

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA**



**“RESPUESTA DEL PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN OVSYNCH Y  
LA IATF EN VACAS CRUZADAS DE CRIANZA EXTENSIVA, EN LOS  
DISTRITOS DE LOS MOROCHUCOS Y CHUSCHI. AYACUCHO, 2012”**

**Tesis para obtener el Título Profesional de Médico Veterinario**

**LIZARBE GAVILÁN, Liz Fiorella**

**Ayacucho – Perú**

**2013**

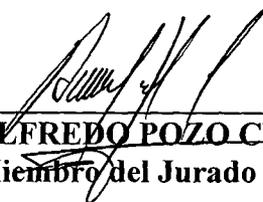
**“RESPUESTA DEL PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN OVSYNCH Y LA IATF EN VACAS CRUZADAS DE CRIANZA EXTENSIVA, EN LOS DISTRITOS DE LOS MOROCHUCOS Y CHUSCHI. AYACUCHO, 2012”**

**Recomendado** : 10 de julio de 2013.  
**Aprobado** : 25 de julio de 2013.



---

**Mg. ALFREDO SALVADOR CÓRDOVA LÓPEZ**  
Presidente del Jurado



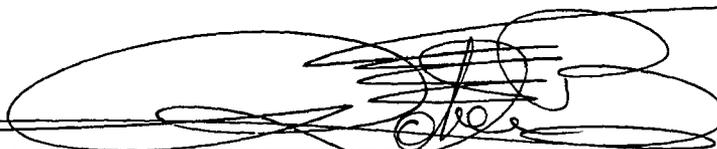
---

**M.V. ALFREDO POZO CURO**  
Miembro del Jurado



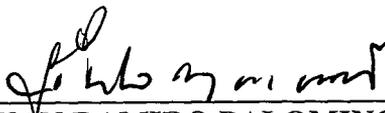
---

**Mg. CARLOS ALBERTO PISCOYA SARMIENTO**  
Miembro del Jurado



---

**Ing. ROGELIO SOBERO BALLARDO**  
Miembro del Jurado



---

**Dr. JUAN RAMIRO PALOMINO MALPARTIDA**  
Decano (e) de la Facultad de Ciencias Agrarias

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo principalmente a Dios por darme la vida y permitirme escalar un peldaño más. A mi mamita Mary Gavilán Pozo, mis hermanos John y Pamela, y familia en general por ser pilares fundamentales y fuerza motora que dirige mi vida, los que me ofrecen su apoyo incondicional y amor ilimitado; gracias a los cuales llegué a una de mis metas.

A mi compañero incondicional Aníbal, que está a mi lado en todo momento para ser mi motivación en aquellas situaciones buenas y difíciles de mi vida, mi formación y de este largo camino por recorrer.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi alma máter, la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, a la Facultad de Ciencias Agrarias y a la Escuela de Formación Profesional de Medicina Veterinaria, que con sus docentes inculcaron en mí, los conocimientos importantes para la formación universitaria, de lo que estoy completamente agradecida.

*Con inmensa gratitud al Médico Veterinario Alfredo Pozo Curo, docente de la E.F.P. de Medicina Veterinaria, asesor del presente trabajo, por su tiempo, orientación y experiencia brindada para la ejecución y consecución del presente anhelo.*

Al Ingeniero Zootecnista Elmer Meza Rojas, Co-Asesor de la presente tesis, por su apoyo en la parte experimental y procesamiento de la data estadística.

Al Proyecto de Extensión “Fortalecimiento de los Sistemas de Producción, Transformación y Comercialización de Productos Agropecuarios en las Comunidades Alto Andinas de la Provincia de Cangallo”, Componente Lácteos. Municipalidad Provincial de Cangallo – Fondo Ítalo Peruano (FIP). Por su apoyo financiero en la ejecución experimental del trabajo de investigación.

A mis amigos, trabajadores del proyecto del FIP, quienes colaboraron conmigo en la ejecución del trabajo de tesis. Asimismo a mis mejores amigos y amigas con quienes compartí momentos agradables de mi vida y me brindaron el aliento para continuar adelante.

## INDICE

<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>6</b>
<b>CAPITULO I: REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>8</b>
1.1. <i>Antecedentes</i> .....	8
1.2. Marco teórico .....	16
1.2.1. Fisiología de la reproducción.....	16
1.2.2. Ciclo estral .....	17
1.2.3. Dinámica folicular.....	20
1.2.3.1. Fase folicular.....	21
1.2.3.2. Fase luteal.....	21
1.2.4. Detección de celo .....	22
1.2.5. Sincronización de celo.....	23
1.2.5.1 Hormonas vinculadas.....	24
1.2.6. Protocolo de sincronización ovsynch.....	26
2.4.3.1. Eficiencia del protocolo.....	29
1.2.7. Inseminación artificial.....	30
1.2.7.1. <i>Inseminación artificial a tiempo fijo</i> .....	31
1.2.8. Diagnóstico de gestación.....	33
1.2.9. Factores que afectan el desempeño reproductivo.....	34
1.2.9.1. Anestro.....	34
1.2.9.2. Nutrición.....	35
1.2.9.3. Condición corporal.....	35
1.2.9.4. Efecto clima.....	37
<b>CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>38</b>
2.1. Localización.....	38
2.2. Duración .....	38
2.3. Materiales.....	38

2.4. Procedimiento.....	40
2.5. Análisis estadístico .....	47
<b>CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>48</b>
3.1. Respuesta al protocolo de sincronización ovsynch en vacas cruzadas de crianza extensiva.....	48
3.2. Tasa de no retorno al estro .....	53
3.3. Tasa de preñez en vacas cruzadas de crianza extensiva como respuesta al protocolo de sincronización ovsynch e IATF....	54
<b>CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>62</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>64</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>71</b>

## INTRODUCCION

Hace ya algunos años, en nuestro departamento se ha incursionado el uso de biotecnologías reproductivas, entre las más usadas destaca la inseminación artificial (IA) en aquellos lugares donde ya existen animales mejorados o cruzados; generándose adicionalmente el problema del desabastecimiento del mencionado servicio por falta de vías de comunicación por lo alejado de los lugares o por desconocimiento del uso de esta herramienta.

El bajo índice reproductivo de las vacas es uno de los puntos críticos de las explotaciones ganaderas, siendo la variable que más afecta, la deficiente detección de celo; siendo necesario el uso de diferentes técnicas de manipulación del ciclo estral para sincronizar el celo en días predeterminados y facilitar el manejo (Alvarado et al., 2012). La baja detección de celos aunado a otros factores como el déficit de fósforo en los suelos, factores medioambientales y alto número de vacas repetidoras, contribuyen a la desconfianza del uso de la técnica prefiriendo usar sementales aún por monta natural.

Las intervenciones hormonales han sido utilizadas para aumentar la probabilidad de detección de celo e inseminación y para aumentar las tasas de preñez en animales lecheros en diferentes sistemas de manejo (Bó, 2011). Sin embargo, las experiencias de la IATF han sido ampliamente estudiadas en vacunos lecheros; por lo que se plantea una alternativa que pueda mejorar la eficiencia reproductiva en vacas cruzadas de crianza extensiva y a condiciones de altura, eliminándose la *tediosa labor de detección de celos y la poca disponibilidad de personal capacitado en la*

inseminación artificial. Su eficiencia está condicionada por factores como: técnica del inseminador, edad, raza, factores climáticos, estado fisiológico, condición corporal, y momento de la inseminación.

El presente trabajo de investigación evalúa la respuesta a la sincronización de la ovulación (Ovsynch) para la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), siendo los objetivos:

**OBJETIVO GENERAL:**

- Evaluar la respuesta del protocolo de sincronización Ovsynch y la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en vacas cruzadas de crianza extensiva.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- *Determinar el porcentaje de celo observable y la tasa de preñez en vacas tratadas con el protocolo Ovsynch.*
- Evaluar la relación entre la presencia de signos de celo observables, condición corporal y momento de ciclo estral en el que se inicia el tratamiento hormonal con la tasa de preñez en vacas cruzadas de crianza extensiva.

## **CAPITULO I**

### **REVISION DE LITERATURA**

#### **1.1. ANTECEDENTES**

“Comparación del programa Ovsynch con el tratamiento con Prostaglandinas, en vacas de rodeos lecheros. Argentina”. Este estudio utilizó 310 vacas y 155 vaquillonas para comparar el programa Ovsynch con el tratamiento con prostaglandinas (PGF). El grupo Ovsynch recibió 100 µg de GnRH (Cystorelin®, Merial), 25 mg de Dinoprost (Lutalyse®, Upjohn) 7 días más tarde, una segunda dosis de GnRH 30 a 36 h después de la PGF y fueron inseminados artificialmente a tiempo fijo (IATF) 16 a 20 h después de la segunda GnRH. El grupo control recibió 25 mg PGF en el Día 0 y fueron observadas para detectar celo e IA de acuerdo a la rutina AM/PM. Las vacas que no fueron detectadas en celo fueron nuevamente tratadas con PGF 14 d después y las que no entraron en celo recibieron una tercera dosis de PGF 14 días más tarde y si no se observó celo fueron IATF 72 a 80 h después del tratamiento; mostrándose los resultados en el cuadro 1.1 (Pursley et al., 1997).

Cuadro 1.1: Porcentaje de preñez de vaquillonas y vacas, servidas después del tratamiento con PGF (control) o del esquema Ovsynch.

CATEGORÍA	N° TOTAL	CONTROL (%)	OVSYNCH (%)
Vaquillonas	155	74.4	35.1
Vacas lactantes de 60 a 75 días	83	39.4	26.0
Vacas lactantes de más de 65 días	227	38.8	43.4
TOTAL (VACAS)	310	38.9	37.8

Fuente: Pursley et al., 1997.

“Efectividad de la inseminación artificial a través de la sincronización del celo en bovinos. Venezuela”. Se separaron al azar dos grupos, el grupo ‘Ovsynch’ y grupo ‘Control’ de 10 vacas cada una; en cuanto a la edad es equitativamente para ambos grupos. Cuando se evaluó la frecuencia de celo en el total de animales tratados con el protocolo Ovsynch fue de 60% y para el grupo Control 50%. En el experimento se determinó un índice de servicio por concepción de 1,4 para el grupo Ovsynch y 1,6 para el control en los animales estudiados; al momento de evaluar la gestación se obtuvo una proporción de 70% para el grupo Ovsynch y de 30% para el grupo control. Deduciendo de esto, que la aplicación del producto fue más efectiva para el presente estudio; afirmando así que la aplicación del método es factible dentro de los rebaños venezolanos (Galiano y Molina, 2008).

“Uso del protocolo Ovsynch en el control del anestro postparto en vacas mestizas doble propósito. Venezuela”. Para evaluar el efecto del protocolo sobre parámetros en vacas mestizas doble propósito en anestro y definir el momento óptimo de la IATF; se seleccionó 37 de 48 vacas acíclicas para ser asignadas como T1: protocolo Ovsynch con IATF a las 24 horas post última inyección de GnRH (n=14); T2: Ovsynch con IATF a las 16 horas post última inyección de GnRH (n=11); C: Control (n=12). Como resultados, la tasa de estros prematuros en el caso de las vacas asignadas al protocolo Ovsynch fue de 30,5% respecto a los dos tratamientos, de

ellos 16.2% de animales muestran celo prematuro post aplicación de la primera dosis de GnRH y el 14.3% lo hacen posterior a la aplicación de la dosis de prostaglandina.. La tasa de concepción par el T1 fue de 42.8% y 9.1% para el T2. No fueron encontradas diferencias para la tasa de preñez en el T1 (50%) y T2 (45,5%), pero ambos presentaron mayores tasas de preñez en comparación con las vacas Control (25%). El intervalo tratamiento-preñez fue menor en el T1 (38,9 días) comparado con el 62,4% del T2 y el control (62,4 y 60,0 días). En conclusión, el tratamiento Ovsynch con la IATF 24 horas posterior a la última inyección de GnRH, resultó en una mayor tasa de concepción y acortó el intervalo tratamiento-preñez en vacas mestizas en anestro post parto y mejoró la eficiencia reproductiva de las ganaderías bovinas de doble propósito (Gutiérrez *et al.*, 2005).

“Relación entre la administración de GnRH, la condición corporal y la fertilidad en vacas lecheras. Argentina”. Este estudio incluyó a 2,437 vacas lecheras, donde el porcentaje de concepciones mejoró cuando se administró la GnRH en el primer apareamiento posparto en las vacas con una condición corporal inferior a 3.0, independientemente de su edad (Heuwieser *et al.*, 1994).

“Efecto de la sincronización con Ovsynch y la inseminación artificial a tiempo fijo durante estrés térmico estival en el vacuno lechero lactante. Argentina”. Hallaron que el programa Ovsynch mejoraba el desempeño reproductivo en el grupo tratado. Los porcentajes de gestación fueron mayores para las vacas inseminadas a tiempo fijo con Ovsynch (13,9%±2,6) (el que trabajó con animales de condición corporal de 1.5 a 2.5) y el grupo Control (4,8%±2,5), al igual que lo fue el porcentaje general de gestaciones a los 120 días posparto, siendo para el Ovsynch 27%±3,6 y 16,5%±3,5 para el grupo control. Los autores también reportaron una reducción en el número de días improductivos de las vacas del grupo tratado que concebían antes de los 120 días tras el parto, siendo para el Ovsynch 77,6 días ±3,8 frente a 90,0 días ±4.2 del grupo control; además el intervalo hasta la primera monta o inseminación con Ovsynch fue 58,7 días ±2,1 y 91,0 días ±1,9 para el grupo control. También a la evaluación económica del programa aplicado para la primera inseminación o monta

en los meses estivales reveló un incremento de los ingresos netos por vaca (De la Sota *et al.*, 1998).

Al evaluar el efecto del estrés por calor sobre la tasa de gestación en vacas lecheras sincronizadas con ovsynch; la eficiencia del protocolo de sincronización ovsynch convencional en vacas lecheras potencialmente subfértiles (condición corporal de 2.25), obtuvieron una tasa de gestación del 12.5%, durante una época calurosa (Ambrose *et al.*, 1998).

“Evaluación del protocolo Ovsynch de inseminación artificial a tiempo fijo y determinación temprana de gestación en búfalas, durante la estación reproductiva. Colombia”; los animales recibieron el día cero GnRH (100 $\mu$ g), día siete PGF2 $\alpha$  (25mg), el día nueve GnRH (50 $\mu$ g) y se les inseminó 16 horas después de esta última aplicación; luego se tomó muestra de sangre el día 18 y 21 después de la inseminación artificial (I.A.) para determinar la tasa de gestación mediante las concentraciones plasmáticas de progesterona por el método de quimioluminiscencia, determinándose 30% de preñez. En el día 20, nueve búfalas diagnosticadas como no preñadas por sus bajos niveles de progesterona fueron resincronizadas con 50 $\mu$ g de GnRH e inseminadas a las 16 horas después de esta última aplicación. Cuatro meses después, nueve de las veinte búfalas fueron diagnosticadas como preñadas por palpación rectal (45%); cuatro búfalas (67%) de las seis diagnosticadas como preñadas por sus altos niveles de progesterona confirmaron esta condición después de la palpación rectal, mientras que 5 (36%) de las 14 diagnosticadas como no preñadas por sus bajos niveles de progesterona mostraron resultado positivo de preñez al momento de la palpación. En resumen, el experimento indicó que el uso de la sincronización de la ovulación para inseminación a tiempo fijo durante la estación reproductiva favorable, con búfalas multíparas de buena condición corporal presenta resultados satisfactorios, mientras que el diagnóstico de gestación por determinación de las concentraciones plasmáticas de progesterona en el día 18 y 21 después de la I.A. mostró que no es un método seguro para la detección temprana de gestación en búfalas de agua (Ramírez, 2005).

“Evaluación de la influencia del día de ciclo estral en el que se inicia el protocolo Ovsynch y los porcentajes de gestación en vacas lecheras lactantes. Uruguay”. Los resultados se resumen en el cuadro 1.2. (Vasconcelos *et al.*, 1999).

Cuadro 1.2: Evaluación de la influencia del ciclo estral en el que se inicia el Protocolo Ovsynch y la tasa de preñez.

<b>Día del ciclo estral</b>	<b>1° inyección de GnRH</b>	<b>2° inyección de GnRH</b>
1-4	23%	94%
5-9	96%	89%
10-16	54%	85%
17-21	77%	81%
<b>Total</b>	<b>64%</b>	<b>87%</b>

Fuente: Vasconcelos *et al.*, 1999.

A partir de este estudio se puede concluir que los porcentajes deberían ser mayores cuando el protocolo Ovsynch se inicia entre los días 5 y 12 del ciclo estral. La monitorización del ciclo estral de la vaca para seleccionar el momento más prometedor para iniciar el protocolo Ovsynch es, no obstante, poco práctica y, en cierta manera, actúa en contra de la idea de este sistema como algo práctico independientemente de la fase del ciclo en que se encuentre la vaca (Vasconcelos *et al.*, 1999).

“Efecto del intervalo entre la segunda GnRH y la IATF, en la tasa de concepción. Argentina”; el estudio demostró que aquellas vacas inseminadas al mismo tiempo que recibían la segunda dosis de GnRH, tenían una tasa de concepción (TC) más baja que aquellas vacas inseminadas a las 16 horas de la segunda GnRH. El mismo estudio demostró que las vacas inseminadas a las 32 horas de la segunda GnRH tenían la TC más baja de todo el estudio como se muestra en la fig. 1.1. (Pursley *et al.*, 1998).

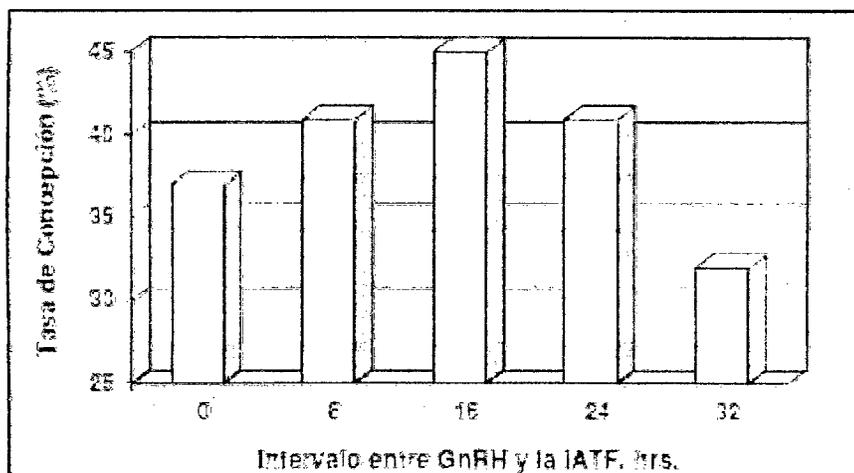


Fig. 1.1: Efecto del intervalo entre la segunda GnRH y la IATF en la tasa de concepción.

Fuente: Pursley et al., 1998.

“Uso del protocolo Ovsynch en el control del anestro postparto en vacas mestizas de doble propósito. Venezuela”. Este estudio utilizó 36 vacas que fueron tratadas hormonalmente; obteniéndose tasas de preñez de 50% y 45% para la IATF a las 24 y 16 horas de la última dosis de GnRH respectivamente; de las cuales el 30.5% presentaron estro prematuro antes de la finalización del tratamiento hormonal (después de la primera dosis de GnRH o después de la prostaglandina); y de estos el 16.2% lo hizo antes de la inyección de prostaglandina, es decir después de la primera dosis de GnRH; y el restante 14.3% post prostaglandina (Gutierrez et al., 2005).

Cuadro 1.3: Tasa de preñez en vacas en anestro tratadas con Ovsynch a las 24 horas (T1) y 16 horas (T2) posteriores a la última aplicación de GnRH.

TRATAMIENTO	Nº	PREÑADAS	TASA DE PREÑEZ %
T1	14	7	50.00
T2	11	5	45.5

Fuente: Adaptado de Gutierrez et al., 2005.

Cuadro 1.4: Porcentaje de vacas que exhibieron estro prematuro (EP) durante el tratamiento hormonal.

TRATAMIENTO	Nº	EP	%
Ovsynch	36	11	30.5
Control	12	1	8.3

*Fuente: Adaptado de Gutierrez et al., 2005.*

En un trabajo de investigación determinando la tasa de estros prematuros previos a la IATF producto del protocolo de sincronización Ovsynch, obtuvieron que el 25% de las vacas manifestaron actividad de celo antes de terminar el protocolo; de éstas el 20% y 5% de celos antes y después de prostaglandina (Dejarnette et al., 2001).

“Evaluación del uso de la progesterona, prostaglandina y benzoato de estradiol como protocolo de sincronización de ovulación en bovinos de la Unidad de Producción Alpachaka-UNSCH”; cuyo proceso utilizó 10 vacas testigo (inseminación a celo visto) y 10 vacas en tratamiento, aplicándose a estos últimos, 2 ml de benzoato de estradiol vía intramuscular (IM), consecuente con la aplicación del dispositivo intravaginal (CIDR) impregnado en progesterona, en el día 0; el día 8 se retiró el dispositivo y se aplicó 0.5 mg de cloprostenol sódico vía intramuscular; el día 9 se aplicó 1 mg de benzoato de estradiol IM; finalmente el día 10, se les inseminó. Se obtuvieron como resultados, un 100% de ovulación en vacas y vaquillas, en vacas testigo 50% de celo natural, de las cuales ninguna preñó ya que repitieron celo después de la inseminación artificial. La tasa de concepción obtenida a los 20-24 días mediante ecografía del grupo de animales tratados con hormonas, fue similar para vacas y vaquillas (60%). La tasa de preñez a los 80-90 días fue del 20% en vacas y 0% en vaquillas por lo que se presume que hubo mortalidad embrionaria. Por lo tanto el protocolo es útil para sincronizar ovulación en vacas y vaquillas de la zona altoandina (Palomino, 2010).

“Utilización de la prostaglandina F2 alfa para sincronizar el estro en bovinos. México”. El estudio reporta la presentación de celos en 93% y 73% para vacas y vaquillas

respectivamente; concluyendo que existe una mayor respuesta al celo para el caso de vacas (González y Ruiz, 1975).

“Eficiencia en el uso del protocolo de sincronización ovsynch con resincronización en búfalos en el NEA Argentino”. Se ejecutó un trabajo para dos años, 2002 y 2003, con un total de 28 y 55 búfalas respectivamente para los años mencionados, con edades de 3 a 10 años y una condición corporal de 3 a 5 en la escala de 1 (emaciada) a 5 (obesa). Durante el experimento, los animales fueron mantenidos a campo, de acuerdo con las disponibilidades forrajeras. Los resultados para el porcentaje total de preñez para los años 2002 y 2003 fue de 50% (de 28 hembras) y 44% (de 55 hembras) respectivamente, siendo la tasa de concepción media de 50.2%; en tanto para la resincronización, los mismos fueron del 65 y 71% para el 2002 y 2003 respectivamente. Este trabajo, fue pionero en esta área, es decir la utilización de la resincronización, con la ayuda de la ultrasonografía, haciendo referencia al efecto de la condición corporal de las búfalas sobre el porcentaje de preñez, se pudo observar que este último se ve favorecido por el aumento de la condición corporal de las hembras. Estos resultados se pueden apreciar en el cuadro 1.5 (Kisuret *al.*, 2003).

Cuadro 1.5 Relación de la condición corporal y la tasa de preñez sobre la eficiencia del protocolo ovsynch.

CONDICION CORPORAL	2002		2003	
	N° DE ANIMALES	% DE PREÑEZ	N° DE ANIMALES	% DE PREÑEZ
< 3	10	40	20	30
3.5	13	53.8	25	52
>4	15	60	10	50
TOTAL	28	50	55	44

Fuente: adaptado de Kisuret *al.*, 1998.

## 1.2. MARCO TEÓRICO

### 1.2.1. FISIOLÓGÍA DE LA REPRODUCCIÓN

Los cambios a nivel del control reproductivo, se encuentran regulados por el sistema nervioso central y el sistema endocrino. El sistema endocrino y el sistema nervioso funcionan para iniciar, coordinar y regular las funciones del aparato reproductor. El sistema endocrino utiliza hormonas, conocidos como mensajeros, para regular los procesos corporales, que son sustancias que inhiben, estimulan o regulan la actividad funcional del órgano o tejido blanco (Hafez y Hafez, 2000).

Muchas hormonas son usadas en la manipulación de la actividad reproductiva, estos basados en imitar fielmente los cambios endocrinos fisiológicos, mientras que otros tienen un fundamento más empírico (Arthur *et al.*, 1996).

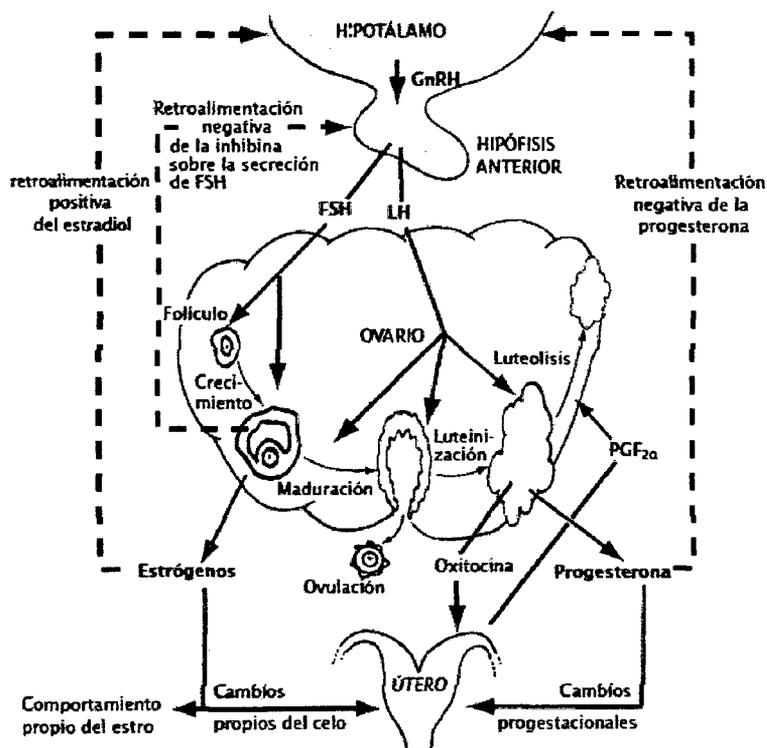


Fig. 1.2. Cascada hormonal de la vaca.

Fuente: Intervet, 2007.

### 1.2.2. CICLO ESTRAL

También es denominado ciclo ovárico, se puede definir como el ciclo biológico reproductivo de las hembras, cuyo acontecimiento central es la ovulación o liberación del folículo preovulatorio de un oocito maduro (Illera, 1994).

Además es el ciclo que transcurre entre un estro y el siguiente, el cual puede durar  $21 \pm 3$  días en la vaca (Wanttiaux, 1999).

Involucra la secreción y liberación de un gran número de hormonas, tales como la GnRH por el hipotálamo, la hormona folículo estimulante (FSH) y la luteinizante (LH) por la adenohipófisis, estrógenos ( $E_2$ ), progesterona ( $P_4$ ) y oxitocina (OT) por el ovario y la prostaglandina ( $PGF_2$ alfa) por el útero (Wettman *et al.*, 1992).

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

Consta de varias fases, que detallaremos:

**a. Proestro:** El proestro precede al celo y se caracteriza por el desarrollo y maduración del folículo ovulatorio. Un evento hormonal característico de esta etapa es el incremento de la frecuencia de los pulsos secretorios de FSH y LH que conducen a la maduración del folículo ovulatorio, el cual se refleja en la concentración de  $E_2$ , ocasionando un incremento en el aporte sanguíneo provocando el estro y desencadenando el pico preovulatorio de LH, iniciando así el ciclo estral (Mazzuchelliet *al.*, 2002).

El útero aumenta de tamaño, el endometrio está congestionado y edematoso y sus glándulas presentan abundante actividad secretora. La mucosa vaginal está hiperémica y el número de capas celulares que forman

su epitelio se incrementan, estando cornificadas las más superficiales (Arthur *et al.*, 1996).

**b. Estro:** Periodo en que acepta al macho. El comienzo y final del estro son momentos perfectamente detectables en el ciclo estral y por utilizables como puntos de referencia para determinar la duración del mismo. La hembra generalmente busca al macho y permanece quieta en su presencia para que la cubra (Arthur *et al.*, 1996).

El calor o estro se manifiesta cuando una vaca se deja montar, ya sea por una compañera o por un toro, este periodo puede durar entre 4 a 27 horas, con un promedio de 18 (UNALM, 2006).

Ocurre la ovulación, que involucra la liberación de óvulos desde un folículo maduro. Esta ovulación ocurre 24 a 30 horas después de la aparición del estro, o de 10 a 12 horas antes de que termine el calor (Gasque, 2008).

**c. Metaestro:** Es la fase inmediatamente posterior al estro. Las células granulosas del folículo que ha ovulado se transforman en células luteales a partir de las cuales se forma el cuerpo lúteo. En esta fase se reducen las secreciones de las glándulas uterinas, cervicales y vaginales (MINAG, 2003).

- ✓ Bajos niveles de estrógenos.
- ✓ Presencia de un cuerpo hemorrágico.
- ✓ Ovulación en la vaca.
- ✓ Se reducen drásticamente las contracciones uterinas.
- ✓ Las glándulas endometriales siguen creciendo.
- ✓ Algunas vacas pueden sangrar en esta etapa (MINAG, 2003).

Durante esta etapa también ocurre la ovulación de la vaca, y comienza la organización celular y desarrollo del cuerpo lúteo. En esta etapa el aparato reproductor cambia del dominio de  $E_2$  al de  $P_4$  se descongestiona gradualmente y sus secreciones se tornan viscosas y empiezan a disminuir, es el periodo en que ocurre la fecundación (Hafez y Hafez, 2000).

**d. Diestro:** *Periodo en que el cuerpo lúteo es funcional, formándose grandes cantidades de progesterona. Desaparece la hiperplasia e hipertrofia de las glándulas uterinas y el cuello uterino se contrae. Las secreciones del aparato genital son escasas y pegajosas. La mucosa vaginal se vuelve pálida (Arthur et al., 1996).*

El periodo del ciclo estrual en que el cuerpo lúteo es funcional se denomina en ocasiones como fase luteal del ciclo estral para diferenciarlo de la fase folicular (Arthur et al., 1996).

Los eventos desencadenantes son:

- ✓ Altos niveles de progesterona.
- ✓ Bajos niveles de FSH.
- ✓ *El útero secreta fluidos, pero el volumen decrece dentro de un plazo.*
- ✓ Se detiene las contracciones uterinas.
- ✓ El cuerpo lúteo regresiona al terminar este periodo si la hembra no está preñada (UNALM, 2006).

**e. Anestro:** Es el periodo en que el sistema reproductor permanece en reposo. El crecimiento folicular es mínimo, el cuerpo lúteo aunque identificable, está en regresión y no es funcional. Las secreciones del tracto genital son escasas y pegajosas, el cuello uterino está cerrado y la mucosa vaginal pálida (Arthur et al., 1996).

### 1.2.3. DINÁMICA FOLICULAR

Mediante el uso de la ultrasonografía ha sido posible confirmar que los folículos bovinos se desarrollan en ondas y que en cada ciclo estral se producen 2 ó 3 ondas foliculares. Estas ondas foliculares consisten en que un grupo de folículos antrales que inician un crecimiento hasta los 4 mm y a partir de allí se produce una selección de un folículo dominante, que continua con su crecimiento, mientras que los demás folículos se convierten en subordinados e inician un proceso de atresia. La emergencia de la primera onda folicular, sea en ciclos de 2 ó 3 ondas, ocurre inmediatamente después de la ovulación, mientras que la segunda onda ocurre entre los días 9 ó 10 en ciclos de 2 ondas y en los días 8 ó 9 en los ciclos de 3 ondas, con una tercera onda emergiendo en los días 15 y 16 (Ginther *et al.*, 1989).

En cada ovario de la vaca, están presentes miles de folículos, pero uno solo es ovulado en cada ciclo estral. Se ha revelado que el desarrollo de folículos ováricos durante el ciclo estral de la vaca ocurre en un patrón con forma de onda u oleada, con una oleada como mínimo y cuatro como máximo; el patrón más frecuente es el de tres ondas. De cada onda un folículo grande individual y dominante sigue creciendo al tiempo que impide que los demás folículos crezcan más de 4 mm de diámetro. Este crecimiento está favorecido por la hormona FSH, pero los folículos grandes antrales de 7 a 9 mm de diámetro, transfieren sus requerimientos de Gonadotropina a LH. La conservación y regresión del folículo dominante se vincula con cambios de la  $P_4$  y LH. Sólo uno o dos de los folículos grandes presentes muy poco antes del inicio del estro, logran aumento repentino de crecimiento y se convierten en folículos de Graaf maduros, capaces de ovular. El folículo se colapsa después de la ovulación, y en su lugar se abre una cavidad que se cubre de células del cuerpo lúteo; este cuerpo alcanza madurez unos siete días después de la ovulación y funciona durante ocho o nueve días más, antes de experimentar la regresión finalmente (Hafez y Hafez, 2000).

La población folicular de las hembras bovinas es muy heterogénea, por lo cual, en base a sus características estructurales se pueden diferenciar 3 tipos de folículos: folículos primordiales, cuentan con 200 000 al nacimiento y 2 500 a los 14 años, folículos preantrales (100 - 1000) y folículos antrales (50 - 300). A su vez, dentro de estos últimos se pueden diferenciar 2 subpoblaciones en función de su respuesta a las gonadotropinas: folículos sensibles a las gonadotropinas (1 - 3 mm de diámetro), de los cuales comienzan a crecer cuando se produce un incremento en la concentración endógena de FSH y folículos dependientes de las gonadotropinas, los cuales sufren atresia cuando se produce una disminución en la concentración de FSH (Quintela, 2006).

**1.2.3.1. Fase Folicular:** En esta fase, se da el desarrollo folicular resultando un incremento de los niveles séricos de estrógeno, el cual cambia la conducta de la vaca durante el estro, así mismo el óvulo y el folículo alcanzan los estadios finales de maduración, ovulando aproximadamente 12 horas después de terminado el estro, el óvulo es expulsado hacia el interior del oviducto y las células que permanecen en el ovario comienzan a formar el cuerpo lúteo (Hafez y Hafez, 2000).

**1.2.3.2. Fase Luteal:** Se da la formación y maduración del cuerpo lúteo, el cual secreta altas concentraciones de  $P_4$  que previene el crecimiento completo de los folículos provocando atrofia y es necesaria para mantener la gestación en la vaca, de lo contrario una regresión del cuerpo lúteo conducirá a un nuevo ciclo estral (Hafez y Hafez, 2000).

En esta fase se ocurren dos etapas del ciclo estral: el metaestro y el diestro; esta última es la etapa de mayor duración, durante el cual el cuerpo lúteo se mantiene en su plena funcionalidad, lo que refleja en los niveles de progesterona mayores de 1ng/ml de sangre (Hafez y Hafez, 2000). También se observan 2 ó 3 ondas foliculares con folículos de diferente tamaño (McDonald, 1991).

Cuadro 1.6 Fases del ciclo estral en ganado vacuno

	<b>FASE</b>	<b>DIA DEL CICLO ESTRAL</b>	<b>DURACIÓN</b>
<b>FASE FOLICULAR</b>	Proestro	Día 17 hasta el celo.	3 días
	Estro	Día 0	10 – 12 horas
<b>FASE LUTEAL</b>	Metaestro	Día 1 – 3	5 – 7 días
	Diestro	Día 4 – 18	10 – 12 días

*Fuente: Cajero et al., 2008.*

#### **1.2.4. DETECCIÓN DE CELO**

Uno de los problemas más importantes con los que se enfrenta la inseminación artificial, es el hecho de la detección de celo. Por ende, el comportamiento durante el estro, el intervalo entre el estro y la ovulación son esenciales para estimar el momento óptimo para inseminar a las vacas (MINAG, 2003).

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

Es necesario recordar que el comportamiento del celo es desencadenado por niveles elevados de estradiol en relativa ausencia de progesterona, que actúa sobre el hipotálamo para inducir la manifestación externa de celo. Una vez superado el umbral de estrógeno que desencadena el inicio del celo, la concentración de estradiol no se relaciona con la intensidad de celo; por ende, situaciones de estrés pueden reducir, acortar y hasta inhibir la manifestación externa de celo, con concentraciones suficientemente elevadas como para inducirlo (Capitaine, 2004).

A su vez recordar que las vacas lecheras tienen celos más cortos y menos intensos, esto debido a una menor concentración de estrógenos, a pesar de tener folículos ováricos mucho más grandes que las vacas de menor producción (Capitaine, 2004).

#### **1.2.5. SINCRONIZACIÓN DE CELO**

La sincronización del estro es una herramienta fundamental en la explotación bovina y más aun si se quiere tomar en cuenta el aspecto de mejoramiento genético; por ende la sincronización de celo facilita el uso de la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF). El objetivo de un programa de sincronización de celo exitoso, es el control preciso del celo que permitirá que se realice la inseminación artificial a tiempo fijo, sin la necesidad de detectar celo. Sin embargo esto debe combinarse con una alta fertilidad al celo sincronizado o a la ovulación; las poblaciones blanco son ganados de leche, en el que las tasas de preñez son muchas veces bajas, debido a la mala detección de celo, tasas de concepción bajas y Anestro (Bartolomeb, 2005).

La sincronización de la ovulación es la técnica que utiliza la aplicación de hormonas sintéticas o no, para estimular la liberación de otras hormonas que están implicadas directamente en el proceso de la ovulación. Las estrategias para el control de la ovulación han estado basadas en el control de la duración del cuerpo lúteo (CL) con prostaglandinas, inducción de la ovulación con GnRH, o prevención del celo con tratamientos de progestágenos (Ramírez, 2005).

La aplicación de esta técnica permite realizar la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) sin la necesidad de observar los celos, para la optimización del uso de biotecnologías reproductivas como la inseminación artificial (IA), transferencia de embriones y monta dirigida (Ramírez, 2005).

Existen muchos métodos farmacológicos, para la sincronización de estros, en el que el objetivo primordial es el de incrementar la eficiencia reproductiva en las

explotaciones bovinas, además de mejorar la organización de la reproducción o corregir algún defecto de la organización. En el vacuno con unos ovarios activos, el ciclo estral puede ser manipulado de tres formas:

- ✓ Mediante el uso de prostaglandinas, para inducir una regresión precoz del cuerpo lúteo.
- ✓ Mediante el uso secuencial de prostaglandinas y de análogos de la GnRH para obtener un desarrollo folicular sincronizado tras una luteólisis inducida.
- ✓ Mediante el uso de progestágenos que actúen como un cuerpo lúteo "artificial" (Intervet, 2007).

#### **1.2.5.1. HORMONAS VINCULADAS**

**a. Prostaglandinas:** Hormona producida en el endometrio, que tiene por función provocar la regresión del cuerpo lúteo, evento que marca el fin del diestro y el inicio del proestro (Gasque, 2008).

Están conformados de ácido graso hidroxiiinsaturado, son transportados en la sangre para actuar en un tejido blanco lejos del lugar de su producción. Algunas formas nunca aparecen en la sangre, mientras que otras son degradadas después de que circulan a través del hígado y de los pulmones (Hafez y Hafez, 2000).

La PGF2alfa, es una hormona presente de forma natural que induce la degeneración (regresión) del cuerpo lúteo si no se produce la gestación, permitiendo a la vaca volver a salir en estro. Su administración causará la regresión de un cuerpo lúteo antes de que pueda degenerar por sí mismo de forma normal; de este modo, permite controlar la fase luteal del ciclo estral (Intervet, 2007).

La administración de prostaglandina exógena entre el día 6 y el 16 del ciclo inducirá la regresión del cuerpo lúteo, dando por finalizada la fase lútea. Se inicia una nueva fase folicular y el animal entrará en celo y ovulará. La fertilidad en el momento del celo inducido será similar a la de un celo natural. Para la sincronización de un grupo de animales cíclicos, que con toda probabilidad estarán en etapas distintas y *desconocidas del ciclo, una inyección no es suficiente. Debería administrarse una segunda inyección 11-13 días más tarde* ya que, para entonces, todos los animales deberían tener un cuerpo lúteo funcional (Intervet, 2007).

Existen varias teorías acerca del mecanismo de acción de esta lisis (Intervet, 2007):

- ✓ Por vasoconstricción de vasos útero-ováricos, produce isquemia y muerte de células lúteas.
- ✓ Interfiriendo de manera directa en la síntesis de P4.
- ✓ Compitiendo con la LH por sitios receptores en cuerpo lúteo.
- ✓ Destruyendo sitios receptores para LH.

**b. GnRH:** Es una hormona, conocida como un decapeptido, sintetizado y almacenado en el hipotálamo basal medio. La GnRH proporciona un enlace humoral entre los sistemas neural y endocrino; en respuesta a las señales neurales, se liberan pulsos de GnRH hacia el sistema portal hipofisiario para la liberación de LH y FSH de la hipófisis anterior (Hafez y Hafez, 2000).

La GnRH, hormona liberadora de gonadotropinas, es transportada vía sistema porta hipotálamo-hipófisis, al lóbulo anterior de la hipófisis, su órgano diana. Las hormonas GnRH, LH, y FSH, no se secretan constantemente, sino mediante una serie de pulsos (Intervet, 2007).

La GnRH estuvo disponible comercialmente en la década de 1970, como tratamiento para quistes foliculares. Asimismo en la actualidad se sabe que le GnRH induce la ovulación con la emergencia de una nueva onda folicular aproximadamente 2 días después del tratamiento (Mapletoft, 2005).

#### **1.2.6. PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN OVSYNCH**

En la actualidad existen varios protocolos que permiten realizar la sincronización de la ovulación a fin de usar inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) (Ramírez, 2005). Sin embargo, Se ha demostrado que para controlar el ciclo estral, no sólo es necesario manipular la vida del cuerpo lúteo sino también la dinámica folicular (Twagiramunguet *al.*, 1992). En función de esto, ha surgido un método de control del ciclo estral basado en el uso combinado de análogos sintéticos de la hormona liberadora de gonadotrofinas (GnRH) y de la prostaglandina F2a (PGF2a) asociado a una inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) (Pursley *et al.*, 1997).

Existen otros métodos para sincronizar la presentación de celos y ellos están referidos a sincronizar el desarrollo de las ondas foliculares. La ablación del folículo dominante es un método confiable para sincronizar el crecimiento folicular y la ovulación pero esta técnica no es práctica a nivel de campo (Ramírez, 2005).

Un esquema de sincronización de la ovulación utilizando GnRH para la IATF llamado "Ovsynch", consiste en la administración de una GnRH a una vaca con un folículo dominante en crecimiento que induce la ovulación de éste con la emergencia de una nueva onda folicular aproximadamente 2 días más tarde (Huanca, 2001). Si la primera GnRH resulta en ovulación se formará un cuerpo lúteo accesorio y a su vez comenzará una nueva onda de crecimiento folicular 2 ó 3 días después (Twagiramunguet *al.*, 1992). El tratamiento con PGF 6 ó 7 días después de la GnRH resulta en la ovulación del nuevo folículo dominante,

especialmente cuando una segunda inyección de GnRH es aplicada a las 48 horas después de la PGF, realizando una IA a tiempo fijo entre las 16 – 18 horas después de la última aplicación de GnRH (Huanca, 2001).

El protocolo de sincronización Ovsynch se desarrollo como una estrategia reproductiva para eliminar la necesidad de detectar celo y posibilitar la inseminación a tiempo fijo. Sin embargo algunas experiencias manifiestan, que algunos animales demostraron signos de celo durante el protocolo y deberían ser inseminadas si se desea lograr la tasa de preñez máxima (Bartolomeb, 2005).

La técnica del Ovsynch está indicada principalmente para vacas lecheras e implicada inyecciones de un análogo de la GnRH separadas por una única administración de PGF2 $\alpha$ . Como en el campo lo más probables que se use la sincronización en vacas que pueden estar en cualquier fase del ciclo estral, la combinación de la GnRH con las prostaglandinas da lugar a una mayor homogeneidad del estado folicular ovárico en el momento de la inducción de la luteólisis. Como resultado de ello, la precisión con la que el estro puede predecirse tras la luteólisis inducida mediante prostaglandinas y la sincronía del pico de LH se ve mejorada, lo que permite la sincronización del desarrollo folicular y la regresión del cuerpo lúteo (Intervet, 2007). Si bien es cierto algunos mencionan su utilidad en vacas de leche en anestro; sin embargo la utilización de este protocolo no tuvo éxito para sincronizar las vacas en anestro posparto ya que algunas de estas vacas tienen una fase luteal posterior más reducida (Gumenet *al.*, 2003), lo que produce tasas de concepción menores que en las vaca cíclicas (Moreyraet *al.*, 2001).

*En las vacas en las que se alteró el destino de la ola folicular actual, debería estar presente un nuevo folículo dominante en el ovario en el momento del segundo tratamiento con GnRH. Las vacas que reciban GnRH en la etapa de pre-dominancia de su ciclo de ola folicular no deberían ver alterada dicha ola*

folicular y también se debe esperar que tengan un folículo dominante en el momento del segundo tratamiento con GnRH. La respuesta ovulatoria en el vacuno lechero ha sido sincronizada, dándose en un intervalo de tiempo muy corto, y se da, aproximadamente, 26-32 horas tras la segunda inyección de GnRH. Así, una inseminación programada a las 17-24 horas tras la inyección de GnRH debería dar como resultado una mayor probabilidad de una concepción exitosa (Peters and Yu, 1999). La gran ventaja del Ovsynch es no tener que detectar las vacas en celo; un obstáculo que muchos productores tienen que superar con Ovsynch es que la mayoría de las vacas no entran en celo. Ovsynch trabaja forzando el estro haciendo que el folículo ovule antes de haber producido suficiente cantidad de estrógeno para que la vaca muestre signos de celo (Cabrera y Pantoja, 2008).

Las bases de Ovsynch siguen siendo las mismas. La primera GnRH se da para inducir la ovulación y promover la formación de un nuevo cuerpo lúteo (CL) y una nueva onda folicular; es decir, para devolver a la vaca "al comienzo de ciclo estral". La prostaglandina administrada 7 días después se utiliza para regresar el nuevo CL y la última GnRH se administra 48 horas después para inducir la ovulación del nuevo folículo. La inseminación a tiempo fijo (IATF) se lleva a cabo de 16 a 24 horas después; o antes del tiempo esperado de ovulación el cual es aproximadamente 24 a 34 horas después de la segunda GnRH en el protocolo ovsynch clásico (López et al., 2004). Este protocolo resulta muy eficiente debido a que existe un sinergismo entre la GnRH y PGF, lo que no ocurre con otros protocolos donde se sincroniza el celo pero no la dinámica folicular, en tanto las dos hormonas asociadas controlan la dinámica folicular y la actividad luteal (MacMillan y Thatcher, 1991).

Se ha demostrado ser más eficaz en vacas en lactancia que en vaquillas, siendo desconocida la causa de estas diferencias, la ovulación en respuesta a la primera aplicación de GnRH ocurre en el 85% de las vacas y en solo el 54% de vaquillas a pesar de ello, tiene algunas limitaciones, cuando se usa en vacas que

no están ciclando o en vacas que no están en una fase apropiada del ciclo estral para iniciar el tratamiento, además de los bajos porcentajes de concepción obtenidos en campo sobre todo en rodeos de cría manejados en condiciones pastoriles (Bó *et al.*, 2006).

**1.2.6.1. Eficiencia del protocolo:**El protocolo "Ovsynch" ha sido más eficaz en vacas lecheras en lactancia que en vaquillas, siendo aún desconocida la causa de estas diferencias. Sin embargo, este protocolo de sincronización ha sido ampliamente usado en diversos establecimientos ganaderos de EE.UU. (Huanca, 2001).

La capacidad de los protocolos basados en la GnRH-PGF2 $\alpha$  para sincronizar el estro y la ovulación de forma efectiva depende de la etapa del desarrollo folicular en el momento de la inyección inicial de GnRH, ya que la respuesta al tratamiento está ligada a que la primera dosis de GnRH actúa induciendo la ovulación del folículo dominante. La fertilidad obtenida con el protocolo Ovsynch es mayor cuando las vacas ovulan con la primera inyección de GnRH (Vasconcelos *et al.*, 1991).

La aplicación del método Ovsynch en vaquillonas lecheras ha producido resultados variables (Callejas *et al.* 2001) atribuidos fundamentalmente a fallas en el control del desarrollo luteal (Caláet *al.*, 2001) y a características propias de la dinámica folicular de las vaquillonas (Pursley *et al.*, 1997).

Además, se observó que el porcentaje de preñez de las vaquillonas que tenían un cuerpo lúteo funcional (niveles de progesterona plasmática  $\geq 1$  ng/ml) al comenzar el tratamiento Ovsynch (35,7%) fue significativamente inferior al de aquéllas que no presentaban tal estructura (niveles de progesterona plasmática  $< 1$  ng/ml; 85,7%) (Caláet *al.*, 2001). La utilización de dos tratamientos con doble dosis de prostaglandina separadas por 11 días, para generar presencia (11 días post-segunda PGF2a) o ausencia (3

días post-segunda PGF2a) de cuerpo lúteo funcional al inicio del protocolo Ovsynch en vaquillonas lecheras produce respuestas ováricas similares en cuanto a ovulación luego de la primera y segunda inyección de buserelina, sincronización de la fase luteal y luteólisis, además de logarse similitud entre los porcentajes de preñez de ambos grupos (66,7% y 70%;  $P>0,05$ ) (Caláet *al.*, 2003).

### **1.2.7. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL**

La técnica de la inseminación artificial (IA) es una herramienta que permite el uso de semen de machos que presenten características zootécnicas superiores, con la consecuente producción de mayores cantidades de hijos de los mejores toros; por ello, la IA como práctica zootécnica, acelera el mejoramiento de la ganadería (Roa, 2005).

Con el uso de la IA, la eyaculación de un toro de puede usar para servir de 400 a 500 vacas y por lo tanto puede producir tranquilamente semen para 50 000 vacas por año (Gasque, 2008).

Las prácticas y conceptos generales que se debe tener en cuenta antes de inseminar son los siguientes (Roa, 2005):

- ✓ Conocer la importancia, justificación y beneficios de la IA con semen congelado en pajuelas.
- ✓ Conocer las ventajas de la IA en relación con la monta natural.
- ✓ Manejar conceptos básicos de la anatomía del tracto genital de la vaca, las características y detección del celo, momento óptimo de la inseminación artificial del ganado bovino.
- ✓ Manejar con cuidado y en forma adecuada los equipos y materiales utilizados en la IA del ganado bovino.
- ✓ Realizar las anotaciones de campo de las detecciones de celo e inseminaciones realizadas del ganado bovino.

El éxito de la IA radica mayormente en ubicar el momento óptimo para inseminar, que es recomendable entre las 12 a 18 horas de haber empezado el celo, con la finalidad que los espermatozoides maduren en el aparato genital de la vaca y fertilicen adecuadamente el óvulo; porque la ovulación ocurre 30 horas después de haberse iniciado los síntomas clínicos del celo (MINAG, 2003).

**1.2.7.1. Inseminación artificial tiempo fijo:** Uno de los principales factores que limitan el uso de la sincronización del estro es la pobre expresión del celo después de la aplicación de fármacos específicos, particularmente las prostaglandinas (Galinaet *al.*, 1987). Sin embargo cuando se utiliza prostaglandinas para la sincronización del estro e inseminación artificial se obtienen mejores resultados con inseminación artificial posterior al estro detectado que con inseminación artificial a tiempo fijo (Rodríguez y Parra, 1979); ya que cuando la inseminación artificial a tiempo fijo se compara con la posterior al estro detectado, se reduce significativamente la tasa de expresión del estro de 54% a 37% (Hardinet *al.*, 1980).

Debido a que los programas de sincronización basados en prostaglandinas no eliminan por completo la necesidad de detección de celo y dadas las limitaciones que conlleva su ineficiente detección en los programas de manejo reproductivo en el bovino, especialmente en el lechero, para un óptimo desempeño del hato resulta necesario reducir la dependencia de la detección de estros, con este fin en vacas lecheras lactantes se diseñó un sistema que combina la inseminación artificial a tiempo fijo con un programa de sincronización de la ovulación que puede iniciarse en una etapa al azar del ciclo estral (Pursleyet *al.*, 1995).

Los resultados de la inseminación artificial a tiempo fijo, dependen de la fertilidad de la hembra, la fertilidad del semen, la habilidad del inseminador, y el momento de la inseminación artificial. Cabe destacar que una deficiencia importante en cualquiera de estos componentes o un desempeño por debajo

del óptimo en dos o más de estos componentes disminuye sustancialmente la tasa de preñez (Mapletoft, 2005).

**1.2.7.2. Técnica de la Inseminación Artificial:** La técnica más usada es la recto-vaginal. El primer paso en el proceso de inseminación es inmovilizar a la vaca que se va a inseminar, hay varias cosas a tener en mente cuando se escoge un lugar para inseminar una vaca. Estas incluyen (MINAG, 2003):

- ✓ La seguridad del animal y del inseminador.
- ✓ La facilidad de su uso.
- ✓ Protección contra clima adverso.

Ubicar el semen a usar, preparar el termo de descongelación con agua a 35°C, extraer la pajilla del semen congelado y sumergirla de inmediato en el termo, durante 40 segundos aproximadamente; secarla con sumo cuidado y preparar el kit de inseminación. Realizar la limpieza de los órganos genitales externos de la vaca, a su vez realizar la palpación rectal con la mano izquierda, a modo de retirar el exceso de estiércol (Dejarnette, 2004).

Insertar la pistola de inseminación tomándolo con la mano derecha, en un ángulo ascendente de 30°, para así evitar penetrar a la uretra y vejiga; una vez ingresada recién se ubica en una posición casi horizontal, avanzar la pistola hasta hacer tocar la parte posterior de la cérvix. Al ubicar esta región, la cérvix es movida sobre la pistola, y no la pistola a través de la cérvix, luego usar la palma y los dedos para guiar la punta de la pistola hacia la entrada de la cérvix y pasar todos los anillos; una vez terminado este proceso la pistola se debe deslizar libremente, y depositar el semen (esto se realiza en el cuerpo del útero, mas no en los cuernos, ya que se estima que eso reduce el porcentaje de concepción). Finalmente colocar a la vaca inseminada en un ambiente tranquilo, es decir evitar las situaciones de estrés (Dejarnette, 2004).

### **1.2.8. DIAGNÓSTICO DE GESTACIÓN**

El tiempo de gestación varía entre 276 a 295 días, la variación tiene que ver con la gestación gemelar, sexo del becerro y número de parto de la vaca (Hafez y Hafez, 2000).

El método más común para diagnosticar gestación es a través de la palpación genital a través del recto, la cual se lleva a cabo en promedio 50 días después de la monta; otros métodos incluyen, la medición hormonal en sangre o leche y la ultrasonografía (Gasque, 2008).

Existen varios métodos del diagnóstico de gestación, entre ellos los más habituales y necesarios para este proyecto son:

**1.2.8.1. No-retorno al estro:** Si no se ve a una vaca en celo a las 3 semanas aproximadamente después de la monta natural o la inseminación, se suele asumir que está gestante. No obstante, incluso aunque la detección *de celos sea buena, no todas estas vacas estarán gestantes. Por otro lado,* hasta un 7% de las vacas gestantes mostrarán algunos signos de estro durante la gestación. La inseminación de estos animales resultará en la muerte embrionaria o la fetal (Intervet, 2007).

**1.2.8.2. Palpación rectal:** La ventaja de la palpación rectal consiste en que proporciona una respuesta inmediata y que en ausencia de gestación, la vaca podrá recibir un tratamiento precoz. El diagnóstico precoz de la gestación (1-3 meses) se basa en la combinación de los siguientes parámetros: asimetría de los cuernos uterinos, menor tono del cuerno gestante y fluctuación de contenido en el cuerno gestante (más adelante en ambos cuernos), un cuerpo lúteo palpable en el ovario, en el mismo lado que el cuerno gestante, el deslizamiento de la membrana y el apreciar una *vesícula amniótica. En las etapas más tardías de la gestación (>3 meses), el* cuello uterino está situado anteriormente con respecto a la cresta pélvica y el

útero no puede ser retraído fácilmente. El útero está flácido y los placentomas y a veces el feto son palpables. La arteria uterina media tiene un diámetro mayor y se puede detectar el frémito (Intervet, 2007).

Cuadro 1.7: Signos positivos de diagnóstico de gestación mediante palpación rectal.

ESTADO DE GESTACIÓN	DESPLAZAMIENTO DE LA MEMBRANA	VESICULA AMNIOTICA	FETO	PLACENTOMAS	FRÉMITO DE LA ARTERIA UTERINA MEDIA	
					IPSILATERAL	CONTRALATERAL
30 días	X	X				
45 días	X	X				
60 días	X	X				
75 días	X	X		X		
90 días	X		X	X		
105 días			X	X	X	
4 meses			X	X	X	
5 meses			X	X	X	X
6 meses				X	X	X
7 meses			X	X	X	X

Fuente: Intervet, 2007.

Las causas más comunes de errores en la palpación rectal son la incapacidad de retraer el útero, los contenidos uterinos anómalos (piometras o mucometra) y unas fechas de monta o inseminación incorrectas. La palpación precoz o incorrecta de la vesícula amniótica puede dañar al embrión y provocar mortalidad embrionaria (Intervet, 2007).

## 1.2.9. FACTORES QUE AFECTAN EL DESEMPEÑO REPRODUCTIVO

**1.2.9.1. ANESTRO:** Anestro postparto es el periodo durante el cual la vaca no presenta signos conductuales de celo después del parto. La condición de anestro está asociada con la presencia de ovarios estáticos, de forma que, aunque hay desarrollo folicular, ninguno de los folículos que inicia su crecimiento alcanza la madurez necesaria para llegar a ovular. Como resultado el animal no entra en estro ni ocurre ovulación (Moro *et al.*, 1994).

Los largos periodos de anestro postparto (> 120 días) son característicos en vacas de regiones tropicales, siendo uno de los mayores problemas reproductivos debido a su alta incidencia y a las pérdidas económicas que se derivan, ya que constituyen la mayor limitante para lograr el intervalo entre partos ideal de 12 meses (Vaccaro, 2000).

**1.2.9.2. NUTRICIÓN:** *La nutrición es un aspecto importante en el mecanismo sexual, se ha demostrado que el consumo de energía de la dieta y en consecuencia el metabolismo energético ejercen profundos efectos sobre el sistema de comunicación neurohormonal que regula la función sexual, tanto antes como después de la madurez sexual (Dunn y Moss, 1992).*

El estado nutricional sobre la fisiología reproductiva esta mediado por una serie de indicadores metabólicos que actúan simultáneamente a varios niveles del eje hipotálamo – hipófisis – gónadas. Entre estas señales que usa para informarse esta por ejemplo la hormona de crecimiento (Barashe *al.*, 1996).

**1.2.9.3. CONDICIÓN CORPORAL:** *La condición corporal en los hatos bovinos es una evaluación que tiende a reflejar el nivel nutricional del hato y específicamente del estado energético. La condición corporal principalmente modificada por la deposición de tejido graso en la región lumbar y la pelvis, ha sido tomada como un parámetro reproductivo dentro de las explotaciones ya que diversas investigaciones han demostrado una correlación entre la puntuación de la condición corporal y el estado reproductivo del animal en diversas etapas, tal es el caso del postparto (Burke *et al.*, 1998).*

Se ha demostrado que un balance energético positivo, una mayor ganancia de peso y una mejor condición corporal se correlaciona positivamente con las concentraciones de progesterona (P<sub>4</sub>) en plasma en lactación temprana

(Macmillan y Burke, 1996), teniendo en cuenta que valores iguales o mayores a 1 ng/ml de sangre son indicadores de ciclicidad (Bealet *al.*, 1984). El ciclo estral se puede mantener si la calificación de tal condición corporal es de 4 puntos o mayor escala de 1 a 9 (Short y Adams, 1988), y que una condición corporal con mayor calificación al parto incrementa el índice de estro y preñez para los 40 y 60 días dentro de una época reproductiva (Spitzeret *al.*, 1995). También mencionan que la nutrición tiene un efecto positivo sobre la dinámica folicular, y que mayores niveles de consumo de materia seca incrementan el diámetro y la persistencia de los folículos dominantes durante el ciclo estral; y esto se ve reflejado en las tasas de concepción y preñez ya que se menciona que la nutrición tiene un efecto positivo sobre la dinámica folicular, y que mayores niveles de consumo de materia seca incrementan el diámetro y la persistencia de los folículos dominantes durante el ciclo estral, por lo tanto existe mayores tasas de preñez, caso de las vacas de aptitud cárnica (Murphy *et al.*, 1991).

Está bien documentado que las vacas demasiado gordas en el momento del parto suelen presentar una reducción del apetito y que acaban teniendo un balance energético negativo más acusado que el de las vacas con una *condición corporal normal*. Estas vacas muestran una mayor movilización de grasa corporal y una mayor acumulación de triglicéridos en el hígado, lo que da lugar a una lipólisis hepática que ha sido relacionada por muchos autores, con problemas de fertilidad en el periodo del postparto (Rukkwamsuket *al.*, 1998).

Además, se ha reportado que un balance energético negativo grave puede prolongar el intervalo entre el parto y la primera ovulación. La baja disponibilidad de energía durante las primeras semanas de lactación dificulta la secreción de LH, pero también reduce la capacidad de respuesta del ovario a la estimulación por parte de la LH (Butler, 2000).

Numerosos estudios en los rebaños lecheros han mostrado claramente que un aumento notable de la producción de leche a principios de la lactación incrementa la incidencia de diversos problemas reproductivos (Grohnet *al.*, 1994).

**1.2.9.4. EFECTO DEL CLIMA.-** La temperatura del medio ambiente tiene un efecto sobre la reproducción, se menciona que el comportamiento sexual y la tasa de fertilidad son afectadas negativamente por las altas temperaturas ambientales, teniendo así bajos porcentajes de fertilidad en épocas de calor comparados a la época de frío (Chemineau, 1993).

Las altas temperaturas tienen un efecto negativo sobre el útero durante los estadios preparatorios de la preñez, así como durante el desarrollo inicial del embrión (Ponce *et al.*, 1978).

## **CAPITULO II**

### **MATERIALES Y METODOS**

#### **2.1. LOCALIZACIÓN**

El presente trabajo de investigación se ejecutó en las explotaciones ganaderas de productores pertenecientes a los Distritos de Los Morochucos a 3327 m.s.n.m. y Chuschi a 3148 m.s.n.m., de la Provincia de Cangallo, Departamento de Ayacucho.

#### **2.2. DURACIÓN**

El presente trabajo de investigación se realizó entre los meses de abril y octubre del 2012, con un total de siete (07) meses de duración.

#### **2.3. MATERIALES**

##### **2.3.1. Animales**

- ✓ Vacas de las comunidades del Distrito de Los Morochucos y Chuschi.

##### **2.3.2. Materiales de Inseminación:**

- ✓ Pajillas de semen.
- ✓ Fundas de inseminación.
- ✓ Pipetas de inseminación.
- ✓ Cortador de pajillas.
- ✓ Termo.
- ✓ *Termómetro.*
- ✓ Regla de medición de nitrógeno.

- ✓ Cronómetro
- ✓ Guantes obstétrico descartables

### **2.3.3. Equipos:**

- ✓ Tanque criogénico.

### **2.3.4. Hormonas:**

- ✓ Cloprostenol (Análogo de la Prostaglandina F2a): PROSTAL®.
- ✓ Buserelina (Análogo de la GnRH): GESTAR®.

### **2.3.5. Fármacos:**

- ✓ Vitaminas ADE y Fósforo.
- ✓ Antiparasitario.
- ✓ Minerales.

### **2.3.6. Materiales auxiliares:**

- ✓ *Cámara fotográfica.*
- ✓ Agujas hipodérmicas.
- ✓ Jeringas hipodérmicas.
- ✓ Algodón.
- ✓ Alcohol.
- ✓ Papel toalla.
- ✓ Cinta bovinométrica.
- ✓ Cuademillo de apuntes.

## 2.4. PROCEDIMIENTO

### 2.4.1. SELECCIÓN

Se seleccionó 26 vacas cruzadas (Criollo x Brown Swiss) pertenecientes a 26 productores (un animal por productor), de ellas 14 del Distrito de Los Morochucos y 12 del Distrito de Chuschi; estos animales se identificaron teniendo en cuenta los datos brindados por el productor así como: edad, categoría, fecha de último celo, número de partos, tipo de alimentación, etc.; sumado a esto fue importante observar la condición corporal que presentó el animal, el que osciló entre 2.5 y 2.75, teniendo en cuenta la escala de 1 al 5 descrita por Edmonson *et al.*, (1989); en el cual 1 es un animal emaciado y 5 un animal obeso; además de la palpación rectal respectiva para determinar si no existe algún problema reproductivo. A los animales seleccionados como aptos, se les desparasitó e identificó mediante aretes para realizar un mejor seguimiento y control del registro.



Foto 2.1 Desparasitación de los animales seleccionados en relación a su condición corporal y estado reproductivo. Los Morochucos – 2012.



Foto 2.2 Aretado de los animales seleccionados, para establecer un registro reproductivo. Los Morochucos – 2012.



Foto 2.3 Palpación rectal de los animales seleccionados. Chuschi – 2012.

#### 2.4.2. SUPLEMENTACIÓN NUTRICIONAL

La alimentación de los animales en estudio, fue en base a pastos naturales y cultivados (*Ryegrass inglés*, *Ryegrass italiano*, trébol rojo, trébol blanco, *Dactylis*), asimismo complementados con 1 kg de heno de avena aproximadamente por animal. Uno a dos meses antes de iniciar el proceso de sincronización, se prepararon a todos los animales seleccionados, primero se les desparasitó y una semana después de la dosificación, recibieron dosis de vitaminas A,D,E, fósforo parenteralmente (VIGANTOL®, CATOSAL®) y sales minerales (SUPLAMIN DIFOS®) por vía oral de manera continua; con esta preparación se estimuló que los animales mejoren su condición corporal, y por ende su aptitud reproductiva, por tanto no existan problemas al momento de la fecundación e implantación embrionaria.



Foto 2.4 Dosificación de Vitaminas: ADE y Fósforo. Los Morochucos – 2012.

### 2.4.3. SINCRONIZACIÓN DE LA OVULACIÓN

Culminado la preparación de los animales, se realizó la sincronización de la ovulación haciendo uso del protocolo de sincronización Ovsynch, con el siguiente esquema:

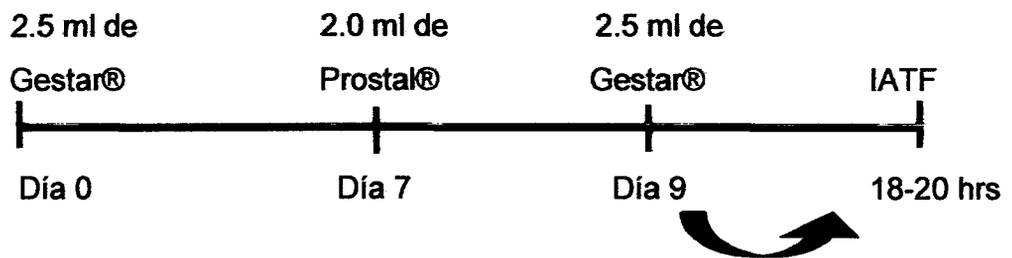


Foto 2.5 Suministro del análogo hormonal de GnRH. Los Morochucos – 2012.



Foto 2.6 Suministro del análogo hormonal de prostaglandina. Chuschi – 2012.

#### **2.4.4. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO**

Luego de la última aplicación hormonal (segunda dosis de GnRH), se esperó entre 18 a 20 horas aproximadamente para proceder a la inseminación artificial a tiempo fijo, con el uso de las pajillas de semen nacional (0.5 cc.) debidamente conservadas, en el tanque criogénico.

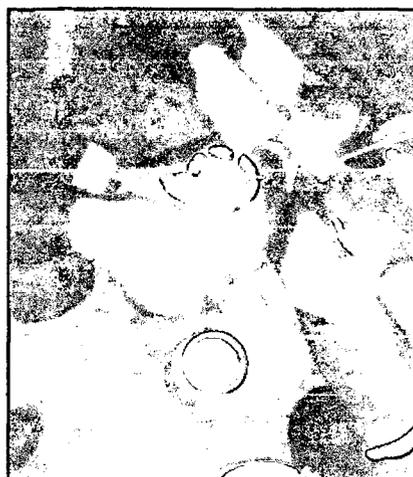


Foto 2.7 Selección de la pajilla a utilizar.  
Los Morochucos – 2012.



Foto 2.8 Descongelación de la pajilla seleccionada. Los Morochucos – 2012.



Foto 2.9 Palpación rectal y ubicación de la cervix de la vaca a ser inseminada. Los Morochucos – 2012.



Foto 2.10 Inseminación artificial a tiempo fijo de una vaca sometida al protocolo ovsynch. Los Morochucos – 2012.

#### **2.4.5. DIAGNÓSTICO DE GESTACIÓN**

Después de la inseminación artificial a tiempo fijo; en primer lugar, se determinó el porcentaje de preñez aparente mediante la tasa de no retorno de celo; en segundo lugar, a los 3 ó 4 meses, el diagnóstico de gestación definitiva por la palpación rectal, como se muestra en el registro (Anexo 01).



Foto 2.11 Diagnóstico de gestación a partir de los 3 meses de gestación. Chuschi – 2012.

## 2.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el procesamiento de los resultados obtenidos, se usó la estadística descriptiva básica para la estimación de parámetros y la prueba Chi<sup>2</sup> vía bondad de ajuste para la comparación de las categorías, y pruebas de independencia para determinar la relación entre las variables estudiadas:

### Prueba de bondad de ajuste

$$x_c^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i} \approx x^2_{(k-1)}$$

Donde:

$o_i$  = es el número observado de casos en la categoría  $i$ -ésima.

$e_i$  = es el número esperado de casos en la categoría  $i$ -ésima cuando  $H_0$ : es verdadera.

$k$  = es el número de categorías.

### Prueba de independencia

$$x_c^2 = \sum_{i=1}^{k=4} \sum_{j=1}^{r=2} \frac{(o_{ij} - e_{ij})^2}{e_{ij}} \approx x^2_{(k-1)(r-1)}$$

Donde

$o_{ij}$  = Valor observado en la  $i$ -ésima primera categoría con la  $j$ -ésima segunda categoría.

$e_{ij}$  = Valor esperado en la  $i$ -ésima primera categoría con la  $j$ -ésima segunda categoría.

$k$  = Es el número de niveles de la primera categoría.

$r$  = Es el número de niveles de la segunda categoría

### CAPITULO III

#### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 3.1. RESPUESTA AL PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN OVSYNCH EN VACAS CRUZADAS DE CRIANZA EXTENSIVA.

Cuadro 3.1: Porcentaje de presentación de estros al protocolo Ovsynch en vacas cruzadas de crianza extensiva. Los Morochucos y Chuschi-Ayacucho-2012.

<b>PRESENTACIÓN DE ESTRO</b>	<b>N° DE ANIMALES</b>	<b>TASA (%)</b>
Celo	19	73.08 <sup>a</sup>
No celo	07	26.92 <sup>b</sup>
Total	26	100

<sup>a,b</sup>. Literales diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ).

El cuadro 3.1 (Gráfico 3.1) muestra el porcentaje general de presentación de celos en vacunos cruzados, criados extensivamente y sometidos al protocolo de sincronización de la ovulación-Ovsynch, siendo la manifestación de signos observables en 73.08% (19/26) de vacunos tratados frente a 26.92% (7/26) que no presentaron signos de celo observables, existiendo diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ).

El resultado obtenido es superior al reportado por Galiano y Molina (2008) quienes al evaluar la efectividad de la inseminación artificial a tiempo fijo a través del programa ovsynch, obtuvieron 60% de frecuencia de celo observable en un grupo tratado de 10 vacas de una misma edad; diferencia que podría ser atribuida a la variabilidad de las edades de los animales intervinientes (18 meses hasta 9 años de edad); inicio aleatorio del tratamiento hormonal exógeno en función a las etapas del ciclo estral, *sub estro, celos silentes o respuesta nula al tratamiento* y la influencia de factores extrínsecos como el estrés del manejo que pueden inhibir la manifestación externa del celo porque éste es desencadenado por niveles altos de estradiol en ausencia de progesterona los que actúan sobre el hipotálamo para inducir dicha manifestación externa, pero aún superado el umbral de estradiol, no se relaciona directamente con la intensidad de celo. Sin embargo, en los programas de sincronización de la ovulación para la IATF, la manifestación externa del celo no es de importancia como lo menciona Capitaine (2004), puesto que la inseminación se realiza sin la necesidad de detectar celo.

Cuadro 3.2: Tasa de presentación de estros al protocolo Ovsynch según categoría, en vacas cruzadas de crianza extensiva. Los Morochucos y Chuschi-Ayacucho-2012.

CATEGORÍA	N° ANIMALES	PRESENTACION DE CELO			
		NO	%	SI	%
Vaca	19	04	21.05	15	78.95 <sup>a</sup>
Vaquilla	07	03	42.86	04	57.14 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>, Literales iguales en la misma columna indican que no existen diferencias estadísticas significativas ( $P \geq 0.05$ ).

El cuadro 3.2 (Gráfico 3.2) indica la tasa de presentación de celos observables como respuesta al programa ovsynch según categoría; evidenciándose en 78.95% (15/19) de vacas, con signos observables de celo en comparación a 57.14% (4/7) correspondientes a las vaquillas, no existiendo diferencia estadística significativa ( $P \geq 0.05$ ). No existen trabajos similares a lo realizado que indiquen la comparación de

respuestas al protocolo ovsynch según categoría animal, pero la respuesta observada en el trabajo podría deberse al grado de madurez sexual, pleno funcionamiento del sistema neuroendocrino del eje hipotálamo-hipófisis-gónada y la respuesta al uso exógeno de hormonas reproductivas que presentan las vacas en comparación a las vaquillas; sin embargo, Gonzales y Ruiz (1975), reportan que tras utilizar la prostaglandina F2 alfa para sincronizar ganado Brangus, la respuesta de celo es mayor en vacas (93%) que en vaquillas (73%).

Cuadro 3.3: Tasa global de estro prematuro como respuesta al protocolo ovsynch en vacas cruzadas de crianza extensiva. Los Morochucos y Chuschi-Ayacucho-2012.

ESTRO PREMATURO	Nº DE ANIMALES	TASA (%)
Presencia	06	23.08 <sup>a</sup>
Ausencia	20	76.92 <sup>b</sup>
Total	26	100

<sup>a,b</sup>. Literales diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ).

El cuadro 3.3 (Gráfico 3.3) muestra la tasa de estro prematuro en vacunos como respuesta al protocolo ovsynch; observándose en 23.08% (6/26) de vacunos, la presentación del mencionado celo, frente a 76.92% (20/26) de animales que no la presentan, existiendo por tanto diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ). Los resultados obtenidos son algo similares a los obtenidos por Dejarnette *et al.*, (2001), quienes al evaluar el porcentaje de estro prematuro antes de la IATF, obtuvieron el 25% de estro prematuro; pero a su vez inferiores a los reportados por Gutierrez *et al.*, (2005), que obtuvieron el 30.5% de estro prematuro. Esta diferencia puede atribuirse a que los mencionados investigadores, trabajaron íntegramente en el control de anestro posparto, lo cual es contrario a nuestro trabajo, además tomar en cuenta que *existen resultados que expresan que es importante conocer la fase del ciclo estral y más aún la ciclicidad al momento del inicio del tratamiento, ya que los folículos inician su crecimiento hasta un tamaño preovulatorio, a partir de ellos se selecciona un*

dominante que continua su crecimiento y los demás se atresian, ciclo que ocurre normalmente en animales con actividad ovárica normal, así como lo manifiesta Guinther (1989). Además Moro *et al.*, (1994) mencionan que la condición de anestro está asociada con ovarios estáticos, que aunque haya desarrollo folicular, ninguno de los folículos que inicia su crecimiento alcanza la madurez necesaria para llegar a ovular.

Asimismo se expresa que la presentación de estros prematuros durante un protocolo de IATF es naturalmente observado ya que no todos los animales se encuentran en un mismo estadio reproductivo y de acuerdo al crecimiento folicular muestran diferente demanda y sensibilidad hormonal; y como expresa Pursley *et al.*, (1998), el crecimiento de los folículos es favorecido por la hormona FSH, y alcanzado su tamaño preovulatorio se convierten en LH dependientes, provocando luteinización u ovulación, o el reinicio de una nueva onda folicular; que es exactamente lo que ocurrió con los animales en estudio.

Cuadro 3.4: Tasa de estro prematuro a la aplicación de análogos de la primera dosis de GnRH y prostaglandina F2a como respuesta al protocolo ovsynch en vacas cruzadas de crianza extensiva. Los Morochucos y Chuschi-Ayacacucho-2012.

<b>ANÁLOGO HORMONAL</b>	<b>N° DE ANIMALES</b>	<b>TASA DE ESTRO PREMATURO (%)</b>
1° GnRH	02	7.69 <sup>a</sup>
Prostaglandina	04	15.38 <sup>a</sup>
Total	06	23.08

<sup>a</sup>. Literales iguales en la misma columna indican que no existen diferencias estadísticas significativas ( $P \geq 0.05$ ).

El cuadro 3.4 (Gráfico 3.4), indica la tasa de estro prematuro tras la aplicación de la primera dosis de GnRH (día 0), y la aplicación de dosis única del análogo de PGF2a (día 7), por el cual 7.69% (2/6) de animales muestran celo prematuro post aplicación

de la primera dosis de GnRH y el 15.38% (4/6) lo hacen posterior a la aplicación de la dosis de prostaglandina. Estos resultados estadísticamente no son significativos ( $P \geq 0.05$ ); sin embargo difieren de los obtenidos por Gutierrez *et al.*, (2005), quienes encontraron que el 16.2% de estro prematuro es atribuido a la primera aplicación de GnRH y 14.3% lo hizo después de la aplicación hormonal de prostaglandina. Esta diferencia puede deberse al número de animales en estudio que para nuestro caso es menor, así también que para ambos estudios se seleccionaron animales al azar no tomando en cuenta la fase del ciclo estral o desarrollo de la onda folicular. Esta variable es tomada en consideración en el presente trabajo a pesar de que el fundamento del tratamiento ovsynch es inducir la ovulación y no la aparición de celo.

Y como lo reporta Lopez *et al.*, (2004) y Pursley *et al.*, (1998), la respuesta hormonal a la administración del análogo de la GnRH o prostaglandina depende de la dinámica folicular presente en el animal, asimismo la primera dosis de GnRH se administra para inducir la ovulación y promover la formación de un cuerpo lúteo o en su defecto sólo la luteinización y tras la dosis de prostaglandina, producir la luteólisis, reduciéndose los niveles de P4 y garantizando la emergencia y finalización de la onda folicular en formación con la ovulación. Y si la primera GnRH resulta en ovulación se formará un cuerpo lúteo accesorio y a su vez comenzará el desarrollo de una nueva onda folicular 2 ó 3 días después, como lo manifiesta Twagiramungu *et al.*, (1992).

### 3.2. TASA DE NO RETORNO AL ESTRO

Cuadro 3.5: Tasa de no retorno de celo según categoría animal, en vacas cruzadas de crianza extensiva sometidas al protocolo ovsynch. Los Morochucos y Chuschi-Ayacucho-2012.

CATEGORÍA	N° DE ANIMALES	RETORNO DE CELO			
		SI	%	NO	%
Vacas	19	07	36.84	12	63.16 <sup>a</sup>
Vaquillas	07	03	42.86	04	57.14 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>, Literales iguales en la misma columna indican que no existen diferencias estadísticas significativas ( $P \geq 0.05$ ).

El cuadro 3.5 (Gráfico 3.5) muestra la tasa de no retorno de celo en vacas y vaquillas cruzadas de crianza extensiva, sometidas al tratamiento con el protocolo ovsynch e IATF, siendo 63.16% (7/19) para vacas y 57.14% (3/7) para vaquillas, observándose que hay menor tasa de retorno de celo en vacas con más de un parto, no existiendo diferencia estadística significativa ( $P \geq 0.05$ ).

La tasa de no retorno de celo se calcula a los 30 días post IATF, constituyendo una aparente preñez de los animales inseminados, pero a la palpación rectal a los 3 meses se confirmaría dicho estado de gravidez; sin embargo, la tasa de no retorno de celo y la tasa de preñez son completamente diferentes, ya que algunos animales no muestran signos de repetición de celo y a su vez no están preñadas, presumiendo que pudo existir mortalidad embrionaria o muerte fetal. No existen trabajos similares para efectuar la comparación, sin embargo al respecto en el compendio de Intervet (2007), menciona que si no se observa una vaca en celo a las 3 semanas post monta o IA, asumir que esta gestante, pero existen casos de que no todas están gestando y la repetición de la inseminación de estos animales resultará en muerte embrionaria o fetal.

### 3.3. TASA DE PREÑEZ EN VACAS CRUZADAS DE CRIANZA EXTENSIVA COMO RESPUESTA AL PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN OVSYNCH E IATF.

Cuadro 3.6: Tasa de preñez como respuesta al protocolo ovsynch e IATF en vacas cruzadas de crianza extensiva. Los Morochucos y Chuschi-Ayacucho-2012.

DIAGNOSTICO DE PREÑEZ	N° DE ANIMALES	TASA DE PREÑEZ (%)
Preñadas	13	50 <sup>a</sup>
Vacías	13	50 <sup>a</sup>
Total	26	100

<sup>a</sup>, Literales iguales en la misma columna indican que no existen diferencias estadísticas significativas ( $P \geq 0.05$ ).

El cuadro 3.6 (Gráfico 3.6) muestra la tasa de preñez global en vacunos cruzados de crianza extensiva sometidos al protocolo ovsynch e IATF a las 20 horas de la 2da. dosis de GnRH, diagnosticándose por palpación rectal a los 90 días, el 50% (13/26) de vacunos preñadas y 50% (13/26) de vacías, no existiendo diferencia estadística significativa ( $P \geq 0.05$ ). Estos resultados son similares a los obtenidos por Gutierrez *et al.*, (2005) quienes al usar el protocolo Ovsynch en el control del anestro postparto en vacas mestizas de doble propósito, reportaron 45% y 50% de preñez en vacunos inseminados a las 24 y 16 horas respectivamente.

A su vez, los resultados obtenidos son inferiores a los reportados por Galiano y Molina (2008), que evaluando el protocolo de sincronización ovsynch en vacas de aptitud cárnica, obtuvieron 70% de preñez; diferencia superior debido al manejo de animales, sistema de producción y propósito de crianza en relación al ganado cruzado (criollo x Brown Swiss) y criados en sistemas extensivos, lo que repercute directamente sobre la tasa de preñez, ya que la nutrición actúa directamente a nivel central e interviene en la cascada hormonal reproductiva, la misma que es corroborada por Murphy *et al.*, (1991) que indican que la nutrición tiene un efecto positivo sobre la dinámica folicular y que mayores niveles de consumo de materia

seca incrementan el diámetro y la persistencia de los folículos dominantes durante el ciclo estral, por lo tanto existe mayores tasas de preñez. Asimismo se ha demostrado que el consumo de la energía en la dieta y en consecuencia el metabolismo energético ejercen efectos sobre el sistema de comunicación neurohormonal que regula la función sexual, tanto antes como después de la madurez sexual, como lo manifiestan Dunn y Moss (1992).

En búfalas, el diagnóstico de preñez por medio de la palpación rectal, revela resultados similares a los nuestros; para tal fin, coincidimos con Ramírez (2005) que menciona que teniendo en cuenta una buena estación reproductiva y buena condición corporal existen resultados favorables; además, la tasa de preñez después del tratamiento de sincronización varía de manera considerable por la influencia de los factores de riesgo como la nutrición, la condición corporal, número de producción, fertilidad de la hembra, fertilidad del semen, habilidad del inseminador y momento de la inseminación artificial; como lo manifiesta Mapletoft (2005).

Cuadro 3.7: Tasa de preñez por categoría animal como respuesta al protocolo ovsynch e IATF en vacas cruzadas de crianza extensiva. Los Morochucos y Chuschi-Ayacucho-2012.

CATEGORÍA	N° DE ANIMALES	TASA DE PREÑEZ (%)			
		VACÍAS	%	PREÑADAS	%
Vacas	19	10	52.63	09	47.37 <sup>a</sup>
Vaquillas	07	03	42.86	04	57.14 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>, Literales iguales en la misma columna indican que no existen diferencias estadísticas significativas ( $P \geq 0.05$ ).

El cuadro 3.7 (Gráfico 3.7) refleja la tasa de preñez en vacas y vaquillas cruzadas de crianza extensiva como respuesta al protocolo ovsynch e IATF, siendo 47.37% (9/19) de preñez para vacas frente al 57.14% (4/7) para vaquillas; no existiendo diferencia estadística significativa ( $P \geq 0.05$ ).

Nuestros resultados son superiores a los encontrados por Pursley (1997) quien al evaluar la efectividad del programa ovsynch en rodeos lecheros, obtuvo el 35.1% y 37.8% de preñez, para vaquillas y vacas respectivamente; diferencia que podría atribuirse al tipo de análogo hormonal utilizado, como es el caso de la Buserelina (Cystorelin®) y Dinoprost (Lutalyse®), a su vez que el número de animales en estudio supera los 400 animales entre vacas y vaquillas; al respecto autores como *Bóet al.*, (2006) y *Huanca (2001)*, mencionan que el protocolo es más eficiente en vacas en lactancia que en vaquillas, probablemente debido a que las vaquillas no se encuentran en una fase apropiada del ciclo estral para iniciar el tratamiento; mientras otros autores como *Gumenet al.*, (2003), y *Moreyraet al.*, (2001), mencionan que no hubo mucho éxito al sincronizar vacas debido a que alguna de ellas se encontraban en anestro posparto, y estas vacas presentan una fase luteal más reducida, lo que produce tasas de concepción y preñez menores respecto a vacas cíclicas y vaquillas; dicha afirmación es contraria a la obtenida en el presente trabajo probablemente al tipo de manejo, alimentación extensiva, condición corporal, amamantamiento y condiciones medioambientales en las que se desarrolló el trabajo de investigación.

Así mismo *Palomino (2010)*, evaluó el uso de la progesterona, prostaglandina y benzoato de estradiol como protocolo de sincronización de ovulación en 10 bovinos de la cuenca de Allpachaka-Ayacucho, obteniendo una tasa de gestación del 20% en vacas y 0% en vaquillas; al respecto nuestros resultados son superiores; probablemente por el tipo de protocolo de sincronización de la ovulación usado, por lo que no se descarta que el protocolo ovsynch sea más eficiente y genere mejores respuestas para este tipo de ganado criado extensivamente.

Cuadro 3.8: Tasa de preñez con protocolo Ovsynch en vacas cruzadas de crianza extensiva en relación a la presencia de signos de celo observables. Los Morochucos y Chuschi-Ayacucho-2012.

<b>PRESENCIA PREVIA DE CELO</b>	<b>N° DE ANIMALES PREÑADAS</b>	<b>TASA DE PREÑEZ (%)</b>
Con celo	10	76.92 <sup>a</sup>
Sin celo	03	23.08 <sup>a</sup>
Total	13	100

<sup>a</sup>, Literales iguales en la misma columna indican que no existen diferencias estadísticas significativas ( $P \geq 0.05$ ).

El cuadro 3.8 (Gráfico 3.8) indica la tasa de preñez al protocolo ovsynch en vacas cruzadas de crianza extensiva en relación a la presentación de signos observables de celo, siendo 76.92% (10/13) de preñez para vacunos con signos de celo observables y 23.08% (03/13) de preñez en animales sin signos de celo observables, no existiendo diferencia estadística significativa ( $P \geq 0.05$ ). No se encontraron resultados en trabajos similares para establecer las comparaciones. Sin embargo, a pesar de que los porcentajes tienen diferencias numéricas más no estadísticas, la tasa de preñez no es dependiente de la presentación e intensidad de celo como lo expresan Ramírez (2005) y Bartolomeb (2005), ya que la inseminación artificial se realiza a tiempo fijo sin tomar en cuenta las características externas de celo; también Cabrera y Pantoja (2008), indican que la ventaja del Ovsynch radica en no tener que detectarse las vacas en celo, lo cual representa una ventaja ante la baja detección de celos por parte del productor, y se sabe que el protocolo de sincronización trabaja forzando el estro, haciendo que el folículo ovule antes de haber producido las cantidades suficientes de estrógeno para que la vaca evidencie signos de celo.

Cuadro 3.9: Relación de la tasa de preñez al protocolo Ovsynch en vacas cruzadas de crianza extensiva y la condición corporal. Los Morochucos y Chuschi-Ayacucho-2012.

CONDICIÓN CORPORAL	N° DE ANIMALES	DIAGNOSTICO DE PREÑEZ			
		VACÍAS	%	PREÑADAS	%
2.25	03	01	33.33	02	66.67 <sup>a</sup>
2.5	09	06	66.67	03	33.33 <sup>a</sup>
2.75	14	06	42.86	08	57.14 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>, Literales iguales en la misma columna indican que no existen diferencias estadísticas significativas ( $P \geq 0.05$ ).

El cuadro 3.9 (Gráfico 3.9) indica la tasa de preñez de vacas cruzadas de crianza extensiva en relación a la condición corporal que presentan al inicio del tratamiento ovsynch, siendo 66.67%, 33.33%, y 57.14%; de vacunos preñadas con condición corporal de 2.25, 2.50, y 2.75 (escala de 1 a 5) respectivamente, no existiendo diferencia estadística significativa ( $P \geq 0.05$ ).

Estos resultados coinciden a lo manifestado por Kizur *et al.*, (2003), que reportaron un trabajo de sincronización de la ovulación (ovsynch) en búfalas con condiciones corporales de 3, 3.5 y 4, obteniéndose un mayor porcentaje de gestación en animales de mejor condición corporal como el de 3.5; y en nuestro caso sólo diferencia numérica para 2.75 (escala de 1 al 5). Resultados que se evidencian por la condición corporal de los animales en estudio, no descartándose que si los animales hubiesen tenido una puntuación más elevada nuestros porcentajes de preñez serían probablemente mayores, esta influencia de la nutrición es aparentemente preponderante para el caso de la respuesta del organismo del animal al estímulo externo de las hormonas. A su vez Geary *et al.*, (1998), estudió la sincronización de la ovulación en 220 vacas y demostró que las tasas de concepción son mejores en aquellos animales con mejor condición corporal, ya que la condición corporal influye notablemente la ciclicidad ovárica controlando el ciclo estral y la ovulación. Al respecto también Heuwieser *et al.*, (1994) en un estudio determinó que la

administración de GnRH en vacas con una condición corporal inferior a 3 independientemente de la edad, mejora los índices de fertilidad a la inseminación artificial a celo natural; y como mencionan Macmillan y Burke (1996); Bealet *et al.*, (1984), que un balance energético positivo, una mayor ganancia de peso y una mejor condición corporal se correlaciona positivamente con las concentraciones de P<sub>4</sub> en plasma en lactación temprana teniendo en cuenta que valores iguales o mayores a 1ng/ml de sangre son indicadores de ciclicidad. También expresa Butler (2000) que un balance energético negativo prolonga el intervalo entre parto y primera ovulación, dificultando la secreción de LH, y también la capacidad de respuesta del ovario a la estimulación por parte de la LH.

Por otro lado, los resultados obtenidos en la presente investigación, también fueron superiores respecto a la evaluación de Ambrose *et al.*, (1998) quienes sincronizaron utilizando programa ovsynch en vacas con condición corporal de 2.25, obteniendo una tasa de preñez de 12.5%, similar a lo obtenido por De La Sota *et al.*, (1998) de 13.9%; cabe mencionar que para ambos autores durante la realización del mismo se presentaron elevadas temperaturas ambientales, el que repercutió directamente sobre la tasa de concepción y por ende sobre la tasa de preñez; por lo que, dicha diferencia con nuestros resultados, podrían atribuirse a los factores climáticos en los que se trabajó, así también las condiciones de sierra y la disminución de factores de estrés que no alteran significativamente los niveles de cortisol en la sangre y su repercusión directamente a nivel reproductivo.

Cuadro 3.10: Tasa de preñez en vacas cruzadas de crianza extensiva en relación al momento de la aplicación hormonal. Los Morochucos y Chuschi-Ayacucho-2012.

INTERVALO ENTRE ÚLTIMO CELO Y TRATAMIENTO HORMONAL (días)	N° DE ANIMALES	DIAGNOSTICO DE PREÑEZ			
		VACÍAS	%	PREÑADAS	%
1-4	02	01	50.00	01	50.00 <sup>a</sup>
5-9	02	0	0	02	100.00 <sup>a</sup>
10-16	17	09	52.94	08	47.06 <sup>a</sup>
17-21	05	03	60.00	02	40.00 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>, Literales iguales en la misma columna indican que no existen diferencias estadísticas significativas ( $P \geq 0.05$ ).

El cuadro 3.10 (Gráfico 3.10) muestra la tasa de preñez en vacas cruzadas de crianza extensiva en relación al momento de la aplicación hormonal, observándose que la tasa de preñez varía de acuerdo a los días del ciclo estral en los que se inicia el protocolo de sincronización Ovsynch; obteniéndose 50% de preñez entre 1 y 4 días; 100% entre 5 y 9 días; 47.06% entre 10 y 16 días; y el 40% entre 17 y 21 días; concentrándose mayores tasas de preñez, cuando el protocolo se inicia entre los días 5 y 9 del ciclo estral; sin embargo, no existiendo diferencia estadística significativa ( $P \geq 0.05$ ).

Nuestros resultados son algo similares a los obtenidos por Vasconcelos y *et al.*, (1999) quienes evaluaron la influencia del día ciclo estral en el que se inicia el protocolo ovsynch, reportándose el 94% de preñez entre 1 y 4 días, seguido de 89% entre 5 y 9 días; respuesta que podría atribuirse a que cuando se inicia el tratamiento, el folículo se está en fase de dominancia o el cuerpo lúteo está iniciando su crecimiento entre los días 5 y 12 del ciclo estral; al respecto Vasconcelos *et al.*, (1991) manifiestan que para sincronizar el estro y la ovulación de forma efectiva depende de la etapa del desarrollo folicular en el momento de la inyección inicial de la GnRH, y que la respuesta al tratamiento está ligada a que ésta primera dosis actúa

induciendo la ovulación del folículo dominante. Por tanto una sola hormona no actuaría de manera eficiente, siendo importante la asociación de ambos (GnRH y PGF2a), para producir mayores tasas de concepción y preñez, como lo expresan MacMillan y Thatcher (1991), que los diferentes esquemas que utilizan PGF para sincronizar celos, no controlan la dinámica folicular; en consecuencia se recurre al uso de la GnRH asociada a la PGF para controlar la dinámica folicular y la actividad luteal; *conocedores que esta dosis de GnRH induce la producción de FSH y LH, y dependiendo de la fase en la que estén intervienen causando ovulación, luteinización o reinicio de una nueva onda folicular.*

## **CAPITULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1. CONCLUSIONES**

1. El 73.08% de vacunos sometidos al protocolo ovsynch e IATF, presentaron signos observables de celo, frente a 26.92% de animales que no lo presentaron, existiendo diferencia estadística significativa.
2. El efecto del protocolo ovsynch sobre la presencia de signos de celo observables antes y durante la IATF, fue de 78.95% para vacas y 57.14% para vaquillas, no existiendo diferencias estadísticas significativas.
3. Del total de animales sometidos al protocolo ovsynch e IATF, el 23.08% presentaron estros prematuros frente a 76.92% que no lo presentan (GnRH y PGF) existiendo diferencias estadísticas significativas.
4. El 63.16% de vacas y el 57.14% de vaquillas no mostraron retorno al celo con el protocolo ovsynch y la IATF, no existiendo diferencias estadísticas significativas.
5. Con la aplicación del protocolo de sincronización ovsynch en vacas cruzadas de crianza extensiva y en condiciones de sierra, se obtuvo una tasa del 50% de preñez; de los cuales, 47.37% corresponde a vacas y 57.14%, a vaquillas, no existiendo diferencias estadísticas significativas.

## **4.2. RECOMENDACIONES**

1. Desarrollo demás investigaciones, utilizando otros protocolosovsyncho similares en vacunos criados en condiciones propias de sierra.
2. Se sugiere investigar casos de mortalidad embrionaria, debido a que existen animales que no retornan en celo; sin embargo no están preñadas y determinar su grado de relación con el uso de tratamientos exógenos (protocolos) u otras causas.
3. Monitoreo de la preñez hasta el momento del parto y estimar el valor económico del ternero nacido con el objetivo de justificar el uso de esta biotecnología.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en ganado vacuno cruzado de crianza extensiva del Departamento de Ayacucho, Provincia de Cangallo, Distritos de Los Morochucos y Chuschi, de abril a octubre del año 2012. El objetivo fue evaluar la respuesta del protocolo de sincronización de la ovulación ovsynch y la inseminación artificial a tiempo fijo. Se utilizaron 26 animales pertenecientes a 26 productores, de ellas 19 vacas y 07 vaquillas de genotipo cruzado de la raza Brown Swiss con ganado criollo. El protocolo Ovsynch consistió en la aplicación de una dosis de 0.42 mg de acetato de buserelina (GESTAR®) al primer día; luego de 7 días, dosis de 0.0075 mg de Cloprostenol (PROSTAL®); luego de 2 días, se aplicó una segunda dosis de 0.42 mg de acetato de buserelina (GESTAR®) y después de esta última aplicación se realizó la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) a las 20 horas. A los 90 días post IATF se realizó el diagnóstico de gestación por palpación rectal. Las variables se analizaron por medio de la prueba Chi cuadrado. Los resultados del protocolo, nos muestra el porcentaje de celo manifiesto de 73.08%, frente a un 26.92% que no exhibió características de celo observable; existiendo diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ). La tasa de estro prematuro global representó el 23.98%, siendo estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ). La tasa de preñez como respuesta al protocolo ovsynch e IATF en vacas cruzadas de crianza extensiva fue de 50%, de éstos, el 47.37% son vacas y el 57.14% vaquillas; resultados que estadísticamente no son significativos ( $P < 0.05$ ). Al evaluar la tasa de preñez se relacionó otras variables para ver si existe correlación sobre la tasa de preñez; como la relación con la presencia de signos de celo observables, del cual se obtuvo 76.92% de preñez en animales con características de celo observables y 47.37% en ausencia, no existiendo diferencia estadística. Por último se evaluó la tasa de no retorno de celo, obteniendo 63.16% en vacas, y 57.14% en vaquillas; no existiendo diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ). Se concluye de estos resultados que el protocolo resulta eficiente para sincronizar celo y realizar la IATF; sugiriéndose mayores trabajos que justifiquen su ejecución.

**Palabras clave:** sincronización, ovsynch, inseminación artificial a tiempo fijo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ALVARADO, C.E., RIVERA, N.E. Y L.L. LA TORRE. 2012. Reutilización del CIDR en la sincronización del estro y porcentaje de preñez de vacas en dos grupos raciales. Res SciSpermova 01 (02): 32-33.
2. ARTHUR, G; NOAKES D; PEARSON, H; and PARKINSON, T. 1996. Veterinary Reproduction and Obstetrics. Seventh. Edition Saunders.
3. AMBROSE, J; PIRES, M; MOREIRA, F; DIAZ, T; BINELLI, M; and THATCHER, W. 1998. Efecto del estrés por calor sobre la tasa de gestación en vacas lecheras sincronizadas con ovsynch.
4. BARASH, I; CHEUNG, C; WEIGLE, D; REN, H, KABIGTING, E; KUIJPER, J; CLIFTON, D; and STEINER, R. 1996. Leptinis a metabolic signal to the reproductive system.
5. BARTOLOMEB, J. 2005. Aplicación integrada de control de la ovulación en el manejo reproductivo lechero. Argentina.
6. BEAL, W; GOOD, G; and PETERSEN, L. 1984. Estrus synchronization and pregnancy rates in cyclic and noncyclic beef cows and heifers treated with synchromate B or norgestome and alfaprostenol.
7. BÓ, G.A. 2011. Programas de IATF en ganado bovino lechero. Res Sci 01 (01):34-43.
8. BÓ, G; CUTAIA, L; CHESTA, P; BALLA, E; PICINATO, D; PEREZ, L; MARAÑA, D; AVILÉS, M; MENCHACA, A; VENERANDA, G; Y BARUSELLI, P. 2006. Programas de inseminación a tiempo fijo en rodeos de cría. Córdoba, Argentina.
9. BUTLER, W. 2000. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. AnimReprodSci. Argentina.
10. BURKE, J; HAMPTON, J; STAPLES, C; and THATCHER, W. 1998. Body condition influences maintenance of a persistent first wave dominant follicle in dairy cattle.

11. CABRERA, P; Y PANTOJA, C. 2008. Hormonas e inseminación artificial. Universidad Nacional Agraria La Molina – Programa de mejoramiento animal. Perú.
12. CAPITAINÉ, A. 2004. Análisis productivo en rodeos lecheros. Simposio internacional de reproducción animal. Argentina.
13. CAJERO, M; GUZMAN, M; Y CASTRO, P. 2008. Manual de inseminación artificial en bovinos. Hidalgo, Michoacán, México.
14. CALÁ, M; CALLEJAS, S; CATALANO, R; Y C. ERSINGER. 2001. Uso de diferentes dosis de buserelina en vaquillonas lecheras tratadas con el método Ovsynch. *InVet* 3: 39-47.
15. CALÁ, M; CALLEJAS, S; CATALANO, R; Y C. ERSINGER. 2003. Uso del protocolo ovsynch en vaquillonas lecheras con o sin cuerpo lúteo funcional al inicio del tratamiento. *An. Vet. (MURCIA)* 19: 77-87
16. CALLEJAS, S; ERSINGER, C; CABODEVILA, J; CATALANO, R; Y M. TERUEL. 2001. Control del ciclo estral en vaquillonas Holando Argentino: uso de GnRH y PGF2a. Resúmenes IV Simposio Internacional de Reproducción Animal. Huerta Grande, Córdoba, Argentina, p 240.
17. CHEMINEAU, P. 1993. Medio ambiente y reproducción animal.
18. DE LA SOTA, R; BURKE, J; RISCO, C; MOREIRA, C; DELORENZO, M; and THATCHER, W. 1998. Evaluation of timed insemination during summer heat stress in lactating dairy cattle. *Theriogenology*. Argentina.
19. DEJARNETTE, M. 2004. Inseminación artificial en bovinos. *Selectreproductive*. USA.
20. DEJARNETTE, M; SALVERSON, R; and MARSHALL, C. 2001. Incidence of premature estrus in lactating dairy cows and conception rates to satnding estrus of fidex time inseminations after synchronization using GnRH and PGF2.
21. DUNN, T. and MOOS, G. 1992. Effects of nutrient deficiencies and excesses on reproductive efficiency of livestock. México.
22. EDMONSON, A; LEAN, I; WEAVER, L; FARVER, T; and WEBSTER, G. 1989. A bodyconditionscoring chart forHolsteindairy cows.

23. GALIANO, J; y MOLINA, J. 2008. Efectividad de la inseminación artificial a través de la sincronización del celo en bovinos. Universidad Nacional Experimental De Los Llanos Occidentales. Venezuela.
24. GALINA, C; ORIHUELA, A; DUCHATEAU, A; and NAVARRO, F. 1987. Reproductive performance of zebu cattle in Mexico using artificial insemination, México.
25. GASQUE, R. 2008. Enciclopedia Bovina. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México.
26. GINTHER, O; KASTELIC, J; and KNOPF, L. 1989. Composition and characteristics of follicular waves during the bovine estrous cycle. Animreprod. Argentina.
27. GONZALEZ, E; Y RUIZ, R. 1975. Utilización de prostaglandina F2 alfa para sincronizar el estro en bovinos. México.
28. GROHN, Y; HERTL, J; and HARMAN, J. 1994. Effect of early lactation milk yield on reproductive disorders in dairy cows. A. J Vet Res. Venezuela.
29. GUMEN, A; GUENTER, M; Y WILTBANK, M. 2003. Follicular size and response to Ovsynch versus detection of estrus in anovular and ovular lactating dairy cows. Argentina.
30. GUTIERREZ, J; PALOMARES, R; SANDOVAL, J; SÁNCHEZ, A; PORTILLO, G; y SOTO, E. 2005. Uso del protocolo Ovsynch en el control del anestro postparto en vacas mestizas de doble propósito. Venezuela.
31. HAFEZ, E; and HAFEZ, B. 2000. Reproducción e inseminación artificial en animales. 7ª edición. Editorial Interamericana. México.
32. HARDIN, D; WARNICK, A; MISE, T; SCHULTZ, R; and FIELDS, M. 1980. Artificial insemination of subtropical commercial beef cattle following synchronization with cloprostenol. México.
33. HEUWIESER, W; FERGUSON, J; GUARD, C; FOOTE, R; WARNICK, L; and BREICKNER, L. 1994. Relationship between administration of GnRH, body condition score and fertility in Holstein dairy cattle. Theriogenology. Argentina.
34. HUANCA, W. 2001. *Inseminación a tiempo fijo en vacas lecheras*. Revista InvVetPeru. UNMSM. Lima.

35. ILLERA, M. 1994. Reproducción de los animales domésticos. 1º edición. Editorial Aedos. Barcelona – UNAM. Mexico.
36. INTERVET. 2007. Compendio de reproducción animal. 9º edición. Sinervia Uruguay/Paraguay.
37. KISUR; PELLERANO, A; GABRIELA S; MALDONADO, P; RODRIGUEZ, SEBASTIAN, C; Y GUSTAVO, A. 2003. Eficiencia en el uso del protocolo de sincronización ovsynch con resincronización en búfalos en el NEA Argentino. Argentina.
38. LÓPEZ, H; SATTER, L; y WILTBANK, M. 2004. Consideraciones fundamentales para la implementación de programas de inseminación artificial a tiempo fijo. México.
39. MACMILLAN, M; and BURKE, C. 1996. Effects of oestrus cycle control of reproductive efficiency.
40. MACMILLAN, K; and THATCHER, W. 1991. Analyses of the variation in the interval from an injection of prostaglandin F to estrus as a method of studying patterns of follicle development during diestrus in dairy cows. AnimReprod. Sci. 6: 245-254.
41. MAPLETOFT, R. 2005. Inseminación artificial a tiempo fijo en ganado bostaurus. Simposio internacional de reproducción animal. Argentina.
42. MAZZUCHELI, F; MAYENCO, A; and RAGA, J. 2002. terapia hormonal en el manejo de reproducción y la resolución de problemas reproductivos en ganado vacuno.
43. MC DONALD, L. 1991. Endocrinología veterinaria y reproducción. 4º edición. Editorial Interamericana McGraw-Hill. México.
44. MINISTERIO DE AGRICULTURA. 2003. Manual de inseminación artificial y manejo reproductivo del ganado vacuno. Lima – Callao.
45. MOREIRA, F; ORLANDI, C; RISCO, C; MATTOS, R; LOPES, F; and THATCHER, W. 2001. Effects of presynchronization and bovine somatotropin on pregnancy rates to a timed artificial insemination protocol in lactating dairy cows. Argentina.

46. MORO, J; CASTAÑEDA, G; RUIZ, F; and ROMAN, H. 1994. Aplicación de un registro de la producción en ganaderías de doble propósito. Veracruz.
47. MURPHY, B; CLAIRE, E; and XIN, M. 1991. Endogenous inhibitors of follicle development. México.
48. PALOMINO, A. 2010. "Uso de prostaglandina, progesterona, y benzoato de estradiol como protocolo de sincronización de ovulación en bovinos de la unidad experimental de Allpachaka". Tesis para obtener título profesional de Médico Veterinario. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho.
49. PETERS, R; and YU, K. 1999. Neuroendocrine regulation of ovulation in fishes: basic and applied aspects. RevFish Biol. Argentina.
50. PONCE, R; THATCHER, W; CATON, D; BARRON, D. and WILCOX, C. 1978. Thermal stress affects on uterine blood flow in dairy cows.
51. PURSLEY J; MEE, M; and WILTBANK M. 1995. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF<sub>2</sub> $\alpha$  and GnRH. Theriogenology. Argentina.
52. PURSLEY, J; WITBANK M; STEVENSON J; OTTOCCE J, GARVERICH H, and ANDERSON LL. 1997. Pregnancy rates per artificial insemination for cows and heifers inseminated at a synchronized ovulation or synchronized estrus. Argentina.
53. PURSLEY, J; MEE, M and WILTBANK, M. 1998. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF<sub>2</sub> and GnRH. Theriogenology. Argentina.
54. QUINTELA. 2006. Ecografía y reproducción en la vaca. Ed. Servicio de publicaciones e intercambio científico campus universitario sur. Santiago de Compostela.
55. RAMÍREZ, J. 2005. Evaluación del protocolo Ovsynch de inseminación artificial a tiempo fijo y diagnóstico temprano de gestación en búfalas, durante la estación reproductiva. Colombia.
56. ROA, N. 2005. Manual de ganadería doble propósito. Método y aplicación de la inseminación artificial en bovinos. Publicaciones INIA. Venezuela.
57. RODRIGUEZ, T; y PARRA, N; 1979. Observaciones sobre la fertilidad en vacas servidas al primer, segundo y tercer celo postparto. México.

58. RUKKWAMSUK, T; WENSING, T; and KRUIP, T. 1998. Relationship between triacylglycerol concentration in the liver and first ovulation in post partum dairy cows. *Theriogenology*. Argentina.
59. SHORT, R; and ADAMS, C. 1988. Nutritional and hormonal interrelationships in beef cattle reproduction.
60. SPITZER, J; MORRISON, D; WETTEMANN, R; and FAULKNER, L. 1995. Reproductive responses and calf birth and weaning weights as affected by body condition at parturition and postpartum weight gain in primiparous beef cows.
61. TWAGIRAMUNGU H., GUILBAULT L.A., PROULX J., VILLENEUVE P., and DUFOUR J.J. 1992. Influence of an agonist of Gonadotropin-Releasing Hormone (Buserelin) on estrus synchronization and fertility in beef cows. *J. Anim. Sci.* 70: 1904-1910.
62. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA. 2006. Curso Reproducción Animal – Detección de estro y su importancia. Lima.
63. VACCARO, L. 2000. Importancia de los bovinos de doble propósito en América Latina y perspectivas para su mejoramiento. Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México.
64. VASCONCELOS, J; SILCOX, R; ROSA, G; PURSLEY, J; and WILTBANK, M. 1999. Synchronization rate, size of the ovulatory follicle and pregnancy rate after synchronization of ovulation beginning on different days of the oestrous cycle in lactating dairy cows. *Theriogenology*. Venezuela.
65. WANTTIAUX, M. 1999. *Essences milkmaids*. The babcock institute. University of Wisconsin-Madison. EE UU.
66. WETTMAN, R; HAFS, H; EDGERTON, L; and SWANSON, L. 1992. Estradiol and progesterone in blood serum during the bovine estrous cycle.

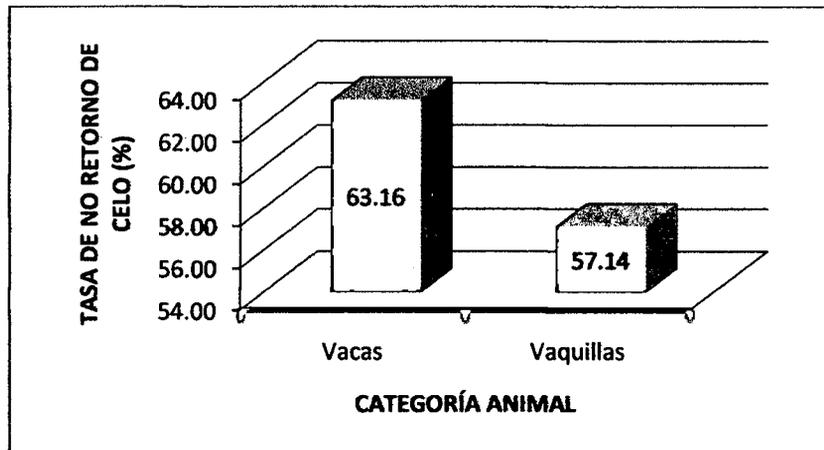


Gráfico 3.5 Tasa de no retorno de celo por categoría animal, en vacas cruzadas de crianza extensiva sometidas al protocolo ovsynch. Los Morochucos y Chuschi-Ayacucho-2012.

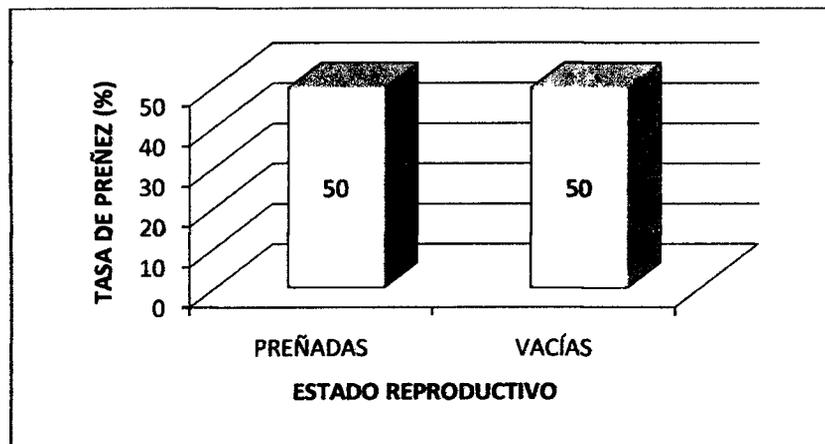


Gráfico 3.6 Tasa de preñez como respuesta al protocolo ovsynch e IATF en vacas cruzadas de crianza extensiva. Los Morochucos y Chuschi-Ayacucho-2012.

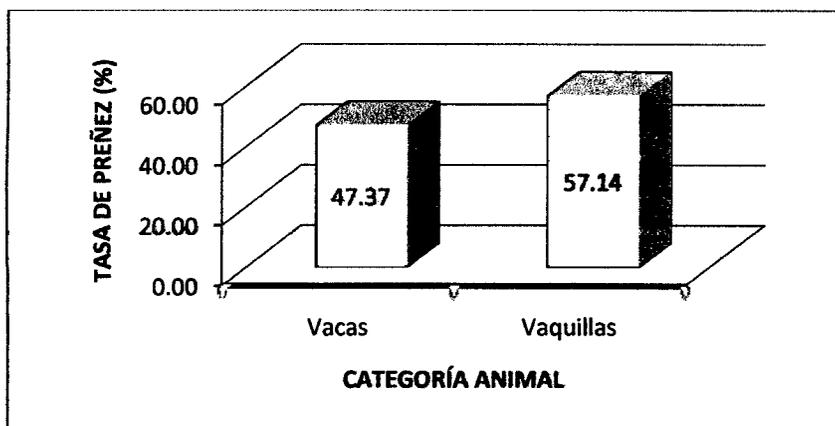


Gráfico 3.7 Tasa de preñez por categoría animal como respuesta al protocolo ovsynch e IATF en vacas cruzadas de crianza extensiva. Los Morochucos y Chuschi-Ayacucho-2012.

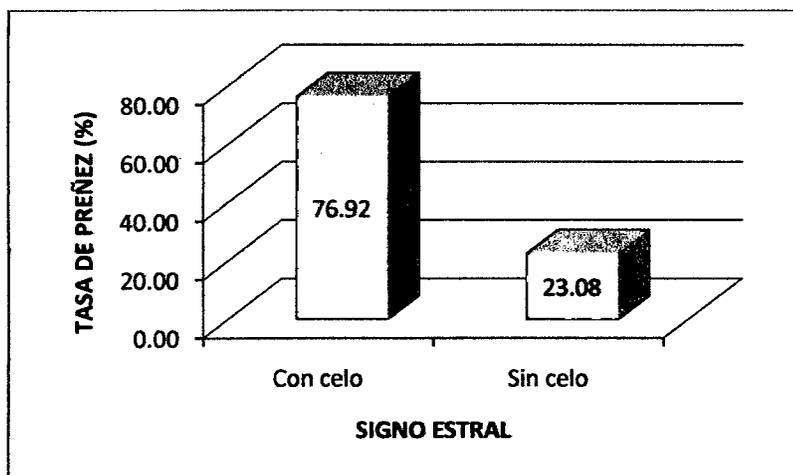


Gráfico 3.8 Tasa de preñez con protocolo Ovsynch en vacas cruzadas de crianza extensiva en relación a la presencia de signos de celo observables. Los Morochucos y Chuschi-Ayacucho-2012.

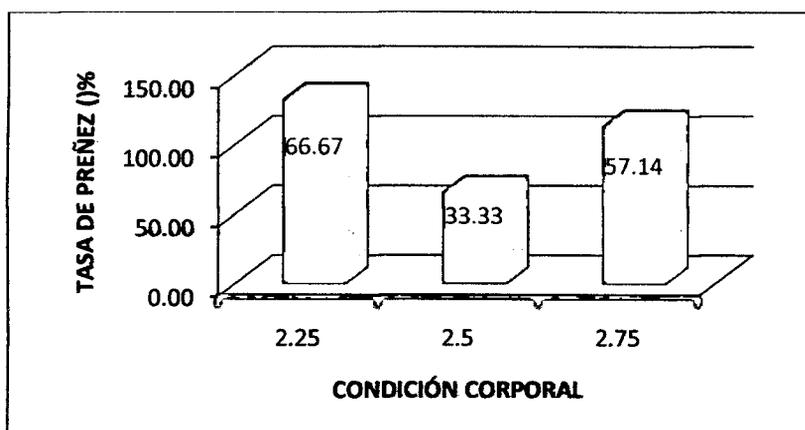


Gráfico 3.9 Relación de la tasa de preñez al protocolo Ovsynch en vacas cruzadas de crianza extensiva y la condición corporal. Los Morochucos y Chuschi-Ayacucho-2012.

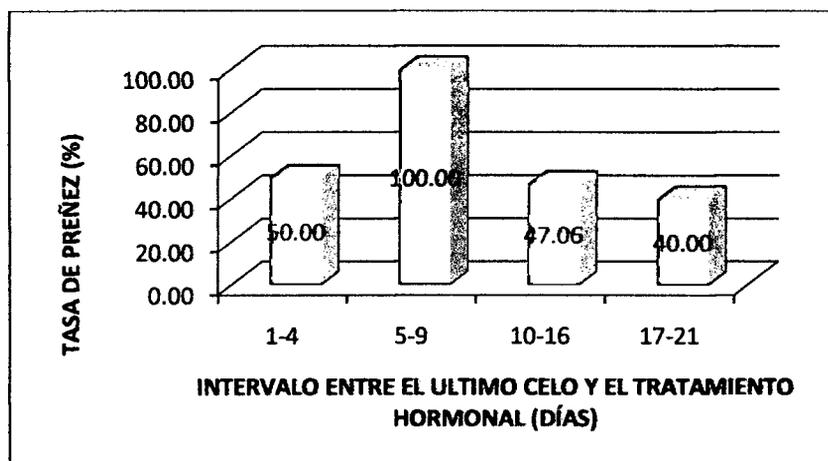


Gráfico 3.10 Tasa de preñez en vacas cruzadas de crianza extensiva en relación al momento de la aplicación hormonal. Los Morochucos y Chuschi-Ayacucho-2012.

Anexo 01: Registro general de animales sometidos al tratamiento con el protocolo ovsynch. Los Morochucos y Chuschi-Ayacucho-2012.

Nº	ARETE	GENOTIPO	EDAD	CATEG.	C.C.	DIAGNOSTICO DE GESTACION
1	4	Cx Brown	5ª	2 partos	2.5	PREÑADA
2	16	Cx Brown	3ª	1 parto	2.75	VACIA
3	17	Cx Brown	3ª	1 parto	2.75	VACIA
4	CHUMPI	Cx Brown	4ª	1 parto	2.75	PREÑADA
5	APU	Cx Brown	4ª	1 parto	2.75	VACIA
6	MARIA 1	Cx Brown	2ª	Vaquilla	2.5	VACIA
7	VIRGEN	Cx Brown	4ª	2 partos	2.25	PREÑADA
8	JULIA	Cx Brown	2ª	Vaquilla	2.75	VACIA
9	ROSITA	Cx Brown	3ª	1 parto	2.5	VACIA
10	ZULEMA	Cx Brown	4ª	2 partos	2.5	VACIA
11	MALI	Cx Brown	4ª	2 partos	2.5	VACIA
12	AYDA	Cx Brown	6ª	4 partos	2.5	VACIA
13	LUCY	Cx Brown	3ª	1 parto	2.25	VACIA
14	NEGRA 1	Cx Brown	3ª	1 parto	2.25	PREÑADA
15	CHABUCA	Cx Brown	9ª	7 partos	2.5	PREÑADA
16	MARIA 2	Cx Brown	3ª	1 parto	2.5	PREÑADA
17	TEREZA	Cx Brown	4ª	2 partos	2.5	VACIA
18	MERY	Cx Brown	18m	Vaquilla	2.75	PREÑADA
19	LAURA	Cx Brown	18m	Vaquilla	2.75	PREÑADA
20	NIRY	Cx Brown	18m	Vaquilla	2.75	PREÑADA
21	NEGRA 2	Cx Brown	4ª	2 partos	2.75	PREÑADA
22	CAROLINA	Cx Brown	16m	Vaquilla	2.75	PREÑADA
23	LALA	Cx Brown	6ª	4 partos	2.75	PREÑADA
24	CLARA	Cx Brown	4ª	1 parto	2.75	PREÑADA
25	CANELA	Cx Brown	4ª	1 parto	2.75	VACIA
26	DINA	Cx Brown	2ª	Vaquilla	2.75	VACIA

Fuente: Elaboración propia.