

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA**



**TESIS**

**EFEECTO DE LOS ANÁLOGOS DE LAS HORMONAS  
LIBERADORAS DE GONADOTROPINAS (BUSERELINA)  
Y DE LA PROSTAGLANDINA F<sub>2</sub> $\alpha$  (CLOPROSTENOL), EN  
LA ACTIVACIÓN DEL CELO Y LA FERTILIDAD EN VACAS  
LECHERAS - PROVINCIA DE LAMAS - SAN MARTÍN.**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:  
ESTHER MARIA VELA HUANCA**

**TARAPOTO - PERU  
2017**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL**

**TESIS**

**EFFECTO DE LOS ANÁLOGOS DE LAS HORMONAS  
LIBERADORAS DE GONADOTROPINAS (BUSERELINA)  
Y DE LA PROSTAGLANDINA F<sub>2α</sub> (CLOPROSTENOL), EN  
LA ACTIVACIÓN DEL CELO Y LA FERTILIDAD EN VACAS  
LECHERAS - PROVINCIA DE LAMAS - SAN MARTÍN.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
MÉDICO VETERINARIO**

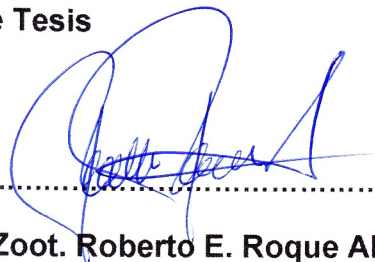
**PRESENTADO POR LA BACHILLER:  
ESTHER MARIA VELA HUANCA.**

**Comité de Tesis**



.....  
**Dr. Orlando Ríos Ramírez.**

**Presidente**



.....  
**Ing. Zoot. Roberto E. Roque Alcarraz.**

**Secretario**



.....  
**Med. Vet. Lenin Torres Bernal.**

**Miembro**



.....  
**Med. Vet. Hugo Sánchez Cárdenas**

**Asesor**

## **Agradecimientos:**

A, Dios porque me ha abierto el camino y me ha dado el Espíritu de seguir siempre adelante a pesar de todos los tropiezos que he tenido y enfrentado.

A, mis padres Exequiel Vela, Agripina Huanca, por darme su apoyo siempre de alguna u otra manera y por haberme guiado hacia el camino del bien.

A, mi asesor, Med. Vet. Hugo Sánchez Cárdenas por haberme apoyado desde el momento en que le manifesté mi interés de trabajar con él, quien me ha ayudado hacia la finalización de mi trabajo.

A la Universidad Nacional de San Martín quien financio el presente proyecto de investigación, a través de la oficina de investigación.

Quiero expresar también mi más sincero agradecimiento a los señores: Limber Cárdenas Lozano, Kiefer Sánchez Paredes, Juvencio Cárdenas Linares y Tedy Del Castillo Reátegui, propietarios de los fundos en la cual se desarrollaron el proyecto de investigación, quienes colaboraron con los animales experimentales para el citado trabajo.

## ÍNDICE

	<b>Páginas.</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO II: OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO III: REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>4</b>
3.1. Fisiología del ciclo estral del ganado bovino lechero	4
3.2. Crecimiento folicular en el vacuno	5
3.3. El reclutamiento de olas de folículos	6
3.3.1. Selección del folículo dominante	7
3.3.2. Folículo dominante seleccionado	8
3.4. Hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH)	8
3.4.1. Buserelina	9
3.5. Prostaglandinas F <sub>2</sub> alfa	9
3.5.1. Cloprostenol sódico	10
3.6. Combinación de análogos de la GnRH y prostaglandinas	10
3.7. Detección de estros	12
3.8. Inseminación artificial	18
3.9. Inseminación artificial después del estro detectado	19
3.10. Inseminación artificial a tiempo fijo	22
<b>CAPÍTULO IV: MATERIALES Y MÉTODO (S)</b>	<b>25</b>
4.1. Materiales	25
4.1.1. Recursos Humanos	25

4.1.2. Materiales de campo	25
4.1.3. Recursos biológicos	26
4.2. Ubicación del campo experimental	26
a) Ubicación Política	26
b) Ubicación geográfica	26
c) Características climáticas	27
4.3. Metodología	27
4.3.1. Diseño experimental	27
A. Material biológico	28
B. Lugar experimental	28
C. Grupos experimentales	28
D. Análisis e interpretación de datos	28
E. Tratamientos estudiados	29
4.3.2. Conducción del experimento	30
A. Primera Fase (Pre- experimental)	30
B. Segunda Fase (Experimental)	30
4.3.3. Comportamiento climático	31
4.3.4. Variables evaluadas	31
<b>CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>	<b>32</b>
5.1. Resultados	32
5.1.1. Presentación del celo	32
5.1.2. Diagnóstico de gestación	34

5.2.	DISCUSIONES	36
5.2.1.	De la presentación del celo	36
5.2.2.	Del diagnóstico de gestación	43
	<b>CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES</b>	<b>48</b>
	<b>CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES</b>	<b>49</b>
	<b>CAPÍTULO VIII: BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>50</b>

## RESUMEN

Las intervenciones hormonales han sido utilizadas para mejorar la probabilidad de detección de celo e Inseminación Artificial mejorando así las tasas de preñez en animales lecheros en diferentes sistemas de manejo. El objetivo de este trabajo de investigación es contribuir al desarrollo de programas que permitan un manejo de los ciclos reproductivos en vacas lecheras en el trópico. Se estudió el efecto de los análogos sintéticos de la hormona liberadora de gonadotropinas (Buserelina) y de la prostaglandina  $f2\alpha$  (Cloprostenol), solas y en su combinación, sobre la activación del celo y la tasa de fertilidad en vacas lecheras. Se evaluaron 48 vacas lecheras en cuatro grupos tratados, cómo a continuación se detalla T0: testigo (12 vacas); T1: Buserelina (12 vacas), T2: Cloprostenol (12 vacas), T3: Buserelina más Cloprostenol (12 vacas). La selección de las vacas se realizó mediante palpación rectal para diagnosticar que no estén preñadas y que presenten ciclicidad ovárica, con presencia de folículos en crecimiento o con cuerpo lúteo. La aplicación de hormonas se realizó de acuerdo al protocolo establecido, en el T1 y T2 se esperaba que la vaca manifieste signo de estro para ser inseminada, en el T3 se IATF. El diagnóstico de preñez se realizó mediante palpación rectal a partir del día 60 después de la inseminación artificial.

**Palabras Claves:** celo, inseminación artificial, análogo, hormona, vaca.

## SUMMARY

The hormonal interventions have been used to improve the probability of detection of heat and Artificial Insemination thus improving the rates of pregnancy in dairy animals in different management systems. The objective of this research work is to contribute to the development of programs that allow a management of the reproductive cycles in dairy cows in the tropics. The study focused on the effect of the synthetic analogues of gonadotropin-releasing hormone (buserelin) and prostaglandin  $f_{2\alpha}$  (Cloprostenol), single and joint, on activation of the heat and the rate of fertility in dairy cows. We evaluated 48 dairy cows in four groups treated, as we detailed: T0: witness (12 cows); T1: buserelin (12 cows), T2: Cloprostenol (12 cows), T3: buserelin plus Cloprostenol (12 cows). We made the selection of cows by rectal palpation to diagnose that were not pregnant and to submit cyclicity ovarian with presence of follicles in growth or with the corpus luteum. We made the application of hormones according to the Protocol established, in T1 and T2 expected that the cow manifest sign of estrus to be inseminated, in the T3 IATF. The diagnosis of pregnancy was made by rectal palpation from day 60 after the artificial insemination.

**Keywords:** heat, artificial insemination, analogous, hormone, cow.



## **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.**

Uno de los principales problemas que enfrenta la ganadería lechera nacional es lograr una eficiencia reproductiva óptima (1 y 2). Para lo cual se han realizado estudios sobre técnicas que permiten el control del ciclo estrual del ganado lechero con la utilización de hormonas que producirán la regresión del cuerpo lúteo dando origen a un nuevo celo (3, 4 y 5).

En la actualidad es muy común la presentación de anestros prolongados dando como resultado un aumento el intervalo parto primer servicio, un menor número de crías por año, y elevando los costos de producción, son múltiples los factores para la presentación de anestros prolongados, entre los principales se encuentra la subnutrición, baja condición corporal (6 y 7). También la alta producción láctea, enfermedades metabólicas, infecciones reproductivas y destete tardío son parte de los problemas en la producción lechera (8, 5 y 7).

Por lo expuesto es que el presente trabajo tiene como objetivo reducir el intervalo parto primer servicio, con la administración de una prostaglandina (Cloprostenol sódico), una hormona liberadora de gonadotropinas (Buserelina) solas y en su combinación, controlando el ciclo estrual del animal para lograr el celo y la ovulación adecuadas, y lograr una gestación exitosa.

En el medio tropical, el desempeño reproductivo de la actividad pecuaria se ve afectada por factores que intervienen negativamente, dentro de los cuales la mala detección del

celo, “celos silenciosos” y ausencia de celos, son las principales causas; repercutiendo en la prolongación del tiempo de preñez. Este tiempo de días abiertos causa en el ganadero pérdidas económicas.

Con la aplicación de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y la prostaglandina F<sub>2</sub>α (PGF<sub>2</sub>α), solas y en combinación de ambas se estará logrando medir el tiempo de presentación de celos y acortando los días abiertos, e incrementando la tasa de concepción en el rebaño. Al mismo tiempo se estará realizando un mejor manejo reproductivo en el fundo y logrando mejorar la genética del ganado.

## **CAPÍTULO II: OBJETIVOS.**

### **2.1. Objetivo General**

Contribuir al desarrollo de programas de sincronización que permitan un manejo de los ciclos reproductivos en vacas lecheras en el trópico.

### **2.2. Objetivo Específico**

- ❖ Evaluar la respuesta a las hormonas liberadora de gonadotropinas (GnRH) y de la prostaglandina  $f2\alpha$  (PGF $2\alpha$ ), sobre la presentación de celo en vacas lecheras.
  
- ❖ Evaluar la respuesta de los análogos sintéticos Buserelina y Cloprostenol sódico, solas y en su combinación sobre la activación del ciclo estral en vacas lecheras: 1) efecto de la Buserelina individualmente. 2) efecto del Cloprostenol sódico individualmente 3) efecto de la Buserelina y el Cloprostenol sódico en combinación de ambos.
  
- ❖ Determinar el incremento de la tasa de celo y preñez de las vacas de cada rebaño, bajo la aplicación de Buserelina y Cloprostenol sódico, individualmente y en combinación.

## CAPÍTULO III: REVISIÓN DE LITERATURA.

### 3.1. Fisiología del ciclo estral del ganado bovino lechero.

El ciclo sexual de la vaca suele ser independiente de la estación del año. El rango de duración del ciclo estrual es de 17 a 25 días (4, 9, 10 y 11), con un promedio de duración de 21 días para vacas multíparas y de 20 días para primíparas (8, 12, 13, 14 y 15).

El tiempo de duración del celo puede ser variable (4, 9 y 16), siendo influenciado por factores intrínsecos y ambientales (raza, manejo, estación, etc.) (12, 10 y 17), la duración puede tener un rango de 2 a 24 horas, (11 y 13) siendo el día "0" (cero) del ciclo estrual el que corresponde al primer día del estro (10). Como consecuencia de la elevación del estrógeno se estimula el pico preovulatorio de LH responsable de la ovulación (1), es debido a estos cambios hormonales que la ovulación ocurre 12 horas después del final del celo (9, 14 y 17). La ovulación es seguida por la formación del cuerpo lúteo o cuerpo amarillo, dando como resultado la secreción de progesterona (3) responsable de prevenir el crecimiento completo de folículos necesario para el mantenimiento de la gestación (18).

El ciclo estrual se caracteriza por presentar dos fases, folicular y lútea; según la actividad ovárica (4 y 16) la fase folicular involucra a su vez 2 fases (proestro y estro) caracterizada por aumento de estrógenos y ocurrencia de celo (18 y 19) y

la lútea (8 y 20) se caracteriza por la ausencia de manifestaciones típicas de comportamiento sexual, tiene un cuerpo lúteo activo y altos niveles de progesterona circulante (18 y 19); correspondiendo del día 18 al primero del ciclo estrual la fase folicular y del día 2 al 17 del ciclo la fase lútea respectivamente (10). El tiempo aproximado de duración de cada fase es de 3 a 4 días (proestro), medio día (estro), 2 días (metaestro) y 15 días (diestro).

Uno de los principales problemas que enfrenta la ganadería lechera nacional es lograr una eficiencia reproductiva óptima (1 y 2). Para lo cual se han realizado estudios sobre técnicas que permiten el control del ciclo estrual del ganado lechero con la utilización de hormonas que producirán la regresión del cuerpo lúteo dando origen a un nuevo celo (3 y 4).

### **3.2. Crecimiento folicular en el vacuno:**

El crecimiento y el desarrollo folicular se caracterizan, en los rumiantes, por dos o tres olas foliculares consecutivas por ciclo estral. La llegada de la ultrasonografía ha permitido recopilar mucha información sobre las fases del crecimiento y la selección folicular. Cada ola implica el reclutamiento de una nueva cohorte de folículos de la reserva ovárica total y la selección de un folículo dominante, que sigue creciendo y madurando hasta alcanzar la fase preovulatoria, mientras que los otros se atresian.

Se pueden distinguir tres fases distintas en el desarrollo folicular: crecimiento, selección y desviación.

Cada ola consiste en el reclutamiento simultáneo de entre tres y seis folículos que crecerán hasta tener un diámetro mayor de 4–5 mm. Al cabo de unos pocos días del inicio de una ola, surge un folículo dominante, que sigue creciendo y diferenciándose, mientras que sus folículos hermanos dejan de crecer y regresionan. El folículo dominante de la primera ola (en el caso de los ciclos de dos olas) y de la primera y segunda olas (en los ciclos de tres olas) sufren una regresión. Sin embargo, el folículo dominante de cualquier ola folicular puede ovular si se proporcionan las condiciones endocrinológicas adecuadas mediante la inducción de la luteolisis (mediante la inyección de prostaglandina F2 $\alpha$ ) durante su periodo de dominancia.

### **3.3. El reclutamiento de olas de folículos.**

En el vacuno y en otras especies, las olas foliculares se ven precedidas o acompañadas de un pequeño pico de FSH.

Todos los folículos que crecen como cohorte contienen receptores específicos para la FSH y dependen de esta gonadotropina para crecer. En esta etapa, los folículos en crecimiento no disponen de un número suficiente de receptores de LH para responder a una estimulación de tipo LH, razón por la cual esta fase del crecimiento recibe a veces el nombre de FSH dependiente.

En el vacuno, los picos secuenciales de FSH, asociados con nuevas olas de folículos, se dan durante el ciclo estral, en el periodo del post parto, durante la gestación y antes de la pubertad.

### **3.3.1. Selección del folículo dominante.**

Por razones que todavía no se comprenden en su totalidad, sólo es seleccionado un folículo dominante de la cohorte reclutada por el pequeño pico de FSH. Una característica definitoria del folículo dominante parece su mayor capacidad para la producción de estradiol. La secreción de estradiol, y quizás de andrógenos, por parte del folículo dominante, está asociada con el cese del ascenso de la FSH y su posterior mantenimiento a niveles basales (44). El futuro folículo dominante adquiere receptores de LH que permiten que siga creciendo en el entorno con niveles bajos de FSH y crecientes de LH.

Reduciendo indirectamente los niveles de FSH, el folículo dominante hace disminuir el apoyo crucial para los folículos subordinados reduciendo el componente vital para su crecimiento mientras que, al mismo tiempo, se beneficia de los niveles decrecientes de FSH y los crecientes de LH.

Recientemente, se ha descubierto información importante sobre el papel de otros moduladores, como los factores de crecimiento, la inhibina y la insulina en la diferenciación y la selección del folículo dominante (21 y 22).

### **3.3.2. Folículo dominante seleccionado.**

Tras su selección, el crecimiento, la actividad estrogénica y el plazo de vida de un folículo dominante son controlados por el patrón de pulsos de la LH. Así, cualquier cambio en el patrón de secreción de la GnRH y, por tanto, en el de la LH, tendrá un marcado efecto sobre el crecimiento continuo del folículo dominante y su ovulación. Ahora se sabe que la mayor frecuencia de los pulsos de LH vistos tras los tratamientos con progestágenos, por ejemplo, prolongarán el periodo de dominancia de este folículo de 2-7 días hasta más de 14 días, lo que afecta a la fertilidad del ovocito (19). Los factores nutricionales, los ambientales e incluso los infecciosos, que afectan directa e indirectamente al patrón de la GnRH/LH en el vacuno, tendrán un efecto considerable sobre el destino del folículo dominante y, consecuentemente, sobre la ovulación y la fertilidad.

### **3.4. Hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH):**

Es una hormona polipeptídica de diez aminoácidos que regula y estimula la secreción de la hormona luteinizante (LH) y de la hormona estimulante del folículo (FSH). Esta hormona se puede encontrar también en el hipocampo, la corteza singular y el bulbo olfatorio. Su secreción es de carácter pulsátil y está influida positivamente por el sistema alfaadrenergico y negativamente por el opioide. La deficiencia congénita de esta hormona origina hipogonadismo y



algunos animales presentan también carencia de otras hormonas liberadoras observándose en algunos de ellos pérdidas del sentido del olfato (23).

#### **3.4.1. Buserelina:**

Análogo de la hormona liberadora de gonadotropinas natural (gonadorelina; GnRH, LHRH). El efecto farmacológico inicial de la Buserelina consiste en la estimulación de la liberación de gonadotropinas y de la secreción de testosterona.

La Buserelina actúa directamente sobre la hipófisis anterior controlando la síntesis y liberación de gonadotropinas. La FSH estimula el crecimiento y la maduración del folículo, mientras la LH es responsable de la ovulación y de la formación del cuerpo lúteo.

#### **3.5. Prostaglandinas F2alfa:**

La prostaglandina F2 alfa (PGF) y sus análogos (tiaprost, clorprostenol, fenprostaleno) son efectivos en reducir el cuerpo lúteo (CL) durante los días seis del ciclo estral. La utilización de la PGF2alfa para sincronización de celos no es de suficiente precisión como para obtener un porcentaje de preñez aceptable cuando se realiza la inseminación a tiempo fijo (ITF). Esto se debe a que este tratamiento no sincroniza el crecimiento folicular y la onda preovulatoria de hormona luteinizante (LH). La PGF2alfa solo regula la duración de la vida del CL.

### **3.5.1. Cloprostenol sódico:**

Es el Cloprostenol Sódico es una prostaglandina sintética análoga estructuralmente relacionada a la prostaglandina F2 alfa, es un potente agente luteolítico que induce la regresión funcional y morfológica del cuerpo lúteo. Inductor de celo, sincronizador celo y partos (2 y 5) es así mismo uno de los primeros análogos sintéticos de las prostaglandinas que se utilizó en terapéutica y tecnología de producción veterinaria. Su uso en ganado se basa en su acción induciendo la regresión funcional y morfológica del cuerpo lúteo (Lúteolisis) (3, 10 y 11). El cloprostenol sódico es considerado el análogo de prostaglandina más potente que existe en uso en la actualidad (2, 24 y 25)

Debido a que las prostaglandinas, provocan la estimulación de la musculatura uterina y relajación de la cerviz (2) son usadas habitualmente en la sincronización, e Inducción de celo, además en la resolución de piometras, endometritis crónica, expulsión de membranas fetales, y sincronización de partos, (4, 19, 26 y 27) además se administrada 36-48 horas postparto para mejorar la involución uterina y al destete para mejorar el intervalo destete I. A. fértil. (2, 25 y 26).

### **3.6. Combinación de análogos de la GnRH y prostaglandinas:**

La inyección de GnRH o sus análogos (Buserelina, cistorelina, gonadorelina) seguida por la administración de PGF2alfa siete días más tarde ha sido bastante efectiva en la sincronización de celos. En contraste con la sincronización con PGF2alfa sola, la combinación de GnRH y PGF2alfa tiene la ventaja de

sincronizar el desarrollo folicular, la secreción de estradiol y la Lúteolisis en un amañera secuencial que, en última instancia contribuye a un mayor precisión en la manifestación del celo.

Las investigaciones realizadas en las universidades de Wisconsin y de Florida en EEUU. Han llevado al desarrollo de un programa de ITF (Ovsynch) que no requiere la detección de celos. La primera inyección del GnRH induce la liberación de LH y FSH que, a su vez, producen la ovulación o luteinización del folículo dominante e inician una nueva onda de crecimiento folicular, respectivamente. La inyección de PGF2alfa siete días más tarde produce la regresión del cuerpo lúteo. Si se produce la formación de un CI por la inyección inicial de GnRH, el intervalo de siete días suele ser suficiente para madurar y responder a la PGF2alfa. A las 48 horas de la inyección de PGF2alfa, se administra y esta deberá causar la liberación de LH y la ovulación del folículo dominante. El intervalo entre la primera y la segunda dosis de GnRH (9 días) es suficiente para producir el reclutamiento, la selección y le crecimiento al tamaño preovulatorio de un nuevo folículo dominante que será sensible al pico de LH inducido por la segunda inyección de GnRH.

La GnRH inducirá la ovulación del folículo dominante en aproximadamente 30 horas; por lo tanto, las vacas son inseminadas a tiempo fijo (sin detección de celo) de 16 a 20 horas después de la segunda inyección de GnRH (Aproximadamente 10 a 14 horas antes de la ovulación), en general. En rodeos

lecheros, es factible alcanzar un porcentaje de preñez que varía entre 30 y 45 %, con la aplicación de un protocolo de ITF (13).

### **3.7. Detección de estros:**

La eficiencia en la detección de estros es un factor que influye directamente sobre el desempeño reproductivo del ganado bovino, porque tiene la más alta correlación con el intervalo entre partos (28, 29 y 30), y cuando esta actividad no se realiza de forma adecuada, se convierte en uno de los principales problemas que más afectan su productividad, siendo, en el caso de los hatos lecheros, responsable de su baja eficiencia reproductiva (31). Las vacas lecheras lactantes tienen un pobre desempeño reproductivo debido a bajas tasas de fertilidad y de detección de estros (32), por lo que mucha investigación se ha enfocado al desarrollo de tecnologías para sincronizar y detectar de manera eficiente el estro (33 y 34). A lo largo de los años se han utilizado varios métodos de detección del estro para saber el momento de la ovulación, como observación visual frecuente (35 y 36) exposición a toros marcadores o a otras vacas (37, 38 y 39), o una combinación de observación visual frecuente con ciertas técnicas de ayuda para la detección del estro (40).

En hatos lecheros, las tasas de detección de estros son menores al 50% (41 y 42), aun cuando la observación de estros siga a la luteólisis inducida por PGF2a para sincronizar el estro (43). Experimentos realizados observando continuamente al ganado lechero han mostrado que aproximadamente 50% de

las vacas exhiben signos de estro durante la noche, así que el sistema tradicional de observación diurna en hatos lecheros es ineficiente para detectar estros, así como también han mostrado que una sola vaca recibirá menos montas de otra vaca si dos o tres están en estro al mismo tiempo (44, 45 y 46). Este tipo de variación en el comportamiento podría influir en la aparente duración del ciclo estral (47).

En programas de sincronización de estros con PGF2a se ha visto que un porcentaje importante de vacas no es detectado en calor, aun cuando la PGF2a haya inducido luteólisis completa (48 y 49), lo que probablemente se debe a una deficiencia en la detección de estros. Diversos estudios han encontrado una eficiencia en la detección de estros en hatos lecheros comerciales de aproximadamente 40 a 60% (31, 50 y 51), lo que significa que se pierden entre 40 y 60% de los calores en cada ciclo, que no son detectados por mala técnica en la realización de esta tarea (31,51 y 52), ocasionando que sólo se insemine del 40 al 60% de las hembras, dejando sin servicio a un porcentaje considerable de éstas que se encuentran en la etapa fértil del ciclo, lo que resulta en bajas tasas de gestación (31). Debido a esto, es probable que la baja tasa de detección de estros en vacas tratadas con PGF2a como método de sincronización se deba a que las hembras si presenten celo pero que éste no sea observado (31 y 48). Además, los niveles de progesterona indican que hasta 22% de las vacas no conciben porque son inseminadas en el momento equivocado (53). Bajo los sistemas actuales de producción lechera, la tasa de detección visual del estro en

vacas altas productoras es de aproximadamente 5%, con 80 a 95% de precisión en el mejor de los casos (54).

Diversos estudios (35, 55 y 56) han concluido que la administración rutinaria de PGF2 $\alpha$  para sincronizar el estro en vacas lecheras puede terminar con la pobre detección del estro y disminuir de manera significativa el promedio del intervalo entre partos del hato. En este sentido, la eficiencia en la detección de estros antes del empadre está altamente correlacionada con el intervalo entre partos ( $r=-0.64$ ), ocurriendo lo contrario con la eficiencia en la detección de estros después del empadre ( $r=-0.11$ ) (29). Por lo tanto, parece razonable evaluar el efecto de la detección de estros después del empadre dentro de un programa reproductivo, así como examinar la efectividad del costo de los programas reproductivos que concentran la detección de estros exclusivamente al período pre-empadre (45).

Por otro lado, si la detección de signos de estro presenta dificultad en ganado lechero, es aún un problema mayor en el ganado productor de carne, especialmente Bos indicas, donde los sistemas de manejo extensivos impiden la frecuente observación de los animales (57), resultando en dificultad para detectar el estro en hembras en pastoreo (58), además de los peculiares rasgos de comportamiento de estas razas (59). La detección del estro en ganado tropical es una tarea difícil, especialmente durante los primeros 60 días post-parto (60), y puede ser afectada por la raza, condición corporal, época del año y presencia del

becerro. La detección del estro es uno de los factores que limitan la expansión del uso de la inseminación artificial en el trópico.

Dado que la inseminación artificial continúa siendo una técnica importante, en especial para introducir genes lecheros para mejorar las razas locales, en su mayoría cebú, recientemente se ha dirigido considerable esfuerzo hacia el mejor entendimiento de los signos de comportamiento estral (61). De igual forma, la utilización de drogas para la sincronización del estro, tales como las prostaglandinas, ha eliminado la necesidad de la continua observación de los animales durante el ciclo estral. Sin embargo, la fertilidad obtenida después del estro inducido en ganado, particularmente de razas cebuinas en los tópicos, no ha sido muy buena (58). Una de las causas de la pobre fertilidad puede ser el desconocimiento de los signos de estro en razas tropicales de ganado, provocando que no se insemine en el momento más apropiado.

El comportamiento estral, el intervalo del estro a la ovulación y la dinámica folicular han sido caracterizados en diferentes razas cebuinas (61, 62, 63 y 64). Se sabe que los parámetros reproductivos del ganado en el trópico muestran ciertas peculiaridades, tales como el rápido pico alcanzado en la curva preovulatoria de LH, el período de calor más corto (65 y 66) y la pobre eficiencia reproductiva en general. Varios autores han descrito las aparentes diferencias en el ciclo estral y en el comportamiento estral entre diferentes razas de ganado *Bos taurus* y *Bos indicus* (66 y 67). La mayoría de los estudios han establecido que el *Bos indicus* tiene una longitud del ciclo similar al *Bos taurus*, pero que la duración del estro es significativamente más corta (68), siendo aproximadamente de 11 h.

Además, varios autores han reportado que en *Bos indicus* el comportamiento estral es más bien observado en las primeras horas de la mañana, entre las 4:00 y las 12:00 h (49) o entre las 6:00 y las 8:00 h, aunque otros indican que sucede durante el día (37), y otros más que de 30 a 50% de los estros se presentan en la noche, lo que aunado a la corta duración del comportamiento estral hace difícil detectar el estro en hembras cebú.

En general, dentro de los factores que determinan la baja eficiencia en la detección de estros destacan el uso de inadecuados protocolos para la detección del estro (69), el tiempo dedicado a la observación de calores (5, 48 y 60), el tipo de instalaciones (51 y 60), la jerarquía de las vacas (70), las condiciones climáticas (71) y la intensidad en la manifestación del estro (60 y 69), que en ganado lechero puede verse afectada a medida que aumenta la producción de leche (72, 73 y 74). Se ha observado que la eficiencia reproductiva se ve alterada en el ganado sujeto a estrés (71 y 75). Entre los factores estresantes que más afectan están el estrés térmico, que altera la duración del ciclo estral, acorta el período de celo y disminuye su intensidad (71), así como las condiciones de manejo (70 y 76). Éstos tienen su mayor impacto poco antes de la ovulación, cuando el control neuroendocrino es más necesario para un proceso reproductivo exitoso (77).

Cuando los animales se estresan liberan cantidades elevadas de cortisol, el cual inhibe la secreción de LH (78), el crecimiento folicular (75), la secreción de estradiol (71 y 78) y la expresión del estro. Algunos autores (76 y 78) han demostrado que el cortisol en altas concentraciones inhibe la secreción de 17-0



estradiol y reduce el número de receptores de LH en cultivos de células de la granulosa (78).

Para que un programa de inseminación artificial resulte exitoso, debe incorporar eficiente y precisa detección del estro, apropiado manejo del semen e inseminación en el momento adecuado con relación a la ovulación. Sin embargo, la ineficiente detección del estro es considerada como la falla más costosa y común de dichos programas, que resulta en menor producción de leche y menor número de becerros nacidos durante la vida productiva de la vaca, excesivo número de días abiertos y aumento en el desecho por cuestiones reproductivas (79).

La eficiencia en la detección del estro es determinada por la tasa de inseminación artificial o de servicio (34), por lo que si sólo se detecta menos del 50% de los celos, es este mismo porcentaje de hembras el que se insemina. Actualmente, debido al aumento en el tamaño promedio de muchos hatos lecheros y en la producción de leche por vaca debido a la selección genética y al manejo especializado (80), la falla en la detección eficiente y precisa del estro sigue siendo uno de los principales problemas, llevando a severas pérdidas económicas (81). La falta de precisión en la detección de estros no sólo aumenta el intervalo a la primera inseminación artificial, sino que puede aumentar 40 a 50 días la duración promedio del intervalo entre el primer y segundo servicio de inseminación (82). Dado que la detección del estro y los días al primer servicio de inseminación artificial, incluyendo el período de espera voluntario, son los principales factores que afectan la duración del intervalo entre partos, el aumento

en las tasas de detección de estros aumentaría las tasas de gestación dentro de lo deseable, llevando así a menores intervalos entre partos. (83).

Una alternativa para superar el problema de la detección de estros, tanto en ganado lechero, como en el productor de carne y el de doble propósito, es desarrollar tratamientos hormonales que sincronicen la ovulación y permitan la inseminación artificial sin la necesidad de detectar estros.

### **3.8. Inseminación artificial:**

La inseminación artificial se ha convertido en una de las tecnologías más importantes al ser adoptada por gran número de productores lecheros, resultando exitosa al reducir la transmisión de enfermedades, permitir la selección genética y aumentar la salud, longevidad y producción de las vacas (84). Sin embargo, la detección del estro es un factor importante que afecta el desempeño reproductivo en los programas de inseminación artificial (85). En la industria lechera se estima una considerable pérdida anual debido a la falla en la detección del estro, lo que ha reducido el impacto económico positivo de la inseminación artificial (34). Por lo tanto, la eficiente y precisa detección del estro y el momento de la resultante inseminación son uno de los principales retos para mejorar la eficiencia reproductiva y económica de los hatos lecheros (34, 86, 87, 88, 89 y 90), principalmente de aquéllos pertenecientes a sistemas de producción estacional basados en pastoreo, y que requieren mantener un patrón de partos concentrado y un intervalo entre partos de 365 días (91).

Durante los últimos años se ha dado mucha atención al uso de la inseminación artificial en ganado tropical manejado en condiciones semi-intensivas. Sin embargo, la precisa detección del estro en estos animales sigue siendo una limitante para expandir el uso de esta técnica (61). Para vencer este obstáculo, se han desarrollado técnicas de sincronización del estro para mejorar la eficiencia en su detección (92). Sin embargo, la tasa de fertilidad por inseminación artificial después de la sincronización es modesta, lo que es más evidente en ganado del trópico (61), siendo probablemente debido a la presentación de conducta estral por imitación en hembras anéstricas (59 y 93), lo que obviamente puede afectar la precisa detección del inicio del estro (92) y, por tanto, el resultado de la inseminación artificial.

### **3.9. Inseminación artificial después del estro detectado:**

El momento óptimo para la inseminación artificial con relación a la etapa del estro en el bovino ha sido investigado por más de 50 años (94 y 95), y desde entonces se demostró que las óptimas tasas de concepción se obtenían cuando las vacas eran inseminadas desde la mitad del estro hasta pocas horas después del final del estro verdadero, lo que llevó al establecimiento de la regla a.m.- p.m. para inseminación artificial después del estro detectado (95), misma que aún se usa actualmente. Según esta regla, una hembra observada en estro durante la mañana (a.m.) debe ser inseminada durante la tarde (p.m.), y aquella observada en estro durante la tarde debe ser inseminada a la siguiente mañana (95). La regla a.m.-p.m. ha sido usada con éxito en ganado lechero (96), y hay evidencia

de que la inseminación artificial posterior al estro detectado después de sincronizar con PGF2 $\alpha$  da mejores resultados que la inseminación artificial a tiempo fijo (58 y 64). Se ha demostrado que la tasa de gestación por inseminación artificial una vez al día es similar a la realizada según la regla a.m.-p.m. (87 y 88)

Los eventos biológicos que afectan el momento de la inseminación artificial y la fertilización son la duración de la viabilidad de los gametos, el tiempo de transporte de los espermatozoides viables desde el sitio de la inseminación hasta la fertilización, y el momento de la ovulación en relación con la inseminación artificial (84). Mediante estudios de ultrasonografía realizados para detectar la ovulación, se determinó que el intervalo desde el primer evento de calor verdadero hasta la ovulación fue de  $27.6 \pm 5.4$  h (79). El transporte de espermatozoides viables a los oviductos requiere mínimo de 6 h para obtener una población capaz de fertilizar, y el número de espermatozoides aumenta progresivamente sobre las 8 a 18 h (97, 98 y 99). La vida funcional del espermatozoide bovino en el tracto reproductivo se ha estimado de 24 a 30 h (94 y 95), y aunque el máximo tiempo que el óvulo puede conservar su capacidad para ser fertilizado es de 20 a 24 h, el período óptimo es transitorio y se estima en 6 a 10 h (100).

Aunque la ovulación ocurre al final del estro, se ha contemplado la importancia del momento del inicio del estro para la inseminación artificial en relación con la

regla a.m.-p.m. (79). En un estudio realizado en vacas Holstein de primer servicio, la inseminación artificial una vez al día resultó ser eficiente cuando se realizó a media mañana (88), no encontrando diferencias en la tasa de no retorno a estro entre la inseminación artificial a primer servicio realizada, ya fuera una vez al día, o siguiendo la regla a.m.-p.m. En otro estudio realizado con novillonas lecheras Holstein, Jersey y Guernsey (101), no se reportaron diferencias entre la inseminación artificial una vez al día entre las 8 y 9 de la mañana y la inseminación artificial según la regla a.m.-p.m. Diversos autores (87, 88, 82 y 102) han reportado tasas de concepción más altas después de la inseminación artificial durante la mañana.

Dado que la tasa de gestación es producto de las tasas de detección de estros y de concepción, con el fin de mejorar la detección de calores se han implementado esquemas de sincronización del estro que se enfocan en controlar la vida media del CL (103 y 30). En años recientes, se desarrolló un sistema que sincroniza tanto el desarrollo folicular como la regresión del CL (104 y 105), basado en la aplicación de una inyección de un agonista de la GnRH, seguida 7 días después por una inyección de PGF<sub>2</sub>, (34, 106 y 107) e inseminación artificial después del estro detectado (108). En este caso, el agonista de la GnRH luteiniza o causa ovulación del folículo dominante, e inicia el reclutamiento y selección de uno nuevo 7 días después (104 y 107), y la PGF<sub>2</sub> $\alpha$  inicia la regresión del CL espontáneo, o de un CL potencial inducido por la GnRH, o ambos (108).

### **3.10. Inseminación artificial a 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 prostaglandinas (109). Sin embargo, cuando se utiliza  $\text{PGF2}\alpha$  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 (58 y 64), 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%.

Anteriormente, dado que la  $\text{PGF2}\alpha$  había demostrado ser efectiva para controlar el ciclo estral (110), el desarrollo de sistemas para la sincronización del estro en vacas lecheras lactantes que incluyeran inseminación artificial a tiempo fijo a primer servicio había sido limitado y con poco éxito debido a que las tasas de concepción fueron menores a aquéllas obtenidas después de la inseminación artificial posterior al estro detectado (83, 111, 112 y 113), resultando siempre máximas cuando la inseminación artificial se realizaba de esta última forma (114). Gran parte de la diferencia observada en las tasas de concepción después de uno o dos servicios de inseminación artificial a tiempo fijo cuando se sincroniza con  $\text{PGF2}\alpha$  puede explicarse por la etapa de madurez del folículo dominante y, por consecuencia, por la variación en los intervalos a estro después de la regresión lútea inducida por  $\text{PGF2}\alpha$  ya que se han observado diferencias en los intervalos a estro y en la fertilidad en novillonas lecheras cuando la  $\text{PGF2}\alpha$

se administra en diferentes etapas del ciclo estral con inseminación artificial posterior al estro detectado o a tiempo fijo (52, 115 y 116). Sin embargo, (49) en vacas lecheras multíparas, obtuvieron tasa de gestación similar para la aplicación de PGF2 $\alpha$  e inseminación artificial posterior al estro detectado (38.9%) y para la inseminación artificial a tiempo fijo (37.8%). En este sentido, existen pocas publicaciones sobre resultados de programas de inseminación artificial a tiempo fijo relacionados con la expresión y la detección del estro (43). Debido a que los programas de sincronización basados en PGF2 $\alpha$  no eliminan por completo la necesidad de detección de estros, 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 (30 y 117).

Considerando que la inseminación artificial a tiempo fijo requiere tanto del control de la fase lútea como de la sincronización del desarrollo folicular, dicho protocolo sincroniza el desarrollo folicular, la regresión del CL y el momento de la ovulación, permitiendo la efectiva inseminación artificial sin necesidad de detectar estros (30, 108, 117, 118 y 119). Este sistema utiliza el protocolo ya existente de GnRH-PG e inseminación artificial posterior al estro detectado (106, 107 y 119), agregando una segunda inyección de GnRH 48 h después de la PGF2 $\alpha$  e inseminando a tiempo fijo de 0 a 32 h después de la segunda GnRH

(120). La segunda aplicación de GnRH induce una oleada de LH, causando la ovulación del nuevo folículo dominante reclutado con una sincronía de 8 h, dentro de las 24 a 32 h siguientes a la segunda inyección de GnFH (30, 121, 122 y 123), obteniendo tasas de gestación por inseminación artificial a tiempo fijo similares a las obtenidas por inseminación artificial según la regla a.m.-p.m. (108, 117, 118, 119 , y 124), tanto en vacas lecheras lactantes multíparas (121), como en novillonas lecheras no lactantes (119). Esta precisa sincronía de la ovulación permite tener una prueba efectiva para determinar el momento óptimo para la inseminación artificial en relación con la ovulación (125).



## **CAPÍTULO IV: MATERIALES Y MÉTODO (S).**

### **4.1. Materiales**

#### **4.1.1. Recursos Humanos:**

- ❖ Estudiante investigador.
- ❖ Médicos Veterinarios asesores.
- ❖ Personal de los fundos ganaderos.

#### **4.1.2. Materiales**

- ❖ Pajilla de semen.
- ❖ Fundas para pistola de inseminar.
- ❖ Tanque de Nitrógeno.
- ❖ Guantes para palpación rectal.
- ❖ Cortador plástico para pajuelas.
- ❖ Termo para transporte de pajuelas.
- ❖ Jeringas de 5ml.
- ❖ Jeringa de 3 ml.
- ❖ Agujas n° 21
- ❖ Aguja n° 18.
- ❖ soga.
- ❖ Botas de jebe
- ❖ Pistola de inseminación.
- ❖ Gel de inseminación
- ❖ Hormonas GnRH (Buserelina) y hormonas PGF<sub>2alfa</sub> (Cloprostenol).

#### **4.1.3. Recursos biológicos:**

48 vacas lecheras multíparas, en igual condición corporal entre 2.5 a 3.5 y similar nivel racial (vacas criollas).

#### **4.2. Ubicación del campo experimental:**

El presente trabajo de investigación se llevó acabo en la Región de San Martín, provincia de Lamas, distrito de Cuñumbuque (Sector Bozalao) y Zapatero (Sector Carañayaco); según el detalle descriptivo siguiente:

##### **a) Ubicación Política**

Distrito : Cuñumbuque y Zapatero.

Provincia : Lamas

Departamento : San Martín

Región : San Martín

##### **b) Ubicación geográfica:**

Latitud Sur : 06° 20´ 15”

Longitud Oeste : 76° 30´ 45”

Altitud : 835 m.s.n.m.m.

### **c) Características climáticas .**

Indica que el área de trabajo se encuentra en la zona de vida de Bosque seco Tropical (bs – T) en la selva alta del Perú (126).

## **4.3. Metodología**

### **4.3.1. Diseño experimental:**

En el presente estudio de investigación se evaluó el efecto de los análogos de las hormonas liberadora de gonadotropinas (Buserelina) y de la prostaglandina  $f2\alpha$  (Cloprostenol), solas y en su combinación, ajustándose a una modalidad de investigación correlacional y explicativa ya que se trató de comprobar cuantitativamente el efecto sobre la activación del celo y la tasa de fertilidad en vacas lecheras. Esta investigación fue correlacional y explicativa proporcional ya que se evaluó el efecto sobre la activación del celo y la tasa de fertilidad en vacas lecheras en cuatro Fundos diferentes.

#### **A. Material biológico:**

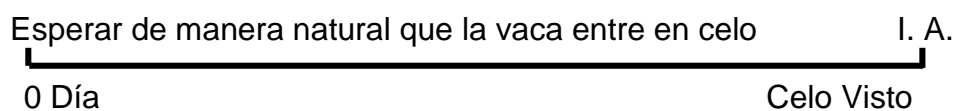
- Animales: Se trabajó con un total de 48 vacas multíparas, en igual condición corporal entre 2.5 a 3.5 y similar nivel racial (vacas criollas).
- Cada vaca debidamente identificada, fue considerada una unidad experimental.

- B. Lugar experimental:** El presente trabajo de investigación se realizó en cuatro fundos ganaderos: Fundo “El Porvenir” propiedad del señor Juvencio Cárdenas Linares, Fundo “El Triunfo” propiedad del señor Limber Cárdenas Lozano, Fundo “Nuevo Mundo” propiedad del señor Tedy Del Castillo Reátegui, ubicado en el distrito de Cuñumbuque (Sector Bozalao) y Fundo “Carañayaco” propiedad del señor Kiefer Sánchez Paredes ubicado Distrito Zapatero (Sector Carañayaco), Provincia de Lamas, Departamento San Martín.
- C. Grupos experimentales:** El experimento constó de la evaluación en 4 fundos distintos, con 12 unidades animal (unidades experimentales) por fundo, haciendo un total de 48 unidades animal evaluadas.
- D. Análisis e interpretación de datos:** La interpretación de los resultados se realizarón construyendo gráficos circulares y de barras con porcentajes y frecuencia de casos positivos y negativos: Frecuencia y porcentaje de la presentación total del celo, Porcentaje total de la presentación del celo por fundos ganaderos, Porcentaje total de la presentación del celo por hormonales (tratamientos), Porcentaje total del celo por fundo y por tratamiento. Frecuencia y porcentaje del diagnóstico total de gestación, Porcentaje total del diagnóstico de gestación por fundos ganaderos y Porcentaje total del diagnóstico de gestación por análogos hormonales

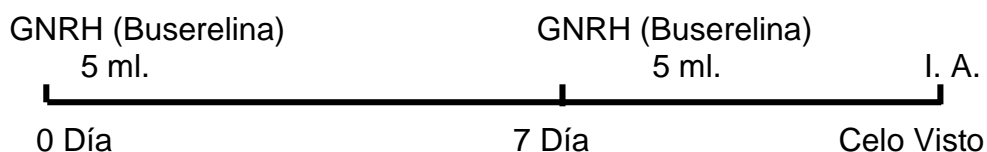
(tratamientos), Porcentaje total del diagnóstico de gestación por hormonales (tratamientos).

### E. Tratamientos estudiados:

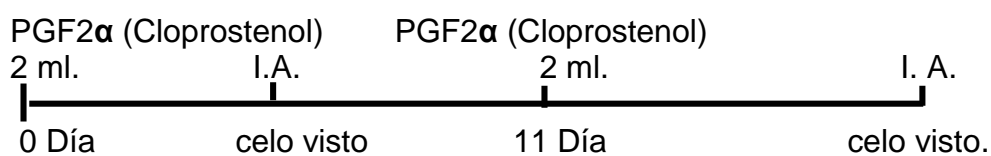
**Tratamiento T0:** sin hormona.



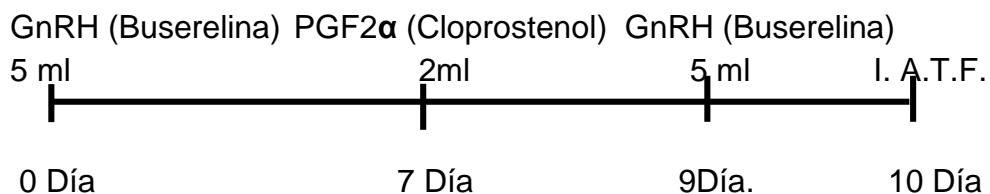
**Tratamiento T1:** (Aplicación de Buserelina).



**Tratamiento T2:** (Aplicación de Cloprostenol).



**Tratamiento T3:** (Aplicación de Buserelina y Cloprostenol).



#### **4.3.2. Conducción del experimento**

La investigación se llevó a cabo con bovinos lecheros de los diferentes fundos de la provincia de lamas.

La investigación tuvo las siguientes fases que se describen a continuación:

##### **A. Primera Fase (Pre-experimental).**

Se seleccionaron los animales con una condición corporal entre 2.5 a 3.5, para la estandarización del experimento, se realizó una ficha para cada uno y coloco su arete para su identificación.

##### **B. Segunda Fase (Experimental).**

- Se seleccionaron 12 animales, en igual condición corporal a los cuales no se los aplicara ningún tratamiento, las vacas de este grupo no recibieron tratamiento alguno, solo fueron sometidas a observación diaria a detectar la manifestación de conducta de celo. La observación se prolongó por un periodo de 30 días. Aquellos animales que presentaron un celo manifiesto, se los inseminaron a las 12 horas de transcurridas la detección de dicho comportamiento de estro.
- Se seleccionaron 12 animales, en igual condición corporal, para la aplicación de GnRH (Buserelina), de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante.

- Se seleccionaron 12 animales, en igual condición corporal, para la aplicación de PGF<sub>2alfa</sub> (cloprostenol), de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante.
- Se seleccionaron 12 animales, en igual condición corporal, para la aplicación de GnRH (Buserelina) y PGF<sub>2alfa</sub> (cloprostenol), de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante.

#### 4.3.3. Comportamiento climático durante el experimento.

<b>Meses</b>	<b>Temperatura Media Mensual (°C)</b>	<b>Precipitación Total Mensual (mm)</b>	<b>Humedad Relativa (%)</b>
<b>Setiembre</b>	23.35	108.2	87.0
<b>Octubre</b>	23.2	57.6	87.0
<b>Noviembre</b>	23.52	189	71
<b>Diciembre</b>	24.5	73.4	77
<b>Total</b>	<b>94.57</b>	<b>428.2</b>	<b>322</b>
<b>Promedio</b>	<b>23.6425</b>	<b>107.05</b>	<b>80.5</b>

(127).

#### 4.3.4. Variables evaluadas.

- a. Presencia o no del celo (%).
- b. Evaluación del porcentaje de fertilidad postservicio (%).

5.1. Resultados:

5.1.1. Presentación de celo:

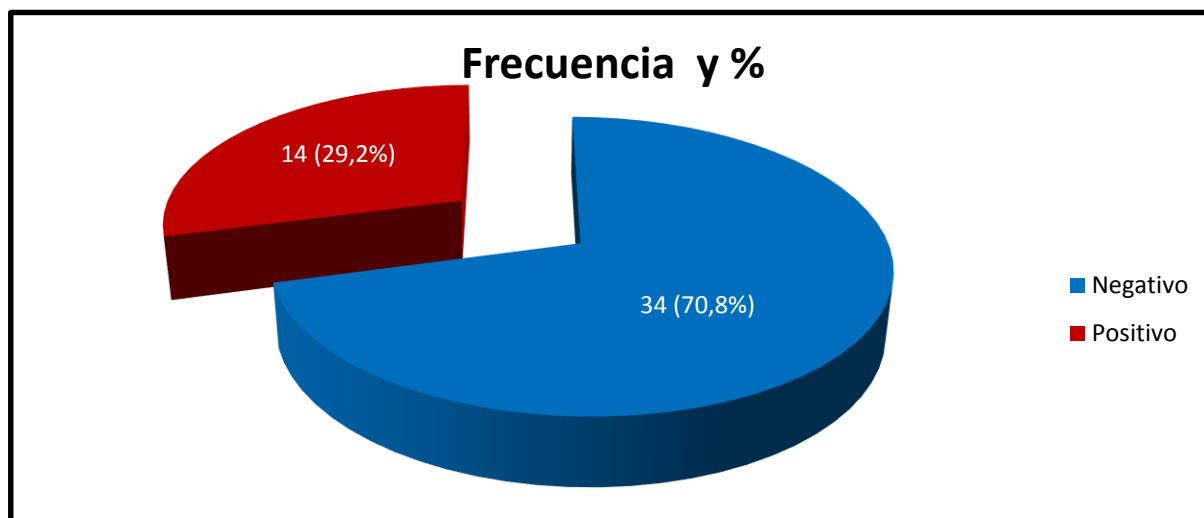


Gráfico 1: Frecuencia y porcentaje de la presentación total de celo.

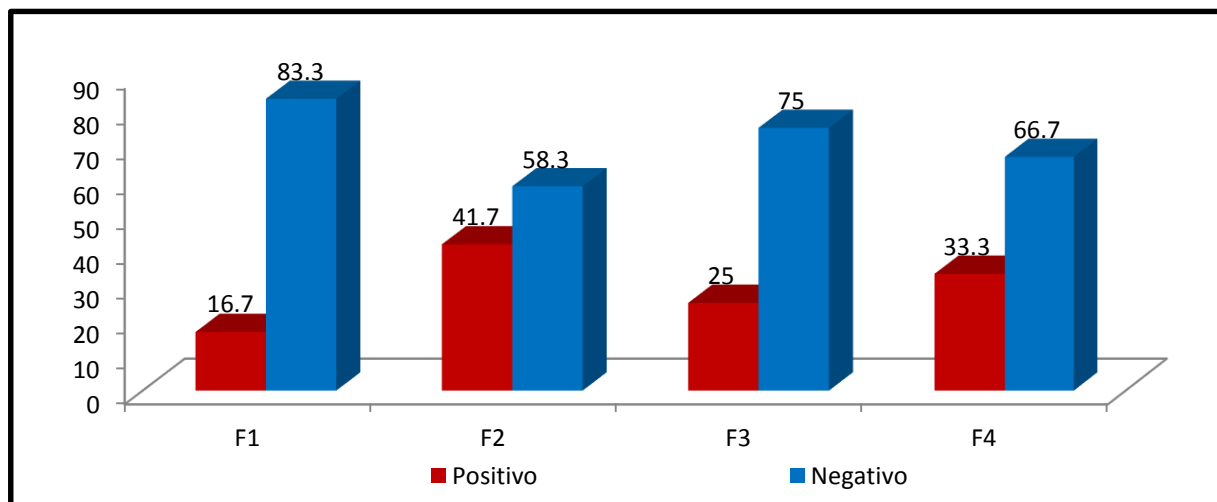
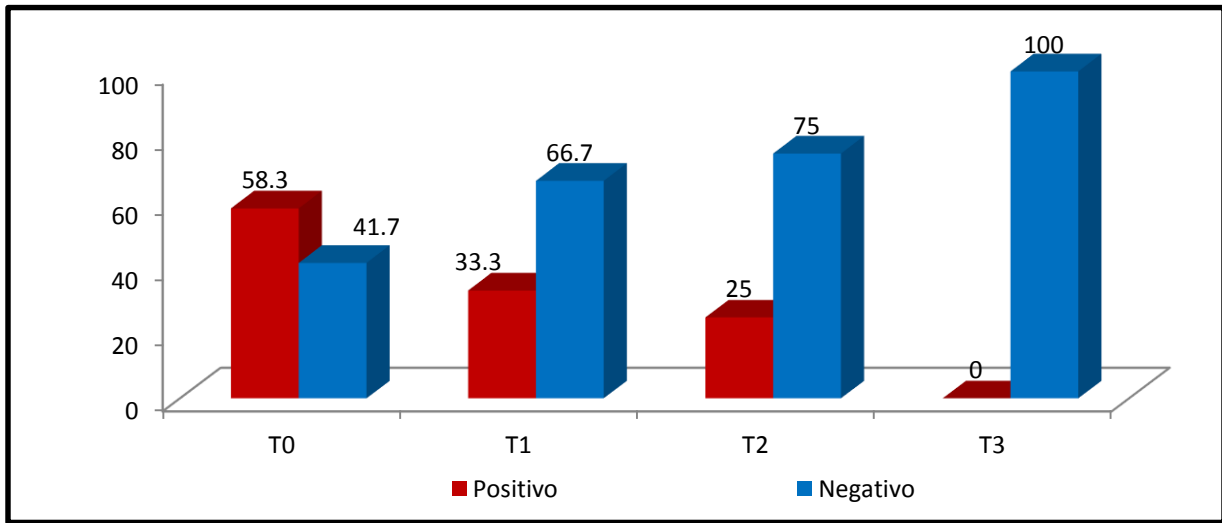
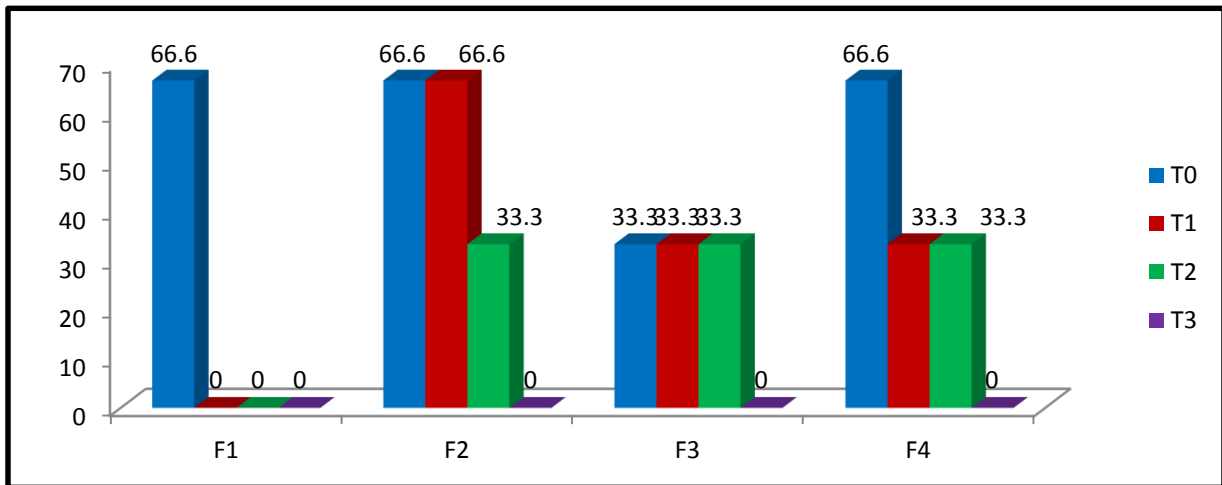


Gráfico 2: Porcentaje total de la presentación de celo por fundos ganaderos.



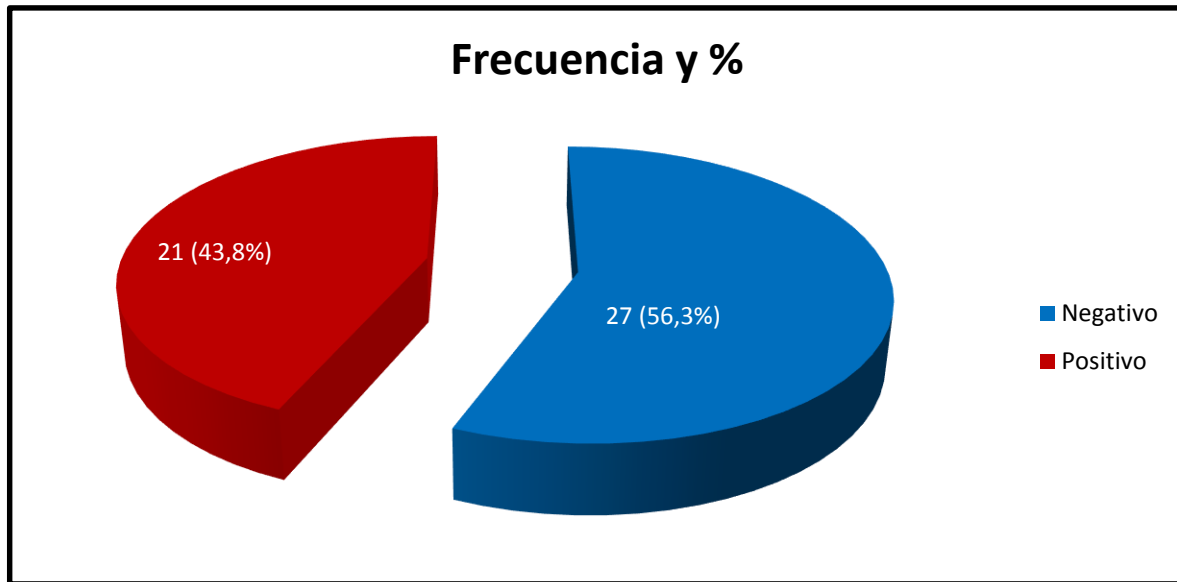


**Gráfico 3: Porcentaje total de la presentación de celo por hormona (tratamientos).**

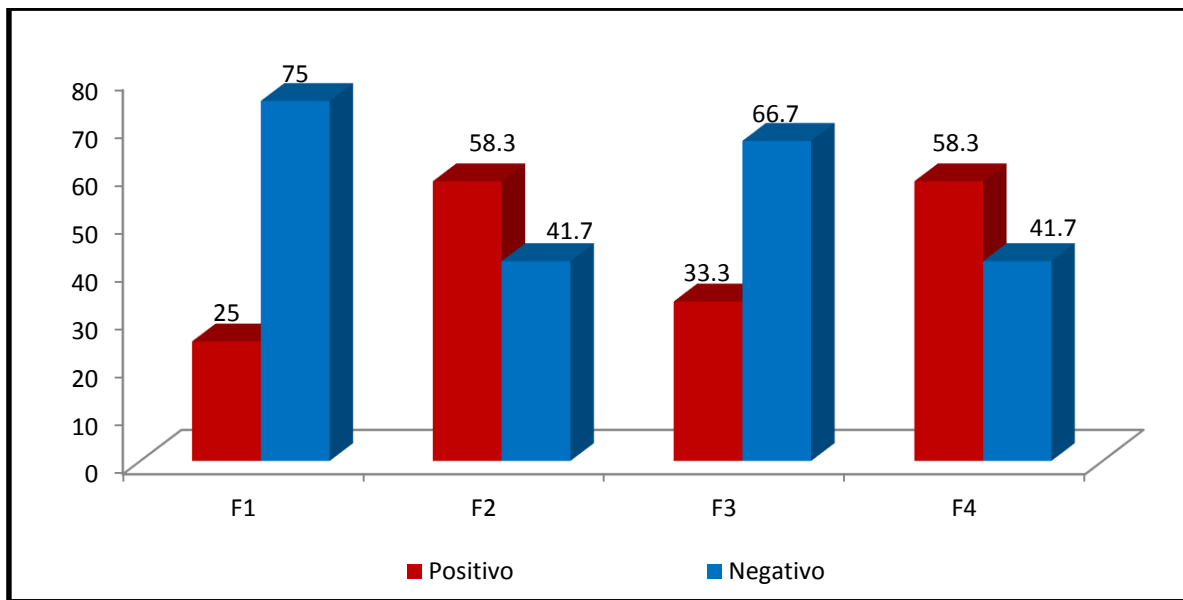


**Gráfico 4: Porcentaje total del celo por fondo y por tratamiento.**

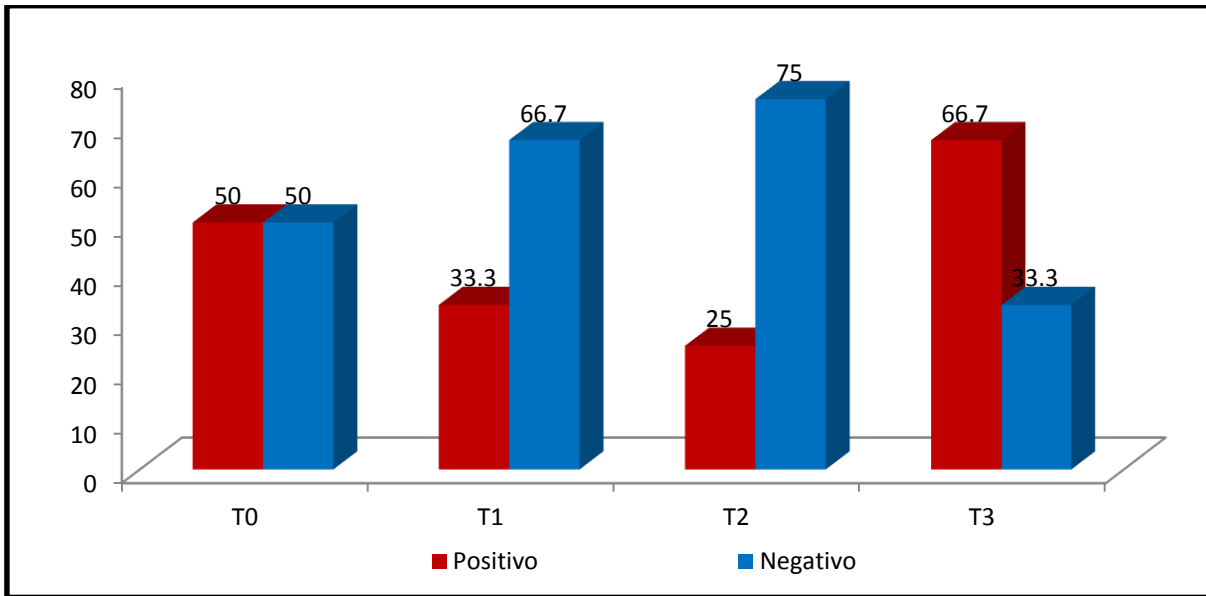
### 5.1.2. Diagnóstico de gestación:



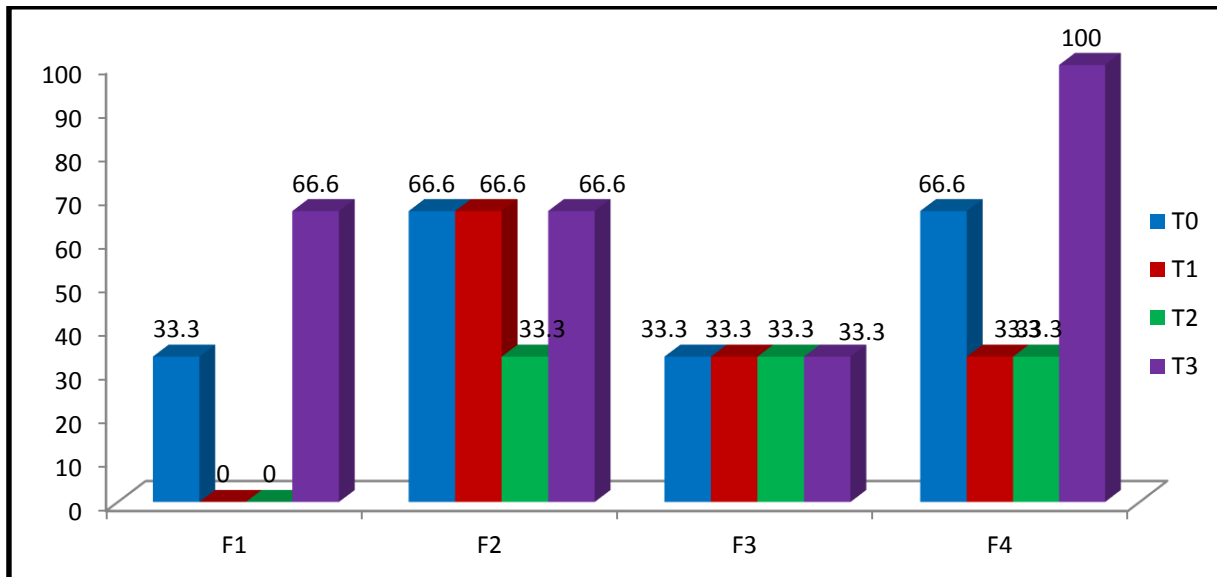
**Gráfico 5: Frecuencia y porcentaje del diagnóstico total de gestación.**



**Gráfico 6: Porcentaje total del diagnóstico de gestación por fundos ganaderos.**



**Gráfico 7: Porcentaje total del diagnóstico de gestación por hormonales (tratamientos).**



**Gráfico 8: Porcentaje total del diagnóstico de gestación por fundo y por tratamiento.**

## 5.2. DISCUSIONES:

### 5.2.1. De la presentación del celo.

Indistintamente de los análogos de las hormonas liberadoras de gonadotropinas (Buserelina) y de la prostaglandina F2 $\alpha$  (Cloprostenol), mostramos la frecuencia y el porcentaje de la presentación total del celo de las vacas lecheras evaluadas (48 vacas), el 70,8% que representa a una frecuencia de 34 vacas resultaron con diagnóstico negativo a la presentación total del celo y el 29,2% que representa una frecuencia de 14 vacas lecheras resultaron con diagnóstico positivo a la presentación total del celo.

El resultado del porcentaje total de la presentación de celo determinado por fundos indistintamente de los análogos de las hormonas liberadoras de gonadotropinas (Buserelina) y de la prostaglandina F2 $\alpha$  (Cloprostenol) sobre la activación del celo y la tasa de fertilidad en vacas lecheras se presenta en el **gráfico 2**. Estos resultados mostraron que en el fundo 2 (Del Sr. Kiefer Sánchez), el 41.7% de sus vacas lecheras evaluadas resultaron con diagnóstico positivo a la presentación total de celo y el 58,3% resultaron con diagnóstico negativo a la presentación total del celo. En el fundo 4 (Del Sr. Juvencio Cárdenas) el 33.3% de sus vacas lecheras evaluadas resultaron con diagnóstico positivo a la presentación total de celo y el 66.7% resultaron con diagnóstico negativo a la presentación total del celo. En el fundo 3 (Del Sr. Limber Cárdenas), el 25% de sus vacas

lecheras evaluadas resultaron con diagnóstico positivo a la presentación total de celo y el 75.0% resultaron con diagnóstico negativo a la presentación total del celo y en el fundo 1 (Del Sr. Tedy Del Catillo) el 16,7% de sus vacas lecheras evaluadas resultaron con diagnóstico positivo a la presentación total de celo y el 83,3% resultaron con diagnóstico negativo a la presentación total del celo.

La presentación porcentual de celo por análogos hormonales (tratamientos estudiados) indistintamente de los fundos y la frecuencia y el porcentaje de la presentación total del celo de las vacas lecheras evaluadas se presentan en el **gráfico 3**, donde podemos observar que con el tratamiento T0 (Sin hormona) 58,3% de las vacas lecheras evaluadas resultaron con diagnóstico positivo a la presentación de celo y el 41,7% con diagnóstico negativo a la presentación del celo. Con el tratamiento T1 (Aplicación de Buserelina individual), el 33,3% de las vacas lecheras evaluadas resultaron con diagnóstico positivo a la presentación del celo y el 66,7 de las vacas lecheras evaluadas resultaron con diagnóstico negativo a la presentación del celo. Con el tratamiento T2 (Aplicación de Cloprostenol) el 25,0% de las vacas lecheras evaluadas resultaron con diagnóstico positivo a la presentación del celo y el 75,0% de las vacas lecheras evaluadas resultaron con diagnóstico negativo a la presentación del celo. Esto no coincide con lo que menciona (95), donde sugiere que no hay diferencia en el momento de la regresión lútea, si las vacas fueron

tratadas con distintas dosis de Cloprostenol (500 o 750 UG). Entre el 75 y 82 % de las vacas en tratamiento entró en celo antes de los 8-11 días. Es posible que la falla obtenida a la aplicación de la primera y segunda dosis de la hormona fuese debido a que el cuerpo lúteo palpado se encontraba en fase refractaria motivo por el cual el cloprostenol sódico no ejerció el efecto esperado; está establecido que las prostaglandinas exógenas son inefectivas durante los 5 primeros días del ciclo y después de los días 16 y 18 del ciclo estrual, siendo incapaces de provocar lúteolisis (19). Con el tratamiento T3 (Aplicación de Buserelina y Cloprostenol en combinación), el 0,0% (0 vacas) de las vacas lecheras evaluadas resultaron con diagnóstico positivo a la presentación del celo y el 100,0 (12 vacas) de las vacas lecheras evaluadas resultaron con diagnóstico negativo a la presentación del celo.

El porcentaje total de celo por Fundo y por tratamiento se presentan en el **gráfico 4**, donde observamos que el caso del fundo 1 (Del Sr. Tedy Del Castillo) el 66,6% de presentación de celo se presentó con el tratamiento T0 (sin hormona) y 0,0% en los tratamientos T1 (Aplicación de Buserelina), T2 (Aplicación de Cloprostenol) y T3 (Aplicación de Buserelina y Cloprostenol). En el fundo 2 (Del Sr. Kiefer Sánchez) se determinó que el 66,6% del celo se dieron con los tratamientos T0 (sin hormona) y T1 (Aplicación de Buserelina), 33,3% con el T2 (Aplicación de Cloprostenol) y 0,0% con el T3 (Aplicación de Buserelina y Cloprostenol)

respectivamente. En el fundo 3 (Del Sr. Limber Cárdenas) el 33,3% de presentación de celo se dieron con los tratamientos T0 (sin hormona), y T2 (Aplicación de Cloprostenol) y 0,0% con el tratamiento T1 (Aplicación de Buserelina) y T3 (Aplicación de Buserelina y Cloprostenol) respectivamente. En el fundo 4 (Del Sr. Juvencio Cárdenas) el 66,6% de presentación del celo se dio con el T0 (sin hormona), 33,3% con los tratamientos T1 (Aplicación de Buserelina) y con el T2 (Aplicación de Cloprostenol) y 0,0% con el tratamiento T3 (Aplicación de Buserelina y Cloprostenol) respectivamente.

Los protocolos de sincronización e Inseminación a tiempo fijo no siempre se acompañan de presentación de conducta de celo en la totalidad de animales tratados. Los resultados observados en la tasa de presentación de celo, podrían explicarse por factores como el estrés por calor, condición capaz de retrasar, acortar o inhibir la expresión del estro, incluso en animales cebuinos y aun cuando se reporte la presencia de concentraciones de estradiol fisiológicamente normales (128). Además hay que considerar que los animales criados en condiciones extensivas, no están acostumbrados al manejo, originando un aumento del cortisol como una respuesta a los factores de estrés (129).

Siendo notorio que con Aplicación de Buserelina individual (Tratamiento T1) se obtuvo un mayor porcentaje de presentación del celo en las vacas lecheras evaluadas y con la aplicación de Buserelina y

Cloprostenol en combinación (tratamiento T3) no se observaron efectos en la presentación del celo en el 100% de las vacas lecheras evaluadas.

La inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), se puede definir como una técnica que nos permite mediante tratamientos hormonales, poder sincronizar la ovulación y dar servicio a varios animales en un momento determinado sin la necesidad de detección de celos. Los protocolos de IATF se pueden dividir en aquellos que utilizan combinaciones de GnRH y prostaglandina también conocidos como protocolos Ovsynch y los que utilizan dispositivos impregnados con progesterona junto con estradiol (130).

A pesar de que con la aplicación de Buserelina individual evaluado como tratamiento T1, se obtuvo el mayor porcentaje total positivo con 33,3% de presentación del celo en las vacas lecheras evaluadas, superando al tratamiento T2 (Aplicación de Cloprostenol) y T3 (Aplicación de Buserelina y Cloprostenol en combinación) con 25,0% y 0,0% de presentación del celo en las vacas lecheras evaluadas, esta no haya podido al menos establecer una igualdad porcentual de la presentación del celo con el T0 (Sin hormona), la diferencia de presentación de celo entre fundo probablemente se deba al manejo nutricional propio de cada fundo, ya que en cada fundo la forma de la alimentación era distintamente.



La explicación que nos ayuda al esclarecimiento más adecuado de los resultados obtenidos, es que la eficiencia en la detección de estros es un factor que influye directamente sobre el desempeño reproductivo del ganado bovino, porque tiene la más alta correlación con el intervalo entre partos (5, 29 y 30), y cuando esta actividad no se realiza de forma adecuada, se convierte en uno de los principales problemas que más afectan su productividad, siendo, en el caso de los hatos lecheros, responsable de su baja eficiencia reproductiva (31). Las vacas lecheras lactantes tienen un pobre desempeño reproductivo debido a bajas tasas de fertilidad y de detección de estros (32), por lo que mucha investigación se ha enfocado al desarrollo de tecnologías para sincronizar y detectar de manera eficiente el estro (33 y 34). A lo largo de los años se han utilizado varios métodos de detección del estro para saber el momento de la ovulación, como observación visual frecuente (35 y 36), exposición a toros marcadores o a otras vacas (37, 38 y 39), o una combinación de observación visual frecuente con ciertas técnicas de ayuda para la detección del estro (40).

En hatos lecheros, las tasas de detección de estros son menores al 50% (41 y 42), aun cuando la observación de estros siga a la luteólisis inducida por  $\text{PGF2}\alpha$  para sincronizar el estro (43). Experimentos realizados observando continuamente al ganado lechero han mostrado que aproximadamente 50% de las vacas exhiben signos de estro durante la

noche, así que el sistema tradicional de observación diurna en hatos lecheros es ineficiente para detectar estros, así como también han mostrado que una sola vaca recibirá menos montas de otra vaca si dos o tres están en estro al mismo tiempo (46 y 85). Este tipo de variación en el comportamiento podría influir en la aparente duración del ciclo estral (61). Diversos estudios (29, 45 y 55) han concluido que la administración rutinaria de PGF2 $\alpha$  para sincronizar el estro en vacas lecheras puede terminar con la pobre detección del estro y disminuir de manera significativa el promedio del intervalo entre partos del hato.

Una de las razones para estos pobres resultados podría ser que las vacas lecheras evaluadas con un promedio de sólo una monta por hora en contraste con el manejo en el número de montas por un tiempo determinado en los diferentes fundos, promoviendo fallas humanas en la detección más exacta del celo y el diagnóstico de la gestación cuando están en calor variando fuertemente, siendo esta aseveración corroborada por (47), Quien indica que los pobres resultados podría ser que las vacas cebú promedio sólo una monta por hora en contraste con las razas europeas (Charolais) que montan en promedio 2.8 veces por hora cuando están en calor (47), además de la menor duración e intensidad de los signos de estro en el ganado cebú comparado con el ganado europeo (59, 66 y 131). Esto sugiere que los largos intervalos inter-estro y los cortos períodos de estro reportados en ganado cebú, podrían deberse a falla humana para detectar signos de calor llevando a un registro impreciso de

la aparición del calor y de la longitud del ciclo estral (57 y 132).

Se sabe que en el ganado tropical la detección de estros es una tarea difícil, ya que el sistema de manejo extensivo impide la frecuente observación de los animales (57), dificultando la detección del estro en hembras en pastoreo (58), haciendo que el desconocimiento de los signos de estro en el ganado tropical provoque que en ocasiones se insemine fuera de tiempo, ocasionando que las tasas de gestación obtenidas por inseminación artificial sean bajas, convirtiéndose así en un factor importante que limita el uso de esta técnica en la zona. Además, a pesar de la importancia que tiene la inseminación artificial para la introducción de genes lecheros en la razas cebuinas y de doble propósito predominantes en el trópico (61), los protocolos hormonales empleados para la sincronización del estro e inseminación artificial a tiempo fijo, que evitan la necesidad de detectar calores, no han producido buenas tasas de fertilidad, particularmente en razas cebuinas.

### **5.2.2. Del diagnóstico de gestación.**

Indistintamente de los análogos de las hormonas liberadoras de gonadotropinas (Buserelina) y de la prostaglandina F<sub>2</sub>α (Cloprostenol) sobre la activación del celo y la tasa de fertilidad en vacas lecheras, en el **gráfico 5**, mostramos la frecuencia y el porcentaje del diagnóstico total de gestación en las vacas lecheras evaluadas (48 vacas), donde el 43,8%

con una frecuencia de 21 vacas resultaron con diagnóstico positivo a la gestación total y el 56,3% que representa una frecuencia de 27 vacas lecheras resultaron con diagnóstico negativo a la gestación total.

El resultado del porcentaje total del diagnóstico de gestación determinado por fondos indistintamente de los análogos de las hormonas liberadoras de gonadotropinas (Buserelina) y de la prostaglandina F2 $\alpha$  (Cloprostenol) sobre la activación del celo y la tasa de fertilidad en vacas lecheras se presenta en el **gráfico 6**. Estos resultados revelaron que en el fundo 2 (Del Sr. Kiefer Sánchez) 58,3% de sus vacas lecheras evaluadas resultaron con diagnóstico positivo a la gestación y el 41,7% resultaron con diagnóstico negativo de gestación. En el fundo 4 (Del Sr. Juvencio Cárdenas), 58,3% de sus vacas lecheras evaluadas resultaron con diagnóstico positivo a la gestación y el 41,7% resultaron con diagnóstico negativo a la gestación. En el fundo 3 (Del Sr. Limber Cárdenas) 33,3% de sus vacas lecheras evaluadas resultaron con diagnóstico positivo a la gestación y el 66,7 resultaron con diagnóstico negativo a la gestación. En el fundo 1 (Del Sr. Tedy Del Castillo) el 25,0% de sus vacas lecheras evaluadas resultaron con diagnóstico positivo a la gestación y el 75,0% resultaron con diagnóstico negativo a la gestación.

La presentación porcentual total del diagnóstico de gestación por análogos hormonales (tratamientos estudiados) indistintamente de los Fondos y la frecuencia y el porcentaje del diagnóstico total de gestación en las vacas

lecheras evaluadas se presentan en el **gráfico 7**, donde ponemos especial atención que con el tratamiento T3 (Aplicación de Buserelina y Cloprostenol en combinación), el 66,7% de las vacas lecheras evaluadas resultaron con diagnóstico positivo a la gestación y el 33,3% de las vacas lecheras evaluadas resultaron con diagnóstico negativo a la gestación. Con el tratamiento T0 (Sin hormona) el 50,0% de las vacas lecheras evaluadas resultaron con diagnóstico positivo a gestación y 50,0% de las vacas lecheras evaluadas resultaron con diagnóstico negativo a la gestación. Con el tratamiento T1 (Aplicación de Buserelina individual), el 33,3 de las vacas lecheras evaluadas resultaron con diagnóstico positivo a la gestación y el 66,7% de las vacas lecheras evaluadas resultaron con diagnóstico negativo a la gestación y con el tratamiento T2 (Aplicación de Cloprostenol) el 25,0% de las vacas lecheras evaluadas resultaron con diagnóstico positivo a la gestación y el 75,0% de las vacas lecheras evaluadas resultaron con diagnóstico negativo a la gestación. Estos resultados determinaron que con la aplicación de Buserelina y Cloprostenol en combinación (tratamiento T3) se determinaron mayores efectos en el diagnóstico de la gestación (66,7%) que con los otros tratamientos.

A pesar de los efectos adversos del estrés por calor sobre la eficiencia reproductiva, (53) señalan que la inseminación artificial a tiempo fijo es una estrategia reproductiva útil para aumentar la función reproductiva en

vacas lecheras-lactantes en regiones cálidas, ya que el implementar la inseminación artificial a tiempo fijo aumentan las tasas de gestación acumulada durante la época calurosa.

El porcentaje total del diagnóstico de gestación por fundo y por tratamiento se presentan en el **gráfico 8**, donde observamos que en el caso del fundo 1 (Del Sr. Tedy Del Castillo) el 66,6% del diagnóstico de gestación se presentó con el tratamiento T3 (Aplicación de Buserelina y Cloprostenol), el 33,3% del diagnóstico de gestación se presentó con el tratamiento T0 (sin hormona), 0,0% con los tratamientos T1 (Aplicación de Buserelina) y T2 (Aplicación de Cloprostenol). En la fundo 2 (Del Sr. Kiefer Sánchez) se determinó que el 66,6% del diagnóstico de gestación se reportaron con los tratamientos T0 (sin hormona), T1 (Aplicación de Buserelina) y T3 (Aplicación de Buserelina y Cloprostenol) respectivamente y 33,3% con el T2 (Aplicación de Cloprostenol). En la fundo 3 (Del Sr. Limber Cárdenas) el 33,3% del diagnóstico de gestación se reportaron en todos los tratamientos. En la fundo 4 (Del Sr. Juvencio) el 100% del diagnóstico de gestación se reportó con el tratamientos T3 (Aplicación de Buserelina y Cloprostenol), el 66,6 con el T0 (sin hormona), y el 33,3% con los tratamientos T1 (Aplicación de Buserelina) y T2 (Aplicación de Cloprostenol) respectivamente.

Es posible que condiciones climáticas hayan afectado la respuesta de los

animales al tratamiento. En los días que se realizaba el trabajo de investigación se presentaron cambios bruscos de temperatura con un promedio de **23.6** °c en los meses que se realizó el trabajo, lo que indudablemente afectó el resultado. El problema consiste en que las vacas son incapaces de mantener una temperatura corporal normal en un medio ambiente calórico debido a una alta producción de calor asociada con la lactación. Las vacas se ajustan a las altas temperaturas reduciendo el consumo de alimento, buscando la sombra, estar paradas más que echadas (a menos que el suelo este húmedo) y limitando la actividad física incluyendo la conducta estral. Los cambios drásticos de condiciones climáticas pueden causar estrés y esto afecta el comportamiento y la fisiología de los animales (133).

La sangre que fluye al útero es reducido en las vacas con estrés calórico. Tal reducción en el flujo de sangre afecta la disipación de calor del útero y la disponibilidad de nutrientes en el útero y el desarrollo embrionario. Estos cambios alertan el balance y sincronización que existe entre el embrión y el útero culminando en una pérdida de gestación (134).

Se ha visto que el estrés por calor altera el crecimiento y desarrollo folicular, particularmente disminuyendo el número de folículos pequeños (135 y 136), tal vez porque la población de estos folículos es particularmente sensible a los cambios fisiológicos que ocurren durante el estrés por calor. Dado que aproximadamente se requieren 40 días para

que los folículos bovinos crezcan desde la etapa antral (0.13 a 8.56 mm) (137), se podría explicar por qué los efectos del estrés por calor sobre la fertilidad se observan después del verano (138), y esto es porque al desarrollarse, los folículos pequeños que fueron dañados durante el verano pueden ovular un ovocito infértil o desarrollar un cuerpo lúteo subfuncional a fines del verano o en otoño (139).



## **CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES.**

- 6.1.** En base a lo anterior con respecto a la presentación de celo, fue mayor para el tratamiento T0 (Sin hormona), el 58,3% de las vacas lecheras evaluadas presentaron celo, en comparación con los tratamientos T1 (aplicación de Buserelina individual), el 33,3% presentaron celo, con el T2 (Aplicación de Cloprostenol), el 25,0% y con el T3 (Aplicación de Buserelina y Cloprostenol) no se observaron efectos en la presentación de celo en el 100% de las vacas lecheras evaluadas.
- 6.2.** En base a lo anterior con respecto al diagnóstico de gestación, fue mayor para el tratamiento T3 (Aplicación de Buserelina y Cloprostenol), el 66,7% de las vacas lecheras evaluadas resultaron con diagnóstico positivo a la gestación, en comparación con los tratamientos T0 (Sin hormona), el 50,0% de las vacas lecheras evaluadas resultaron con diagnóstico positivo a la gestación, con el T1 (Aplicación de Buserelina individual), el 33,3% y con el T2 (Aplicación de Cloprostenol), el 25,0%.
- 6.3.** Con la utilización de protocolos de sincronización de celo a tiempo fijo disminuye el problema que representa la detección de celo dentro de un hato ganadero así como reducir la transmisión de enfermedades infecciosas de interés reproductivo.

## **CÁPITULO VII: RECOMENDACIONES.**

- 7.1.** Realizar más investigaciones a futuro utilizando otros métodos de sincronización, para la manipulación hormonal del ciclo reproductivo del ganado lechero, que puedan generar consigo otras alternativas en beneficio de la producción lechera.
  
- 7.2.** Realizar otro proyectos de investigación, en el cual se compare los mismos métodos u otros, pero que tengan variación en el número de animales, buscando preferentemente que éste sea mayor, lo cual proporcione elementos que podrían ser diferentes a los de la presente investigación y que muestren carencias y atribuciones en el programa, para que el productor elija el que mejor se adapte a su explotación.
  
- 7.3.** Realizar suplementación nutricional antes de iniciar cualquier protocolo de sincronización del estro con la finalidad de mejorar la condición corporal de los animales tratados con el fin de obtener mejores resultados en la tasa de preñez.

## **CÁPITULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.**

- 1. Champa, O. L., (2000).** Efecto de la ovulación del folículo dominante del día 7 y 13 del ciclo estrual con PGF2alfa sobre las tasas reproductivas en vacas. Tesis.U.N.M.S.M. Lima – Perú.
- 2. De La Sota, Q. J., (2005).** Eficacia del Cloprostenol Sódico (Lutaprost – 250) en la sincronización de celo en borregas corriedale criadas a 4400 m.s.n.m. Tesis. Universidad Nacional “HermilioValdizan”.Huanuco. Perú.
- 3. Hafez E.S.E., (1989).** Reproducción e Inseminación Artificial en Animales Domésticos. 5.<sup>a</sup> edición. Nueva Editorial Interamericana, S. A. de C. V. México D.F. – México. 694p.
- 4. Loayza, R. P. (2001).** Regulación neuroendocrina del ciclo estral en la hembra bovina. Artículo del Curso Internacional. Transferencia de Embriones en Bovinos y Equinos. Chiclayo – Perú.
- 5. Hafez, E. S. E., (2002).** Reproducción e Inseminación Artificial en Animales Domésticos. 7.<sup>a</sup> edición. Nueva Editorial Interamericana, S. A. de C. V. MéxicoD. F. – México. 700p.
- 6. Gallegos, S. J. (2000).** Manejo reproductivos en las explotaciones lecheras. Sistema de Agronegocios Pecuarios. SAGARPA - México.1-7pags.
- 7. Montiel, U. N. (2006).** Algunos aspectos reproductivos e inseminación artificial en búfalas. X Seminario de Pastos y Forrajes. 174 – 186 pag.

8. **Arthur, G., (1991).** Reproducción y obstetricia veterinaria (Teriogenología). Edit. Mc Graw - Hill - Interamericana de España. Madrid - España. 702p.
9. **Derivaux, J., (1982).** Reproducción de los animales domésticos. Fisiología; Capítulos I- IX; Edición en España. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 4-138p.
10. **Illera J. M., (1994).** Reproducción de los Animales Domésticos. Primera Edición. Editorial AEDOS, S.A. Cap. 3 (59-95) 373p.
11. **La Torre W., (2001).** Métodos de reducción de los días abiertos en bovinos lecheros. Avances y perspectivas de la producción lechera en el Perú. Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú. RIVEP. Vol.12, Nº 2:179-184.
12. **Adams, G. P., (1998).** Control of ovarianfollicular wave dynamics in mature and prepubertalcattleforsynchronization and superstimulation. Hostedbythe Australian Assocoation of Cattle Veterinarian. XX CongressSydney 6-10 July.
13. **Callejas, S., (2005).** Control farmacológico del ciclo estral bovino: bases fisiológicas protocolos y resultados. SYMTEX. Especialidades Veterinarias. Publicación Taurus, Vol 25: 16-35 pags.
14. **Fernandez de Córdova, L., (1993).** Reproducción Aplicada en el Ganado Bovino Lechero. Primera Edición, Editorial Trillas. México. 137 p.
15. **Gorlach, A., (1997).** Transferencia de embriones en el Ganado vacuno. Editorial Acribia S.A. Zaragoza. España. Cap. 4. Pag. 9-28 (130 pag.).
16. **Gigli, I. et al., (2006).** Consideraciones sobre la dinámica ovárica en equinos, bovinos y camélidos sudamericanos. In. Vet. Vol. 8 (1): 183-204 pags.
17. **Gordon I. (1996).** Reproducción controlada del Ganado vacuno y búfalos. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza. España. 68-165.

18. **Wattiaux, M., (2000).** La función reproductiva del ganado lechero. Esenciales Lecheras. Reproducción y Selección Genética. La Función Reproductiva. El Instituto Babcock para el Desarrollo y la investigación Internacional de la lechería de la Universidad de Wisconsin.
19. **Echeverría, J., (2006).** Endocrinología Reproductiva: Prostaglandina F2 en Vacas. Revista Electrónica de Veterinaria. Veterinaria Org. ISSN 1695-7504.Vol. VII, N° 01, Enero.
20. **Maia B. A., (2003).** Características de la dinámica folicular y regresión lútea de vacas de razas Gyr y Nelore tratadas con Cloprostenol sódico. Rev. Bras. Zootec. Vol. 32, N° 1. pag. 85-92.
21. **Fortune JE., Rivera GM., Evans ACO., Turzillo AM. 2001.** Differentiation of Dominant Versus Subordinate Follicles in Cattle. Biol Reprod ; 65: 648–654.
22. **Mihm M., Bleach ECL. 2003.** Endocrine regulation of ovarian antral follicle development in cattle. Anim Reprod Sci ; 78: 217–237.
23. **Botana L., Fabiana L. y Tomas Martin. 2002.** Farmacología y Terapéutica Veterinaria. Editorial Mc Graw Hill – Interamericana. Segunda Edición.734pp.
24. **Bourne, G. R. (1981).** A review of metabolism and clearance studies with 14c. Cloprostenol in the cow. Acta Vet. Scand. Suppl, Vol. 77. 5-9 pag. Copenhagen.
25. **Diskin MG., Austin EJ., Roche JF. 2002.** Exogenous hormonal manipulation of ovarian activity in cattle. Dom Anim Endocrinol ;23:211-228
26. **Becaluba, F., (2006).** Métodos de sincronización de celos en bovinos. Sitio argentino de Producción Animal. Especialista en reproducción, Bs. Argentina.

27. **Cruz R., E. et al., (1997).** Sincronización del celo y fertilidad en vacas y novillas mestizas tratadas con una dosis de PGF2alfa o sus análogos. Arch. Latinoamericano Prod. Anim. Vol. 5. (Supl. 1): 381-383 pag.
28. **Barr, H. L.: (1974).** Influence of estrus detection on days open in dairy herds. J.: Dairy Sci. 58:246
29. **Ferguson, J. D. and Galligan, D.T. (1993).** Prostaglandin synchronization programs in dairy herds. Part 1. Compend. Contin. Educ. Pract. Vet. 15:646-655.
30. **Stolla, R., Bendel, M., Hegemann, M. and Braun, J. (1998).** Use of PGF2alpha and GnRH for estrus synchronization in cattle. Tierarztl Prax Ausg G Grossliere Nutzler. 26:187-192
31. **Stolla, R., Bendel, M., Hegemann, M. and Braun, J. (1998).** Use of PGF2alpha and GnRH for estrus synchronization in cattle. Tierarztl Prax Ausg G Grossliere Nutzler. 26:187-192
32. **Vasconcelos, J.L.M., Silcox, R.W., Rosa, G.J.M., Pursley. J.R. and Wiltbank, M.C. (1999).** Synchronization rate, size of the ovulatory follicle and pregnancy rate after synchronization of ovulation beginning on different days of the estrous cycle in lactating dairy cows. Theriogenology. 52:1067-1078.
33. **Larson, L.L. and Ball, P.J. (1992).** Regulation of estrous cycle in dairy cattle: a review. Theriogenology. 38:255-267.
34. **Senger, P.L. (1994).** The estrus detection problem: new concepts, technologies, and possibilities. J. Dairy Sci. 77:2745-2753.

35. **De Silva, A.W.M.V., Anderson, G.W., Gwazdauskas, F.C., McGilliard, M.L. and Lineweaver, J.A: (1981).** Interrelationships with estrous behaviour and conception in dairy cattle. *J. Dairy Sd*: 64:2409
36. **Larsson, B. (1987).** Determination of ovulation by ultrasound examination and its relation to the LH peak in heifers. *J. Vet Med.* 34:749.
37. **Mattoni, M., Mukasa-Mugerwa, E., Cecchini, G. and Sovani, S. (1988).** The reproductive performance of East African Zebu (*Bos indicus*) cattle in Ethiopia. 1. Estrous cycle length, duration, behaviour and ovulation time. *Theriogenology.* 30:961-970.
38. **Nkuuhe, J.R. and Manns, J.G. (1985).** Relationship between time of prostaglandin injection and ovulation in beef cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 65:405.
39. **Smith, M.W., Jaeger, J.R., Corah, L.R., Stevenson, J.S., Zapp, L.M., Hites, M.J. and Lee, K.W. (1993).** Detection of estrus in beef heifers by visual observation and radiotelemetry. *J. Anim. Sci* 71 (Suppl. 1):36 (Abstr.).
40. **Rajamahendran, R., Robinson, J. and Desbottes, S. (1989).** Temporal relationships among estrus, body temperature, milk yield, progesterone and luteinizing hormone levels, and ovulation in dairy cows. *Theriogenology.* 31:1173.
41. **Quaife, T. (1995).** Targeted Breeding. *Dairy Herd Management* (June):24-25.
42. **Radostits, O. M., Leslie, K. E. and Fetrow, J. (1994).** *Herd Health-Food Animal Production Medicine.* 2nd ed. W. B. Saunders Co., Philadelphia, PA.
43. **LeBlanc, S.J., Leslie, K.E., Ceelen, H.J., Kelton, D.F. and Keefe, G.P. (1998).** Measures of estrus detection and pregnancy in dairy cows after administration of

gonadotropin -releasing hormone within an estrus synchronization program based on prostaglandin F2 □ J. Dairy Sci. 81:375-381.

44. **Esslemont, R. J. and Bryant, M. J. (1976).** Oestrus behavior in a herd of dairy cows. Vet. Rec. 99:472-076.
45. **Heuwieser, W., Oltenacu, P.A., Lednor, AJ. and Foote, R.H. (1997).** Evaluation of different protocols for prostaglandin synchronization to improve reproductive performance in dairy herds with low estrus detection efficiency. J. Dairy Sci. 80:2766-2774.
46. **Wilmut, I. and Hunter, R.H.F. (1984).** Sperm transport into the oviducts of heifers mated early in oestrus. Reprod. Nutr. Dev.24:461- 468.
47. **Galina, C.S., Calderon, A. and McCloskey, M. (1982).** Detection of signs of estrus in the Charolais cow and its Brahman cross under continuous observation. Theriogenology. 17:485-498.
48. **Ortiz, O. y Zarco, L. (1986).** Determinación de los factores que afectan la respuesta de un programa de sincronización de estros con PGF2 $\alpha$ . XII Congreso de Buiatría a. Tampico, México. pp. 748-752.
49. **Purbey, L.N. and Sane, C.R. (1978).** Studies on oestrous cycles in Dangi breed of cows. Indian Vet. J. 55:532-535
50. **Larson, G.H., Mallory, D.S., Dailey, R.A. and Lewis, P.E. (1991).** Gonadotropin concentrations, follicular development and luteal function in pituitary stalk-transected ewes treated with some bovine follicular fluids. J. Anim. Sci.. 69:4104-4111.



51. **Whittier, W.D., Gwazdauskas, F.C. and McGilliard, M.L. (1989).** Prostaglandin F<sub>2α</sub> usage in a dairy reproduction program for treatment of unobserved estrus, pyometra and ovarian luteal cystis. *Theriogenology*. 32:693-704.
52. **Watts, T. and Fuquay, J.W. (1985).** Response and fertility of dairy heifers following injection with prostaglandin F<sub>2α</sub> during early, middle or late diestrus. *Theriogenology*. 23:655-661.
53. **Aréchiga, C. F., Staples, C.R., McDowell, L.R. and Hansen, P.J. (1998):** Effects of timed insemination and supplemental β-carotene on reproduction and milk yield of dairy cows under heat stress. *J. Dairy Sci.* 81:390-402.
54. **Nebel, R.L., Dransfield, M.G., Jobst, S.M. and Bame, J.H. (2000).** Automated electronic systems for the detection of oestrus and timing of AI in cattle. *Anim. Reprod. Sc.* 60 -61:713-723.
55. **Pankowski, J. W. (1994).** Use of prostaglandin F<sub>2α</sub> as a postpartum reproductive management tool in lactating dairy cattle. Ph.D. Diss., Cornell Univ., Ithaca, NY.
56. **Stevenson, J.S. and Pursley, J.R. (1994).** Resumption of follicular activity and interval to postpartum ovulation after exogenous progestins. *J. Dairy Sci.* 77:725.
57. **Vaca, L.A., Galina, C.S., Fernández -Baca, S., Escobar, F.J. and Ramírez, B. (1985).** Oestrous cycles, oestrus and ovulation of the Zebu in the mexican tropics. *Vet. Rec.* 117:434-437.
58. **Hardin, D.R. Warnick, A.C. Wise, T. H. Schultz, R.H. and Fields, M.J. (1980).** Artificial insemination of subtropical commercial beef cattle following

- synchronization with cloprostenol (ICI 80996). I. Fertility Teriogenology. 14:249-258.
59. **Gutierrez, C., Galina, C.S. and Rubio, I. (1993).** The influence of the social structure of a Zebu herd on the manifestation of signs of oestrus. World Rev. Anim. Prod. 28:57-70.
  60. **Rodney, D.A. (1993).** Estrous behavior and detection in cattle. Vet Clin. North Am.: Food Anim. Pract. 9:249-262.
  61. **Galina, C.S. and Arthur, G.H. (1990a).** Review of cattle reproduction in the tropics. 4. Oestrus cycles. Anim. Breed. Abstr. 58:697-707.
  62. **Figueiredo, R.A., Barros, C.M., Pinheiro, O.L. and Soler, J.M P. (1997).** Ovarian follicular dynamics in Netore breed (Bos indicus). Theriogenology. 47:1489-1505.
  63. **Mukasa-Mugerwa, E., Bekele, E. and Taddese, T. (1989).** Type and productivity of indigenous cattle in central Ethiopia. Trop. Anim. Health Prod. 21:120.
  64. **Rodríguez, T. R. y Parra, N. (1979).** Observaciones sobre la fertilidad en vacas servidas al primer, segundo y tercer celo post parto. Agronomía Tropical. 29:251-261.
  65. **Baker, A.A. (1967).** The pattern of oestrous behaviour in Sahiwal and Shorthorn heifers in south eastern Queensland Austr. Vet. J. 43:140-147.
  66. **Plasse, D., Wamick, AC. and Koger, M. (1970).** Reproductive behaviour of Bos indicus females in a subtropical environment IV. Length of estrous cycle, duration of estrus, time of ovulation fertilization and embryo survival in grade Brahman heifers. J. Anim. Sci. 30:63-72.

67. **Randel, R.D. (1984).** Seasonal effects on female reproductive functions in the bovine (Indian breeds). *Theriogenology*. 21:170185.
68. **Galina, C.S. and Arthur, G.H. (1990b).** Review of cattle reproduction in the tropics. 5. Fertilization and Pregnancy. *Anim. Breed. Abstr.* 58:805 -813.
69. **Nebel, R.L., Jobst, S.M., Dransfield, M.B.G., Pansolfi, S.M. and Bailey, T.L. (1997).** Use of a radio frequency and communication system, Heat Watch®, to describe behavioral estrus in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 80 (Suppl.):179 Abstr.
70. **Rubio, I. (1988).** Factors associated with oestrus expression and detection following sequential PGF2 $\alpha$  regimes. Thesis, Veterinary Medicine. Australian University.
71. **Wolfenson, D., Thatcher, W.W., Savio, J.D., Badinga, L. and Lucy, M.C. (1994).** The effect of a GnRH analogue on the dynamics of follicular development and synchronization of estrus in lactating cyclic dairy cows. *Theriogenology*. 42:633-644.
72. **Fonseca, F.A., Britt, J.H., McDaniel, B.T., Wilk, J.C. and Rakes, A. H. (1983).** Reproductive traits of Holsteins and Jerseys. Effects of age, milk yield, and clinical abnormalities on involution of cervix and uterus, ovulation, estrous cycles, detection of estrus, conception rate, and days open. *J. Dairy Sci.* 66:1128-1147.
73. **Harrison, R.O., Ford, S.P., Young, J.W., Conley, A.J. and Freeman, AE. (1990).** Increased milk production versus reproductive and energy status of high producing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 73:2749-2758.
74. **Nebel, R.L. and McGilliard, M.L. (1993).** Interactions of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 76:3257 -3268.

75. **Moberg, P.G. (1991).** How behavioral stress disrupts the endocrine control of reproduction in domestic animals. *J. Dairy Sci.* 74:304-311.
76. **Echtemkamp, S.E. (1984).** Relationship between LH and cortisol in acutely stressed beef cows. *Theriogenology.* 22:305311.
77. **Moberg, P.G. (1985).** Animal stress. In *Influence of stress on reproduction: measure of well-being.* G.P. Moberg Ed. American Physiological Society, USA. Pp. 215-237.
78. **Katawe, N., Inaba, T. and Mori, J. (1993).** Effects of cortisol on the amounts of estradiol-17  $\beta$  and progesterone secreted and the number of luteinizing hormone receptors in cultured bovine granulosa cells. *Anim. Reprod. Sci.* 32:15-25.
79. **Walker, W. L., Nebel, RL. and McGilliard, M.L. (1996).** Time of ovulation relative to mounting activity in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 79:1555 -1561.
80. **Fricke, P.M., Guenther, J.N. and Wiltbank, M.C. (1998).** Efficacy of decreasing the dose of GnRH used in a protocol for synchronization of ovulation and timed AI in lactating dairy cows. *Theriogenology.* 50:1275-1284.
81. **Jobst, S.M., Nebel, R.L., McGilliard, M.L. and Pelzer, K.D. (2000).** Evaluation of reproductive performance in lactating dairy cows with prostaglandin F $2\alpha$ , gonadotropin-releasing hormone, and timed artificial insemination. *J. Dairy Sci.* 83:2366-2372.
82. **Stevenson, J.S., Schmidt M.K. and Call, E.P. (1983a).** Estrous and intensity and conception rates in Holsteins. *J. Dairy Sci.* 66:275.

83. **Lucy, M. C., Stevenson, J. S. and Call, E. P. (1986).** Controlling first service and calving interval by prostaglandin F 2 $\alpha$  gonadotropinreleasing hormone, and timed insemination. J. Dairy Sci. 69:2186-2194.
84. **Dransfield, M.B.G., Nebel, R. L., Pearson, RE. and Wamick, L. D. (1998).** Timing of insemination for dairy cows identified in estrus by a radiotelemetric estrus detection system. J. Dairy Sci. 81 1874-1882.
85. **Everett, R.W. and Bean, B. (1986).** Semen fertility - an evaluation system for artificial insemination sires, technicians, herds and systematic fixed effects. J. Dairy Sci. 69:1630-1641.
86. **Foote, R.H. (1974).** Estrus detection and estrus detection aids. J. Dairy Sci. 58:248-256.
87. **Foote, R.H. (1979).** Time of artificial insemination and fertility in dairy cattle. J. Dairy Sci. 62:355-358.
88. **Nebel, R.L., Walker, W.L., McGilliard, M.L., Allen, C.H. and Feckman, G.S. (1994).** Timing of insemination of dairy cows: fixed time once daily versus morning and afternoon. J. Dairy Sci. 77:3185-3191.
89. **Twagiramungu, H., Guilbault, L.A., Proulx, J. and Dufour, J.J. (1992).** Synchronization of estrus and fertility in beef cattle with two injections of Buserelin and prostaglandin. Theriogenology. 38:1131.
90. **Twagiramungu, H., Guilbault, L.A. and Dufour, J.J. (1995).** Synchronization of ovarian follicular waves with a gonadotropin-releasing hormone agonist to increase the precision of estrus in cattle: a review. J. Anim. Sci. 73:3141-3151.

91. **Xu, Z. Z., Burton, L.J. and Macmillan, K.L. (1996).** Reproductive performance of lactating dairy cows following oestrus synchronisation with progesterone, oestradiol and prostaglandin. *N.Z Vet J.* 44:99-104.
92. **Medrano, E.A., Hernandez, O., Lamothe, C. and Galina, C.S. (1996).** Evidence of asynchrony in the onset of signs of oestrus in zebu cattle treated with a progestogen ear implant *Res. Vet. Sci.* 60:51-54.
93. **Mapletoft, R.J., Bó, G.A., Willmott, N., Pierson, R.A. 1991.** The effect of dose of cloprostenol on return to the estrus of superovulated donor cows. *Theriogenology*; 35, 237.
94. **Trimberger, G.W. and Davis, H.P. (1943).** Conception rate in dairy cattle by artificial insemination at various stages of estrus. *Nebraska Agric. Exp. Stn. Bull.* 129:1-14.
95. **Trimberger, G.W. (1948).** Breeding efficiency in dairy cattle from artificial insemination at various intervals before and after ovulation. *Nebraska Agric. Exp. Stn. Res. Bull.* 153:1-26.
96. **Graves, W.M., Dowlen, H.H., Lamar, K.C., Johnson, D.L., Saxton, A.M. and Montgomery, M.J. (1997).** The effect of artificial insemination once versus twice per day. *J. Dairy Sci.* 80:3068- 3071.
97. **Hawk, H.W. (1987).** Transport and fate of spermatozoa after insemination of cattle. *J. Dairy Sci.* 70:1487-1503.
98. **Thibault, C. (1973).** Sperm transport and storage in vertebrates. *J Reprod. Fertii.* (Suppl.)18:39-53.

99. **Wise, M.E., Armstrong, D.V., Huber, J.T., Hunter, R. and Wiersma, F. (1988).** Hormonal alterations in the lactating dairy cow in response to thermal stress. *J. Dairy Sci.* 71:2480-2485.
100. **Brackett, B.G., Oh, Y.K., Evans, J.F. and Donawick, W.J. (1980).** Fertilization and early development of cow ova. *Bid Reprod.*23:189-205.
101. **González, L.V., Fuquay, J.W. and Bearden, H.J. (1985).** Insemination management for one injection prostaglandin F<sub>2</sub> $\alpha$  synchronization regime. I. One daily insemination period versus use of the AM/PM rule. *Theriogenology* 24:495.
102. **Stevenson, J.S., Schmidt, M.K. and Call, E.P. (1983b).** Factors affecting reproductive performance of dairy cows first inseminated after five weeks postpartum. *J. Dairy Sci.* 66:1148.
103. **Chenault, J. R. (1992).** Pharmaceutical control of estrous cycles. In *Large Dairy Herd Management*. H. H. Van Horn and C. J. Wilcox, ed. Am. Dairy Sci. Assoc., Savoy, IL. Pp. 153.
104. **Macmillan K. L. and Thatcher, W.W. (1991).** Effects of an agonist of gonadotropin-releasing hormone on ovarian follicles in cattle. *Biol. Reprod.* 45:883-889.
105. **Thatcher, W.W., Macmillan, K.L., Hansen, P.J. and Drost, M... (1989).** Concepts for regulation of corpus luteum function by the conceptus and ovarian follicles to improve fertility. *Theriogenology*, 31:149-164.
106. **Badinga, L., Thatcher, W. W. Wilcox, C. J. Morris, G., Entwistle, K. and Wolfenson, D. (1994).** Effect of season on follicular dynamics and plasma

concentrations of estradiol-174, progesterone and luteinizing hormone in lactating Holstein cows. *Theriogenology*. 42:1263-1274.

107. **Williamson, N.B., Morris, R.S., Blood, D.C. and Cannon, C.M. (1972).** A study of oestrus behaviour and oestrus detection method in a large commercial dairy herd. 1) The relative efficiency of methods to detection. *Vet. Rec.* 91:50-58.
108. **Burke, J.M., De la Sota, R.L., Risco, C.A., Staples, C.R., Schmitt, E.J.-P. and Thatcher, W.W. (1996).** Evaluation of timed insemination using a gonadotropin-releasing hormone agonist in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 79:1385-1393.
109. **Galina, C.S., Orihuela, A., Duchateau, A. and Navarro-Fierro, R. (1987).** Reproductive performance of Zebu cattle in Mexico using artificial insemination. *Vet. Clinics of North Amer.* 3:619-632.
110. **Lauderdale, J. W., Seguin, B.E., Stellflug, J.N., Chenault, J.R., Thatcher, W.W., Vincent C.K. and Loyancano, A.F. (1974).** Fertility of cattle following PGF<sub>2</sub> $\alpha$  injection. *J. Anim. Sci.* 38: 964-967.
111. **Fetrow, J. and Blanchard, T. (1987).** Economic impact of the use of prostaglandin to induce estrus in dairy cows. *JAVMA.* 190:163169.
112. **Stevenson, J. S., Kobayashi, Y., Shipka, M.P. and Rauchholz, K.C. (1996).** Altering conception of dairy cattle by gonadotropin- releasing hormone preceding luteolysis induced by prostaglandin F<sub>2</sub> $\alpha$ . *J. Dairy Sci.* 79:402-410.
113. **Stevenson, J.S., Lucy, M.C. and Call, E.P. (1987).** Failure of timed inseminations and associated luteal function in dairy cattle after two injections of prostaglandin F<sub>2</sub> $\alpha$ . *Theriogenology.* 28:937-946.



114. **Stevenson, J.S., Kobayashi, Y. and Thompson, K.E. (1999).** Reproductive performance of dairy cows in various programmed breeding systems including OvSynch and combinations of gonadotropin-releasing hormone and prostaglandin F<sub>2</sub>α. *J. Dairy Sci.* 82:506-515.
115. **King, M.E., Kiracofe, G.H., Stevenson, J.S. and Schalles, R.R. (1982).** Effect of stage of the estrous cycle on interval to estrus after PGF<sub>2</sub> alfa in beef cattle. *Theriogenology.* 18:191-200.
116. **Stevenson, J.S., Schmidt, M.K. and Call, E.P. (1984).** Stage of estrous cycle, time of insemination and seasonal effects on estrus and fertility of Holstein heifers after prostaglandin F<sub>2</sub>α *J. Dairy Sci.* 67:1798-1805.
117. **Pursley, J.R., Mee, M.O. and Wiltbank, M.C. (1995).** Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF<sub>2</sub> □ and GnRH. *Theriogenology.* 44:915-923.
118. **Pursley, J.R., Wiltbank, M.C., Stevenson, J.S., Ottobre, J. S., Garverick, H.A. and Anderson, LL. (1997a).** Pregnancy rates per artificial insemination for cows and heifers inseminated at a synchronized ovulation or synchronized estrus. *J. Dairy Sci.* 80:295 -300.
119. **Schmitt, E.J.P., Diaz, T., Drost, M. and Thatcher, W.W. (1996).** Use of a gonadotropin -releasing hormone agonist or human chorionic gonadotropin for timed insemination in cattle. *J. Anim. Sci.* 74:1084-1091.
120. **Schmitt, E.J.P., Diaz, T., Drost, M. and Thatcher, W.W. (1996).** Use of a gonadotropin -releasing hormone agonist or human chorionic gonadotropin for timed insemination in cattle. *J. Anim. Sci.* 74:1084-1091.

121. **Pursley, J.R., Mee, M.O., Brown, M.D. and Wiltbank, M.C. (1994).** Synchronization of ovulation in dairy cattle using GnRH and PGF<sub>2</sub> $\alpha$  J. Anim. Sci. 72 (Suppl. 1):230.
122. **Roche, J. F. (1975).** Control of the time of ovulation in heifers treated with progesterone and gonadotrophin-releasing hormone. J. Reprod Fertil. 43:471.
123. **Silcox, R. W., Powell, K. L, Pursley, J.R. and Wiltbank, M.C. (1995).** Use of GnRH to synchronize ovulation in Holstein cows and heifers treated with GnRH and prostaglandin. Theriogenology 43:325 (Abstr.).
124. **Pursley, J.R., Kosorok, M.R and Wiltbank, M.C. (1997).** Reproductive management of lactating dairy cows using synchronization of ovulation. J. Dairy Sci. 80:301-306.
125. **Pursley, J.R., Silcox, R.W. and Wiltbank, M.C. (1998).** Effect of time of artificial insemination on pregnancy rates, calving rates, pregnancy loss, and gender ratio after synchronization of ovulation in lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 81:2139-2144.
126. **Holdridge, R. L. 1987.** Ecología Basada en zonas de Vida”. Servicio Editorial. IICA San José – Costa Rica. 107 p.
127. **Fuente.** SENAMHI-oficina de estadística, 2014.
128. **Cordoba, M. C.; P. M., Fricke. 2001.** Evaluation of two hormonal protocols for synchronization of ovulation and timed artificial insemination in dairy cows manager in grazing-based dairies. Journal Dairy Science. 84: 2700-2708.
129. **Gordon, I. 1999.** Reproducción controlada del ganado vacuno y búfalos. Editorial Acriba S. A. Zaragoza- España. 514 p.

130. **Bó G.A., Cutaia L., Tríbulo R. 2002.** Tratamientos hormonales para inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos de carne: algunas experiencias realizadas en Argentina. Primera Parte. Rev. Taurus. 14: 10-21.
131. **Ori huela, A, Galina, C.S., Escobar, F.J. and Riquelme, E. (1983).** Estrous behaviour following prostaglandin F<sub>2</sub>  $\alpha$  injection in Zebu cattle under continuous observation. Theriogenology. 19:795-809.
132. **Mukasa-Mugerwa, E., Tegegne, A. and Teklu, Y. (1991).** Characterization of service intervals and frequency of short oestrus cycles in Zebu (*Bos indicus*) cows in Ethiopia. Reprod. Nutr. Dev. 31:361(Abstr.).
133. **Gwazdauskas, F.C., Lineweaver J.A., Vinson W.E., (1981).** rates of conception by artificial insemination of dairy cattle. J. Dairy Sci 64(2):358-362.
134. **Risco, C.A. 1998:** Manejo reproductivo en Ganado lechero durante período de estrés calórico. Memorias de las IV conferencia internacionales sobre nutrición y manejo. Coahuila, Mex.
135. **Wolfenson, D., Thatcher, W.W., Badinga, L., Savio, J.D., Meidan, R., Lew, B.J., Braw-Tal, R and Berman, A (1995):** Effect of heat stress on follicular development during the estrous cycle in lactating dairy cattle. Biol. Reprod. 52:1106-1113.
136. **Wilson, S.J., Marion, R.S., Spain, J.N., Spiers, D.E., Keisler, D.H. and Lucy, M.C. (1998):** Effects of controlled heat stress on ovarian function of dairy cattle. 1. Lactating cows. J. Dairy Sci. 81:2124-2131.
137. **Lussier, J.G., Matton, P. and Dufour, J.J. (1987):** Growth rates of follicles in the ovary of the cow. J. Reprod. Fertil. 81:301-307.

- 138. Thatcher, W.W.: Effects of season, climate, and temperature on reproduction and lactation. J. Dairy Sci.. 57:360-368 (1974). 616. Thatcher, W.W. and Collier, R.J. (1986):** Effects of climate in reproduction. Pages 301-309 in Current Therapy in Theriogenology 2. D.A. Morrow, ed. W.B. Saunders Co., Philadelphia, PA.
- 139. Howell, J. L., Fuquay, J.W. and Smith, AE. (1994):** Corpus luteum growth and function in lactating Holstein cows during spring and summer. J. Dairy Sci. 77:735-739.

**ANEXOS**

## Anexo 1: Datos de campo

OBS	FA: Análogos de hormonas	FB: fondo	Diagnóstico de gestación	Presentación de celo
1	DH 0	P1	Positivo	Positivo
2	DH 0	P1	Negativo	Positivo
3	DH 0	P1	Negativo	Negativo
1	DH 1	P1	Negativo	Negativo
2	DH 1	P1	Negativo	Negativo
3	DH 1	P1	Negativo	Negativo
1	DH 2	P1	Negativo	Negativo
2	DH 2	P1	Negativo	Negativo
3	DH 2	P1	Negativo	Negativo
1	DH 3	P1	Positivo	Negativo
2	DH 3	P1	Positivo	Negativo
3	DH 3	P1	Negativo	Negativo
1	DH 0	P2	Negativo	Negativo
2	DH 0	P2	Positivo	Positivo
3	DH 0	P2	Positivo	Positivo
1	DH 1	P2	Negativo	Negativo
2	DH 1	P2	Positivo	Positivo
3	DH 1	P2	Positivo	Positivo
1	DH 2	P2	Negativo	Negativo
2	DH 2	P2	Negativo	Negativo
3	DH 2	P2	Positivo	Positivo
1	DH 3	P2	Positivo	Negativo
2	DH 3	P2	Negativo	Negativo
3	DH 3	P2	Positivo	Negativo
1	DH 0	P3	Positivo	Positivo
2	DH 0	P3	Negativo	Negativo
3	DH 0	P3	Negativo	Negativo
1	DH 1	P3	Positivo	Positivo
2	DH 1	P3	Negativo	Negativo
3	DH 1	P3	Negativo	Negativo
1	DH 2	P3	Negativo	Negativo
2	DH 2	P3	Positivo	Positivo

3	DH 2	P3	Negativo	Negativo
1	DH 3	P3	Negativo	Negativo
2	DH 3	P3	Negativo	Negativo
3	DH 3	P3	Positivo	Negativo
1	DH 0	P4	Positivo	Positivo
2	DH 0	P4	Negativo	Negativo
3	DH 0	P4	Positivo	Positivo
1	DH 1	P4	Negativo	Negativo
2	DH 1	P4	Negativo	Negativo
3	DH 1	P4	Positivo	Positivo
1	DH 2	P4	Negativo	Negativo
2	DH 2	P4	Negativo	Negativo
3	DH 2	P4	Positivo	Positivo
1	DH 3	P4	Positivo	Negativo
2	DH 3	P4	Positivo	Negativo
3	DH 3	P4	Positivo	Negativo

Continuación de anexo 1:

Cuadros de presentación de celo:

OBS (Vacas)	P1				P2				P3				P4			
	DH 0	DH 1	DH 2	DH 3	DH 0	DH 1	DH 2	DH 3	DH 0	DH 1	DH 2	DH 3	DH 0	DH 1	DH 2	DH 3
1	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-
2	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-

% de presentación de celo en parcelas	P1	P2	P3	P4
Positivo	16.7	41.7	25	33.3
Negativo	83.3	58.3	75	66.7

% de presentación de celo por analogos de hormonas	DH 0	DH 1	DH 2	DH 3
Positivo	58.3	33.3	25	0
Negativo	41.7	66.7	75	100



**Continuación de anexo 1:**

**Cuadros de diagnóstico de gestación:**

OBS (Vacas)	P1				P2				P3				P4			
	DH 0	DH 1	DH 2	DH 3	DH 0	DH 1	DH 2	DH 3	DH 0	DH 1	DH 2	DH 3	DH 0	DH 1	DH 2	DH 3
1	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	+
2	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
3	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+

% Diagnostico de gestación por fundo	P1	P2	P3	P4
Positivo	25	58.3	33.3	58.3
Negativo	75	41.7	66.7	41.7

% diagnóstico de gestación por análogos de hormonas	DH 0	DH 1	DH 2	DH 3
Positivo	50	33.3	25	66.7
Negativo	50	66.7	75	33.3

**Anexo 2: fotografías del trabajo de investigación.**



**Foto 1.**



**Foto 2.**

**Fotos 1 y 2: Selección de las vacas con las cuales se trabajó por medio de palpación rectal (ovarios, útero, vaca preñada o vacía).**



**Foto 3.**



**Foto 4.**

**Foto 3 y 4: Aplicación de hormonas.**





**Foto 5: Preparación de materiales para realizar la inseminación artificial.**



**Foto 6: Descongelación de la pajuela de semen.**

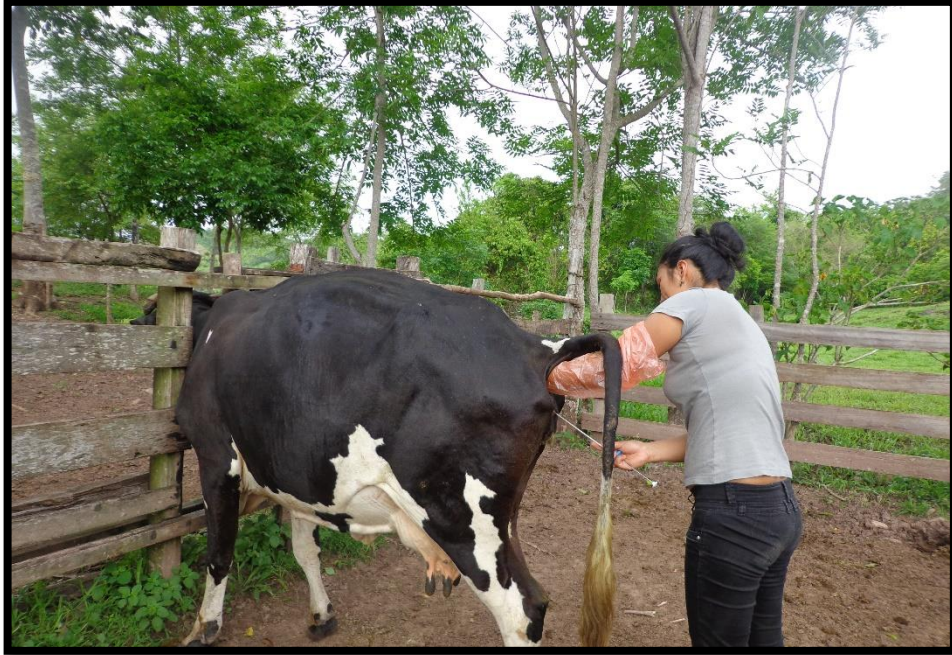


Foto 7.



Foto 8.





**Foto 9.**



**Foto 10.**

**Foto 7, 8, 9 y 10: Inseminación artificial a las vacas tratadas con hormonas.**



**Foto 11.**



**Foto 12.**

**Foto 11 y 12: diagnóstico de preñez.**