

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS PECUARIAS**



**EFFECTO 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**

**Tesis:**

**Para Optar el Título de:  
INGENIERO ZOOTECNISTA**

**CANO CORAL, MIGUEL JUNIOR**

**PROMOCIÓN 2010 - II**

**Tingo Maria - Perú**

**2012**



L53

C23

Cano Coral, Miguel Junior

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. Tingo María 2012.

58 h.; 9 cuadros, 1 fgra.; 60 ref.; 30 cm.

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

**1. CEBUINO 2. CIDR-B 3. GNRH 4. BENZOATO DE ESTRADIOL 5. CIPIONATO DE ESTRADIOL 6. TASA DE PREÑEZ 7. TASA DETECCIÓN DE CELO**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
FACULTAD DE ZOOTECNIA**

Av. Universitaria Km. 2 Teléfono: (062) 561280  
TINGO MARÍA

-----  
"Año de la Integración Nacional y Reconocimiento de Nuestra Diversidad"

## **ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 13 de abril de 2012, a horas 7 p.m. para calificar la tesis titulada:

**EFFECTO DEL CIDR-B, CIPIONATO DE ESTRADIOL Y GnRH EN LA ZINCRONIZACIÓN DE CELO Y TASA DE PREÑEZ EN VACUNOS DE CARNE EN EL CIPTALD-PS.**

Presentado por el bachiller **Miguel Junior CANO CORAL**; después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobada 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, 20 de abril de 2012.

.....  
M.Sc. TEODOLFO VALENCIA CHAMBA  
Presidente



(Ausente)

.....  
Dr. MILTHON MUÑOZ BERROCAL  
Miembro

.....  
Ing. NILA RIVERA Y IBARCENA  
Miembro

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

## **DEDICATORIA**

### **A Dios**

Por darme la salud, vida y fortaleza  
para terminar mi carrera profesional.

### **A mi madre:**

Marisa Lucía Coral García por su  
apoyo incondicional, para hacer  
realidad mi gran anhelo, de culminar mi  
carrera.

### **A mis hermanos:**

Jansen y Katia, tíos y familiares que  
apoyaron en el trayecto de mi  
formación profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

- Al Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo la Divisoria- Puerto Sungaro.
- 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 mis amigos Antonio Baldeón, Jacson Cartagena, Diana Arévalo, Melissa Vásquez que siempre estuvieron conmigo en los buenos y malos momentos.
- A todos mis compañeros, por todos los momentos compartidos y vividos durante todos estos años.
- A Mis jurados del presente trabajo al M.Sc. Mv.Teodolfo Valencia Chamba, Dr Milthon Muñoz Berrocal e Ing. Nila Rivera Y Ibárcena, por el apoyo permanente.

## ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Fisiología reproductiva en <i>B. indicus</i> .....	4
2.2. Control del ciclo estral .....	6
2.3. Uso de hormonas en la inseminación artificial.....	7
2.3.1. Las prostaglandinas (PG).....	7
2.3.2. Estrógenos. ....	8
2.3.3. Uso de la hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH). ....	8
2.3.4. Uso de la progesterona (P <sub>4</sub> ).....	10
2.4. Tasas de detección de celo (TDC) en ganado <i>B. indicus</i> usando el dispositivo intravaginal de liberación controlada (CIDR).....	12
2.5. Tasas de preñez (TP) con progesterona, benzoato de estradiol, cipionato de estradiol y prostaglandina .....	14
2.6. Evaluación económica del programa de sincronización de celo: costo por vaca preñada.....	22
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
3.1. Lugar y fecha de ejecución.....	24
3.2. Tipo de investigación.....	24
3.3. Población y muestra .....	24
3.4. Animales.....	25
3.5. Alimentación .....	25
3.6. Instalaciones.....	25
3.7. Sanidad reproductiva.....	26

3.8. Aplicación de protocolos.....	26
3.9. Variable independiente.....	29
3.10. Tratamientos.....	29
3.11. Croquis de distribución de los tratamientos dentro de los potreros .....	30
3.12. Análisis estadístico .....	30
3.13. Variable dependiente.....	31
IV. RESULTADOS .....	33
4.1. Tasa de detección de celo (TDC) utilizando cuatro protocolos de sincronización de celo e inseminación artificial a tiempo fijo en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo la Divisoria - Puerto Sungaro (CIPTALD – PS).....	33
4.2. Tasa de preñez (TP) utilizando cuatro protocolos de sincronización de celo e inseminación artificial a tiempo fijo en el CIPTALD – PS. ....	33
4.3. Costo de preñez por vaca utilizando cuatro protocolos de sincronización de celo e inseminación artificial a tiempo fijo en el CIPTALD – PS.....	35
V. DISCUSIÓN.....	38
5.1. Tasa de detección de celo (TDC) utilizando cuatro protocolos de sincronización de celo e inseminación artificial a tiempo fijo en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo la Divisoria - Puerto Sungaro (CIPTALD – PS) .....	38
5.2. Tasa de preñez (TP) utilizando cuatro protocolos de sincronización de celo e inseminación artificial a tiempo fijo en el CIPTALD – PS. ....	40

5.3. Costo de preñez por vaca utilizando cuatro protocolos de sincronización de celo e inseminación artificial a tiempo fijo en el CIPTALD – PS.....	43
VI. CONCLUSIONES.....	45
VII. RECOMENDACIONES.....	46
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	47
ANEXO .....	58

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Comparativo de diferentes estudios de protocolos de sincronización de estro con prostaglandinas en <i>B. indicus</i> . Michoacán México diciembre del 2006. ....	13
2. Comparativo de diferentes estudios de protocolos de sincronización del estro con progestágenos (CIDR) y sus combinaciones con otras hormonas en <i>B. indicus</i> . Michoacán México diciembre del 2006.....	14
3. Efecto del CIDR – B, CE y GnRH en protocolos de sincronización sobre la presencia de celo. CIPTALD - PS septiembre - diciembre 2011.....	33
4. Efecto del CIDR – B, CE y GnRH en protocolos de sincronización sobre la Tasa de preñez. CIPTALD - PS septiembre - diciembre 2011.	34
5. Efecto del CIDR – B, CE y GnRH en protocolos de sincronización sobre el costo por vaca tratada. CIPTALD - PS septiembre - diciembre 2011.....	36
6. Efecto del CIDR – B, CE y GnRH en protocolos de sincronización sobre el costo por vaca preñada. CIPTALD - PS septiembre - diciembre 2011. ....	37
7. Análisis estadístico de la tasa de detección de celo (programa estadístico infostat).Tingo María enero del 2012.....	59
8. Análisis estadístico de la tasa de preñez (programa estadístico infostat). Tingo María enero del 2012.....	59

9. Costos de la inseminación artificial con pajillas de semen importadas de Brasil de toros brahman rojo y hereford.....	60
---	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Tasa de detección de celo (TDC) y Tasa de preñez (TP) de acuerdo a los protocolos utilizados en la IATF. ....	35

## RESUMEN

El experimento fue ejecutado en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo la Divisoria – Puerto Sungaro, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, Región Huánuco – Perú; cuyo objetivo fue evaluar la respuesta reproductiva en vacas cebuínas utilizando cuatro protocolos de sincronización de celo en un programa de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF). Se utilizaron 40 vacas con 2 – 4 partos y una condición corporal de 3.0 a 3.5 (escala de 1 a 5). Los animales fueron distribuidos en cuatro grupos de 10 vacas y tratadas con protocolos diferentes: CIDR –B (T1), CIDR –B + GnRH - IA (T2), CIDR + CE (T3) y CIDR + CE + GnRH - IA (T4). Los protocolos consisten en: el día cero se aplicó el implante de progesterona (CIDR) y 2.4 mg de benzoato de estradiol (BE), el día ocho se retiró el implante y se aplicó 0.25 mg de Dinoprost trometamina (equivalente a la PGF<sub>2</sub> $\alpha$ ) a todos los tratamientos, además se añadió 1.2 mg de cipionato de estradiol (CE) para el T3 y T4, 24 horas después de aplicó 1.0 mg de BE a T1 y T2 y a las 54 horas de retirado el implante se realizó la inseminación artificial (IA) y se aplicó 0.01 mg de Buserelina a T2 y T4. Para la contrastación estadística se utilizó la prueba de independencia del chi – cuadrado en los cuales se determinó que no existe diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) para las variables evaluadas (Tasa de detección de celo y tasa de preñez). Se reportó que el costo por vaca preñada para los diferentes tratamientos fue en T1= 180.58, T2= 230.58, T3 = 181.98 y T4 = 231.98 Nuevos soles. Se concluye que la aplicación de GnRH al momento de la IA no mejora la tasa de preñez en protocolos regulares de IATF.

Palabras claves: Cebuino, CIDR, GnRH, Benzoato de estradiol, Cipionato de estradiol, Tasa de preñez, tasa de detección de celo.

## I. INTRODUCCIÓN

La situación económica de la ganadería mundial exige a los productores y técnicos máxima eficiencia para garantizar el retorno económico. En las zonas tropicales del Perú, los resultados de la inseminación artificial (IA) en ganado vacuno son bajos principalmente por la detección de celo, esto se muestra en las bajas tasas de preñez, siendo mayor en ganado *B. indicus*, debido a su comportamiento reproductivo y su manejo. En esta situación, la optimización de los parámetros reproductivos y técnicas productivas es uno de los principales factores que contribuyen a mejorar las ganancias en las empresas ganaderas, es así que la inseminación artificial (IA) constituye una herramienta para la mejora genética en el ganado bovino. La sincronización de celo es un método para que los ganaderos, programen la época de preñez de sus vacas y tener pariciones en épocas de mayor abundancia de pastos, de esta manera planificar la saca de animales cuando requiera el mercado.

En el CIPTALD-PS, se han implementado programas de IATF logrando resultados variables en ganado cebuino, desde un 50 hasta un 10% de tasa de preñez (TP), siendo resultados poco alentadores, quizá debido en gran parte a la propia fisiología reproductiva de este tipo de ganado, siendo una de las razones del interés por investigar cuál será la respuesta reproductiva en

vacunos de carne del CIPTALD –PS, tratados con protocolos de sincronización de celo en Tingo María.

Como respuesta a la interrogante planteamos la siguiente hipótesis: Los mejores parámetros reproductivos en los vacunos de carne del CIPTALD – PS, se obtienen con el uso del CIDR-B en combinación con cipionato de estradiol (CE) y GnRH al momento de la IA. Porque existe un sinergismo entre los estrógenos (Benzoato de estradiol y el cipionato de estradiol) y el progestágeno (CIDR), quienes ayudan a liberar la hormona gonadotropina (GnRH) para poder iniciar la síntesis y secreción de las hormonas folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH) esenciales para la ovulación.

Objetivo general:

- Evaluar la respuesta reproductiva de las vacas de carne del CIPTALD – PS tratadas con cuatro protocolos de sincronización de celo e IATF.

Objetivos específicos:

- Obtener la tasa de detección de celo (TDC) en vacunos de carne utilizando cuatro protocolos de sincronización de celo e inseminación artificial a tiempo fijo en el CIPTALD – PS.
- Determinar la tasa de preñez (TP) en vacunos de carne utilizando cuatro protocolos de sincronización de celo e inseminación artificial a tiempo fijo en el CIPTALD – PS.

- Evaluar el costo/preñez(C/P) en vacunos de carne utilizando cuatro protocolos de sincronización de celo e inseminación artificial tiempo fijo en el CIPTALD – PS.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Fisiología reproductiva en *B. indicus*

Durante las primeras semanas del período pos parto no parecen existir limitaciones del desarrollo folicular a causa de una deficiencia de la hormona folículo estimulante (FSH), pero sí de la hormona luteinizante (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).

Cuando la cantidad de la 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).

Existen diferencias en la fisiología y en el comportamiento reproductivo entre *Bos taurus* y *Bos indicus*, las cuales pueden influenciar la respuesta a protocolos de sincronización de celos y de la ovulación. La dinámica folicular de hembras *B. indicus* fue caracterizada por la presencia de 2 ó 3 ondas de crecimiento folicular en la mayoría de los ciclos estrales, de forma bastante similar al patrón previamente descrito para *B. taurus*. Sin embargo, los diámetros máximos del folículo dominante y del cuerpo lúteo (CL) son menores a los del *B. taurus* y se han reportado inferiores niveles circulantes de estradiol y P<sub>4</sub>. En relación a la dinámica folicular, se han observado animales *B. indicus* con ciclos de 4 ondas y que la incidencia de ciclos de 4 ondas aumenta en el otoño con respecto a la primavera (PONCE, 1990).

La diferencias entre el ganado *B. taurus* y *B. indicus* radica en las diferencias en el comportamiento y duración del celo. Trabajos realizados en hembras cebuínas utilizando la detección visual de celo, indicaron una corta duración del mismo es alrededor de 11 h, asociada a una alta incidencia de celos nocturnos de 30 a 50%, todas estas observaciones indican que el ganado cebuino posee celos más cortos y menos expresivos que el ganado *B. taurus*, lo que sumado a una alta frecuencia de celos nocturnos nos demuestra que la detección de celos en forma tradicional es muy difícil de realizar en este tipo de ganado (PONCE, 1990).

## **2.2. Control del ciclo estral**

Existen diversos factores que afectan la producción de vacunos de carne como: problemas de pariciones en diferentes épocas del año, intervalos entre partos relativamente largos, destetes no uniformes y falta de registros que permitan llevar a cabo un buen plan reproductivo. El objetivo de un programa de manejo reproductivo está orientado a obtener óptimos parámetros reproductivos, entre ellos, una reducción del intervalo entre partos que ayudará a tener mayor disposición de terneros aptos para la producción (ZELAYA, 2008).

El desarrollo de la inseminación artificial en ganado de carne ha sido lento en muchos países debido a la dificultad en la detección del estro y la inseminación en condiciones de cría en grandes espacios abiertos. La ventaja de la ovulación sincronizada incluye la eliminación de una buena parte del tiempo dedicado a la detección de celos en los programas de inseminación artificial, haciéndola más factible y logrando el agrupamiento de la descendencia, de modo que se pueden tener lotes uniformes de terneros para la engorda o la venta (ZELAYA, 2008).

La sincronización del estro no es un método para aumentar la fertilidad o la producción de crías sino que se usa como un instrumento de gran utilidad para implementar programas de inseminación artificial y/o facilitar el manejo de los animales y agruparlos para brindarles servicio (CORTES, 2006).

## 2.3. Uso de hormonas en la inseminación artificial

### 2.3.1. Las prostaglandinas (PG)

La PG es liberada por el endometrio uterino para provocar la vasoconstricción y posterior destrucción del cuerpo lúteo, además tiene una acción estimulante sobre las contracciones uterinas, favoreciendo el transporte de espermatozoides hacia el oviducto en el momento de la fecundación, o la salida del feto en el momento del parto (JARA, 1993).

La PG causa la regresión del cuerpo lúteo a partir del día 5 del ciclo estral y su efecto luteolítico es máximo entre los días 12 y 17. Sin embargo, el estadio del folículo dominante en el momento de la aplicación de la PG va a producir una variación del momento de celo y la ovulación de 2 a 7 días. Aun cuando se confirma la presencia de cuerpo lúteo (CL) al momento del tratamiento, la respuesta estral del ganado *B. indicus* es aproximadamente un 30% menor que el 90% reportado para ganado *B. taurus* (McGOWAN, 1999).

La  $\text{PGF}_{2\alpha}$  es el fármaco más utilizado para la sincronización de celo en vacas. ODDE (1990), en una investigación, evaluó previamente vacas *B. indicus* para detectar la presencia de cuerpo lúteo e iniciar con el tratamiento con  $\text{PGF}_{2\alpha}$ , observándose el 80 a 100% de luteolisis, pero apenas de 47 a 60% presentaron estrus pos tratamiento. La alta variabilidad al tratamiento con  $\text{PGF}_{2\alpha}$  se debe a que los animales son criados en condiciones tropicales y presentan una alta incidencia de anestro lo cual compromete la eficiencia del tratamiento.

### **2.3.2. Estrógenos.**

Son producidos por el folículo ovárico y tienen acciones sobre los distintos órganos blancos como son las trompas de falopio, útero, vagina, vulva y el sistema nervioso central, en el cual estimulan la conducta de celo (HABICH y JOANDET, 1978).

La aplicación de estrógenos al inicio de la sincronización de celo con progestágenos es para provocar la atresia de los folículos existentes e impedir de esta manera la formación de folículos persistentes que interfieren negativamente en la fertilidad, como la atresia es seguida de una nueva onda folicular y de esta manera se asegura la presencia de un folículo viable (BÓ *et al.*, 2001).

### **2.3.3. Uso de la hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH)**

La GnRH es responsable de la formación y secreción de la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH) por parte de la adenohipófisis. Ambas gonadotropinas tienen como órgano blanco primario a los ovarios, cumpliendo diversas funciones (JARA, 1993).

La GnRH provoca la liberación de una oleada de LH que induce la ovulación de folículos maduros, lo que permite a las vacas mostrar estro y espontáneamente inducir un pico endógeno de LH después de la aplicación de GnRH (WRIGHT y MALMO, 1992; LEMASTER *et al.*, 2001 y STEVENSON *et al.*, 2003). Con la aplicación intravenosa de 2.5 µg de GnRH se obtienen pulsos plasmáticos de LH similares a los que ocurren de forma natural (JAGGER *et*

*al.*, 1987). La GnRH también ha sido usada como agente terapéutico en el manejo reproductivo, siendo efectiva para el tratamiento de quistes foliculares ováricos, para disparar la oleada de LH y estimular la ovulación de folículos maduros, y por su acción lúteo protectora, para reducir las pérdidas embrionarias durante la gestación (BRITT, 1985; WRIGHT y MALMO, 1992 y STEVENS *et al.*, 1993). Del mismo modo ha sido usada como una inyección de sostén el día de la inseminación para mejorar la tasa de gestación, particularmente en vacas lecheras (STEVENS *et al.*, 1993; PETERS *et al.*, 2000), con la finalidad de asegurar que la ovulación y la subsecuente luteinización ocurran en el momento apropiado con relación a la inseminación. También se ha empleado en vacas en la primera inseminación artificial con el fin de reducir las altas tasas de mortalidad embrionaria, en años recientes se ha usado entre los días 11 y 14 después del primer servicio de inseminación artificial, con el fin de mejorar la tasa de supervivencia embrionaria al suprimir el mecanismo luteolítico que se presenta si no ocurre el reconocimiento materno de la gestación (PETERS *et al.*, 2000). Sin embargo, en estudios realizados a lo largo de la última década, la incorporación y usos ya conocidos de la GnRH ha llevado a incluirla dentro de un nuevo programa de sincronización del estro y ovulación (STEVENS *et al.*, 1993; PURSLEY *et al.*, 1995), mediante el cual la administración de GnRH en 6 a 7 días antes de aplicar PGF<sub>2α</sub> aumentó el porcentaje de vacas sincronizadas y redujo el tiempo y variabilidad del estro en vacas productoras de carne y novillonas. (BÓ *et al.*, 2002), aplicó GnRH 30 - 36 h después de la extracción del implante y demostró un aumento de las tasas de preñez en *B. indicus*.

El éxito del tratamiento con GnRH en el posparto temprano puede verse limitado debido a la inadecuada retroalimentación positiva de estrógenos en respuesta a los estrógenos provenientes de los folículos inducidos a madurar (WRIGHT y MALMO, 1992). Al respecto (LENTS *et al.*, 2000; DOBSON y SMITH 2000), han sugerido que la exposición a factores de estrés, dieta, raza, condición corporal y la ubicación geográfica afecta la función de la GnRH y pulsos de LH, retrasando el aumento preovulatorio de LH con la consiguiente disminución en la expresión del estro y la incidencia de la ovulación normal afectando el éxito de los protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo.

PURSLEY *et al.*, (1995) desarrollaron un protocolo cuya meta era disminuir la variación entre animales en el momento de la ovulación luego del tratamiento con PGF<sub>2α</sub>, este protocolo utiliza análogos de GnRH seguido de la aplicación de PGF<sub>2α</sub> luego del día 7, una segunda GnRH a las 48 h de la PGF<sub>2α</sub> y se realiza la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) a las 15 a 24 horas de la segunda GnRH, siendo las TP de 26 a 55 % en ganado *B. taurus*. Por otra parte (YELICH, 2002), no encontró diferencias significativas en las TP en *B. indicus* x *B. taurus* las vacas tratadas con un CIDR-B por 7 u 8 días y se aplicó GnRH en el momento de la IATF para inducir a la ovulación.

#### **2.3.4. Uso de la progesterona (P<sub>4</sub>)**

La P<sub>4</sub> es producida por el cuerpo lúteo por acción de la LH. Esta hormona prepara el útero para el implante del embrión y para mantener la gestación (HABICH y JOANDET, 1978). Los progestágenos alteran la función

ovárica suprimiendo el estro y evitando la ovulación. La  $P_4$  reduce la frecuencia de los pulsos de LH (SAVIO *et al.*, 1993), lo cual a su vez suprime el crecimiento del folículo dominante según la dosis. Es importante destacar que la  $P_4$  no suprime la secreción de FSH, por lo tanto, las ondas foliculares siguen emergiendo en presencia de un CL funcional (BLEACH *et al.*, 2004).

La sincronización con progestágenos se basa en el principio de que los progestágenos exógenos pueden mantener una concentración sanguínea durante un período necesario para permitir la regresión del cuerpo lúteo (CL). En ausencia del CL, el retiro de la fuente de progestágenos, resultará un estro sincronizado, los dispositivos de progestágenos actúan simulando la presencia de CL funcional, provocando una retroalimentación negativa sobre la secreción de gonadotropinas, llevando a la presencia de estro de 5 a 6 días, siendo el estro seguido por ciclos estrales normales. En bovinos la respuesta a la inducción del estro con progestágenos puede modificarse por factores tales como: etapa del ciclo estral, estado fisiológico (ciclando o no ciclando), condición corporal, edad, raza, época del año (PALACIOS, 2003).

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. Se utilizaron 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 aplicaron dispositivos intravaginales de la siguiente manera:

Cue - Mate (1,56 g de P<sub>4</sub>), DIB (1 g de P<sub>4</sub>), CIDR (1,9 g de P<sub>4</sub>) y CIDR (1,38 g de P<sub>4</sub>). Todos los dispositivos se colocaron 24 h después de la segunda PGF<sub>2α</sub> y se dejaron por 31 días. Se obtuvieron muestras de sangre para el análisis de P<sub>4</sub> en intervalos de 6 h durante las primeras 24 h, 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 P<sub>4</sub> (ng/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).

#### **2.4. Tasas de detección de celo (TDC) en ganado *B. indicus* usando el dispositivo intravaginal de liberación controlada (CIDR)**

En trabajos realizados con el CIDR-B más benzoato de estradiol (BE) SCHULLER (2008), encontró TDC de 100 - 90 %, resultados muy similares a los reportados por SILVA (2010), quien reporta una TDC de 100 % y CARBAJAL *et al.*, (2005), 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 PGF<sub>2α</sub> - 0.5 mg de CE y 25 mg de PGF<sub>2α</sub> - 0.5 mg de benzoato de estradiol (BE) pos retiro del CIDR fue de 72 y 78 % en vacas brahman (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 se obtuvo tasas de detección de celo de 29.6 y 17.9% en vacas Brahman de tres a siete años de edad (ORTIZ y ORTEGA, 2009).

Cuadro 1. Comparativo de diferentes estudios de protocolos de sincronización de estro con prostaglandinas en *B. indicus*. Michoacán México diciembre del 2006.

Autor	Tratamiento	Aplicación	TDC %
GONZALES et. al., 2001	PGF <sub>2α</sub>	Única	60
LUCY et. al., 2001	25 mg de PGF <sub>2α</sub>	día 0 y 6	64
CRUZ et. al., 1997	25 mg de PGF <sub>2α</sub>	hembras con CL palpable	66
CRUZ et. al., 1997	500 mg de cloroprostenol	hembras con CL palpable	61

Fuente: CORTES (2006)

LAROCCA *et al.*, (2005) obtuvieron 83.7% - 86.7% tasas de detección de celo (TDC) y 33 – 68 % de tasas de preñez (TP) y (LAMMOGLIA *et al.*, 1998) observaron en novillas porcentajes de 94 % de TDC.

JUANCHO (2011) menciona que las tasas de detección de celo usando CIDR- Synch, CIDR-B y CIDR-B + GnRH son 80, 95 y 100%. Estos resultados se asemejan a los reportados por GSTIR (2010), quien encontró TDC de 90, 100 y 80% en vacas brahman tratadas con protocolos P<sub>4</sub> + PGF<sub>2α</sub> + 10, 20 y 30 U.I. de LH-FSH + BE.

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 <sub>4</sub> natural	9 días	85.7
LUCY et. al., 2001	CIDR + PGF <sub>2α</sub>	9 días (CIDR) y PGF <sub>2α</sub> día 8	67 - 87
CHENAULT et. al., 2003	CIDR + PGF <sub>2α</sub>	CIDR 7 día y PGF <sub>2α</sub> al día 4	97.3
STEVENSON et. al., 2003	CIDR + GnRH	CIDR 9 día + GnRH al día 7	78.9

Fuente: CORTES (2006)

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

La TP es la velocidad con la que se preñan las vacas y es el índice más objetivo para monitorear la reproducción en primera instancia. Es el primer indicador que refleja la eficacia del sistema en forma global e integral (PÉREZ, 2007).

La TP utilizando el 0.5 y 1 mg de cipionato de estradiol (CE) pos retiro del dispositivo intravaginal con 1 mg de progesterona (DIB, Syntex) fue de 50 y 42% en vaquillonas de 15 meses de edad de raza Aberdeen Angus (USLENGHI *et al.*, 2010).

Al aplicar 1 mg de benzoato de estradiol (BE) y 1 mg de CE el día nueve de la sincronización más GnRH el día diez de obtuvo tasas de preñez de 53 y 47.3% en vacas brahman de tres a siete años de edad (ORTIZ Y ORTEGA,

2009). Mientras que al aplicar 25 mg de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  - 0.5 mg de CE y 25 mg de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  - 0.5 mg de BE pos retiro del CIDR de obtuvo 51 y 30 % de tasas de preñez en vacas brahman (TORRES *et al.*, 2010).

En otro trabajo de investigación realizado en el Centro de Investigación y producción Tulumayo Anexo la Divisoria – Puerto Sungaro, se aplicó 5 ml  $\text{PGF}_{2\alpha}$  - 1 mg de BE y 5 ml  $\text{PGF}_{2\alpha}$  - 1 mg de CE, pos retiro del implante intravaginal CIDR – B y se obtuvo TP de 20, 18 y 45.45% (SILVA, 2010), similares resultados obtuvo SCHULLER (2008), al utilizar CIDR-B y CIDR-B + GnRH con tasas de preñez de 40 y 60%.

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  $\text{P}_4$  +  $\text{PGF}_{2\alpha}$  + 10, 20 y 30 U.I. de LH- FSH + BE.

BARROS *et al.*, (1995) diseñaron un protocolo de IATF similar al Ovsynch, pero sustituyó la segunda aplicación de GnRH por 1 mg de BE administrado a 24 h de la  $\text{PGF}_{2\alpha}$ ; en este caso se realiza la IATF alrededor de 30 a 34 horas de la aplicación de BE. Este protocolo fue probado en 53 vacas nelore en lactación (60 a 90 pos parto) que estaban ciclando y se confirmó la presencia de cuerpo lúteo; en este caso la tasa de preñez fue de 43.3%.

ROCHA *et al.*, (2004) realizaron investigaciones con el objetivo de testar la posibilidad de sustituir el BE por el CE cuando se retirara el dispositivo en un programa de IATF, para lo cual se utilizaron vacas hereford y angus con 76 días pos parto y una condición corporal de 3 en una escala de 1 a 5. El día cero

todo los animales recibieron el implante CIDR – B combinado con 2 mg de BE i.m. El día 8 los terneros fueron destetados temporalmente por 60 horas. Los dispositivos fueron retirados aplicándose  $\text{PGF}_{2\alpha}$  i.m, luego las vacas fueron divididas en dos grupos: al primer grupo se le aplicó 0.5 mg de CE en día 8 y al siguiente se les trato con 1 mg de BE el día 9. Posteriormente toda las vacas fueron inseminadas entre 52 a 56 horas después de la remoción del dispositivo intravaginal CIDR – B. Las tasas de preñez obtenidas fueron 57.3 % para el CE y 50% para el BE.

ZELAYA (2008) realizó tres experimentos de sincronización de celo en el cual utilizaron 78 vaquillas de ganado de carne divididas en tres grupos: Syntex® (dispositivo intravaginal bovino que contiene 1 g de progesterona natural) + eCG (Gonadotropina Coriónica Equina) (n=22), Terapress® (dispositivo intravaginal bovino que contiene 1 g de  $\text{P}_4$  natural) + eCG (n=27) y Terapress® + GnRH (n=29). No hubo diferencia ( $P>0.05$ ) en cuanto a la inducción de celo entre DIB-Syntex® + eCG, Terapress® + eCG y Terapress® + GnRH con 95.4%, 100% y 100%, respectivamente. En la TP se encontró diferencias ( $P\leq 0.05$ ) DIB-Syntex® + eCG = 73.91%, Terapress® + eCG = 46.43% y Terapress® + GnRH = 31.03%.

ISNADO y ORTIZ (2006) utilizaron CE el día del retiro del implante con progesterona ( $\text{P}_4$ ), y aplicaron BE a las 24 horas pos retiro del implante de  $\text{P}_4$ . 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<sub>4</sub>. Los resultados de la 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.

CRUDELI *et al.* (2006), estudiaron la respuesta de hembras bubalinas a los protocolos hormonales que utilizan factor liberador de gonadotropinas (GnRH) y prostaglandinas (PGF<sub>2α</sub>), en un esquema de inseminación artificial a tiempo fijo versus el uso de dos protocolos que emplean la mitad o la dosis completa de CE. Aleatoriamente se establecieron los grupos G1, G2 y G3. En G1 (n=20) fue usado el protocolo Ovsynch, colocándose el día 0 una dosis de GnRH, el día 7 una dosis de PGF<sub>2α</sub> y el día 9 la segunda dosis de GnRH. En G2 (n=18) se utilizó el protocolo Ovsynch, sustituyendo la segunda dosis de GnRH con media dosis de CE, la cual se colocó el día 7 junto con la dosis de PGF<sub>2α</sub>. En G3 (n=18) se ensayó un protocolo similar a G2 pero empleándose la

dosis completa de CE. Los tres grupos fueron inseminados el día 10. En los días 0 y 9 se determinó la presencia de cuerpos lúteos (CL) y/o folículos mayores de 8 mm y se los relacionó al porcentaje de preñez correspondiente. El día 40 se realizó el diagnóstico de gestación por ultrasonografía y la gestación obtenida fue de 30,0% (G1), 11,1% (G2) y 11,1% (G3), registrándose diferencias significativas entre G1 con G2 y G3 ( $p < 0,05$ ).

COLAZO *et al.*, (2003) diseñaron un experimento para comparar CE, además de una fuente comercial de progesterona con GnRH en un programa de IATF. El Día 0, se administró a las vaquillonas ( $n = 979$ ) un CIDR y 100 ug de GnRH ( $n = 491$ ) y 1 mg de CE además de 50 mg de  $P_4$  ( $n = 488$ ). Se quitaron los CIDR y se administró  $PGF_{2\alpha}$  el Día 7, al grupo de GnRH y el día 8,5 al grupo de CE. Luego se dividió a las vaquillonas en tres grupos para administrarles 0,5 mg de CE al momento de quitar el CIDR, y 24 h más tarde al segundo grupo (con IA 58 a 60 h después de quitar el CIDR), y el tercer grupo recibió una segunda inyección de GnRH al momento de la IA (52 a 54 h después de quitar el CIDR). No hubo diferencia en las TP entre grupos tratados con GnRH (276/491, 56%) o con CE (277/488, 57%) el Día 0. Sin embargo, la tasa de preñez fue mayor ( $P < 0,01$ ) 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. El CE administrado al tiempo del retiro del dispositivo con progesterona resultó en una tasa de preñez del 52% y las vaquillas que

recibieron CE 24 h después de quitar el CIDR tuvieron una tasa de preñez del 65%.

COLAZO *et al.*, (2004) ejecutaron un segundo experimento para determinar los efectos de CE sobre la emergencia de la onda folicular y la tasa de preñez con IATF. El Día 0 se insertó un CIDR a las vaquillonas (n = 58), 1 mg de CE y 100 mg de progesterona. El día 7 se quitó el CIDR y se administró PGF<sub>2α</sub> a las vaquillonas. Luego se asignaron las vaquillonas a tres grupos para administrarles 0,5 mg de CE al momento de la remoción del CIDR, 24 h más tarde y 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 se detectó la preñez. El tamaño de folículo dominante al momento de la remoción del CIDR fue mayor en vaquillonas tratadas con CE (11,3 ± 2,1 mm) que en vaquillonas tratadas con BE (9,8 ± 1,5 mm). Sin embargo, no hubo diferencia en las tasas de preñez entre los grupos con una media general de 71%.

CUTAIA *et al.*, (2005) demostraron que el CE es muy eficaz en inducir la ovulación del folículo dominante de una onda previamente sincronizada con E-17B. A pesar de que el tratamiento con CE resulta en muy bajos niveles de estradiol circulante comparado con otros estradioles, incrementaría la concentración de estradiol por adición a aquella producida por el folículo preovulatorio en forma suficiente como para estimular la liberación de LH. El uso de este estradiol en la inducción del estro y la ovulación mostró ser eficaz

y, por lo tanto, fue investigado más en detalle y reportan que no encontraron diferencias cuando el BE o CE fueron dados 0 o 24 h después de la remoción del DIB.

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  $\text{P}_4$  el segundo grupo recibió 100 pg 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 pg de GnRH, 54 h después de la  $\text{PGF}_{2\alpha}$ , y al mismo tiempo inseminadas. 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).

En otro trabajo de 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 %;  $p < 0.05$ ), 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 ( $p > 0.05$ ). Las hembras que ganaron CC presentaron mayor porcentaje de gestación (52 %;  $p < 0.05$ ) 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).

LAMB *et al.*, (2001) evaluaron 560 vacas angus en dos tratamientos: el primer tratamiento 100 g de GnRH el primer día, luego el día siete aplicó 25 mg de  $\text{PGF}_{2\alpha}$ , y 48 horas una segunda inyección de GnRH seguido de la inseminación (Cosynch,  $n = 287$ ) y el segundo Cosynch más CIDR, durante el día 7 entre la primera inyección de GnRH y  $\text{PGF}_{2\alpha}$  (Cosynch + P,  $n = 273$ ). Las vacas fueron inseminadas en el momento de la segunda inyección de GnRH. Las tasas de preñez fueron mayor ( $P < 0,05$ ) para Cosynch + P<sub>4</sub> (58%) que para Cosynch (48%) y las vacas que tenían folículos  $> 12$  mm el día 2 tuvieron mayor ( $P < 0.01$ ) las tasas de preñez que aquellos con folículos inferior o igual a 12 mm, independientemente del tratamiento. Las vacas acíclicas obtuvieron tasas de preñez mayores ( $P < 0,05$ ) en el Cosynch + P (59%) que en el Cosynch (39%).

## **2.6. Evaluación económica del programa de sincronización de celo: costo por vaca preñada**

Cumplir con la exigencia de producir un ternero por vaca por año es el objetivo principal de todo sistema productivo. Para ello contamos nada más que con 80 días, para que la vaca recupere su actividad cíclica después del parto y quede preñada nuevamente. Por lo tanto las vacas adultas tienen menores posibilidades de quedar preñadas y está en nosotros hacer todo lo posible para obtener una gestación en el menor tiempo posible (CAROTTI, 2010).

La optimización de la eficiencia reproductiva es uno de los principales factores que contribuyen para mejorar el retorno económico en una explotación ganadera. En momentos de crisis como los actuales, hablar de invertir en genética suena a utopía, pero atención, 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 (CAROTTI, 2010).

El costo total para preñar una vaca en dos protocolos es de S/.183.60 y S/.168.00 (SCHULLER, 2008), estos datos son muy similares a SILVA (2010), quien realizó un trabajo de investigación probando tres protocolos utilizando el CIDR – B y sus costos fueron muy elevados de S/.340 por vaca preñada.

En otro trabajo de investigación JUANCHO (2011), menciona que los costos por vacas preñadas usando CIDR-Synch, CIDR-B y CIDR-B + GnRH

son S/.84.27, S/.84.91 y S/.99.58 mientras que GSTIR, (2010), menciona costos de S/.191, S/.165 y S/.256 por vacas preñadas utilizando P<sub>4</sub> + PGF<sub>2α</sub> + 10, 20 y 30 U.I. de LH- FSH + BE en la sincronización de celo de vacas brahman.

Es así que se han registrado datos en vacas europeas de carne de S/. 37.8 (MARTINEZ y OSORTO, 2007), en vacas Brahman de S/. 96.60 (ROSALES, 2007) y en vacas cebuínas de S/. 108.50 (PEREZ, 2007), por vaca preñada.

Datos reportados en otras latitudes el costo de vaquilla preñada fue aproximadamente de S/. 36.8 y S/. 39.6 para los protocolos con CIDR-B y CIDR + GnRH en vacas *B. taurus* en anestro (BUENO y DUNN, 2008); No obstante los costos por vaca preñada fue S/.51.9, S/. 84.9 y S/. 57.00 en ganado Brahman, Gyr y cruce comercial respectivamente (VILLAVICENCIO *et al.*, 2007), mientras que ZELAYA, (2008), reportó costos de \$ 12.20 (DIB - Syntex® + eCG), \$ 22.07 (Terapress® + eCG) y \$ 25.71 (Terapress® + GnRH) por vaquilla preñada.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar y fecha de ejecución**

El presente trabajo experimental se realizó en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo La Divisoria - Puerto Sungaro (CIPTALD-PS), ubicado en el centro poblado menor de Santa Lucia, Distrito de José Crespo y Castillo, Provincia de Leoncio Prado, Región Huánuco ubicado a 610 m.s.n.m y una latitud sur 09°17'58" con longitud oeste 76°01'07" y una humedad relativa de 84%, una temperatura promedio de 25.5 °C y una precipitación pluvial media de 3200 mm por año (SENAMHI, 2011).

El presente trabajo se realizó en la época de mayor precipitación comprendida entre los meses de septiembre y diciembre del 2011.

#### **3.2. Tipo de investigación**

El presente trabajo corresponde a una investigación de tipo experimental.

#### **3.3. Población y muestra**

La población de vacunos del CIPTALD-PS es de 130 cabezas de ganado vacuno de carne. Para el presente trabajo se seleccionó 40 vacas de este lote con más de un parto registrado.

### **3.4. Animales**

Se utilizaron 40 vacas cebuínas (*B. indicus*) del lote de carne. Los animales incluidos tenían una condición corporal de 3.0 y 3.5 (escala 0 a 5), con más de un parto, con ternero al pie y entre 40 a 90 días posparto. Se comprobó el buen estado reproductivo de las vacas por medio de la palpación rectal para determinar aquellas vacas cíclicas, cuernos uterinos en buen estado y ovarios funcionales.

### **3.5. Alimentación**

El sistema de alimentación fue al pastoreo en los potreros que estaban constituidos por pasturas gramíneas como la *Echinochloa polystachya* y *Paspalum conjugatum* en donde estuvieron todo los animales consumiendo la misma calidad de pasto.

Se suministró las sales minerales a discreción a una proporción de 1:3 de sal mineral y sal común. La sal mineral a utilizar fue el suplemento vitamínico mineral, con: Vit. A, Vit. D3, Vit. E, fósforo, hierro, cobre, magnesio, zinc, yodo, cobalto, selenio, calcio y magnesio.

### **3.6. Instalaciones**

Se contó con diferentes instalaciones que facilitan el manejo de los vacunos de carne, entre ellos tenemos: corral de manejo, manga, saleros y bebederos, en donde se realizaron las diferentes actividades como: palpación rectal, implantes de dispositivos intravaginales (CIDR), aplicación de hormonas, inseminación artificial y diagnósticos de preñez.

### **3.7. Sanidad reproductiva**

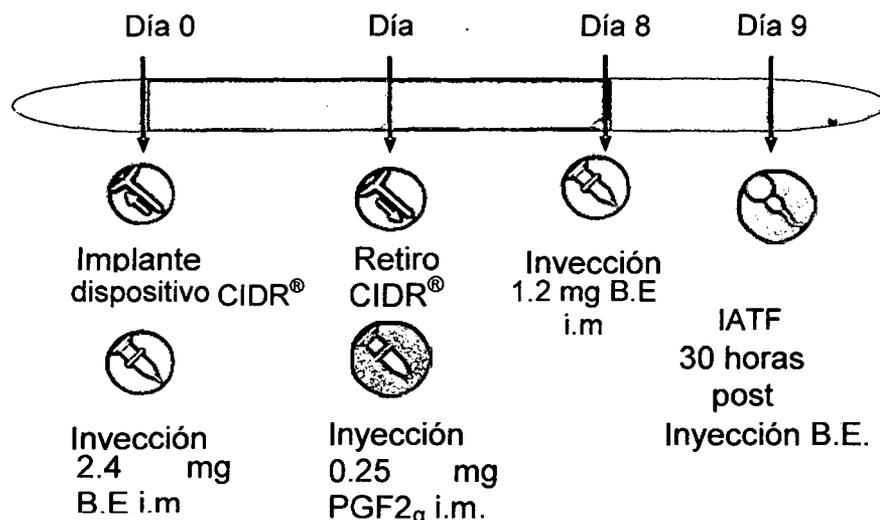
La sanidad reproductiva es importante, es por ello que 30 días antes de realizar el presente trabajo de investigación se realizó una desparasitación con albendazole 10% (30 ml por vaca) y golpe vitamínico con vit. ADE. (5 ml por vaca) y un tratamiento uterino a las vacas sucias que fueron sometidas al programa, para ello se utilizó penicilina G procaínica de 200 000 U.I. (5 ml por vaca) y neoprontosil (12 ml por vaca).

### **3.8. Aplicación de protocolos**

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:

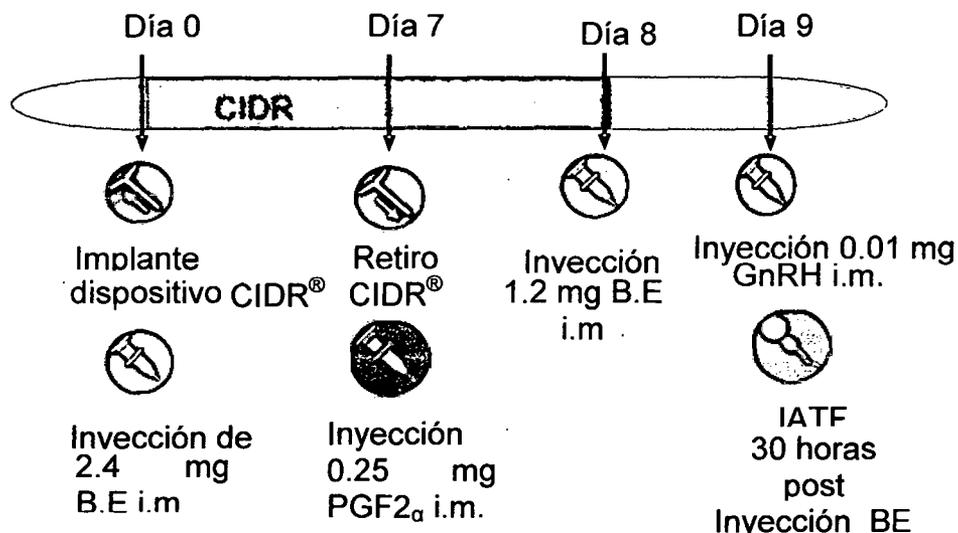
- Protocolo 1(P1): CIDR – B

El día cero se implantó el dispositivo intravaginal CIDR –B + 2.4 mg de benzoato de estradiol (BE) i.m. por vaca; el día siete se retiró el dispositivo CIDR – B y se aplicó 0.25 mg de dinoprost trometamina, equivalente de la  $PGF_{2\alpha}$ , i.m. 24 horas después de retirar el CIDR –B, el día ocho, se aplicó 1.2 mg de BE i.m. por vaca, y 30 horas después, (día 9) se realizó la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).



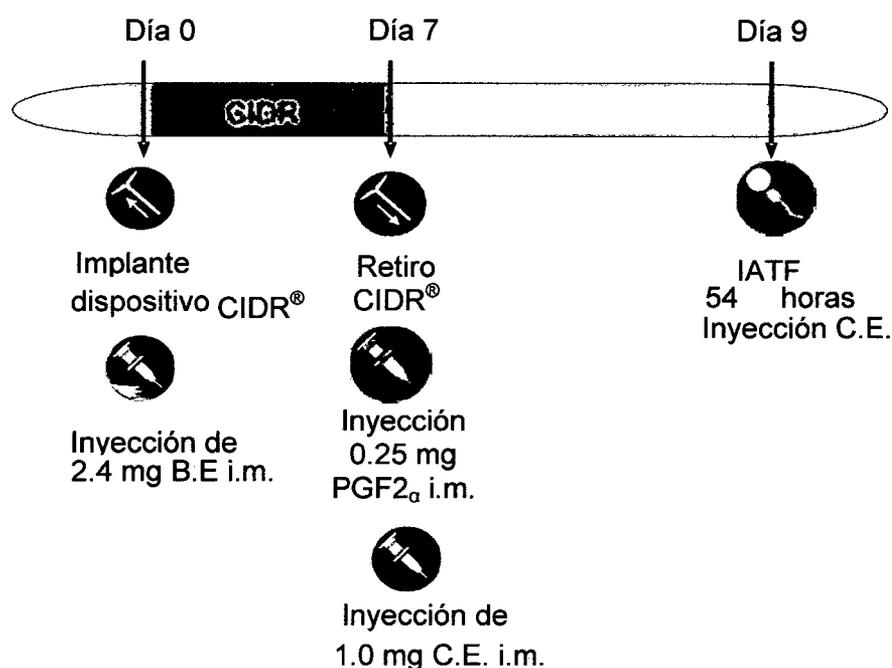
- Protocolo 2 (P2): CIDR –B – GnRH

El día cero se implantó el dispositivo intravaginal CIDR –B + 2.4 mg de benzoato de estradiol (BE) i.m. por vaca; el día siete se retiró el dispositivo CIDR – B y se aplicó 0.25 de dinoprost trometamina, equivalente de la PGF<sub>2α</sub>, i.m. 24 horas después de retirar el CIDR –B, el día ocho, se aplicó 1.2 mg de BE i.m. por vaca, y 30 horas después (día 9), se aplicó una inyección de 0.01 mg de buserelina i.m. y se realizó la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).



- Protocolo 3 (P<sub>3</sub>): CIDR – CE cero horas + PGF<sub>2α</sub>

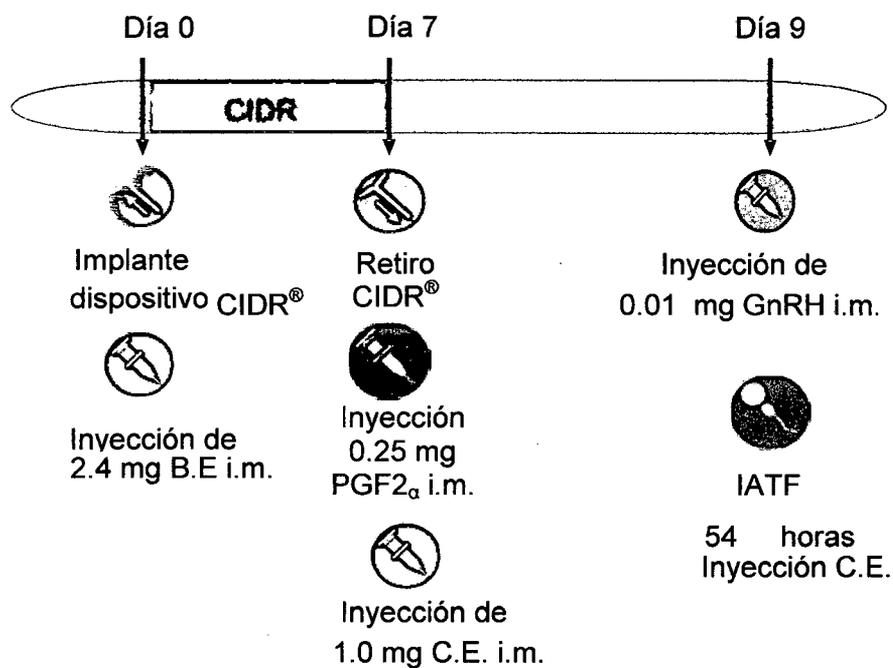
En el día cero se implantó el dispositivo intravaginal CIDR –B + 2.4 mg de benzoato de estradiol (BE) i.m. por vaca; el día siete se retiró el dispositivo CIDR – B y se aplicó 0.25 de dinoprost trometamina, equivalente de la PGF<sub>2α</sub>, i.m. además se aplicó 1.2 mg de cipionato de estradiol (CE) i.m. por vaca, y 54 horas después, (día 9) se realizó la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).



- Protocolo 4 (P<sub>4</sub>): CIDR – CE cero horas + PGF<sub>2α</sub> – GnRH

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 siete se retiró el dispositivo CIDR – B y se aplicó 0.25 de dinoprost trometamina, equivalente de la PGF<sub>2α</sub>, i.m. y además se aplicó 1.2 mg de CE i.m. por vaca, y 54 horas

después (día 9), se aplicó una inyección de 0.01 mg de buserelina i.m. y se realizó la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).



### 3.9. Variable independiente

Protocolos hormonales

### 3.10. Tratamientos

T1 = P1 (CIDR -B)

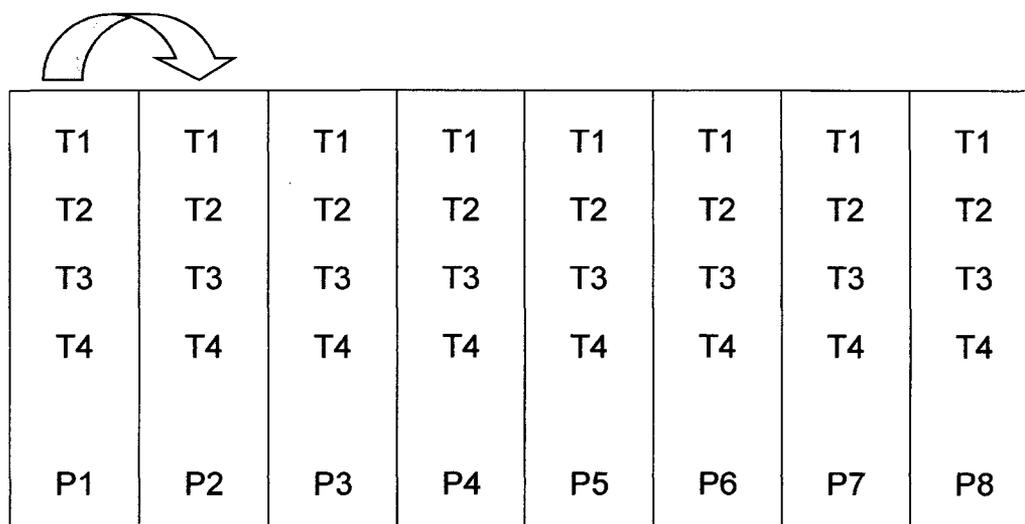
T2 = P2 (CIDR -B) + GnRH (IA)

T3 = P3 (CIDR + CE)

T4 = P4 (CIDR + CE) + GnRH (IA)

### 3.11. Croquis de distribución de los tratamientos dentro de los potreros

Los tratamientos estaban distribuidos en ocho potreros y se realizó la rotación de potreros de acuerdo a la capacidad de los potreros (P).



### 3.12. Análisis estadístico

Su usaron 4 tratamientos y 10 repeticiones por cada tratamiento, en donde la unidad experimental estuvo conformada por una vaca.

Se utilizó estadística descriptiva, tanto para la tasa de detección de celo (TDC) y la tasa de preñez (TP); al estar constituidos por 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 fórmulas.

Prueba de independencia:

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

Para encontrar la frecuencia esperada:

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

El grado de libertad fue:

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

Donde:

$X^2_{cal}$  = 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 a.m., 12:00 m. y 18:00 p.m.), se anotaron los animales en celo para determinar la tasa de detección de celo.

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

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

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

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

$$CT = CF + CV$$

Donde:

$CT$  = Costo total

$CF$  = Costo fijo

$CV$  = Costo variable

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

#### IV. RESULTADOS

##### 4.1. Tasa de detección de celo (TDC) utilizando cuatro protocolos de sincronización de celo e inseminación artificial a tiempo fijo en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo la Divisoria - Puerto Sungaro (CIPTALD – PS).

En el Cuadro 3 de muestra la evaluación a los protocolos de sincronización de celo expresados en TDC. No se observa diferencia estadística significativa ( $P=0.265$ ). Cabe resaltar que el mayor número de animales que presentaron celo fueron en los T1 y T2, seguidos por los T3 y T4.

Cuadro 3. Efecto del CIDR – B, CE y GnRH en protocolos de sincronización sobre la presencia de celo. CIPTALD - PS septiembre - diciembre 2011.

Tratamientos	Número de animales	TDC (%)
T1 = P1 (CIDR –B)	10	100 (10/10)
T2 = P2 (CIDR –B) + GnRH (IA)	10	100 (10/10)
T3 = P3 (CIDR + CE)	10	80 (8/10)
T4 = P <sub>4</sub> (CIDR + CE) + GnRH (IA)	10	90 (9/10)

##### 4.2. Tasa de preñez (TP) utilizando cuatro protocolos de sincronización de celo e inseminación artificial a tiempo fijo en el CIPTALD – PS.

En el Cuadro 4 muestra la evaluación a los protocolos de sincronización de celo evaluados en TP no se observa diferencia estadística significativa

( $P=0.265$ ) para los diferentes tratamiento pero las mejores tasas de preñez se observaron en los T1 y T2, frente a los T3 y T4.

Cuadro 4. Efecto del CIDR – B, CE y GnRH en protocolos de sincronización sobre la Tasa de preñez. CIPTALD - PS septiembre - diciembre 2011.

Tratamientos	Número de animales	TP (%)
T1 = P1 (CIDR –B)	10	50 (5/10)
T2 = P2 (CIDR –B) + GnRH (IA)	10	50 (5/10)
T3 = P3 (CIDR + CE)	10	40 (4/10)
T4 = P <sub>4</sub> (CIDR + CE) + GnRH (IA)	10	40 (4/10)

En la Figura 1 se muestra una relación directa entre TDC y la TP, esto nos indica que a mayor presencia de celo, existe una mayor probabilidad de preñez. Donde con 100% de TDC se logró 50% de TP. En general los cuatro protocolos utilizados muestran elevadas porcentajes de TDC mayores e iguales al 80%. Estos elevados porcentajes de presencia de celo se atribuyen al sinergismo entre los estrógenos y progestágenos (CIDR).

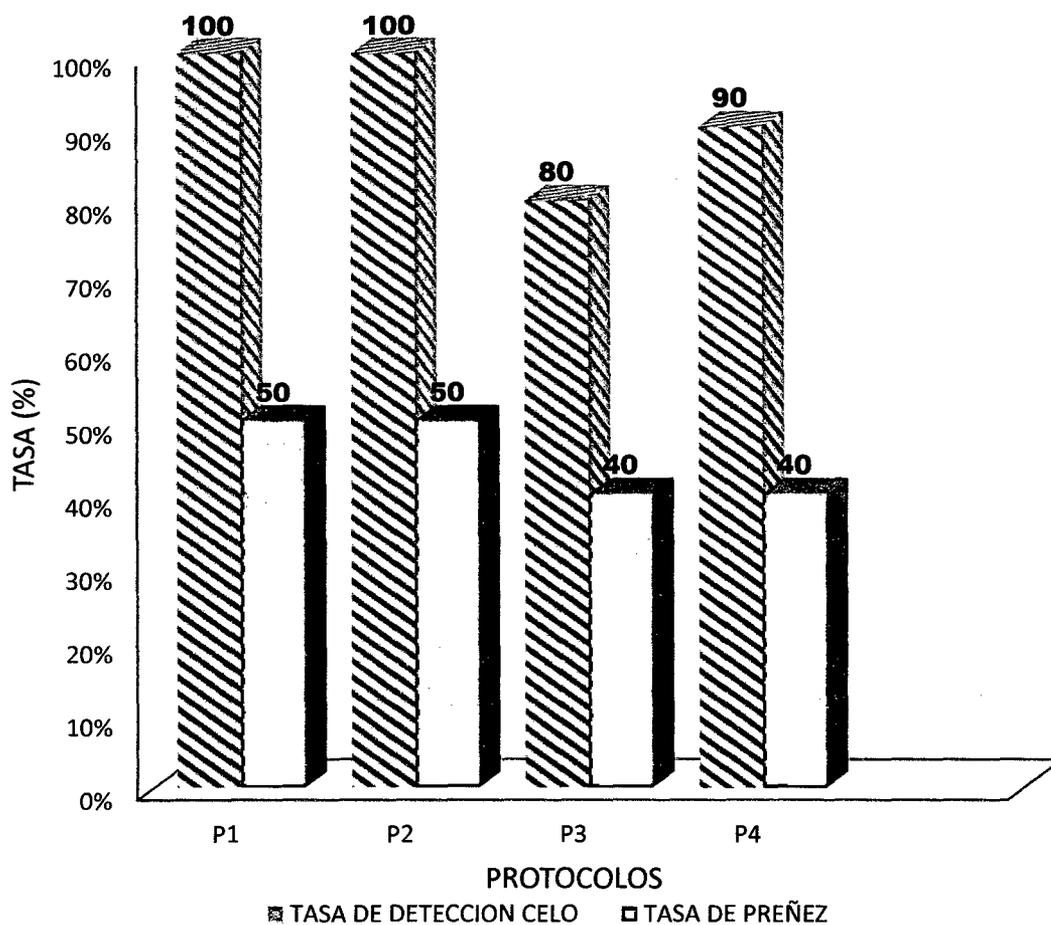


Figura 1. Tasa de detección de celo (TDC) y Tasa de preñez (TP) de acuerdo a los protocolos utilizados en la IATF.

#### 4.3. Costo de preñez por vaca utilizando cuatro protocolos de sincronización de celo e inseminación artificial a tiempo fijo en el CIPTALD – PS

En el Cuadro 5 se muestra el costo que representaría tratar una vaca bajo diferentes protocolos de IATF en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo la Divisoria - Puerto Sungaro (CIPTALD-PS), de acuerdo a los protocolos adoptados en el presente trabajo. Estimar los costos por tratamiento

nos servirá para determinar los costos por vaca tratada y preñada. Los tratamientos con menor costo para tratar una vaca fueron el T1 y T3, este costo es bajo con respecto al T2 y T4 en los cuales se utilizó un análogo a la GnRH, que es una hormona con un alto costo que se adicionó a los protocolos.

Cuadro 5. Efecto del CIDR – B, CE y GnRH en protocolos de sincronización sobre el costo por vaca tratada. CIPTALD - PS septiembre - diciembre 2011.

Tratamientos	Costo total por tratamiento (S/.)	Costo total por vaca tratada (S/.)
P1 (CIDR –B)	902.9	90.29
P2 (CIDR –B) + GnRH (IA)	1152.9	115.29
P3 (CIDR + CE)	909.9	90.99
P <sub>4</sub> (CIDR + CE) +GnRH(IA)	1159.9	115.99

En el Cuadro 6 se muestra el costo que representaría preñar una vaca bajo diferentes protocolos de IATF en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo la divisoria - Puerto Sungaro (CIPTALD-PS), de acuerdo a los protocolos adoptados en el presente trabajo. Los tratamientos con menor costo para preñar una vaca fueron el T1 y T3, este costo es bajo con respecto al T2 y T4.

Cuadro 6. Efecto del CIDR – B, CE y GnRH en protocolos de sincronización sobre el costo por vaca preñada. CIPTALD - PS septiembre - diciembre 2011.

Tratamientos	Costo total por tratamiento (S/.)	Costo total por vaca preñada (S/.)
P1 (CIDR –B)	902.9	180.58
P2 (CIDR –B) + GnRH (IA)	1152.9	230.58
P3 (CIDR + CE)	909.9	181.98
P <sub>4</sub> (CIDR + CE) + GnRH (IA)	1159.9	231.98

## V. DISCUSIÓN

### **5.1. Tasa de detección de celo (TDC) utilizando cuatro protocolos de sincronización de celo e inseminación artificial a tiempo fijo en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo la Divisoria - Puerto Sungaro (CIPTALD – PS)**

El uso del protocolo de sincronización de celo CIDR-B tiene la particularidad de generar siempre una alta TDC (100%) en los animales del CIPTALD-PS (RENGIFO, 2005; DÍAZ, 2010) y en otros lugares de similar cruce racial, condición climática y manejo (SCHULER, 2008; GSTIR, 2010 y JUANCHO, 2011), el cual 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). La presencia del celo en vacas bajo programas de IATF es relativamente fácil de observar, ya que el periodo de observación de celo no es mayor a 48 horas, siendo la monta el signo más notorio (MELLISHO, 2006).

Las TDC encontrados en presente trabajo se encuentran entre el 80 – 100%, aparentemente esto nos indicaría una alta TP pero investigaciones realizadas confirma lo contrario, que a menor TDC mayores porcentajes de TP (MARCELO *et al.*, 2000; ZELAYA, 2008 y JUANCHO, 2011). Los resultados

permiten afirmar que el BE al inicio del tratamiento de sincronización, con el implante CIDR – B, suprime la formación o disminuye el diámetro del folículo dominante, pero este tratamiento no siempre garantiza una regresión completa del cuerpo lúteo, por ello la administración de  $\text{PGF}_{2\alpha}$ , en el momento del retiro del implante permite asegurar la regresión del cuerpo lúteo (CARBAJAL *et al.*, 2005).

Como se indicó anteriormente similares TDC fueron encontradas en otras localidades con ganado cebuino, así (SCHULLER, 2008) en Codo de Pozuzo usando CIDR-B y CIDR-B + GnRH logró TDC de 90 y 100% respectivamente, resultados similares a los reportados por (JUANCHO, 2011), quien utilizó CIDR- Synch, CIDR-B y CIDR-B + GnRH y las TDC fueron 80,95 y 100%, así también (GSTIR, 2010), reporta TDC similares (90, 100 y 80%) en vacas brahman tratadas con protocolos  $\text{P}_4 + \text{PGF}_{2\alpha} + 10, 20$  y  $30 \text{ U.I. de LH-FSH} + \text{BE}$ .

En otro trabajo de investigación realizado 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 BE pos retiro del CIDR. Las TDC fueron de 72 y 78 % en vacas brahman. (TORRES *et al.*, 2010). Datos que no concuerdan a los reportados por (ORTIZ y ORTEGA, 2009), quienes en un trabajo de investigación utilizaron 1 mg de BE y 1 mg de CE el día nueve de la sincronización más GnRH el día diez y se obtuvo TDC de 29.6 y 17.9% en vacas brahman de tres a siete años de edad.

En otros trabajos de sincronización de celo utilizando  $\text{PGF}_{2\alpha}$ , (LAROCCA *et al.*, 2005), obtuvieron 83.7% - 86.7% de TDC y 33 – 68 % de TP y

(LAMMOGLIA *et al.*, 1998) observaron en novillas porcentajes de 94 % de TDC. Utilizando una sola aplicación de PGF<sub>2α</sub>, (GONZALES *et al.*, 2001), reportó TDC de 60%, mientras (LUCY *et al.*, 2001), quien aplicó 25 mg de PGF<sub>2α</sub> el día 0 y 6 de la sincronización a hembras con cuerpo lúteo obtuvo TDC de 64%, datos similares son reportados por (CRUZ *et al.*, 1997), quien realizó tratamientos a hembras con cuerpo lúteo con 25 mg de PGF<sub>2α</sub> y 500 mg de cloroprostenol y los resultados obtenidos fueron de 66% y 61% de TDC.

Una alta TDC fue reportado por (CHENAULT *et al.*, 2003), quien realizó trabajos de sincronización con el CIDR – B y una aplicación de PGF<sub>2α</sub> el día 4 la TDC obtenida fue de 97.3%, (LUCY *et al.*, 2001), refiere que encontró TDC de 67- 87% al utilizar el CIDR – B y aplicar de PGF<sub>2α</sub> el día 8. Datos similares a los reportados por (STEVENSON *et al.*, 2003), quien reportó TDC de 78.9 % utilizando GnRH el día 7 de la sincronización con el CIDR.

## **5.2. Tasa de preñez (TP) utilizando cuatro protocolos de sincronización de celo e inseminación artificial a tiempo fijo en el CIPTALD – PS.**

Si bien es cierto que los protocolos de sincronización de celo empleados en el presente trabajo logran altas TDC (80 – 100 %), pero esto no asegura una mayor TP, es así que no hubo diferencia estadística significativa en la TP lograda en el presente trabajo de investigación, pero los tratamientos que presentaron mayor TP fueron los que utilizaron BE (T1 y T2, 50 %), se esperaba que el T4 (CE y GnRH) tendría la mayor respuesta, debido a que en un trabajo anterior en el CIPTALD-PS se obtuvieron TP más altas con un protocolo que reemplaza el BE por el CE, aplicado al día del retiro del CIDR

versus uno que utiliza el protocolo convencional con BE (SILVA , 2010), sin embargo en un trabajo realizado por (ORTIZ y ORTEGA, 2009), al aplicar 1 mg de BE y 1 mg de CE el día nueve de la sincronización más GnRH el día diez se obtuvo TP de 53 y 47.3 %, y (TORRES *et al.*, 2010), al aplicar 25 mg de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  - 0.5 mg de CE y 25 mg de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  - 0.5 mg de BE pos retiro del CIDR de obtuvo 51 y 30 % de TP en vacas brahman, datos similares pero utilizando 0.5 y 1 mg de CE pos retiro del dispositivo intravaginal con 1 mg de  $\text{P}_4$  en vaquillonas de raza aberdeen angus, (USLENGHI *et al.*, 2010), indica haber encontrado TP de 50 y 42%.

En otros trabajos de investigación en los cuales se observa los efectos del CE sobre la TP y la emergencia de la onda folicular (COLAZO *et al.*, 2003; COLAZO *et al.*, 2004), reportan que la TP en vacas fue de 52 – 71% mientras en vaquillonas fue de 65%. Sin embargo (ROCHA *et al.*, 2004; ISNADO y ORTIZ, 2006), al sustituir el BE por el CE el día 8 pos retiro del dispositivo intravaginal, reportan TP en un rango de 40 - 57.3%. Por tanto concluyen que al utilizar CE en remplazó del BE se obtiene TP equivalentes, con la única ventaja que al utilizar CE se reduce un día de trabajo (COLAZO *et al.*, 2003; COLAZO *et al.*, 2004; CUTAIA *et al.*, 2005 y PERALTA *et al.*, 2009).

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 (JARA, 1993), además de provocar una oleada de LH que induce la ovulación de folículos maduros, lo que permite mostrar estro e inducir un pico endógeno de LH (WRIGHT y MALMO, 1992; LEMASTER *et al.*, 2001 y

STEVENS *et al.*, 2003), 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 (STEVENS *et al.*, 1993; PURSLEY *et al.*, 1995; PETERS *et al.*, 2000 y BÓ *et al.*, 2002); pero, el éxito del tratamiento puede limitarse debido a una inadecuada retroalimentación positiva de los estrógenos y factores como el estrés, raza, condición corporal y la ubicación geográfica (WRIGHT y MALMO, 1992; LENTS *et al.*, 2000 y DOBSON y SMITH 2000), o estado fisiológico del animal (cíclicas o acíclicas) (LAMB *et al.*, 2001), es así que en el presente trabajo de investigación no existió diferencia estadísticas en los tratamientos en los cuales se utilizó la GnRH al momento de la inseminación artificial (T2 y T4) reportándose 50 – 40% de TP. Datos similares utilizando GnRH en diferentes protocolos fueron reportados por (SCHULLER, 2008) y (JUANCHO, 2011), así mismo GSTIR, (2010), reporta TP de 50, 60 y 40% en vacas brahman tratadas con  $P_4 + PGF_{2\alpha} + 10, 20$  y 30 U.I. de LH- FSH + BE.

En otros trabajos relacionados con la aplicación de GnRH en diferentes protocolos de sincronización, (BARROS *et al.*, 1995), quien sustituyó la segunda dosis de GnRH del protocolo Ovsynch por 1 mg de BE y obtuvo TP de 43.3%, (MARCELO *et al.*, 2000), quien estudió la respuesta a la TP en ganado de carne con el dispositivo CIDR-B más  $PGF_{2\alpha}$  y CIDR-B con GnRH y encontró TP de 76% y 48%, pero YELICH, (2002), reporta que no existe diferencia en las TP en *B. indicus* x *B. taurus* aplicando GnRH al momento de la inseminación, (ZELAYA, 2008), reporta que al utilizar dispositivo intravaginales de progesterona asociadas con eCG y GnRH encontró TP de 73.97, 46.43 y

31.03%, datos muy superiores a los mencionados por (CRUDELI *et al.*, 2006), quien utilizó GnRH y CE en IATF en bubalinas y las TP obtenidas fueron 30, 11 y 11%.

### **5.3. Costo de preñez por vaca utilizando cuatro protocolos de sincronización de celo e inseminación artificial a tiempo fijo en el CIPTALD – PS.**

La implementación de la inseminación artificial a tiempo fijo en vacunos siempre está sujeta a un costo. Los costos para preñar una vaca son relativamente altos son para el T2 (S/.230.58) y T4 (S/.231.98) y menores costos fueron para los T1 (S/. 180.58) y T3 (S/.181.98),el cual se atribuye al resultado de la mayor TP con la aplicación de estos tratamientos. Sin embargo los costos resultantes en nuestro trabajo son inferiores para los T1 y T3 a los obtenidos por (SCHULLER, 2008), quien menciona que los costos por vaca preñada utilizando protocolos con el CIDR son de 183.60 y S/. 168.00 y superiores a los obtenidos por (JUANCHO, 2011), quien al utilizar CIDR-Synch, CIDR-B y CIDR-B + GnRH encontró costos por vaca preñada de S/.84.27, S/.84.91 y S/.99.58 y los reportados por (GSTIR, 2010), quien reporta costos de S/.191,S/.165 y S/.256 por vaca preñada utilizando P<sub>4</sub> + PGF<sub>2α</sub> + 10, 20 y 30 U.I. de LH- FSH + BE. Pero nuestros elevados costos coinciden con los encontrados por (SILVA, 2010), quien realizó un trabajo de investigación en el mismo lugar y reporto un elevado costo de S/.340 por vaca preñada.

Costos por vacas preñadas relativamente más bajos fueron reportados por (MARTINEZ y OSORTO, 2007), quien encontró un costo de S/.37.8. En

vacas brahman el costo fue de S/. 96.60 (ROSALES, 2007), y en vacas cebuínas de S/. 108.50 por vaca preñada (PEREZ, 2007). Datos similares fueron reportados vaquillas cuyos costos fueron S/. 36.8 y S/. 39.6 para los protocolos con CIDR-B y CIDR + GnRH en vacas *B. taurus* en anestro (BUENO y DUNN, 2008). No obstante los costos por vaca preñada fue S/. 51.9, S/. 84.9 y S/. 57.00 en ganado brahman, gyr y cruce comercial respectivamente (VILLAVICENCIO *et al.*, 2007), de igual manera ZELAYA, (2008), reportó costos de \$ 12.20 (DIB - Syntex® + eCG), \$ 22.07 (Terapress® + eCG) y \$ 25.71 (Terapress® + GnRH) por vaquilla preñada.

## **VI. CONCLUSIONES**

No hubo diferencia estadísticas significativas entre los tratamientos respecto a la tasa de detección de celo (TDC), siendo mayor los tratamientos T1 (100%) y T2 (100%), seguido del T4 (90%) y por el T3 (80%).

No hubo diferencia estadísticas significativas entre los tratamientos respecto a la tasa de preñez (TP), los resultados no coinciden con lo planteado en la hipótesis, siendo mayor el tratamiento T1 (50%) y T2 (50%), seguido del T3 (40%) y por el T4 (40%).

Los menores costos por vaca preñada se obtuvieron en el T1 (S/.180.58) y T3 (S/.181.98), seguidos por los T2 (S/.230.58) y T4 (S/.231.98).

## **VII. RECOMENDACIONES**

Realizar trabajos de investigación con ecógrafos evaluando los folículos en el momento de la inserción de CIDR e IA.

Investigar protocolos de IATF con destete temporario.

## ABSTRACT

The experiment was performed in Tulumayo Annex La Divisoria - Puerto Sungaro Research and Production Center, Rupa Rupa district, Leoncio Prado province, Huánuco Region - Perú, to evaluate the reproductive performance in zebu cows using four synchronization protocols in a fixed-time artificial insemination (TAI) program. 40 cows with 2 to 4 births and a BCS of 3.0 to 3.5 (scale of 1 to 5) were used. The animals were distributed into four groups of 10 cows and treated with different protocols: CIDR -B (T1), CIDR -B + GnRH - IA (T2), CIDR + CE (T3) y CIDR + CE + GnRH - IA (T4). The protocols consist: at day zero progesterone implant (CIDR) and 2.4 mg estradiol benzoate (EB) were applied, at day eight the implant was removed and 0.25 mg of dinoprost tromethamine (equivalent to PGF 2) was applied to all treatments and for T3 and T4 1.2 mg of estradiol cypionate (EC) were added, 24 hours after 1.0 mg of EB was applied to T1 and T2 and 54 hours after implant removed an artificial insemination (AI) was done and 0.01 mg of Buserelin was applied to T2 and T4. The test of independence of chi - square was used, there was no significant difference ( $P > 0.05$ ) for the tested variables (heat detection rate and pregnancy rate). The cost for pregnant cow was for T1 = 180.58 T2 = 230.58, T3 = T4 = 181.98 and 231.98 soles. We conclude that the application of GnRH at the time of AI does not improve pregnancy rate in regular protocols of IATF.

Keywords: zebu, CIDR, GnRH, estradiol benzoate, estradiol cypionate, Pregnancy Rate, Detection rate of zeal.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- BÓ, G., BARUSELLI, P., MORENO, D., CUTAIA, L., CACCIA, M., TRIBULO, R., TRIBULO, H. y MAPLETOFT, R., 2002. The control of follicular wave development for self-appointed embryo transfer programs in cattle. *Theriogenology* 57, 53–72.
- BÓ, G., CUTAIA, L., BROGLIATTI, G., MEDINA, M., TRÍBULO, R. y TRÍBULO, H. 2001. Programas de inseminación artificial a tiempo fijo en ganado bovino utilizando progestágenos y estradiol. Resúmenes cuarto simposio Internacional de Reproducción animal. Huerta grande. Córdoba; 117 – 136.
- BARROS, C., FIGUEIREDO, R. y PINHEIRO, O. 1995. Estro, ovulacao e dinámica folicular en cebuinos. *Rev Bras Reprod Anim*; 19 : 9-22.
- BLEACH, C., GLENCROSS, R. y KNIGHT P. 2004. Association between ovarian follicle development and pregnancy rate in dairy cows undergoing spontaneous o estrous cycles. *Reproduction*, 127: 621-629.
- BRITT, J. 1985. Enhanced reproduction and its economic implications. *J. Dairy Sci.* 1585 -1592.

- 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.
- 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](http://www.produccion-animal.com.ar/informac). Artículo. 16 de enero del 2012.
- 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.
- COLAZO, M., KASTELIC, J., MARTÍNEZ, M., WHITTAKER P., WILDE, R., AMBROSE, J., CORBETT, R y MAPLETOFT R. 2004 Fertility following fixed-time AI in CIDR-treated beef heifers given GnRH or estradiol cypionate and fed diets supplemented with flax seed or sunflower seed. *Theriogenology* 2004; 61: 1115-1124.

- COLAZO M., KASTELIC J. y MAPLETOFT R. 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* 2003; 60: 855-865.
- CUTAIA, L., BALLA, E., y BÓ, G. 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 abstr.
- CHENAULT, J., BOUCHER, J., DAME, K., MEYER, J. y WOOD, S. 2003. Intravaginal progesterone insert to synchronize return to estrus of previously inseminated dairy cows. *Journal of Dairy Science* 86: 2039-2049.
- CRUDELI, G., PELLERANO, G., FONTANA, S., AMUCHASTEGUI, F. y MOLINARI, J. 2006. Inseminación artificial a tiempo fijo en la búfala. Comparación de diferentes dosis de cipionato de estradiol versus protocolo Ovsynch. [En línea]: <http://www.vet.unne.edu.ar/revista/17-1/RevVetvol17-06-inseminacin.pdf>. Artículo científico. 29 de enero del 2012.
- CRUZ, R., SOTO, E., ARANGUREN, J., GARCÍA, M, y DE LA HOZ, C. 1997. Sincronización del celo y fertilidad en vacas y novillas mestizas tratadas con dosis de PGF<sub>2α</sub> o sus análogos. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 5:381-383.

- DOBSON, H. y SMITH, R. 2000. What is stress, and how does it affects reproduction. Anim. Reprod. Sci. 60–61, 743–752.
- 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 brahmán. Tesis. Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 41 p.
- GONZÁLEZ, F., BAS, F., CACERES, N. y RAHAUSSEN, E. 2001. Efecto de la sincronización con prostaglandina, en el posparto temprano, sobre el comportamiento reproductivo en vacas lecheras de alta producción. Ciencia e Investigación Agraria 28:15-22.
- HABICH, G y JOANDET, G. 1978. Eficiencia reproductiva de Bovinos. Análisis cuantitativo de la importancia de varios de sus parámetros componentes. [En línea] [www.produccion-animal.com.ar/informac](http://www.produccion-animal.com.ar/informac). Artículo. 15 de enero del 2012.
- ISNADO, R. y ORTIZ, T. 2006. Cipionato de estradiol vs. Benzoato de estradiol en la sincronización de celo en vacas y vaquillas cebuinas. [En línea]:[http://www.fcv.uagrm.edu.bo/sistemabibliotecario/doc\\_tesis/ISNADO-20101103-164948.pdf](http://www.fcv.uagrm.edu.bo/sistemabibliotecario/doc_tesis/ISNADO-20101103-164948.pdf). Tesis. 13 de enero del 2012.
- JAGGER, J., PETER, A. y LAMMING, G . 1987 .Hormone responses to low dose GnRH treatment in post – partum beff cows. J. Reprod. Fert 80: 263.

- JARA, W. 1993. Hormonas de la reproducción animal. Edit. Editec S.R.L. Lima –Perú. 136 p.
- JOE, B Y JOHN, W.1980. Reproducción animal aplicada. Edit. El manual moderno, S.A. México. 358 p.
- 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.
- LAMB, G., STEVENSON, J., KESLER, D., GARVERICK, H., BROWN, D. y SALFEN, B. 2001. Inclusion of an intravaginal progesterone insert plus GnRH and prostaglandin F<sub>2</sub> $\alpha$  for ovulation control in postpartum suckled beef cows. J. Anim. Sc.
- LAMMOGLIA, M., SHORT, S., BELLOWS, R., BELLOWS, M., MACNEIL, H. y HAF S. 1998. Induced and synchronized estrus in cattle: dose titration of estradiol benzoate in peripuberal heifers and postpartum cows after treatment with and intravaginal progesterone realizing insert and prostaglandin J. Anim. Sci. 76: 1662 – 1670.
- LAROCCA, C., LAGO, I., FERNANDEZ, A., ROSES, G., LANZA, R., UGON, P., y DEVINCENZI, J. 2005. Alternativas para la sincronización del estro en vaquillonas Holstein Uruguayo (HU). Vol. 2: 45-67. [En línea]: <http://www.serbi.luz.edu.ve/scielo.php>. Revista, 14 de enero del. 2012.

LEMASTER, J., YELICH, J., KEMPFER, J., FULLENWIDER, J., BARNETT, C., FANNING, M. y SELPH, J. 2001. Effectiveness of GnRH plus prostaglandin F2 for estrus synchronization in cattle of *B. indicus* breeding. J. Anim. Sci. 79, 309–316.

LENTS, C., WHITE F. J., LALMAN, D. y WETTEMANN, R. 2000. The effects of body condition and protein supplementation of postpartum beef cows on estrus behavior and follicle size. J. Anim. Sci. 83(Suppl. 1):212.

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<sub>2α</sub> 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.

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, G. y OSORTO, R. 2007. Evaluación de dos métodos de sincronización de la ovulación en ganado de carne. Tesis Ing. Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana. Honduras. 15p.

McGOWAN, M. 1999. Sincronización de celo y programas de inseminación artificial a tiempo fijo en ganados *Bos indicus* . Resúmenes tercer

simposio internacional de Reproducción Animal, Carlos Paz, Córdoba, Argentina; 71- 82.

MELLISHO, E. 2006. Curso práctico de reproducción animal. Universidad Nacional Agraria la Molina. Práctica nº 8.

ODDE, K. 1990. Review of synchronizacion of estrus in postpartum cattle. J.Anim. Sci. V. 68, 817p.

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](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 mas PGF<sub>2α</sub> . Tesis. Universidad de Colima. Colombia.

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*.

PÉREZ, J. 2007. Tasa de preñez en vacas con dispositivos intravaginales CIDR® nuevos y usados dos o tres veces por siete días, en la Hacienda Santa Elisa, El Paraíso, Honduras. [En línea]: <http://zamo-oti->

02.zamorano.edu/tesis\_infolib/2007/T2470.pdf. Tesis. Ing. Agrónomo. 16 de enero del 2012.

PETERS, A., MARTINEZ, T. y COOK, A. 2000. Meta –analysis of studies of the effect of GnRH 11 -14 days after insemination on pregnancy rates in cattle. *Theriogenology*.54: 1317-1326.

PONCE, R. 1990. Potencial de producción de los bovinos en el trópico de México.[Enlínea]:<http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVv0l3/CVv3c12.pdf>. revista.19 de enero del 2012.

PURSLEY, J., MEE, M. y WITBANK, M. 1995. Synchronizacion of ovulation in dairy cows using PGF<sub>2α</sub> and GnRH . *Theriogenology*; 44: 915 – 923.

RENGIFO, A. 2007. Efecto del dispositivo intravaginal CIDR-B en la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en ganado cebuino (*B. indicus*). Tesis Ing. Zootecnista. UNAS. Tingo María. 60p.

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* v 68. P. 444-448.

ROGAN, D., MARTINEZ, M., BÓ, G., CHESTA, P., FERESIN, F. y MAPLETOFT R. 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.

- ROSALES, D. 2007. Efecto de dos protocolos para sincronizar la ovulación sobre la tasa de preñez en ganado Brahman en Zamorano. Tesis Ing. Agronomo. Zamorano, Honduras. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. 22p.
- 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.
- SAVIO, J., THATCHER W., MORRIS G., ENTWISTLE, K., DROST, M. y MATTIACCI, M. 1993. Effects of induction of low plasma progesterone concentrations with a progesterone-releasing intravaginal device on follicular turnover and fertility in cattle. Journal Reproduction Fertility, 98:77-84.
- 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.
- STEVENS, R., SEGUIN B. y MOMONT, H. 1993. Simultaneous iryection of PGF and GnRH into diestrus dairy cows delays return to estrus. Theriogenology. 39: 373-380.
- 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.

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.

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.

USLENGHI, G., CHAYER, R. y CALLEJAS, S. 2010. Efectividad del cipionato de estradiol inyectado al final de un tratamiento con progesterona sobre la eficiencia reproductiva. Artículo científico. 20 de enero del 2012.

VILLAVICENCIO, P., HINCAPIÉ, J., MATAMOROS, I. y CASTILLO, R. 2007. Respuesta de dos razas cebuínas y un cruce comercial a la inducción y sincronización del celo utilizando el dispositivo intravaginal de liberación de progesterona CIDR®. Tesis Ing. Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana. Honduras. 14p.

- WRIGHT, P. y MALMO, J. 1992. Pharmacologic manipulation of fertility. *Vet Clin. North .Am: food anim.* 8(1: 57 -89).
- YELICH, J., 2002. A vaginal insert (CIDR) to synchronize estrus and timed-AI. In: *Factors Affecting Calf Crop: Biotechnology of Reproduction*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp. 87–100.
- ZÁRATE, J. 2008. Alternativas de manejo y uso de CIDR, progesterona,  $\beta$ -estradiol y  $\text{PGF}_{2\alpha}$  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 enero del 2012.
- 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](http://zamo-oti-02.zamorano.edu/tesis_infolib/2008/T2695.pdf). Tesis. 18 de enero del 2012.

**ANEXO**

Cuadro 7. Análisis estadístico de la tasa de detección de celo (programa estadístico infostat). Tingo María enero del 2012.

Estadístico	VALOR	GL	P
Chi Cuadrado Pearson	3.96	3	0.2654
Chi Cuadrado MV-G2	4.8	3	0.187
Coef.Conting.Cramer	0.22		
coef.conting.Pearson	0.3		

Cuadro 8. Análisis estadístico de la tasa de preñez (programa estadístico infostat). Tingo María enero del 2012.

Estadístico	VALOR	GL	P
Chi Cuadrado Pearson	0.4	3	0.9394
Chi Cuadrado MV-G2	0.4	3	0.9393
Coef.Conting.Cramer	0.07		
coef.conting.Pearson	0.1		

Cuadro 9. Costos de la inseminación artificial con pajillas de semen importadas de Brasil de toros brahman rojo y hereford

Detalle	cantidad	unidades	Unid S/.	costo parcial
<b>Bienes</b>				<b>5657</b>
CIDR - B	4	bolsas	610	2440
Lutalyse	7	frasco	95	665
ECP	1	frasco	24	24
Conceptal	10	frasco	50	500
Estrovet	1	frasco	33	33
Penicilina	3	frasco	70	210
Rojovet	4	frasco	25	100
Pajilla de semen	40	unidades	40	1600
Guantes de plástico	40	unidades	1	40
Fundas	40	unidades	1	40
Pipetas	5	unidades	1	5
<b>Servicios</b>				<b>190</b>
Personal de apoyo	5	Jornales	20	100
Internet	10	horas	1	10
Impresiones	300	unidades	0.15	45
Copias	200	unidades	0.1	20
Transporte	10	carreras	1.5	15
Sub total (S/.)				5847
Imprevistos (10%)				584.7
<b>TOTAL</b>				<b>6431.7</b>