

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

**ESTUDIO RETROSPECTIVO DEL MÉTODO DE SINCRONIZACIÓN
DE LA OVULACIÓN Y SU EFECTO SOBRE EL PORCENTAJE DE
PREÑEZ EN GANADO LECHERO**

TESIS

**Presentada a la Honorable Junta Directiva de la Facultad de
Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos
de Guatemala**

POR

ALEJANDRO ACEVEDO GUTIÉRREZ

Como requisito previo a optar al título profesional de

MÉDICO VETERINARIO

GUATEMALA, OCTUBRE 2004

JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DECANO:	Dr. MV. MARIO LLERENA
SECRETARIA:	Dra. MV. MSc. BEATRIZ SANTIZO
VOCAL PRIMERO:	Lic. Zoot. MSc. CARLOS SAAVEDRA
VOCAL SEGUNDO:	Dr. MV. MSc. FREDY GONZÁLEZ
VOCAL TERCERO:	Dr. MV. EDGAR BAILEY
VOCAL CUARTO:	Br. ESTUARDO RUANO
VOCAL QUINTO:	Br. DANIEL BARRIOS

ASESORES:

Dr. MV. MSc. Fredy González G

Dr. MV. Sergio Véliz

Dr. MV. Leonidas Ávila

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

**En cumplimiento con lo establecido por los estatutos de la
Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración el
trabajo de tesis titulado**

**ESTUDIO RETROSPECTIVO DEL MÉTODO DE SINCRONIZACIÓN
DE LA OVULACIÓN Y SU EFECTO SOBRE EL PORCENTAJE DE
PREÑEZ EN GANADO LECHERO**

**Que fuera aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de
Medicina Veterinaria y Zootecnia como requisito previo a optar al
título profesional de**

MÉDICO VETERINARIO

ACTO QUE DEDICO

- A Dios:** Por caminar siempre al lado mío...
- A mi madre:** Isabel Gutiérrez, por ser apoyo incondicional en todo momento, por no dejarme caer en los momentos difíciles y por ser la mamá más linda de todo el mundo.
- A mi padre:** Alejandro Acevedo, quién me ha enseñado a luchar en la vida y a pelear por lo que queremos. Por ser papá y amigo.
- A mis hermanos:** Isabel Cristina, José Ernesto y Sergio, por ser un regalo en mi vida y siempre estar junto a mí.
- A mi sobrino:** Luis Daniel, quién ha sido desde el día de su nacimiento una bendición en la familia.
- A Tito:** Quién ha sido más que mi abuelito, me ha enseñado grandes cosas de la vida.
- A mi novia:** Rosaura, por ser esa persona que siempre me apoya y me impulsa a seguir adelante.
- A mis amigas:** En especial a: Ericka, Vanesa, Julie, Lilly, Jeannette, Nela.
- A mis amigos:** Bobis, Popeye, Chompi, Gato, Wiri, Nica, Chejo, Fredy, Choco, Nacho, Lechus, Perico, Rive, Kike, Chepito, Dany, Sapo, Vargas, Galy y demás criaturas.
- A mis compañeros Promoción 2002:** Por ser el mejor grupo de estudio y otras cosas más...

AGRADECIMIENTOS

- A: Guatemala, por recibirme y brindarme la oportunidad de crecer como persona y profesional.**
- A: La Universidad de San Carlos de Guatemala y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por ser mi casa de estudios y lugar donde me llevo amigos para toda la vida.**
- A: Al Ing. Marroquín quién me permitió realizar este trabajo en la Finca Pasajinak, gracias de todo corazón.**
- A: A mis asesores: Dr. Fredy González, Dr. Sergio Véliz, Dr. Leonidas Ávila; ya que sin la ayuda y la paciencia de ellos la realización de éste trabajo no hubiera sido posible.**
- A: A Chepe Alemán, quién con su espíritu de colaboración y entrega permitió que cada práctica fuera amena y segura para los estudiantes.**

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1. El ciclo estral en las especies animales	3
3.2. El ciclo estral en la vaca	3
3.2.1. Duración del ciclo estral	3
3.2.2. Duración del estro	3
3.2.3. Momento de la ovulación	3
3.2.4. Momento de la monta	3
3.2.5 Fases del ciclo estral	4
3.2.5.1. <i>Pro estro</i>	4
3.2.5.2. <i>Estro</i>	5
3.2.5.3. <i>Meta estro</i>	5
3.2.5.4. <i>Diestro</i>	6
3.3. Ovulación y formación del cuerpo amarillo	6
3. 4. Sincronización de la ovulación mediante la utilización de Factor Liberador de Gonadotropinas y Prostaglandinas $F_2 \propto$	8
3.5. El uso de prostaglandinas en los sistemas de sincronización estral de vacas	12
3.6. Otros métodos de sincronización de celos y ovulaciones para programas de inseminación artificial	16
3. 6.1. Ganadería de leche	16
3.6.1.1. <i>Servicio programado</i>	16
3.6.1.2. <i>Grupos de servicio</i>	16
3.6.1.3. <i>Programa de reproducción controlada</i>	17
3.6.1.4. <i>Programa de reproducción controlada modificado</i>	18
3.6.2. Ganadería de carne	19
3.6.2.1. <i>Programas de sincronización con Prostaglandina</i>	19
3.6.2.2. <i>Ovsynch</i>	19
3.6.2.3. <i>Co-Synch</i>	20
3.6.2.4. <i>Norgestomet</i>	21

3.6.2.5. <i>Norgestomet combinado con Prostaglandina</i>	21
3.6.2.6. <i>Norgestomet combinado con GnRH</i>	22
3.6.2.7. <i>Norgestomet combinado con PMSG</i>	22
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.	23
4.1. Materiales.	23
4.1.1. Recursos Humanos.	23
4.1.2. De Campo.	23
4.2. Metodología.	23
4.2.1. Localización y características del área de estudio.	24
4.2.2. Diseño Estadístico.	25
4.2.3. Análisis Estadístico	25
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
VI. CONCLUSIONES	30
VII. RECOMENDACIONES	32
VIII. RESUMEN	33
IX. BIBLIOGRAFÍA.	34
X. ANEXOS	48
Gráfica 1. Evaluación del método de sincronización de la ovulación en un hato lechero del altiplano guatemalteco. Número de hembras preñadas según la etapa o aplicación del método. Octubre del 2004	39
Gráfica 2. Evaluación del método de sincronización de la ovulación en un hato lechero del altiplano guatemalteco. Porcentaje de preñadas según aplicación. Octubre del 2004	40

Gráfica 3. Evaluación del método de sincronización de la ovulación en un hato lechero del altiplano guatemalteco. Presencia o no presencia de liga, según aplicación.
Octubre del 2004 41

Gráfica 4. Evaluación del método de sincronización de la ovulación en un hato lechero del altiplano guatemalteco. Porcentaje de preñez según presencia de liga o no liga.
Octubre del 2004 42

Cuadro 1. Resultados del método de sincronización de la ovulación de vacas lecheras del altiplano guatemalteco y su efecto sobre el porcentaje de preñez.
Octubre del 2004. 43

Cuadro 2. Valores netos de preñez para el método de sincronización de la ovulación en vacas lecheras del altiplano guatemalteco y su efecto sobre el porcentaje de preñez.
Octubre del 2004. 44

I. INTRODUCCIÓN

Dentro de la Medicina Veterinaria el campo de la reproducción siempre ha sido un componente esencial, teniendo una gran implicación económica. Desde tiempo atrás el hombre ha querido maximizar el potencial reproductivo de los animales para beneficio propio y de la humanidad en general. Debido a ésta inquietud, se ha visto en la necesidad de manipular aspectos biológicos que permitan a una hembra ser más eficiente desde el punto de vista reproductivo.

Es de interés general comprobar el porcentaje de gestaciones obtenidas mediante programas de sincronización de celos y de la ovulación, para que de ésta manera se fortalezca el productor nacional al contar con una herramienta más, la cual le pueda generar mayor cantidad de crías por año, lo que implica beneficios económicos. El presente trabajo consiste en una recopilación de datos y evaluación de resultados relacionados con la sincronización de la ovulación en ganado lechero en una finca del altiplano guatemalteco durante el periodo 2002-2003.

Dentro de los métodos anteriormente mencionados se encuentra el OVSYNCH (Sincronización de la Ovulación, abreviaturas de su nombre en inglés), el cual consiste en la utilización del factor liberador de Gonadotrofinas y Prostaglandinas F₂ α a intervalos de tiempo determinados. Dicho protocolo fue implementado en una ganadería lechera y la información generada servirá para evaluar la efectividad de este tipo de biotecnología.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General:

- Contribuir a evaluar la eficiencia de alternativas farmacológicas de uso en la reproducción del ganado lechero.

2.2. Objetivo Específico:

- Realizar un estudio retrospectivo en base a los registros reproductivos para determinar el efecto del método de sincronización de la ovulación sobre el porcentaje de preñez en una finca lechera especializada del Altiplano Guatemalteco durante el período 2002 – 2003.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. EL CICLO ESTRAL EN LAS ESPECIES ANIMALES

Las hembras de los animales domésticos entran en celo a intervalos regulares bastantes precisos. El intervalo entre el comienzo de un período de celo hasta el comienzo del siguiente se llama ciclo estral. El ciclo se divide en las fases llamadas *proestro*, *estro*, *metaestro* y *diestro* (1, 15,19)

3.2. EL CICLO ESTRAL EN LA VACA

3.2.1. Duración del ciclo estral.

El ciclo estral dura en promedio 20 días en las vaquillas y de 21 a 22 días en las vacas adultas (2,9)

3.2.2. Duración del estro.

El período de estro de la vaca puede definirse como el tiempo que ésta tolera ser montada por un toro o por otra vaca. Este período dura en promedio aproximadamente 18 horas en las vacas tanto lecheras como de engorde y es un tanto menor en las vaquillas (2, 5,9)

3.2.3. Momento de la ovulación.

La ovulación ocurre normalmente después de 10 a 15 horas de haber terminado el estro de la vaca, en la fase del metaestro (2,9)

3.2.4. Momento de la monta o Inseminación Artificial

El celo se define cuando la hembra permite la monta de otro animal ya sea macho o hembra de su especie (2,9). La concepción ha ocurrido en el ganado mayor aún realizando la monta 34 horas antes de la ovulación y tan tarde como 14 horas después de ella.

Se ha supuesto que los espermatozoides del toro deben estar presentes en útero y oviducto vacunos por lo menos seis horas antes de poder fecundar un óvulo (2,9)

En la inseminación artificial, la hembra que presenta *celo fijo* (en el cual permite la monta) por la mañana se insemina la misma tarde, y las que manifiestan así por la tarde se inseminan a la mañana siguiente (2,9)

3.2.5 Fases del Ciclo Estral

3.2.5.1 Pro estro

Bajo el estímulo de la FSH (*hormona foliculostimulante*) y de la LH (*hormona luteinizante*) de la adenohipófisis, se producen cantidades crecientes de estrógenos que provocan aumento de tamaño de útero, vagina y oviductos. En esta primera fase estral es durante la cual el folículo aumenta de tamaño. Los estrógenos absorbidos desde los folículos circulantes en la sangre, estimulan la creciente vascularización y el crecimiento celular de los genitales, como preparación del estro (1, 8,10)

3.2.5.2 Estro

El *estro* es el período de receptividad de la hembra, como consecuencia sobre todo de la concentración de estrógenos sanguíneos circulantes. Esta es provocada por reducción de los niveles de la hormona folículo estimulante y elevación de los niveles de la hormona luteinizante en la sangre. Poco antes de la ovulación, el folículo es grande e hipertrofiado y, el óvulo incluido sufre los consiguientes cambios propios de la maduración. El estro termina aproximadamente al ocurrir la **ovulación**, o sea la ruptura del folículo ovárico. El óvulo es expulsado del folículo hacia la parte superior de la tuba uterina. (1, 2, 19)

3.2.5.3. Meta estro

El *meta estro* es la fase que sigue a la ovulación. La duración del meta estro puede depender del tiempo en que la *hormona luteinizante* es secretada por el lóbulo anterior de la hipófisis; durante este lapso hay disminución del estrógeno y aumento de la progesterona del ovario (1, 8, 9,12)

En el curso del metaestro, la cavidad ocasionada por la ruptura del folículo comienza a reorganizarse; el revestimiento de dicha cavidad crece gracias al aumento de vascularización. Las células que no fueron expulsadas aumentan de tamaño, se multiplican y se infiltran de lípidos. Ésta estructura reorganizada se llama cuerpo lúteo o cuerpo amarillo, cuya secreción, *progesterona*, evita la maduración de folículos y, por consiguiente, la aparición intempestiva de otros

períodos estrales, pues el estro no ocurre en tanto esté presente y activo el cuerpo lúteo (1, 2)

Un cuerpo lúteo bien desarrollado influye notablemente en el útero. Su revestimiento (*endometrio*) se hace más grueso, sus glándulas aumentan de tamaño y la musculatura se hipertrofia; todas las reacciones tienen la finalidad de proporcionar el acomodo más conveniente al embrión. Si se logra la gestación, estos fenómenos se prolongan durante su curso, con el cuerpo amarillo prácticamente intacto hasta el fin (5,7)

3.2.5.4. Diestro

El *diestro* es el período relativamente breve de quietud entre los ciclos estrales en una hembra (5,7)

3.3. OVULACIÓN Y FORMACIÓN DEL CUERPO AMARILLO

Al tiempo en que el folículo ovárico aumenta de volumen, debido principalmente al líquido que se forma en su interior, éste ejerce presión sobre la túnica albugínea, con el consecuente abultamiento y reducción del grosor de la pared ovárica en un punto, de manera comparable a un absceso que emerge en la piel hasta liberar su contenido. El líquido folicular y el *óvulo* son expulsados hacia la cavidad peritoneal en la vecindad del *infundíbulo* del *oviducto* o *tubo uterino*, complementando así el proceso de la ovulación. (2, 9,19)

Es frecuente que durante la ovulación ocurra ruptura de un pequeño vaso y entonces, el folículo se llena de sangre y se llama esto *cuerpo hemorrágico*. Aún en el caso de que no se forme, las células epiteliales que revisten la cavidad

folicular comienzan a multiplicarse bajo el influjo de la hormona luteinizante del lóbulo anterior de la hipófisis. Con esta multiplicación activa se forma el *cuerpo lúteo (cuerpo amarillo)*; en la mayor parte de las especies, se proyecta en la superficie del ovario, lo mismo que antes se proyectaba el folículo ovárico original. De esta sucesión resulta que cada folículo que se rompe (*dehiscencia*) queda reemplazado por un cuerpo lúteo (2,9)

A pesar de que el folículo y el cuerpo lúteo son aproximadamente del mismo tamaño, se distinguen por su aspecto y a la palpación. El folículo es una cavidad sacular llena de líquido, por lo que su exterior y consistencia son los de un quiste, en tanto que el cuerpo amarillo se ve y palpa como un sólido (2, 9,19)

Si no hay fecundación del óvulo, el cuerpo lúteo que se llama "*del estro*", involuciona y desaparece, para dejar únicamente en su lugar un proceso cicatrizal llamado *cuerpo blanco (corpus albicans)*. Por otra parte, si el óvulo queda fecundado y sigue el proceso de gestación, el cuerpo lúteo perdura durante ella, conocido precisamente con el nombre de *cuerpo lúteo de la gestación*. El cuerpo lúteo es en realidad una glándula endocrina que secreta progesterona, hormona esencial para mantener el embarazo. En casos excepcionales un cuerpo lúteo estral no involuciona, por lo que el animal no entra en celo, con impresión de gestación falsa (pseudo preñez). Ese cuerpo anómalo se llama *cuerpo lúteo retenido*, causa importante de infecundación temporal de ganado lechero (2, 9,15)

La infecundidad puede ser debida así mismo a la cantidad excepcional de folículos desarrollados al mismo tiempo, sin que se rompan ni involucionen. Esto es motivo de lo que se llama ovario quístico, el que puede palparse y diagnosticarse a través del recto en la vaca. (2, 9,13)

3.4 SINCRONIZACIÓN DE LA OVULACIÓN MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE FACTOR LIBERADOR DE GONADOTROFINAS Y PROSTAGLANDINA F 2

∞

El factor liberador de gonadotropinas o GnRH es un decapeptido producido por neuronas en el hipotálamo que estimula la liberación de la Hormona Luteinizante y de la Hormona Folículo Estimulante de la parte anterior de la Glándula Pituitaria. La importancia principal o primaria de la sincronización del estro y la fertilidad en el ganado es la oleada pre ovulatoria inducida por la GnRH de la hormona luteinizante que ocurre durante el transcurso del estro y causa una ovulación 27 horas después (3, 4, 5, 10,15)

Es evidente que la GnRH inhibe el estro por al menos 6 días después de su aplicación (1, 4, 5,15)

En vacas con ausencia de un cuerpo lúteo funcional, o aquellas en fases luteínicas tempranas, la GnRH trabaja sobre la hormona luteinizante, liberándola por lo que se observa una ovulación del folículo dominante. No obstante, cuando se aplica GnRH durante la mitad o al final de la fase luteínica, cuando las concentraciones de progesterona están elevadas, el folículo más grande sufre una luteinización parcial o bien atresia (1, 4,5)

Con el uso de muestras de sangre diarias y la ultrasonografía, se ha reportado que la ovulación inducida por GnRH depende de las concentraciones de progesterona al momento de la inyección. Cuando las concentraciones séricas de progesterona se encuentran elevadas, no ocurre la ovulación, pero si la progesterona se encuentra en niveles bajos la ovulación sí ocurre (1,4)

Esto sugiere que las vacas ovulan en el momento de tener bajas concentraciones de progesterona (días 10-15). Estos estudios demuestran que el GnRH exógena elimina el folículo dominante a través de ovulación, luteinización, o atresia y, por tanto, se suprime el estro por aproximadamente 6 días luego de su aplicación (4,5)

Por tanto, la eliminación del folículo dominante con GnRH inicia una temprana sincronización folicular en vacas y novillas que están ovulando. El cuerpo lúteo maduro puede ser degenerado con Prostaglandina $F_2 \alpha$, 6 días después de la aplicación de GnRH (4,5)

Este intervalo de 6 días le brinda a un cuerpo lúteo inmaduro inducido la maduración necesaria para alcanzar el punto en el cual este involucre en respuesta a la Prostaglandina $F_2 \alpha$ (4,5)

El GnRH causa la ovulación, induce a un nuevo cuerpo lúteo o a uno de tipo accesorio, e inicia una nueva onda folicular en las hembras (4,5)

Los recientes programas o estrategias de sincronización utilizan el GnRH en combinación con la prostaglandina $F_2 \alpha$ en función del manejo del crecimiento folicular así como del cuerpo lúteo. Al utilizar estos dos elementos se obtiene, por lo tanto, regular la sincronización del celo para incrementar así la eficiencia en la detención del mismo; y controlar el tiempo de la ovulación para fijar el momento de la Inseminación Artificial, eliminando la necesidad de detectar el celo. (1, 4,5)

Un protocolo similar con la adición de una segunda inyección de GnRH luego de Prostaglandina $F_2 \alpha$ ha producido resultados favorables usando la

Inseminación Artificial en el tiempo fijo (IATF) en el ganado, pero a diferencia de otros no es necesaria la detección del celo. En realidad es un programa de sincronización de la ovulación. Consiste en la aplicación de una inyección de GnRH 7 días antes de la Prostaglandina. Cuarenta y ocho horas después de la Prostaglandina se aplica otra dosis de GnRH y se realiza inseminación a tiempo fijo (IATF) 0 - 24 horas más tarde. La primera dosis de GnRH induce el desarrollo de un folículo dominante en condiciones de ovular o regresa resultando en una nueva onda de crecimiento folicular dentro de los 2 o 3 días. Tras la segunda dosis de GnRH, a falta de altas concentraciones de progesterona (P4) luego de que la Prostaglandina lisa el cuerpo lúteo (CL), se induce un pico preovulatorio de Hormona Luteinizante (LH) y el folículo ovula en las siguientes 24 - 36 horas. Si se detectan vacas en celo en cualquier momento de la sincronización, estas deberán ser inseminadas y las inyecciones de Prostaglandina $F_2 \alpha$, GnRH o ambas deberán ser suprimidas. Cuando se aplica este programa en vacas sometidas a stress por calor se incrementa la tasa de preñez al inseminar mayor número de animales (14)

La administración de GnRH en el momento apropiado luego de la involución del cuerpo lúteo induce un incremento preovulatorio previo al oleaje endógeno. Si el tiempo o momento del oleaje producido por la Hormona Luteinizante (LH) puede ser controlado, y así mismo, el momento de la ovulación, el éxito en la Inseminación Artificial será mayor (14)

Para determinar el intervalo óptimo entre la Prostaglandina $F_2 \alpha$ y la segunda inyección de GnRH; se le aplicó a un grupo de vacas lecheras Prostaglandina 7, 8 o 9 días luego de la inyección inicial de GnRH. Una segunda inyección de GnRH fue administrada a todas las vacas al día 9, creando así intervalos de 48, 24 o 0 horas entre Prostaglandina y la segunda puesta de GnRH. Todas las vacas fueron inseminadas 24 horas luego de la segunda GnRH sobre el día 10. La tasa de concepción fue elevada en aquellas vacas que se les aplicó Prostaglandina a 48 horas (55%) y a las 24 horas (46%) antes GnRH, aquellas vacas a las que se les aplicó de la GnRH y Prostaglandina al mismo tiempo con una concepción del 11% (14)

Los autores e investigadores reportan una tasa de concepción del 50% en vacas lecheras utilizando el protocolo de: GnRH (día 0) – Prostaglandina $F_2 \alpha$ (día 7) – GnRH (día 9) – Inseminación Artificial (día 10) (14)

Los tratamientos con prostaglandinas son una ayuda eficaz para solventar el problema de la detección de celos, ya que permiten concentrar los esfuerzos de detección celos en los días posteriores a los tratamientos e incrementan el número de vacas en celo simultáneamente. Una administración individual de productos de prostaglandina, y su uso, requiere que el productor continúe observando los celos. Las prostaglandinas funcionan al hacer regresar el cuerpo lúteo (CL) en el ovario; se requiere que el animal este ciclando regularmente para que este método tenga respuesta (13)

Sin embargo, la utilización de prostaglandinas no constituye la solución definitiva a este problema, ya que hay vacas que no responden al tratamiento (vacas en anestro y vacas sin cuerpo lúteo funcional) y además es necesario diagnosticar el celo en las vacas antes de realizar la inseminación, ya que la salida en celo y por tanto la ovulación de los animales tratados con prostaglandinas se reparte a lo largo de 3 - 4 días (13,14)

Recientemente, investigadores han propuesto un nuevo tratamiento (método GPG: GnRH - Prostaglandina - GnRH) para el control del ciclo basado en el empleo de GnRH y prostaglandinas. La inyección de GnRH en una vaca causa la liberación de hormona luteínica que induce la ovulación. Cuando es usada en conjunto con las prostaglandinas no es necesaria la detección de celos y una inseminación programada a tiempo determinado, es una opción posible (6,15)

Las ventajas de este método consisten en que las vacas se tratan con independencia de la fase del ciclo (presencia de cuerpo lúteo) y además se sincroniza la ovulación. Esto hace posible inseminar las vacas tratadas con el método GPG a tiempo prefijado, sin necesidad de detectar celos (6,15)

3.5. EL USO DE PROSTAGLANDINAS EN LOS SISTEMAS DE SINCRONIZACIÓN ESTRAL DE VACAS

La manera más directa de reducir días abiertos es reduciendo el número de celos “perdidos” o no detectados e incrementar, por lo tanto, los animales que serán parte del programa de Inseminación Artificial (I.A.). Esto puede ser realizado a través de sincronización de celos (11,17)

Los grupos de animales que son inducidos al celo facilitan la detección del mismo debido a que presentan mayor actividad o interacción animal-animal. El uso de herramientas en la detección del celo como pintura, animales detectores, etc.; incrementa la eficiencia de la detección del mismo (11,17)

La Prostaglandina $F_2 \infty$ es una sustancia natural producida por el endometrio de la vaca que causa la regresión normal del cuerpo lúteo. La inyección de Prostaglandina imita o simula el proceso normal. Sin embargo, el cuerpo lúteo tiene que estar maduro (días 6 al 16) para ser capaz de responder. El celo en animales inyectados en los días 7, 15 y 16 son sincronizados más efectivamente, mostrando el celo 3 días después de la aplicación (3, 10)

Las vacas que reciben la Prostaglandina entre los días 8 y 14 muestran celo entre los días 4 a 7 post inyección. Este patrón diferencial está relacionado a la presencia de la “onda folicular” durante el ciclo estral (11,17)

De primera impresión, la recomendación es la aplicación inyectada de Prostaglandina $F_2 \infty$ dos veces, con 7 días de intervalo una con otra (11)

Este protocolo incrementa el número de animales con presencia de un cuerpo lúteo maduro al momento de la segunda inyección. En novillas, la aplicación doble de Prostaglandina $F_2 \infty$, a intervalos de 11 días, genera una respuesta positiva al celo en un 85% de los casos (11,12, 18)

En vacas lecheras lactantes, los cambios hormonales y metabólicos asociados con la producción de leche alteran el desarrollo folicular. Esto se evidencia por la reducción de estradiol plasmático y la alteración de los patrones

de desarrollo folicular en vacas lactantes, comparado con vacas que no se encuentran alimentando sus terneros. Estudios realizados han encontrado que luego de la inyección de Prostaglandina $F_2 \alpha$, las vacas en lactación entran en celo después de las novillas, así como, vacas no lactantes. Esto significa que con un intervalo de 11 días entre inyecciones, un alto porcentaje de vacas lactantes pueden estar en etapas tempranas del ciclo estral (días 1 a 5), tiempo en el cual el cuerpo hemorrágico o cuerpo lúteo temprano no son capaces de responder a la acción luteolítica de Prostaglandina $F_2 \alpha$. Basado en estas observaciones, se recomienda utilizar intervalos de 14 días, en el caso de vacas lecheras (11, 12,13)

El Programa de Reproducción basado en inyecciones de Prostaglandina administradas con intervalos de 14 días, se realiza con la primera inyección 17 días previos a finalizar el período de espera voluntario de los animales. El propósito de esta *“inyección de programación”* es asegurar que las vacas responderán de manera uniforme a la inyección de la *“segunda dosis”* (11,17, 18)

Ninguna vaca será inseminada entre los 14 días que se encuentran entre las dos inyecciones, aunque muestre señales de celo. Luego de la *“segunda dosis”* toda vaca que muestre señales de celo será inseminada. Ahora bien, aquellas vacas a las cuales no se les detectó en celo, son nuevamente inyectadas con Prostaglandina 14 días después. Con este sistema se consigue inseminar arriba del 90% de las vacas, luego de las dos inyecciones con 14 días de intervalo una con otra (11,17)

En caso que las tasas de detección de celo caigan por debajo del 50%, tanto el método de detección de celos como la etapa de anestro de las vacas deben ser evaluados (12)

Las vacas al final de su período de espera voluntario, reciben su primera dosis de Prostaglandina en el mismo horario y mismo día de la semana. Las vacas son nuevamente inseminadas si se observa celo 21 días después. Las vacas son examinadas para el diagnóstico de preñez 6 semanas post inseminación (11, 12,17, 18)

Para que el sistema trabaje, el personal debe prestar mucha atención a los detalles en la detección de celos e inseminación. La creación de grupos de animales muy grandes puede interferir tanto en la detección de celos, aplicación de las inyecciones e inseminaciones (11,17)

3.6. OTROS METODOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELOS Y OVULACIONES PARA PROGRAMAS DE INSEMINACION ARTIFICIAL

3.6.1. Ganaderías de leche:

3.6.1.1. *Servicio Programado:*

Servicio programado es todo aquél método que permite planificar y controlar un programa de inseminación de vacas en lactancia. Las vacas ciclan normalmente entre 17 y 24 días (1) y por lo general no están sincronizadas entre sí. El servicio programado nos permite formar grupos de inseminación homogéneos.

Ventajas de programar ciclos estrales:

- Programar tareas.
- Manejo del estro, ovulación o ambos.
- Conocimiento del estadio del ciclo estral y estado reproductivo de las vacas. (17)

3.6.1.2. *Grupos de servicio:*

Organización de grupos de vacas para servicio programado, considerando el período de espera voluntario se pueden organizar grupos sincronizados para que entren en celo y ovulen en un período de tiempo determinado (días de ordeño) (17)

Tomando como referencia un periodo de espera voluntario de 50 días, el grupo estaría formado por vacas con 70-50 días de ordeño, de manera que las últimas vacas que parieron alcancen el periodo de espera voluntario mínimo determinado. Este grupo estaría formado entonces por vacas que parieron en un período de 3 semanas (20)

En explotaciones mayores a 200 vacas es aconsejable formar los grupos de sincronización con vacas cuyo lapso de parición sea de dos semanas. El celo y la ovulación se sincronizan para que ocurran durante la semana siguiente al periodo de espera voluntario mínimo determinado (6)

3.6.1.3. Programa de reproducción controlada:

Este programa se basa en la aplicación de dos dosis de Prostaglandina 14 días aparte. La primera Prostaglandina debe ser aplicada 14 días antes de finalizado el periodo de espera voluntario. Luego de esta primera inyección ninguna vaca es inseminada, aunque hasta un 50% de las vacas puede mostrar celo. Se recomienda que si luego de la segunda inyección de Prostaglandina no se detecta celo, se debe aplicar una tercera dosis 14 días más tarde. Si luego de esta tercera inyección no se detecta celo evidente se realiza inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) 72 - 80 horas posteriores a la Prostaglandina. (6) Los Programas Controlados de Reproducción para lecherías incluyen la sincronización de todo el hato o grupos de vacas, seguida de resincronización para una segunda y tercera ronda de Inseminación Artificial (20)

Puede ser utilizado para agrupar vacas y tiene como ventaja en que la detección de celos e Inseminación Artificial se realiza en tres días dentro de cada

ronda. El programa puede comenzar 8 días antes de finalizado el periodo de espera voluntario determinado. Ese día se aplica el dispositivo intra vaginal de liberación lenta de progesterona (CIDR) más la inyección de Benzoato de Estradiol (EB), al octavo día se combina la retirada del CIDR con una inyección de Prostaglandina. Veinticuatro horas más tarde se aplica otra inyección de Benzoato de Estradiol. Los tratamientos de resincronización comienzan 13 días mas tarde del pico de inseminación artificial para sincronizar la emergencia de una nueva onda folicular (6)

3.6.1.4. Programa de reproducción controlada modificado:

Este programa fue diseñado para forzar a la mayoría de las vacas a una fase luteal temprana mediante una inyección pre-sincronizadora de Prostaglandina 14 días antes de la administración de GnRH. Este GnRH es administrado 7 días antes de la segunda inyección de Prostaglandina (17)

La aplicación de GnRH altera el crecimiento folicular induciendo la ovulación del folículo dominante formando un cuerpo lúteo (CL) nuevo o adicional. Así un nuevo grupo de folículos emerge de los ovarios 1 o 2 días después de la administración de la primera inyección de GnRH, de este grupo de folículos emerge un nuevo folículo dominante, que madura y ovula después que el estro sea inducido por la Prostaglandina. Luego de la inyección de Prostaglandina se puede inseminar a celo detectado o realizar una Inseminación Artificial a tiempo fijo 72 - 80 horas posteriores a la Prostaglandina (17)

3.6.2. Ganaderías de carne:

3.6.2.1. *Programas de sincronización con Prostaglandina*

La Prostaglandina y sus análogos son los más utilizados en programas de sincronización de celos. Un protocolo muy común es el de dos tratamientos con Prostaglandina 11 días aparte, sin embargo trabajos recientes indican que la fertilidad es mejor cuando se administran dos inyecciones de Prostaglandina con una diferencia de 12 a 14 días, protocolo actualmente muy utilizado. Se han reportado preñeces promedio del 42% en trabajos de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo a las 72 y 96 horas de la segunda Prostaglandina. En otro trabajo se reporta una preñez promedio del 46,45% con Inseminación Artificial a las 60 horas de la segunda Prostaglandina. Otros autores reportan buenos porcentajes de preñez en programas de dos tratamientos de Prostaglandina 14 días aparte detección de celos e Inseminación Artificial a toda hembra no detectada en celo a las 80 horas de la segunda Prostaglandina.

3.6.2.2. *Ovsynch*

Igual tratamiento al utilizado en rodeos lecheros. En novillas presenta variabilidad en los resultados (rango de preñez 35,1% a 72,7%), siendo más efectivo en vacas con cría y logrando preñeces similares a las obtenidas con Prostaglandina más detección de celos e Inseminación Artificial. En hembras cebú se ha utilizado un programa modificado inyectando Benzoato de Estradiol (EB) en lugar del segundo tratamiento de GnRH e Inseminación artificial a las 30 - 34 horas del Benzoato de Estradiol, logrando preñeces promedio del 43 %. Otros

autores en vacas Hereford con cría (70-138 días post parto) reportan una preñez de 62,5 % con Inseminación Artificial a las 60 horas de la Prostaglandina. En novillas Hereford se ha obtenido una preñez del 54,5 % con Inseminación Artificial a las 15 horas del segundo tratamiento de GnRH. En vacas Braford se ha obtenido una preñez del 38% y 41% en dos sincronizaciones. En novillas Angus se obtuvieron un 64,7 y 42,8 % de preñez, tomando en cuenta que la Inseminación Artificial se realizó entre las 48 y 57 horas de la segunda Prostaglandina. Otros estudios han reportado preñeces del 33,3%, 43,6%, 32% y 35% en distintos trabajos realizados (6,17)

3.6.2.3. Co-Synch:

Es un protocolo similar al Ovsynch original, Co-Synch elimina el periodo de espera entre la segunda inyección de GnRH y la Inseminación Artificial. Las vacas son sometidas a Inseminación Artificial inmediatamente después de la administración de la segunda dosis de GnRH. Con la eliminación de un periodo de espera de 12-16 horas, las vacas están sujetas a un programa con menor tiempo, comparado con el Ovsynch. Se dice que este protocolo posiblemente sea superior al Ovsynch en lo que a manejo se refiere, pero los porcentajes de concepción no se acercan a los obtenidos con el Ovsynch (16)

Según estudios que han trabajado en busca del tiempo preciso de la inseminación artificial en este tipo de protocolos, con el fin de aumentar la tasa de concepción, han determinado que la inseminación artificial realizada a 32 horas luego de la última dosis de GnRH brinda mayores porcentajes en las tasas de preñez. Este estudio se realizó comparando 700 vacas las cuales se dividieron en

dos grupos, en el cual un grupo se inseminó 16-24 horas luego de la última dosis de GnRH; mientras que el otro grupo se inseminó a las 36 horas. Obteniendo resultados más favorables en el segundo grupo. Es importante señalar que inseminaciones con un tiempo posterior a 36 horas generan porcentajes bajos en la concepción de los animales (16)

3.6.2.4. Norgestomet:

Es un progestágeno sintético utilizado en dos implantes, Syncro-Mate-B® (SMB, Merial) y Crestar® (Intervet). Estos implantes se aplican subcutáneamente en la oreja y vienen acompañados de una inyección de 5 mg de Valerato de Estradiol y 3 mg de Norgestomet que se administran al momento de colocar el implante. El tiempo de aplicación del implante es de 9 días (15)

3.6.2.5. Norgestomet combinado con Prostaglandina:

Recientemente se ha cuestionado la acción luteolítica del Estradiol cuando se lo aplica en las fases tempranas del ciclo. En un experimento se muestra una diferencia del 10% de preñez favorable a las vacas que recibieron Prostaglandina. En este tratamiento se combinó también con 500 UI de Hormona Coriónica Humana al retirar el implante (15)

3.6.2.6. *Norgestomet combinado con GnRH:*

Este protocolo ha sido desarrollado hace poco tiempo en un experimento en el cual se combinó GnRH al final del tratamiento para inducir la ovulación. Los implantes fueron removidos a los 9 días y la mitad de las vaquillonas recibieron una inyección de 100 µg de gonadorelin (Cystorelin[®], Merial) 30 horas después. Se observó que en un experimento, el tratamiento de Valerato de Estradiol y Norgestomet indujo la regresión del folículo dominante existente y el crecimiento de una nueva onda entre 4 y 7 días después. En cuanto a la ovulación fue más sincrónica (56-64 horas) y la preñez numéricamente mayor (15)

3.6.2.7. *Norgestomet combinado con PMSG :*

La combinación con Gonadotropina del Suero de Yegua Preñada (PMSG) al final del tratamiento para estimular el desarrollo folicular fue estudiada para ser utilizada en novillas, vacas con cría o vacas lecheras en lactancia. Una revisión reciente de investigadores europeos indica que con este tratamiento el grado de ciclicidad de los animales influye drásticamente sobre el porcentaje de preñez final, siendo aproximadamente un 60% en vacas cíclicas y un 40% en vacas en anestro. Han reportado una preñez del 52% utilizando Crestar[®] combinado con 500 UI de Gonadotropina del Suero de Yegua Preñada (PMSG) al retirar el implante en vacas Hereford se inseminaron a las 48 horas de retirado el implante. Scena y col en otro experimento en este caso con vacas Brahman en anestro obtuvieron un porcentaje de preñez del 38,5 y 46,7% respectivamente (15)

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 MATERIALES

4.1.1 RECURSOS HUMANOS

- Estudiante investigador.
- Asesores.
- Personal de la finca lechera.

4.1.2 DE CAMPO

- Automóvil.
- Registro o ficha individual de cada vaca.

4.2 METODOLOGÍA

Para el presente estudio se analizaron los registros de control reproductivo de una finca lechera especializada del Altiplano Guatemalteco, se evaluaron los resultados de la sincronización de la ovulación que estuvieron disponibles.

4.2.1 LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO.

La finca cría ganado raza Jersey, se encuentra ubicada en el municipio de Tecpán, departamento de Chimaltenango. Se encuentra a una altura arriba de los 1740 m.s.n.m.; con una precipitación pluvial anual de 1487.7 mm promedio y los meses más lluviosos son de mayo a septiembre. Las temperaturas mínimas oscilan entre 13.4°C – 15.0° C y las máximas oscilan entre 29.6° C – 32.3° C. Predomina un clima que varia de templado a húmedo-seco. Sus suelos son de ceniza volcánica de color claro, desde casi planos a ondulados con buen drenaje; sus suelos superficiales son color café oscuro siendo franco arenoso, friable.

La alimentación es a base de pasto natural Kikuyú (Pennisetum clandestinum) y es suplementada con Ree Grass (Lolium multiflorum) que es un pasto de corte; se les administra a las vacas 17 libras de concentrado por animal con un 18% de proteína al día, además de sales minerales ad libitum en una proporción de 50/50 (sales minerales: sal de ganado) a dosis aproximada de 2 onzas/animal/día. En la época seca la alimentación es a base de silo de maíz.

En esta finca la producción esta arriba de los 17 litros diarios de leche por vaca teniendo un tiempo de lactación promedio de 305 días. El manejo reproductivo es especializado. La visita del medico veterinario es semanal.

4.2.2 DISEÑO ESTADÍSTICO

Por ser un estudio descriptivo no requiere diseño estadístico

4.2.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis de resultados se realizó a través de:

1. Estadística descriptiva (promedio, moda, desviación estándar y coeficiente de variación)
2. Distribución porcentual
3. Elaboración de tablas, cuadros y gráficos que permitan explicar los resultados.

Dentro de las variables que se estudiaron se mencionan:

1. Presentación de celo
2. Porcentaje de preñez

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la presente evaluación que comprendió el análisis de los registros reproductivos correspondientes a los años 2002 y 2003 de una lechería tecnificada en el altiplano guatemalteco, se tomo en cuenta la historia reproductiva de 250 vacas que parieron en los años mencionados. De la población total de vacas 71 de ellas entraron al programa de sincronización de la ovulación, lo que corresponde al 28.4% de la población total. Las vacas que se eligieron para entrar a dicho programa fueron aquellas que a la palpación rectal del tracto genital, presentaron ovarios con estructuras funcionales (folículos o cuerpos lúteos), así como, aquellas que no presentaron patologías reproductivas, principalmente metritis. También se consideró evaluar si al momento del celo o inseminación artificial presentaron liga clara filante (semejante a la clara de huevo) y así contar con un signo confiable para determinar la efectividad del método. Los resultados se resumen en el cuadro No.1.

El desglose de los datos se realiza de la siguiente manera:

De las vacas que entraron al programa de sincronización 6 de ellas presentaron celo natural después de la primera aplicación (GnRH) correspondiendo al 8.45% (6/71); 5 de éstas presentaron liga al momento de la inseminación quedando preñadas 3 de estos animales, lo que significa un 50%. Por otra parte, una vaca no presento liga y no quedó preñada. El porcentaje de preñez del grupo fue de 50% (3/6), lo cuál concuerda con lo expresado por la literatura, ya que, al Programa del OVSYNCH se le atribuye en estudios realizados un porcentaje de preñez entre 45% y 70%, según Warren.G. Y colaboradores, año

2001. Se obtuvo un bajo porcentaje de vacas que presentaron celo luego de la primera aplicación de (GnRH), ya que, por lo general se reporta un porcentaje superior al 35% (Warren.G. y colaboradores, 2001)

Asimismo, pudo observarse que después de la segunda aplicación (Prostaglandina) presentaron celo natural 15 vacas (15/71), correspondiendo al 21.13%; de las cuales, 14 presentaron liga al momento de la inseminación quedando preñadas 12 de ellas, lo que representa un 85.71%. Una de las vacas no presentó liga y quedó preñada, por lo que el total de preñez para este grupo fue de 86.66% (12/15). En este caso el porcentaje de preñez obtenido durante este ensayo superó al expresado en varios reportes científicos, donde en este punto del proceso se llega a alcanzar un promedio de 60% de preñez (Orr,R y colaboradores, año 2000)

Para el caso de las vacas que completaron el método evaluado, que fueron 45, un total de 32 de ellas resultaron preñadas correspondiendo al 45.1% (32/71). De éstas 45 vacas presentaron liga al momento de la inseminación artificial 29 y de éstas se preñaron un total de 24, lo que corresponde al 82.76%. En el caso de las vacas que no presentaron liga al momento de la inseminación artificial, que fueron un total de 16, 8 de ellas resultaron preñadas, lo que nos da un 50 % de preñez en este grupo. La literatura no menciona nada en específico acerca de la presencia de un flujo viscoso y filamentoso a nivel de vagina, en función de que éste tenga alguna asociación directa con los porcentajes de preñez, como lo vemos en este caso. Es interesante analizar, el alto índice de preñez presentado en animales que fueron inseminadas presentando dicho signo, en comparación a las vacas que no lo tuvieron.

Se debe señalar que dentro del grupo evaluado 5 vacas presentaron metritis purulenta al momento de la inseminación por lo que no se inseminaron, esto representó el 7% del grupo (5/71). Este porcentaje puede considerarse aceptable dentro de los parámetros normales, pero es necesario tenerlo en cuenta en la evaluación reproductiva médica.

Al realizar el análisis neto de los resultados solo se contabilizan 66 animales, por lo que el porcentaje de preñez se describe de la siguiente manera:

Las vacas que presentaron celo después de la aplicación de GnRH fueron 6 lo que corresponde al 9% (6/66) y su porcentaje de preñez fue de un 50% (3/6). El total de vacas que presentaron celo después de la aplicación de prostaglandinas fue de un 22.72% (15/66), con un porcentaje de preñez de un 80% (12/15). Según lo que expresa Sattler en estudios realizados, el porcentaje de vacas que presentan celo luego de la aplicación de GnRH y de prostaglandinas es superior al mostrado en este trabajo, aproximadamente entre un 30% y 70%, más sin embargo, el porcentaje de preñez es muy acertado, superior al 45%. Finalmente, el esquema se completo con 45 vacas lo que corresponde al 68.18% (45/66) de la población, con un porcentaje de preñez de 71% (32/45)

En cuanto a la presencia de liga, las vacas que presentaron dicho signo mostraron mayores porcentajes de preñez en comparación a las que no lo presentaron, lo que corresponde a un 50% (24/48); mientras que las vacas que no presentaron liga reflejaron un 44.44% (8/18) de preñez. Se puede establecer una relación consistente al tomar este signo como indicio de que las vacas

inseminadas quedaran preñadas, aunque como se menciona anteriormente, la literatura no expresa nada al respecto

VI. CONCLUSIONES

1. El porcentaje de preñez global de las vacas bajo el sistema de sincronización de la ovulación fue de 48.48%, pero para analizar esto es necesario hacer un desglose que se presenta de la siguiente manera
2. El número de vacas que presentaron celo después de la primera aplicación de GnRH fueron 6, habiendo quedado preñadas 3 de ellas, correspondiente al 50% del grupo.
3. El número de vacas que presentaron celo después de la segunda aplicación de Prostaglandina fueron 15, habiendo quedado preñadas 12, correspondiente al 80% de dicho grupo.
4. Las vacas que completaron el esquema fueron 45 lo que representa un 68.18% de la totalidad y su porcentaje de preñez fue de un 71%
5. Es de hacer notar que dentro del grupo evaluado 5 vacas presentaron metritis purulenta al momento de la inseminación por lo que no se inseminaron esto representó el 7% del grupo
6. El método de sincronización de la ovulación es bueno pero para analizarlo es necesario tomar en cuenta muchos factores que lo afectan, y tener presente esto para su análisis y aplicación

VII. RECOMENDACIONES

1. Para que una vaca ingrese a un programa de sincronización de la ovulación no debe presentar patologías a nivel reproductivo, lo cuál, puede ser determinado mediante palpación rectal por un Médico Veterinario.
2. La presencia de una liga clara y filamentosa a nivel de vagina al momento del celo, puede considerarse un signo adecuado de que quedaran preñadas.
3. La observación diaria de los animales que sean ingresados a programas de sincronización es fundamental para el éxito del programa, se deben realizar observaciones hasta 5 veces al día para determinar cualquier evento en el grupo tratado, esto debido a que no todos los animales reaccionan de la misma forma ante los diferentes fármacos.

VIII. RESUMEN

El presente estudio trata del análisis de los registros reproductivos de una finca lechera especializada del Altiplano Guatemalteco, ingresaron al estudio 71 vacas a un programa de sincronización de la ovulación, con el fin de determinar su eficiencia.

El método de sincronización de la ovulación (OVSYNCH, sus siglas en inglés) se basa en la aplicación de una inyección de GnRH a los 0 días, a los 7 días se aplica la Prostaglandinas, 48 horas después de ésta aplicación se aplica otra dosis de GnRH y se realiza la inseminación artificial en las próximas 16 a 18 horas.

Del total de vacas que ingresaron al estudio 5 presentaron metritis por lo que, finalmente, se trabajo con un total de 66 vacas. Las vacas que presentaron celo después de la aplicación de GnRH fueron 6 lo que corresponde al 9% (6/66) con un porcentaje de preñez de un 50%. El total de vacas que presentaron celo después de la aplicación de prostaglandinas fue de un 22.72% (15/66), con un porcentaje de preñez de un 80% (12/15). El esquema se completo con 45 vacas lo que corresponde al 68.18% (45/66) de la población, con un porcentaje de preñez de 71% (32/45)

De manera general el porcentaje de preñez de las vacas que entraron al programa de sincronización de la ovulación fue de 48.48% (32/66) y un valor meto de preñez de 71 %(32/45). Considerándose como un método adecuado para el manejo reproductivo de las explotaciones lecheras pero debe ser manejado por el Medico Veterinario

IX. BIBLIOGRAFIA

1. Alcántara, G. 1999. Sincronización de la ovulación mediante GnRH y Prostaglandina. España. Disponible en <http://www.helcom.es/sersav/nota.htm>

2. Benesch, F. 1965. Tratado de obstetricia y Ginecología Veterinarias. México, Editorial Labor. 851p.

3. Carmona, G. 2001. Usos terapéuticos de las prostaglandinas. San José, Cosa Rica. Colegio Profesional de Médicos Veterinarios. Disponible en <http://www.veternarios.or.cr/comentarios/prostaglandinas.html>

4. Corah, L. 1997. The latest in Estrous synchronization in Beef Cattle. Proceedings of the Thirteenth Annual Conference American Association of Bovine Practitioners. 30 (2):155p.

5. Drost, M. 1997. Strategies to Increase Pregnancy Rates. Proceedings of the Thirteenth Annual Conference American Association of Bovine Practitioners. 32 (2): 195p.

6. Frome, E. 2003. Sincronización de cellos y ovulaciones. España. 5p.
Disponible en
http://www.produccionbovina.com/información_técnica.html

7. Geisert, R. 2001. Estrus Synchronization Ovulation Induction. EEUU; Oklahoma State University. 6p. Disponible en
<http://www.ok.st.edu/estrus/synchr.htm>

8. Gene, D. 1991. Estrus Synchronization for Beef Cattle. EEUU; University of Nebraska, Cooperative Extension. 11 p. Disponible en
<http://www.ianr.uni.edu/pubs/beef/g741.htm>

9. Hafez, E. 1999. Reproducción e inseminación artificial en animales. 6 ed. México, McGraw-Hill-Interamericana. 542p.

10. Hardman, J. 1997. Goodman and Gilman. Las bases Farmacológicas de la Terapéutica. México, Interamericana. vol. 2 (1): 1015 p.

11. Keowm, J. 2000. Estrus (heat) detection guidelines. Institute of agriculture and natural resources, EEUU; University of Nebraska-Lincoln. Disponible en
<http://www.pubs.unl.edu/ceun/breedingandreproductive.html>

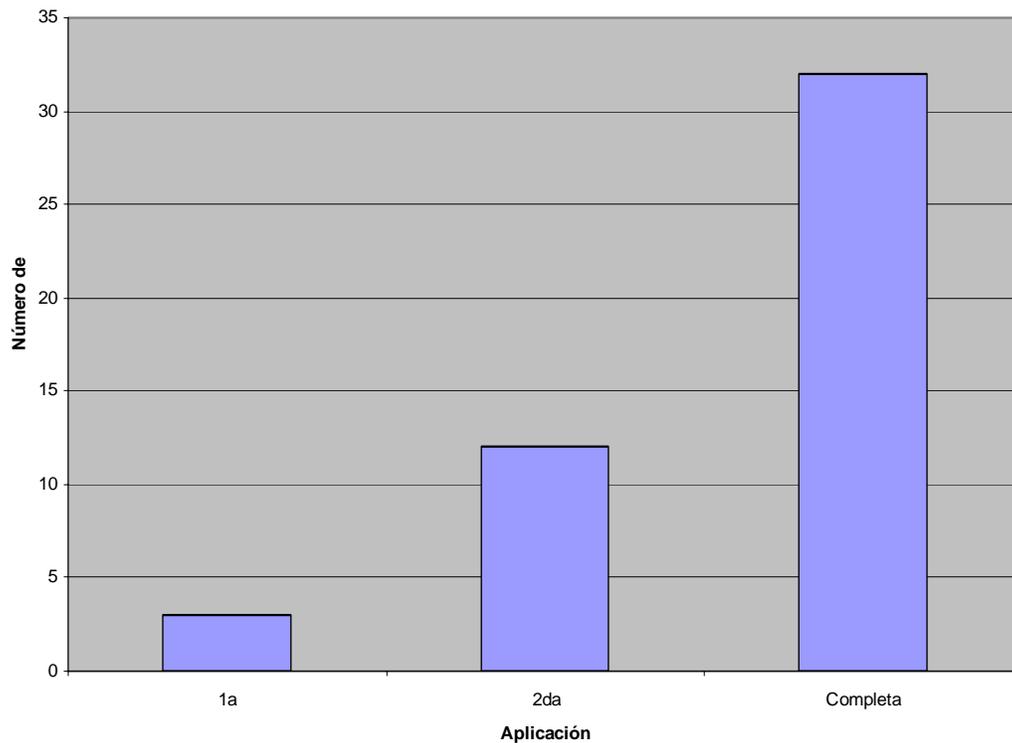
- 12.** Larson, B. 1999. Synchronization of estrus. EEUU; The Angus Journal. 4p. Disponible en http://angus/journal/99_04apr/vetcall.htm
- 13.** Miller, T. 2003. Tired of heat detection? Oversynch and save. EEUU, 2p. Disponible en http://www.cals.wisc.edu/media/news/03_97/ovsynch.html
- 14.** Orr, R. 2000. Estrus Synchronization of Beef Cattle at New Liskeard Agricultural Research Station. Canada; Ontario Cattlemen's Association. 2p. Disponible en <http://www.cattle.guelph.on.ca/comunications/estrus-synchmar00.htm>
- 15.** Roy, G. 2001. Fixed time insemination after synchronization of heat with GnRH and Prostaglandin. EEUU, 5p. Disponible en <http://131.104.112.18/beepupdate/Articles%2095/a-fixed%20time%20insemination%20after...>
- 16.** Sattler, J. 2002. New ovulation synchronization protocols strive to improve today's less-than-ideal conception rates. EEUU, 4p. Disponible en <http://www.dairybusiness.com/midwest/Mar02/Mar02MDBp.20.htm>

- 17.**Smith, A. 2000. Programas de Manejo de Efectividad Reproductiva pueden aumentar su rentabilidad. EEUU, 3p. Disponible en <http://www.accelgen.com/spanish/nov12.html>
- 18.**Warren, G. 2001. Estrous Synchronization Programs for Dairy Cattle. The University of Georgia College of Agricultural & Environmental Sciences. Cooperative Extension Service. Disponible en <http://www.ces.uga.edu/pubcd/B926-W.HTML>
- 19.**Zarate, M. 199. Fundamentos de Fisiología de la reproducción para implementar planes de sincronización de celos e inseminación artificial en hembras cíclicas, vacas secas y vaquillonas. Disponible en <http://www.manant.unt.edu.ar/labrydea/Estro1.htm>
- 20.**ZELEDON O. Curso de Inseminación Artificial. (23, 24,25 Julio. 2000; C.R.). Seminario de inseminación Artificial en ganado bovino. C.R. 25 p.

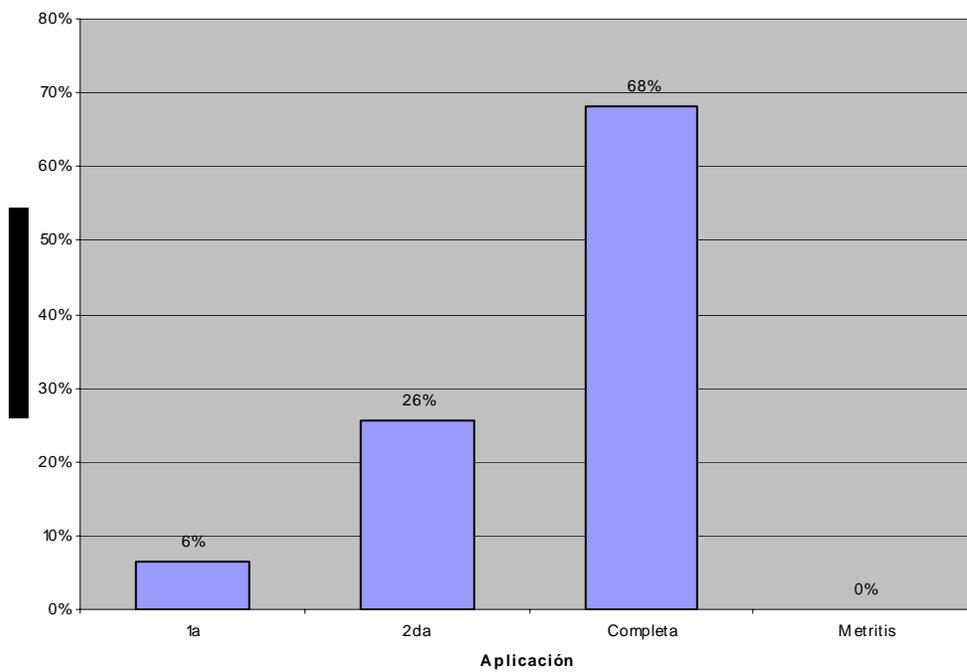
X. ANEXOS

GRÁFICAS

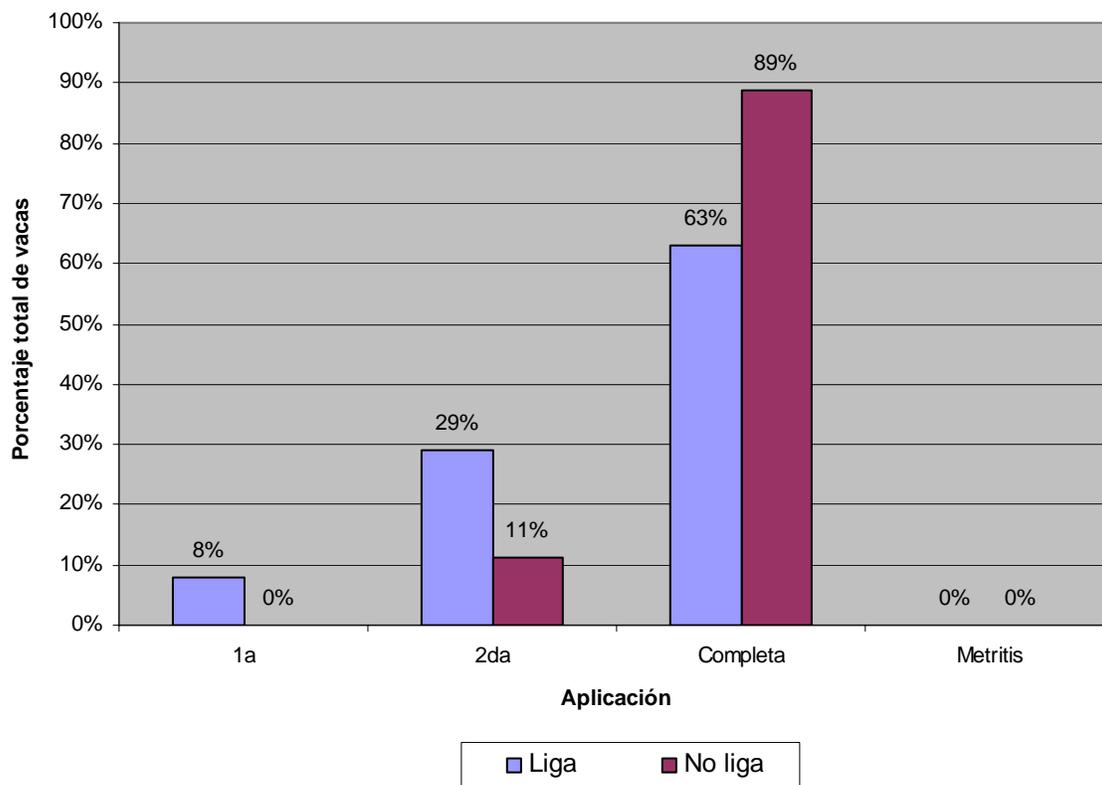
Gráfica 1: Evaluación del método de sincronización de la ovulación en un hato lechero del altiplano guatemalteco. Número de hembras preñadas según la etapa o aplicación del método. Octubre del 2004



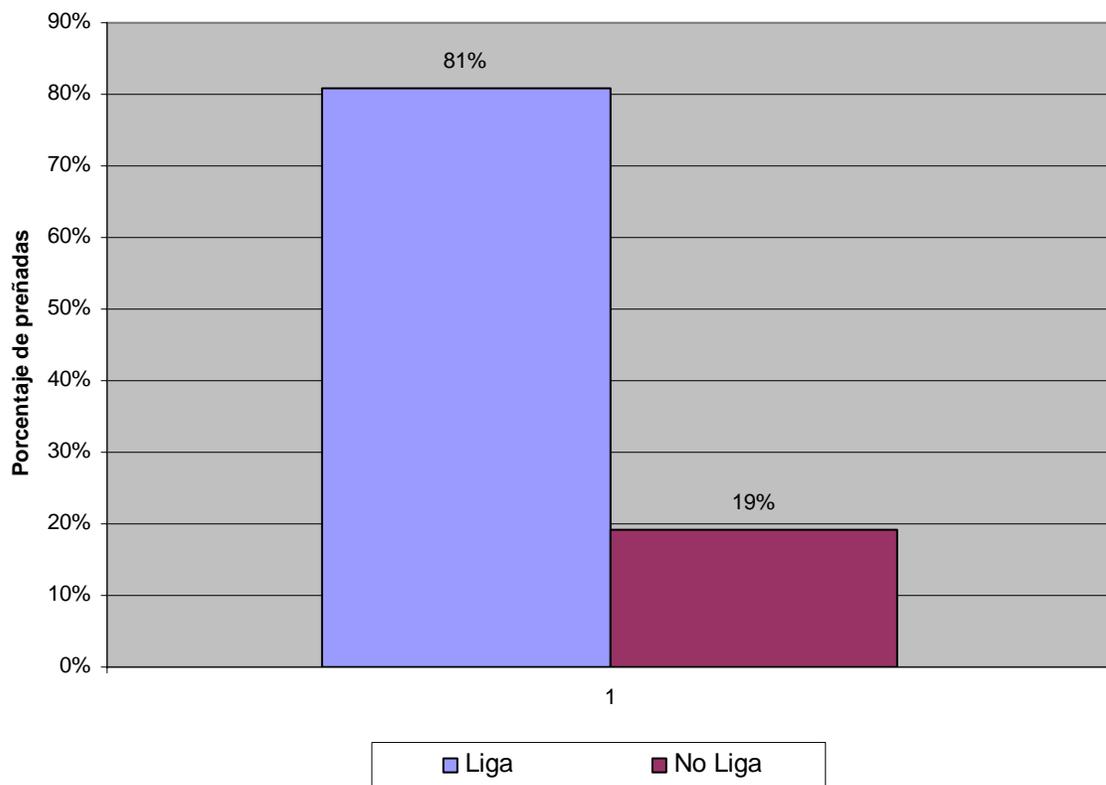
Gráfica 2: Evaluación del método de sincronización de la ovulación en un hato lechero del altiplano guatemalteco. Porcentaje de preñadas según aplicación. Octubre del 2004



Gráfica 3: Evaluación del método de sincronización de la ovulación en un hato lechero del altiplano guatemalteco. Presencia o no presencia de liga, según aplicación. Octubre del 2004



Gráfica 4: Evaluación del método de sincronización de la ovulación en un hato lechero del altiplano guatemalteco. Porcentaje de preñez según presencia o no de liga. Octubre del 2004



CUADROS

Cuadro 1. Resultados del método de sincronización de la ovulación de vacas lecheras del altiplano guatemalteco y su efecto sobre el porcentaje de preñez. Octubre del 2004.

Aplicación	Numero de preñadas			Numero de no preñadas			Total
	Liga	No liga	Subtotal	Liga	No liga	Subtotal	
1 ^a	3	0	3	2	1	3	6
2 ^{da}	11	1	12	3	0	3	15
Completa	24	8	32	5	8	13	45
Metritis	0	0	0	0	0	5	5

Cuadro 2. Valores netos de preñez para el método de sincronización de la ovulación en vacas lecheras del altiplano guatemalteco y su efecto sobre el porcentaje de preñez. Octubre de 2004.

Aplicación	Numero de preñadas			Numero de no preñadas			Total
	Liga	No liga	Subtotal	Liga	No liga	Subtotal	
1 ^a	3	0	3	2	1	3	6
2 ^{da}	11	1	12	3	0	3	15
Completa	24	8	32	5	8	13	45