horas del día (06:00 Horas, 12:00 Horas y 18:00 horas), se anotaron los animales en celo para determinar la tasa de detección de celo.

$$TDC(\%) = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Animales en Celos}}{\text{N}^\circ \text{ de animales que entran al programa}} \times 100$$

- Tasa de preñez (TP): Se realizó el diagnóstico de preñez a los 60 días post inseminación artificial con ayuda de la palpación rectal de los animales.

$$TP(\%) = \frac{\text{N}^\circ \text{ de animales preñados al diagnóstico}}{\text{N}^\circ \text{ de animales que entran al programa}} \times 100$$

- Costo/Preñez(C/P): Para determinar este costo se calculó a base de la siguiente fórmula.

$$CT = CF + CV$$

Dónde:

CT = Costo total

CF = Costo fijo

CV= Costo variable

$$C/P(S/.) = \frac{CT}{\text{N}^\circ \text{ de animales preñados a 60 días}}$$

IV. RESULTADOS

4.1. Tasa de detección de celo (TDC) entre los grupos empleados para la sincronización de celo e inseminación artificial a tiempo fijo.

Las TDC entre los distintos grupos (G1, G2, G3 y G4) se muestran en el cuadro 4, reportando diferencias estadísticas significativas entre ellos ($P < 0.05$), con TDC que van desde 70% (G4) hasta 100% (G1 y G2). Sin embargo al analizar las diferencias entre los protocolos empleados (P1 y P2) no se han hallado diferencias estadísticas significativas, pero si entre los estados reproductivos evaluados (VC y VNC) (Cuadro 5), siendo el grupo de las vacas cíclicas (VC) las que presentaron mayor TDC (100%). Así mismo no se han observado diferencias significativas entre los protocolos dentro de cada grupo según su estado fisiológico (vacas cíclicas y vacas no cíclicas).

Cuadro 4. Tasa de Detección de Celo (TDC, %) de acuerdo a los grupos realizados en el presente trabajo.

Grupos	Número de animales	TDC, %
G1 = VC + P1	10	100 (10/10) ^a
G2 = VC + P2	10	100 (10/10) ^a
G3 = VNC + P1	10	80 (8/10) ^b
G4 = VNC + P2	10	70 (7/10) ^b

En el superíndice: letras diferentes representan diferencias significativas. Vacas cíclicas (VC), vacas no cíclicas (VNC). Protocolo 1 (P1) y Protocolo 2 (P2)

Cuadro 5: Tasa de detección de celo de acuerdo al estado reproductivo y al protocolo empleado en el presente trabajo.

Estado Reproductivo	Protocolo		\bar{x}
	P1	P2	
VC	100 ^a (G1)	100 ^a (G2)	100 ^a
VNC	80 ^b (G3)	70 ^b (G4)	75 ^b
\bar{x}	90	85	87.5

En el superíndice: letras diferentes representan diferencias significativas. Vacas cíclicas (VC), Vacas no cíclicas (VNC), Protocolo 1 (P1) y Protocolo 2 (P2)

4.2. Tasa de preñez (TP) entre los grupos empleados para la sincronización de celo e inseminación artificial a tiempo fijo.

Las TP observadas muestran una ligera diferencia estadística ($P < 0.054$), siendo la TP más alta registrada para los grupos G1 y G3 (60%), mientras la menor TP se reportó con el G4 (10%) (Cuadro 6). Cuando se analizó por separado la TP, respecto sólo a los protocolos, también hubo una diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) siendo el P1 quien reporta la mayor TP (60%) (Cuadro 7). Pero al analizar sólo el estado reproductivo de los animales no hubo diferencias estadísticas significativas. Además sólo se registraron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) dentro del grupo de las VNC, siendo las del P1 quienes reportan mayor TP (60%) que las del P2 (10%).

Cuadro 6. Tasa de preñez (TP, %) de acuerdo a los grupos realizados en el presente trabajo.

Grupos	Número de animales	TP (%)
G1 = VC + P1	10	60 (6/10) ^a
G2 = VC + P2	10	40 (4/10) ^b
G3 = VNC + P1	10	60 (6/10) ^a
G4 = VNC + P2	10	10 (1/10) ^c

En el superíndice: letras diferentes representan diferencias significativas.
Vacas cíclicas (VC), vacas no cíclicas (VNC).Protocolo 1 (P1) y Protocolo 2 (P2)

Cuadro 7: Tasa de preñez (%) de acuerdo al estado reproductivo y al protocolo empleado en el presente trabajo.

Estado Reproductivo	Protocolo		\bar{x}
	P1	P2	
VC	60 ^a (G1)	40 ^b (G2)	50
VNC	60 ^a (G3)	10 ^b (G4)	35
\bar{x}	60 ^a	25 ^b	42.5

En el superíndice: letras diferentes representan diferencias significativas.
Vacas cíclicas (VC), vacas no cíclicas (VNC).Protocolo 1 (P1) y Protocolo 2 (P2)

En la figura 4 se resume las TDC y TP obtenidas en cada grupo.

En el presente trabajo se han logrado altas TDC en todos los casos (mayores a 70%), donde las mayores TDC se han obtenido con los animales cíclicos (G1 y G2), llegando a registrar un 100% de TDC. En relación a las TP, en el cual se registraron diferencias significativas sólo en relación a los protocolos empleados, dando mayores TP en los animales donde se empleó el P1 (G1 y G3).

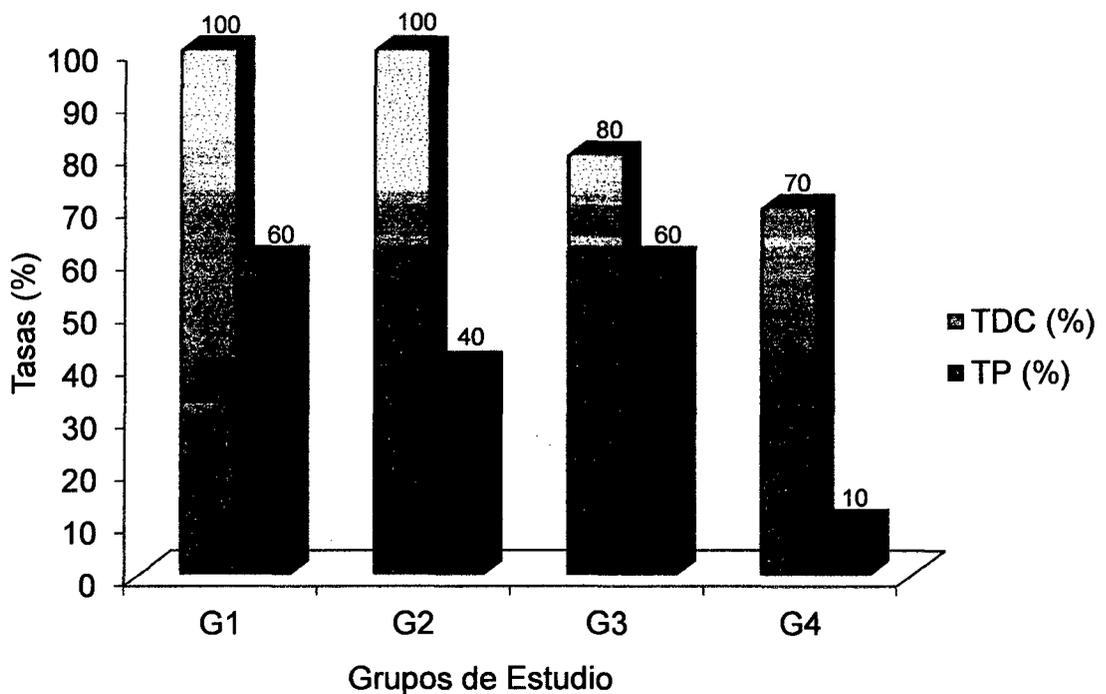


Figura 4. Tasa de detección de celo (TDC) y Tasa de preñez (TP) de acuerdo a los grupos utilizados en el estudio.

4.3. Costo por vaca tratada y costo por vaca preñada según los Grupos utilizados.

El Cuadro 8 muestra el costo total de cada protocolo, el costo de cada grupo, el costo por cada vaca tratada y el costo por vaca preñada de cada grupo. Para determinar el costo por vaca preñada se tiene en cuenta el costo inicial del grupo y las TP obtenidas por cada grupo, es así que cuanto más eficiente es el grupo en la TP, menores serán los costos por cada vaca preñada. Entre los dos protocolos evaluados el menor costo inicial por animal es del P1 (S/. 51,20), y el grupo que obtuvo el menor costo por vaca preñada fue el G1 y G3 (S/. 85,30) que son lo que emplearon el P1. Respecto a los

grupos que utilizaron el P2 (G2 y G4), se observa un gran incremento en los costos por vaca preñada, debido sobre todo al bajo porcentaje de preñez obtenido en cada grupo.

Cuadro 8. Costos totales de los grupos, por vaca tratada y por vaca preñada en el programa de sincronización de celos.

Grupos	Costo total por grupos (S/.)	Costo por vaca tratada (S/.)	Costo total por vaca preñada (S/.)
G1	512,00	51,20	85,30
G2	894,00	89,40	223,50
G3	512,00	51,20	85,30
G4	894,00	89,40	894,00

V. DISCUSIÓN

5.1. Tasa de detección de celo (TDC) por grupo, estado fisiológico y protocolo empleado.

Para un mejor manejo del ganado lechero tropical es indispensable conocer el comportamiento reproductivo del mismo (CORVISÓN Y PEÑA, 2007), identificando los problemas reproductivos para plantearse programas de manejo y mejora (ROA, 2006). Sabemos que los bovinos son poliéstricos continuos (QUINTELA, 2006) y que durante el ciclo suceden una serie de eventos endocrinos y morfológicos que conllevan a que un folículo domine, para posteriormente ovular (SQUIRES, 2006; LAMB *et. al.* 2009).

Se conoce que las hembras cebú se caracterizan por presentar un comportamiento reproductivo negativo con presencia de anestros prolongados (GIRALDO *et. al.*, 2005), más aún si la alimentación es deficiente, el cual repercute en una mala CC y una mala reproducción (BÓ, 2007; OSORNO, 2008). La implementación de estos protocolos ha permitido incrementar la cantidad de animales en servicio (IA) sin el tedioso trabajo de detectar celos (CALLEJAS, 2005; MAPLETOFT, 2005), logrando TP mayores a 50% al primer servicio postparto (SOTO, 2007), sin importar el dispositivo intrauterino usado, logrando niveles plasmáticos de P₄ similares (ROGAN, *et. al.*, 2007).

Los resultados permiten afirmar que el BE y la GnRH al inicio del tratamiento de sincronización, con el implante de progesterona (P_4), suprimen la formación o disminuye el diámetro del folículo dominante, pero sin garantizarla regresión completa del cuerpo lúteo (CARBAJAL *et al.*, 2005, GALINA, 2006; LANE *et al.*, 2001, HERVAS, 2011) por ello la administración de $PGF_{2\alpha}$, en el momento del retiro del implante permite asegurar la regresión del cuerpo lúteo (SALVERSON, 2007).

El BE permite sincronizar la emergencia de una nueva onda folicular de 4 a 5 días después de su aplicación con P_4 (BÓ *et al.*, 1995), pero no funciona de similar manera con el CE, el cual provoca una alta dispersión del día de la emergencia de la nueva onda folicular (BÓ, *et. al.* 2005), mientras la GnRH promueve el surgimiento de una nueva onda folicular a los 1.5 a 2 días de iniciado el tratamiento (DEJARNETTE *et al.*, 2001; THATCHER., 1996, TURKSTRA Y MEBEN, 2006; HAUGHIAN Y WILTBANK, 2002).

Las diferencias encontradas entre los grupos nos sugieren que ambos protocolos funcionan mejor en animales cíclicos que en los no cíclicos, probablemente debido a una mejor producción hormonal en las vacas cíclicas (ARAUJO *et al.*, 2005; CARBAJAL *et al.*, 2005 y CORTES, 2006), quienes obtuvieron similares TDC.

La TDC o ciclicidad en un rebaño, en buenas condiciones llega apenas a un 30% (GAINES, 2000), debido a una inactividad ovárica natural postparto (YAVAS, 2000) ovulando sólo un 10% de ellas tras su primera onda folicular postparto (MONTAÑO, *et. al.* 2005), así el uso de estos protocolos nos

permite aumentar la ciclicidad postparto. Los protocolos de sincronización de celo han demostrado generar siempre una alta TDC (100%) en animales cebuínos en el trópico (SILVA, 2010 y CANO, 2012; SCHULER, 2008; GSTIR, 2010 y JUANCHO, 2011).

Se atribuye al sinergismo entre los estrógenos y progestágenos (CIDR) usados, quienes ayudan a liberar la hormona gonadotropina (GnRH) para poder iniciar la síntesis y secreción de las hormonas folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH) (ZÁRATE, 2008; TAPONEN, 2003; KRAUS *et al.*, 2001, NEILL, 2002), además que los estrógenos al momento del celo provoca una serie de contracciones musculares en todo el aparato reproductor, lo cual es favorable para el transporte de los espermatozoides (NEBEL, 2003 Y CUNNINGHAM, 2005). Así también se han reportado altas TDC (94%) en vacas cruzadas *B Taurus x B indicus*, empleando el implante intravaginal CIDR (ARAUJO *et al.*, 2005).

En vacas brahman se reportan TDC de 72 y 78 % (TORRES *et al.*, 2010) aplicando 0.5 mg de CE o BE post retiro del CIDR, mientras en otro trabajo de investigación obtuvieron TDC de 29.6 y 17.9% en vacas Brahman aplicado 1 mg de CE o BE post retiro del CIDR más un análogo de GnRH un día después (ORTIZ y ORTEGA, 2009), mientras en nuestra investigación las TDC fueron altas (70 – 100%) utilizando similar cantidad de BE y CE, sólo que nosotros utilizamos vacas cruzadas.

Dentro de los tratamientos la TDC más baja (70%) se reportó en el grupo de las VNC con el P2 (G4), a quienes se les aplicó CE a cero horas de

retirado el CIDR-B y realizar la IA a 54 horas después, así mismo se observaron un 20% de presencia de celo en las vacas de este grupo a las 48 h de retirado el CIDR-B, y un 10% de estas 24 h después de la IA, efecto sin duda influenciada por que los genotipos *B. indicus* en comparación con los *B. taurus* son particularmente sensibles a la acción de gonadotropinas exógenas, pero con una inadecuada liberación de LH, necesaria para una óptima ovulación (MARTINEZ, *et al.* 2001; LEMASTER, *et. al.*, 2001; PORTILLO, *et. al.*, 2008), es así que la GnRH pudo haber causado una ovulación prematura de un folículo dominante, reduciendo el tamaño del folículo ovulatorio, la fertilidad y la función lútea posterior (MUSSARD *et al.*, 2007).

Además la GnRH aplicada al inicio del protocolo, podría provocar la formación de CL accesorios, incrementando la cantidad de P_4 circulante (BELTRAN Y VASCONCELOS, 2008; CRUZ *et. al.*, 2009), que podría afectar el posterior desarrollo folicular, ya que en investigaciones realizadas en ganado cruzado *B. taurus* x *B. indicus*, el uso de protocolos cortos de CIDR + GnRH (5 días) se logran TP similares a los protocolos convencionales de 7 días (BRIDGES, *et. al.*, 2011; WILSON, *et. al.*, 2010 y PEEL, *et. al.*, 2010).

5.2. Tasa de preñez (TP) por grupo, estado fisiológico y protocolo empleado para la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).

La P_4 aparte de la función de dar las condiciones favorables para el desarrollo del feto durante la gestación (CAJERO, 2008), al inicio del protocolo inhibe la liberación de la gonadotropinas y permite que después de su retiro (48 h después), un incremento gradual de la concentración de las gonadotropinas

(WALKER, *et. al.* 2010), por eso los protocolos que se vienen empleando para los programas de IATF, permiten obtener TDC altas, pero con TP que muchas veces no superan el 50% (SILVA, 2010 y CANO, 2012, BALLA, *et. al.* 2006).

Las TP reportadas muestran diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos (Cuadro 6), al hacer un análisis más minucioso de esas diferencias, se observa que la mayor causa de esas diferencias son debidas al protocolo de sincronización empleado, así el P1 registra el mayor porcentaje (60%), pero sin embargo no hubo diferencias entre los estados fisiológicos evaluados. Al analizar las diferencias dentro del grupo de las VNC, muestran diferencias significativas entre los protocolos empleados (cuadro 7), siendo mayores para el P1 (60%) versus el P2 (10%). El uso de un ecógrafo se hace necesario para monitorear los cambios de las estructura ováricas, determinar el momento que entraron en celo también realizar la detección eficaz de la preñez, de esta manera se tendría una mejor TP en un programa de IATF (BÓ *et al.*, 2006).

Los resultados muestran que el P1 podría estar sincronizando mejor la onda folicular y la ovulación de los animales (CUTAIA *et. al.*, 2005), que el tratamiento empleando GnRH tal como lo ha demostrado MARTINEZ, *et. al.*, (2000), encontrando mayores TP en protocolos utilizando CIDR + BE que los que usan CIDR + GnRH en ganado de carne.

Los grupos con mayores TP fueron los que utilizaron BE + CE (G1, G3), protocolo que han mostrado su ventaja no en el incremento de las TP, sino en el menor manejo de los animales que involucra su aplicación, al momento

de retirar el dispositivo CIDR (SALES, *et. al.*, 2012), es así que el uso del CE en remplazo del BE, ya sea al momento del retiro del dispositivo intrauterino o a 24 h después a demostrado tener similar efectividad (CALLEJAS, *et. al.*, 2010).

El CE por sus características farmacocinéticas pueda ser aplicado al momento del retiro del dispositivo, pero no es efectivo para sincronizar la emergencia de una nueva onda folicular (GALVÃO *et. al.*, 2004; ROCHA *et. al.*, 2005; CIFUENTES *et. al.*, 2009; MACMILLAN, 2010).

El uso del CE permite obtener TP de 47,9 – 60,5%, con vacas con cría al pie (CALLEJAS *et al.* 2010), a pesar del efecto negativo de la presencia del ternero al pie (STHRINGER, 2006), donde el CE utilizado al día cero no es efectivo para sincronizar la emergencia de una nueva onda folicular, como lo menciona CUTAIA *et, al.* (2005), quien reportó TP de 57%, pero además indica que la aplicación de CE el día del retiro sirve para reducir las veces que las vacas pasen, ya sea, por la manga o la guillotina y evitar el stress del manejo. En otros trabajos de investigación utilizando CE se observa que ORTIZ y ORTEGA, (2009), obtuvieron TP de 53 - 47.3 %, así menciona TORRES *et al.*, (2010), obtuvo una TP 51 - 30 %.

En otras investigación la aplicación del CE sobre la TP no se ha visto mejorarla en reemplazo del uso del BE, la gran ventaja radica en la reducción del manejo, en un día de los animales a sincronizar (CUTAIA *et al.*, 2005 y PERALTA *et al.*, 2009), algunos trabajos reportan ventajas del uso del CE el día del retiro del CIDR logrando ligeramente mayores, es así que RAMOS *et al.*, (2009), reporta TP de 25,9% con BE y 28,8% con uso del CE,

mientras que CIFUENTES *et al.*, (2009), logra TP de 48% con CE y 35% con BE, TP similares al uso de CIDR + BE reportado por ABAD, *et al.*, (2006).

En el presente trabajo de investigación se aplicó GnRH al momento de la inseminación, ya que esta es la responsable de la formación y secreción de la FSH y LH, además de provocar una oleada de LH que induce la ovulación de folículos maduros, lo que permite mostrar estrógeno e inducir un pico endógeno de LH del mismo modo una inyección de GnRH en el momento de la inseminación mejora las TP al asegurar la ovulación al momento apropiado de la inseminación (KULICK *et al.*, 2001; AUSTIN *et al.*, 2002; HAUGHIAN *et al.*, 2004; MANN *et al.*, 2001).

El éxito del grupo puede limitarse debido a una inadecuada retroalimentación positiva de los estrógenos y factores como el estrés, raza, condición corporal y la ubicación geográfica, estado fisiológico del animal (cíclicas o acíclicas), es así que en el presente trabajo de investigación no existió diferencia estadísticas en los tratamientos, pero si entre los protocolos usados, resultando el P2 con menores TP (25%), pero la mayor diferencia con este protocolo se da en las VNC, con 10% de TP versus 60% con el P1, al parecer el uso de la GnRH al inicio y al momento de la IA (P2) puede estar generando la posterior ovulación de folículos \leq de 11 mm que resultan en bajas TP e incremento de muertes embrionarias (PERRY *et al.* 2005).

Asociadas a muchos factores como el diámetro folicular, la edad folicular y la producción de progesterona por el CL resultante (BRIDGES, *et al.*, 2010), es así que sólo en el grupo de las VNC con el uso del P2 se observaron

20% de vacas en celo antes de la aplicación de la 2^{da} dosis de GnRH y 10% presentaron celo al día siguiente de la IA, presumiendo una sincronía de la onda folicular más irregular que con el uso del BE + CE, al parecer esto sólo ocurre en las VNC, ya que en otros trabajos se reportan TP mayores con el uso de la GnRH + CE como lo reporta ORTIZ y ORTEGA, (2009) y TORRES *et. al.*, (2010).

Las mayores TP en animales que se utilizó el P1 que en el P2, coinciden con otros trabajos en vaquillonas de carne, logrando TP de 76% con el uso de CIDR + BE para inducir una nueva onda folicular, que con el uso del CIDR + GnRH (48%) (MARCELO *et. al.*, 2000), al parecer por que la GnRH sólo es eficiente para inducir la ovulación en folículos > a 10 mm, en vacas lecheras y doble propósito (MOREIRA *et. al.*, 2000), pudiendo nuestros animales no haber logrado dicho tamaño folicular, al parecer la GnRH se muestra poco efectiva para sincronizar una nueva onda folicular, aún pre sincronizando con GnRH (ZULUAGA, *et. al.*, 2010).

5.3. Costo por vaca tratada y costo por vaca preñada según los grupos utilizados en la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).

El uso de programas de sincronización de celos e IA, continúan siendo una de las biotecnologías reproductivas más importantes en el ganado bovino, ya que da muchas ventajas, la eficiencia reproductiva es uno de los principales factores que contribuyen para mejorar el retorno económico en una ganadería (CAROTTI, 2010).

En los programas que hacen uso de estas biotecnologías, la relación costo-beneficio de los protocolos son positivos para la mayoría de las ganaderías cárnicas y lecheras, y están diseñadas para satisfacer las necesidades de manejo productivo de las ganaderías de carne y leche (LAUDERDALE, 2008). El costo por vaca tratada nos indica el costo mínimo a gastar por cada animal del tratamiento, mientras el costo por vaca preñada tiene en cuenta la eficiencia del protocolo, ya que involucra la TP. Los costos de los protocolos que adicionan GnRH, resultan siempre con un mayor costo por vaca tratada que los que usan estrógenos (S/. 89.40 vs. S/. 51.20 nuevos soles), debido al mayor costo de la hormona.

Los grupos que utilizaron el P1 lograron menores costos por vaca preñada (S/ 85,30), debido a la mayor TP obtenida (60%), con que se confirma que a un mayor porcentaje de preñez se logra un menor costo por vaca preñada (SILVA. 2010; SCHULLER, 2008; CANO, 2011), pero para lograr esta mayor TP es necesario tener en cuenta el amamantamiento, producción láctea y la nutrición como las principales limitantes (BÓ *et al.*, 2007; OSORNO, 2008, STAHRINGER, 2006).

Con el uso de la IATF, en el mejoramiento genético del hato, se puede lograr un menor costo por vaca preñada comparado con el uso de la monta natural, siendo una herramienta económicamente viable, que produce retornos económicos inmediatos (CAROTTI, 2010), tal como lo indica JUANCHO, (2011) Y ZELAYA (2008), quienes encontraron costos por vaca

preñada relativamente bajos (de S/. 40.00 a S/. 100.00), debido a la alta TP obtenidas (> a 65%).

GSTIR, (2010), logra altos costos por vaca preñada (S/.191,S/.165 y S/.256), superiores a los obtenidos en G1 y G3 (S/. 85.30) debido en parte a la menor TP y al uso de hormonas más costosas (eCG). Para el caso de los G2 (S/. 223.50) y G4 (S/. 894.00) nuestros costos se asemejan con los registrados por SILVA, (2010), quien reporta en una investigación en el CIPTALD-PS, un elevado costo por vaca preñada (S/.340.00), como ya se indicó anteriormente, debido a una baja TP obtenida (< a 50%).

Costos por vacas preñadas relativamente más bajos fueron reportados por BUENO y DUNN, (2008), indicando que con TP encima del 50%, pueden lograrse costos por vaca preñada relativamente bajos. A pesar del costo por vaca preñada, que en algunos protocolos resulte alto, no se tiene en cuenta el beneficio que se logra con la mejora genética, debido al uso semen de toros de alta calidad genética, ganancia que se ve reflejada en la mayor producción del ganado (CUTAIA, *et. al.*, 2003) debe tenerse en cuenta que una granja al tener performances reproductivas más altas, y al tratar de seguir mejorando los rendimientos reproductivos, los beneficios marginales se ven reducidos, haciendo variar las estrategias de manejo reproductivo en cada ganadería (OLYNK Y WOLF, 2008).

VI. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en presente trabajo se, llegan a las siguientes conclusiones:

En la TDC, se registraron diferencias estadísticas significativas entre los grupos, logrando mayores TDC en G1 y G2 (100%), pero no hubo entre los protocolos evaluados, pero si entre los estados reproductivos estudiados, siendo mayor en las VC (100%).

En la TP, se reportaron diferencias estadísticas significativas entre los grupos, siendo mayor en el G1 y G3 (60%), así mismo se hallaron diferencias entre los protocolos evaluados, siendo mayor en P1 (60%), pero no hubo entre los estados fisiológicos estudiados.

Se ha logrado un menor costo por vaca preñada en los G1 (S/.85,30) y G3 (S/.85,30).

VII. RECOMENDACIONES

Evaluar los protocolos con mayor número de animales y en diferentes épocas del año y épocas de mayor producción de forraje y precipitación.

Realizar los trabajos de investigación con ecógrafos, para observar los cambios producidos en los ovarios durante todo el proceso de sincronización.

Investigar protocolos de IATF con destete temporario en vacas en doble ordeño con alta producción de leche.

ABSTRACT

This research was conducted in order to evaluate the reproductive response in milking cows with high percentage of European breed in two different reproductive stages at postpartum, using two estrus synchronization protocols. The work was carried out in two farms located in Tingo de Saposoa district, Huallaga province in San Martín Region - Peru. 40 cows more than one birth registered, with body condition (BC) of 3.0 to 3.5 and from 50 to 90 days postpartum were used. The animals were divided into two groups according to their reproductive status: cycling (VC) and non-cyclic (VNC) cows, and each group treated with two different estrus synchronization protocols (P1 and P2), having four groups of 10 animals in each one (G1= VC + P1, G2= VC+ P2, G3= VNC+P1 and G4= VNC+P2). Protocols were the following: Day zero was applied progesterone implant (CIDR) + 2.4 mg of EB to P1 and 0.01 mg of Buserelin (GnRH) to P2, at day eight the implant was removed and 0.25 mg dinoprost tromethamine (PGF₂) and 1.0 mg of (EC) was applied in both protocols, 54 hours after implant removal AI was performed and 0.01 mg of Buserelin was applied for P2. For statistical verification chi-square independence test was used. Results report no significant statistical difference between protocols ($P > 0.05$) for TDC, but it was for TP ($P < 0.05$). The cost per pregnant cow for different animal groups was for: G1 = 85.30, G2 = 223.50, G3 and G4 = 85.30 = 894.00 nuevos soles. We conclude that application of GnRH when AI was performed does not improve pregnancy rate in TAI protocols.

Keywords: tropical dairy cows, cyclicity, CIDR, GnRH, estradiol benzoate (EB), estradiol cypionate (EC), pregnancy rate, heat detection rate.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAD, Z. J., J. R. GODÍNEZ., A. F. MARIÑELARENA., A. G. AHUIR., A. G. MACÍAS. 2006. Benzoato de estradiol en vaquillas sincronizadas con progesterona y prostaglandina-f₂. Arch. Zootec. 55 (209): 15-20.
- ARAUJO, J. W., M. AUSTIN., B. AUSTIN, AND J. V. YELICH. 2005. Comparison of two CIDR synchronization and AI treatments in postpartum lactating *Bos indicus* x *Bos taurus* cows. Beef Cattle Report, Dept. of Anim. Sci., Univ. of Florida, Gainesville. pp. 91-93.
- AUSTIN, E.J., MIHM, M., EVANS, A.C.O., IRELAND, J.L.H., IRELAND, J.J., ROCHE, J.F. 2002. Effects of estradiol and progesterone on secretion of gonadotrophins and health of first wave follicles during the estrous cycle of beef heifers. Reproduction 124:531–541.
- BALLA, E., L. FILIPPI., D. MARAÑA PEÑA., D. PINCINATO., L. C. PERES., L. CUTAIA., G. VENERANDA., M. F. MARTINEZ., G. A. BO. 2006. Efecto de diferentes protocolos de sincronización de la ovulación con dispositivos intravaginales con progesterona sobre el desarrollo folicular y las tasas de preñez en vacas lecheras en lactancia. Jornadas de Actualización en Biotecnologías de la Reproducción en Bovinos. IRAC. Córdoba .Argentina.

- BELTRAN, M.P., VASCONCELOS, J.L.M. 2008. Conception rate in Holstein cows treated with GnRH or hCG on the fifth day post artificial insemination during summer. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 60:580-586.
- BÓ, G. A.; COLAZO, M. MARTINEZ, M. KASTELIC, J Y MAPLETOFT, R. 2007. Sincronización de la emergencia de las ondas foliculares y la ovulación en animales tratados con progestágenos y diferentes esteres de estradiol. Instituto de reproducción animal Córdoba. Córdoba – Argentina.
- BÓ, G.A.; CUTAIA, L.; CHESTA, P.; BALLA, E.; PINCINATO, D.; PERES, L.; MARAÑA, D.; AVILÉS, M.; MENCHACA, A.; VENERANDA, G.; BARUSELLI, P.S. 2005. Implementación de programas de inseminación artificial en rodeos de cría de Argentina. Resúmenes del VI Simposio Internacional de Reproducción Animal, Córdoba, Argentina; 97-128.
- BÓ, G.A.; ADAMS, G.P.; CACCIA, M.; MARTINEZ, M.; PIERSON, R.A.; MAPLETOFT, R.J. 1995. Ovarian follicular wave emergence after treatment with progestogen and estradiol in cattle. *Anim Reprod Sci*; 39: 193-204.
- BRIDGES, G.A. y LAKE, S.L. 2011. Comparasion of the CIDR select and 5-day Select Synch – CIDR protocolos thath included limited estrus detection and timed insemination for sinchronizinf estrus in beef heifers. *Professional Animal Scientist*; 27: 141 – 146.

- BRIDGES, G. A.; MUSSARD, M. L.; BURKE, C. R. y DAY, M. L. 2010. Influence of the length of proestrus on fertility and endocrine function in female cattle. *Animal Reproduction Science*; 117, 3: 208 – 215.
- BUENO, L. y DUNN, B. 2008. Tasa de preñez en vaquillas anéstricas tratadas con CIDR más Benzoato de Estradiol, Cipionato de Estradiol o GnRH e inseminadas a celo detectado. Tesis Ing. Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana. Honduras. 19p.
- CAJERO, M. GUZMÁN, M. CASTRO, P. 2008. Manual de inseminación artificial en bovinos. Curso de inseminación artificial en bovinos. Ciudad Hidalgo, Michoacán, México. p. 11 – 15.
- CALLEJAS, S; INOSTROZA, M. E; BERISSO, R; TERUEL, M. 2010. Uso del cipionato de estradiol como sincronizador de la ovulación en un programa de IATF y de eCG en la sincronización de celos del retorno en vacas Holando Argentino.
- CALLEJAS, S. 2005. Control farmacológico del ciclo estral bovino: Bases fisiológicas, protocolos y resultados. Parte 2. *Revista Taurus*, 25: 16-35.
- CANO C, M. J. 2012. Efecto del CIDR – B, Cipionato de Estradiol y GnRH en la sincronización de celo y tasa de preñez en vacunos de carne en el CIPTALD – PS
- CARBAJAL, B. 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. Universidad de la República Oriental del Uruguay. 7p.

CAROTTI, E. 2010. Sistema informático para planificar y presupuestar diferentes sistemas de inseminación artificial: inseminar software. [En línea] www.produccion-animal.com.ar/informac. Artículo. 16 de enero del 2012.

CIFUENTES, E.; QUEVEDO, L.; HOYOS, A.; CARBALLO, D.; TRÍBULO, A.; CUTAIA, L. Y BÓ, G. A. (2009). Efecto de la aplicación de ECP ó EB como inductor de la ovulación en protocolos de IATF sobre el porcentaje de preñez en vacas Holstein en lactancia. Anales VIII Simposio Internacional de Reproducción Animal, Córdoba (Argentina). Abstract 15.

COLAZO M. G, KASTELIC J. P, MAPLETOFT R. J. 2003. Estradiol cypionate (ECP) on ovarian follicular dynamics, synchrony of ovulation, and fertility in CIDR-B-based, fixed-time AI programs in beef heifers. *Theriogenology* ; 60: 855-865.

COLAZO M. G, MARTINEZ M. F, WHITTAKER P. R, KASTELIC J. P AND MAPLETOFT R. J. 2002. Estradiol cypionate (ECP) in CIDR-B-based programs for fixed-time AI in beef heifers. *Theriogenology*; 57: 371 abstr.

CORTES, P. 2006. Utilización de dos protocolos hormonales (CIDR y crestar) para la sincronización del estro en ganado bovino de carne en el municipio de Tuzantla, Michoacán. [en línea]:

<http://www.vetzoo.umich.mx/phocadownload/Tesis/2007/Enero/utilizacion%20de%20dos%20michoacan.pdf>. Tesis. 17 de enero del 2012.

CORVISÓN, R. E I. PEÑA, 2007: Sistema de cruzamiento para minimizar la pérdida por recombinación génica, maximizando el efecto de heterosis como una vía del mejoramiento genético, CD curso-taller inter-nacional producción sostenible de ovino-caprino: una opción para el trópico, Red XIXD "Red iberoamericana para el Mejoramiento Productivo de Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos", 6-11 de enero de 2007, Universidad de Camagüey, Cuba.

CUNNINGHAM, J. (2005). Fisiología Veterinaria. Tercera Edición. Editorial ELSEVIER. España. P85-90.

CUTAIA, L., BALLA, E., BÓ, G.A. 2005. Efecto del momento de la administración de benzoato o cipionato de estradiol para inducir la ovulación en vaquillonas tratadas con DIB e inseminadas a tiempo fijo. VI Simposio Internacional de Reproducción Animal, Córdoba, Argentina; 394.

CUTAIA, L.; VENERANDA, G; TRÍBULO, R; BARUSELLI, P.S. Y BÓ, G.A. 2003. Programas de inseminación artificial a tiempo fijo en rodeos de cría: factores que lo afectan y resultados productivos. V Simposio Internacional de Reproducción Animal. Huerta Grande – Córdoba; pp 119 – 132.

- CRUZ, V.J.E., ELIZONDO, V.C.A., ULLOA, A.R., FERNÁNDEZ, G.I.G. 2009. Efecto de la GnRH postinseminación sobre la concentración de progesterona y las tasas de concepción en vacas repetidoras Holstein en condiciones de estrés calórico. *Téc. Pecu. Méx.* 47:107-115.
- DEJARNETTE, J. M., DAY, M. L., HOUSE, R. B., WALLACE, R. A. AND MARSHALL, C. E. 2001. Effect of GnRH pretreatment on reproductive performance of postpartum suckled beef cows following synchronization of estrus using GnRH and PGF₂alpha. *J. Anim. Sci.* 79: 16755 - 1682
- CHAVEZ, R. 2006. Sincronización de celo en ganado bovino. Universidad Nacional de Loja, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Consultado el 29 de julio de 2010. Disponible en: http://grupos.emagister.com.mx/documento/diferentes_programas_de_sincronizacion_de_celos_en_vacas/1699-166596.
- GAINES, J. D. The role of record analysis in evaluating sub fertile dairy herds. *Veterinary Medicine, Food Animal Prac.* 2000.
- GALINA, *et al.* 2006. Reproducción de animales domésticos. (2a ed). Ed. Limusa. México, DF. p. 66 – 87.
- GALVÃO, K. N.; SANTOS, J. E. P.; JUCHEM, S.O.; CERRI, R. L. A.; COSCIONI, A. C. AND VILLASEÑOR, M. (2004). Effect of addition of a progesterone intravaginal insert to a timed insemination protocol using estradiol cypionate on ovulation rate, pregnancy rate, and late embryonic loss in lactating dairy cows. *J. Anim. Sci.* 82, 3508-3517.

- GIRALDO, C. A; RUIZ Z, T; RESTREPO, L. F; OLIVERA M. 2005. Temporary suckling interruption (TSI) in zebu cows and effect in the ovary function. Revista electrónica Veterinaria REDVET. Volumen VI. No 12. Diciembre.
- GSTIR, E. 2010. Efecto de la aplicación de la FSH-LH en un protocolo de sincronización de la ovulación sobre la tasa de preñez en ganado brahman. Tesis. Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 41 p.
- HENAO G, TRUJILLO LE, 2000. Establecimiento y desarrollo de la dominancia folicular bovina. Rev Col Cienc Pec; 13: 108-120.
- HERVAS. T. V. A. 2011. Evaluación de diferentes métodos de sincronización del celo en vacas lecheras en la provincia de, Cipionato de Estradiol. CIPIOSYN®. Pastaza. Riobamba – Ecuador.
- HAUGHIAN, J. M., GINTHER, O. J., KOT, K., WILTBANK, M. C. 2004. Relationships between FSH patterns and follicular dynamics and the temporal associations among hormones in natural and GnRH-induced gonadotropin surges in heifers. Reproduction 127:23–33.
- ISNADO, R. y ORTIZ, T. 2006. Cipionato de estradiol vs. Benzoato de estradiol en la sincronización de celo en vacas y vaquillas cebuinas. [Enlínea]:http://www.fcv.uagrm.edu.bo/sistemabibliotecario/doc_tesis/ISNADO-20101103-164948.pdf. Tesis. 13 de enero del 2012.
- JUANCHO, R. 2011. Efecto del CIDR combinado con benzoato de estradiol y GnRH en la sincronización de celo y tasa de preñez de dos grupos

raciales de vacas lactantes, en el distrito de puerto inca. Tesis. Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 74 p.

KRAUS, S., NAOR, Z., SEGER, R. 2001. Intracellular signaling pathways mediates by the Gonadotropin-Releasing Hormone (GnRH) receptor. Arch. Medical Res. 32:499-509.

KULICK, L.J., BERGFELT, D.R., KOT, K., GINTHER, O.J. 2001. Follicle selection in cattle: follicle deviation and codominance within sequential waves. Biol. Reprod. 65:839-846.

LAMB, G. C., M.F. SMITH, G. A. PERRY, J. A. ATKINS, M. E. RISLEY, D. C. BUSCH, AND D. J. PATTERSON. 2009. Reproductive Endocrinology and Hormonal Control of the Estrous Cycle. North Florida Research and Education Center, University of Florida.

LANE, E. A., E. J. AUSTIN, J. F. ROCHE, Y M. A. CROWE. 2001. The effect of estradiol benzoate or a synthetic gonadotropin-releasing hormone used at the Stara of a progesterone treatment on estrous response in cattle. Theriogenology. 56:79-90.

LAUDERDALE, J. W. 2008. ASAS Centennial Paper: Contributions in the Journal of Animal Science to the development of protocols for breeding management of cattle through synchronization of estrus and ovulation. Journal of Animal Science; 87: 801-812.

- LEMASTER, J. W., YELICH, J. V., KEMPFER, J. R., FULLENWIDER, J. K., BARNETT, C. L., FANNING, M. D., SELPH, J. F., 2001. Effectiveness of GnRH plus prostaglandin F2 α for estrus synchronization in cattle of *Bos indicus* breeding. *J. Anim. Sci.* 79:309-316.
- LUCY, M. BILLINGS, H., BUTLER, W., EHNIS, L., FIELDS, M., KESLER, D., KINDER, J., MATTOS, R., SHORT, R., THATCHER, W., WETTEMANN, R. y YELICH, H. 2001. Efficacy of an intravaginal progesterone insert and an injection of PGF_{2 α} for synchronizing estrus and shortening the interval to pregnancy in postpartum beef cows, peripubertal beef heifers, and dairy heifers. *Journal of Animal Science* 79: 982-995.
- MACMILLAN, K. L. 2010. Recent advances in the synchronization of estrus and ovulation in dairy cows. *J Reprod Dev.* 56, S42-7.
- MANN, G. E.; PAYNE, J. H. y LAMMING, G. E. 2001. Hormonal regulation of oxytocin-induced prostaglandin F2 α secretion by the bovine and ovine uterus in vivo. *Domest. Anim. Endocrinol.* 21:127-141.
- MAPLETOFT, R.; COLAZO, M.; MARTÍNEZ, J. P. y KASTELIC, J. 2005. Aplicación de IA a Tiempo Fijo en programas de bovinos de carne de Canadá. En: Proc VI Simposio Internacional Reproducción Animal. Córdoba, Argentina. Junio 2005. Ponencia: 81-94.
- MARCELO, F., MARTINEZ, J. P., KASTELIC, G., ADAMS, E., DUANE H. y RUBEN J. 2000. Estrus synchronization and pregnancy rates in beef

cattle given CIDR-B, prostaglandin and estradiol, or GnRH. Can Vet J
Volume 4 1, October.

- MARTINEZ, M. F., KASTELIC, J. P., ADAMS, G. P. AND MAPLETOFT, R. J.
2001. The use of GnRH or estradiol to facilitate fixed-time insemination in
an MGA-based synchronization regimen in beef cattle. Anim. Reprod.
Sci. 67(3-4):221-229 (2001).
- MARTINEZ, M. F.; KASTELIC, J. P.; ADAMS, G. P.; JANZEN, E.;
MCCARTNEY, D. H., MAPLETOFT, R. J. 2000. Estrus synchronization
and pregnancy rates in beef cattle given CIDR-B, prostaglandin and
estradiol, or GnRH. Canadian Veterinary Journal; 41, October 2000.
- MONTAÑO, E. y RUÍZ, Z. T. 2005. ¿Por qué no ovulan los primeros folículos
dominantes de las vacas cebú posparto en el trópico colombiano? Rev.
Col Cienc. Pec. Vol 18 (2). p127-135.
- MOREIRA, F.; ORLANDI, C.; RISCO, C.; LOPES, F.; MATTOS, R. y
THATCHER, W.W. 2000. Pregnancy rates to a timed insemination in
lactating dairy cows presynchronized and treated with bovine
somatotropin: cyclic versus anestrus cows. J. Dairy Sci. 83 (Suppl 1):134
(Abstr.).
- MUSSARD, M. L.; BURKE, C. R.; BEHLKE, E. J.; GASSER, C. L. y DAY, M. L.
2006. Influence of premature induction of a luteinizing hormone surge
with gonadotropin-releasing hormone on ovulation, luteal function, and
fertility in cattle. Journal of animal science 85, pp 937 – 943.

- NEBEL, R. L. 2003. Components of a successful heat detection program. *Advances in Dairy Technology* Vol. 15:191
- NEILL, J. D. 2002. Mammalian gonadotropin-releasing hormone (GnRH) receptor subtypes. *Arch. Physiol. Biochem.* 110:129-36.
- OLYNK, N. y WOLF, C. 2008. Economic analysis of reproductive management strategies on us commercial dairy farms. *Journal of Dairy Science.* 91:4082–4091.
- ORTIZ,E. y ORTEGA, B. 2009. Evaluación de dos protocolos de sincronización de celo y destete temporal a los 45 ó 60 días post parto en ganado brahmán. [En línea]: http://zamo-oti-02.zamorano.edu/tesis_infolib/2009/T2893.pdf. Tesis . 14 de enero del 2012.
- PALACIOS, F. 2003. Tasa de gestación en vacas anéstricas *B. taurus* / *B. indicus* después de la inducción a la ovulación usando GnRH más. PGF_{2α}. Tesis. Universidad de Colima. Colombia.
- OSORNO ROBERTO C.2008. Anestro posparto, principal factor que interfiere en la eficiencia reproductiva del ganado bovino criado en condiciones de trópico bajo. *Revista genética bovina Colombiana.* Santacruz Editores. Bogotá-Colombia Mayo- Junio. P 20-24.
- PEEL, R. K.; WHITTIER, J. C.; ENNS, R. M.; GROVE, A. V.; SEIDEL, G. E. 2010. Effect of 6- Versus 12Hour Interval between 2 Prostaglandin F_{2α} Injections Administered with 5-day CO-Synch + Controlled internal drug-

release protocol on pregnancy rate in beef cows. *Professional Animal Scientist*; 26: 307 – 312.

PERALTA, T.; LÓPEZ, J.; CENTURIÓN, F. y MAGAÑA, J. 2009. Comparación del cipionato de estradiol vs benzoato de estradiol sobre la respuesta a estro y tasa de gestación en protocolos de sincronización con cidr en novillas y vacas *B. indicus*.

PERRY, G.A.; SMITH, M.F.; LUCY, M.C.; GREEN, J.A.; PARKS, T.E.; MACNEIL, M.D.; ROBERTS, A.J. Y GEARY, T.W. 2005. Relationship between follicle size at insemination and pregnancy success. *Proceedings of the National Academy of Science*, 102(14): 5268–5273.

PORTILLO, G. E., BRIDGES, G. A., DE ARAUJO, J. W., SHAWA, M. K. V., SCHRICK, F. N., THATCHER, W. W., YELICH, J. V. 2008. Response to GnRH on day 6 of the estrous cycle is diminished as the percentage of *Bos indicus* breeding increases in Angus, Brangus, and Brahman × Angus heifers. *Anim. Reprod. Sci.* 103:38-51.

QUINTELA, 2006. *Ecografía y reproducción en la vaca*. Ed. Servicio de publicaciones e intercambio científico campus universitario sur. Santiago de Compostela. p. 35 – 50.

RAMOS, M.; KAP PERRET, C.; FUCHS, E.; CHESTA, P.; BÓ, G. 2009. Tasas de preñez a la IATF en vacas Holando Argentino utilizando diferentes dosis de cipionato de estradiol. *Anales VIII Simposio Internacional de Reproducción Animal, Córdoba (Argentina)*. Abstract 41.

- ROA, A. N. 2006. Manejo reproductivo de bovinos de doble propósito en las condiciones del llano venezolano. Instituto Nacional de Investigación Agrícolas. Maracay, Venezuela. Pág: 50-54
- ROGAN, D., MARTINEZ, M. F., BÓ, G. A., CHESTA, P. FERESIN F, y MAPLETOFT R.J. 2007. Progesterone release patterns from Cue-Mate in comparison to other intravaginal progesterone-releasing devices in lactating dairy cows. *Reproduction Fertility and Development* 19, 126-127.
- RUBIANES, E. 2000. Avances en el conocimiento de la fisiología ovárica de los pequeños rumiantes y su aplicación para el manejo reproductivo. *Actas de Fisiología* 6:93-103.
- ROCHA, D., MATTOS, R. y GREGORY, R. 2004. Inseminación artificial a tiempo fijo utilizando dispositivos con progesterona combinado con dos tipos de estradiol. *Journal of animal science* 68. pp. 444-448.
- SALES, J. P. S.; CARVALHO, J. B. P.; CREPALDI, G. A.; CIPRIANO, R. S.; JACOMINI, J. O.; MAIO, J. R. G.; SOUZA, J. C; NOGUEIRA, G. P. y BARUSELLI, P. S. 2012. Effects of two estradiol esters (benzoate and cypionate) on the induction of synchronized ovulations in *Bos indicus* cows submitted to a timed artificial insemination protocol. *Theriogenology* 78 pp 510 – 516.
- SALVERSON, R. Y PERRY, G. 2007. Cómo funcionan los protocolos de sincronización del celo en vacas. *Albítar*. (111): 12 – 14.

- SCHULLER, C. 2008. Uso de tres protocolos para un programa de inseminación artificial a tiempo de fijo (IATF) en ganado cebuino (cebú x europeo), en el distrito de codo de Pozuzo. Facultad de Zootecnia –Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María – Perú. 53p.
- SENAMHI, 2011. Servicio nacional de meteorología e hidrología. [En línea]: <http://www.senamhi.gob.pe/huanuco>, 04 de enero del 2012.
- SILVA, D. 2010. Efecto de cipionato de estradiol en el protocolo CIDR –B de sincronización de celo en vacunos en el alto Huallaga. Tesis. Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 44.
- SQUIRES, E. 2006. Endocrinología animal aplicada. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, España. p. 169, 174 – 188, 190 – 193.
- STAHRRINGER, R. 2006. Anestro posparto y pubertad en bovinos de cría.[en línea]:20Junio2006.<http://www.paraguayganadero.com/articulo.php?ID=158>. Revista.
- STEVENSON, J., LAMB, G., JOHNSON, S., MEDINA, B., GRIEGER, D., HARMONEY, K., CARTMILL, J., DAHLEN, C. y MARPLE, T. 2003. Supplemental norgestomet, progesterone, or melengestrol acetate increases pregnancy rates in suckled beef cows after timed inseminations. *Journal of Animal Science* 81:571-586.
- TAPONEN, J. 2003. Ovarian function in dairy cattle after gonadotropin-releasing hormone treatments during perio estrus. *Academic*

Dissertation. Department of Clinical Veterinary Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, University of Helsinki, Finland.

THATCHER W., SCHMITT E., DE LA SOTA R., BURKE J., RISCO C., 1996.

Sincronización de estros en rodeos lecheros. En: II Simposio Internacional de Reproducción Animal. Ed. Bo G., Caccia M., Córdoba, Argentina. 109-130p.

TURKSTRA, J., MELOEN, R. 2006. Active immunisation against gonadotropin releasing hormone, an active tool to block the fertility axis in mammals.

Veterinary Sciences Tomorrow.

<http://www.vetscite.org/publish/articles/000062/index.html>.

TORRES, J., LÓPEZ, J., CASTRO, F. y MONFORTE, J. 2010. Comparación

del cipionato de estradiol vs benzoato de estradiol sobre la respuesta a estro y tasa de gestación en protocolos de sincronización con CIRD en novillas y vacas *Bos indicus*. [En línea]:

<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/154/15416232004.pdf>. Artículo científico. 28 de enero del 2012.

WALKER, D., RITCHIE, H., HAWKINS, D. 2010. Estrus synchronization of beef cattle. Michigan beef production. Michigan, EE.UU. Department of animal science. Michigan State University.

WILSON, D. J.; MALLORY, D. A.; BUSCH, D. C.; LEITMAN, N. R.; HADEN, J.

K.; SCHAFER, D. J.; ELLERSIECK, M. R.; SMITH, M. F. y PATTERSON, D. J. 2010. Comparison of short-term progestin-based

protocols to synchronize estrus and ovulation in postpartum beef cows. *Journal of animal science*; 80: 2045 - 2054.

WILTBANK, M. C., GUMEN, A., SARTORI, R. 2002. Physiological classifications of anovulatory conditions in cattle. *Theriogenology* 57:21-53.

YAVAS Y, WALTON J. S. 2000. Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review. *Theriogenology*; 54:25-55.

ZÁRATE, J. 2008. Alternativas de manejo y uso de CIDR, progesterona, β -estradiol y PGF 2α para la sincronización del estro en vacas criollas de rodeo. [En línea]: <http://eprints.uach.mx/123/1/ZOO-TP-00057.pdf>. Tesis. 19 de julio del 2011.

ZELAYA, G. 2008. Sincronización de celo en ganado de carne para la introducción de la Inseminación Artificial y utilización de semen sexado para el mejoramiento genético del hato. [En línea]: http://zamo-oti-02.zamorano.edu/tesis_infolib/2008/T2695.pdf. Tesis. 18 de enero del 2012.

ZULUAGA, J.F.; SALDARRIAGA, J.P.; COOPER, D.A.; CARTMILL, J.A. Y WILLIAMS, G. L. 2010. Presynchronization with gonadotropin-releasing hormone increases the proportion of *Bos indicus*-influenced females ovulating at initiation of synchronization but fails to improve synchronized new follicular wave emergence or fixed-time artificial insemination conception rates using intravaginal progesterone, gonadotropin-releasing

hormone, and prostaglandin F₂ α . *Journal of Animal Science* 88, pp. 1663 – 1671.

ANEXO

Cuadro 9. Análisis estadístico de la tasa de detección de celo (programa estadístico infostat).Tingo María enero del 2012.

Estadístico	VALOR	GL	P
Chi Cuadrado Pearson	5,71	1	0,0168
Chi Cuadrado MV-G2	7,65,0,27	1	0,0057
Coef. Conting. Cramer	0,35		
coef. Conting. Pearson			

Cuadro 10. Análisis estadístico de la tasa de preñez (programa estadístico infostat). Tingo María enero del 2012.

Estadístico	VALOR	GL	P
Chi Cuadrado Pearson	5,49	1	0,0191
Chi Cuadrado MV-G2	5,94	1	0,0148
Coef. Conting. Cramer	0,37		
Coef. Conting. Pearson	0,46		

Cuadro 11. Costos de la inseminación artificial con pajillas de semen importadas Brown swiss, Holstein, Gyr lechero.

Detalle	cantidad	unidades	Unid S/.	costo parcial
Bienes				5535.50
CIDR - B	2	bolsas	680,00	1360,00
Lutalyse	7	frasco	92,00	644,00
ECP	2	frasco	22,50	45,00
Conceptal	13	frasco	52,00	670,00
Estrovet	1	frasco	40,00	40,00
Hostaciclina	8	caja	18,00	144,00
Pajilla de semen	40	unidades	63	2520.00
Guantes de plástico	40	unidades	1.5	60
Fundas	40	unidades	1	40
Pipetas	5	unidades	2,50	12,50
Servicios				205,00
Personal de apoyo	5	Jornales	20	100,00
Internet	10	horas	2	20,00
Impresiones	300	unidades	0.15	45,00
Copias	200	unidades	0.1	20,00
Transporte	10	carreras	2	20,00
Sub total (S/.)				5740,50
Imprevistos (10%)				574,05
TOTAL				6314.55