

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

**COMPARACIÓN DE DOS VÍAS DE ADMINISTRACIÓN DE
PROSTAGLANDINA PARA LA
INDUCCIÓN DE CELO EN VACAS LECHERAS**

MARIO LEOPOLDO ZEA GOBERN

Guatemala, Mayo de 2001

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

**COMPARACIÓN DE DOS VÍAS DE ADMINISTRACIÓN DE
PROSTAGLANDINA PARA LA
INDUCCIÓN DE CELO EN VACAS LECHERAS**

TESIS

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

POR

MARIO LEOPOLDO ZEA GOBERN

AL CONFERIRSELE EL GRADO ACADEMICO DE

MEDICO VETERINARIO

GUATEMALA, MAYO 2001

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

DECANO:	Dr. Mario Llerena
SECRETARIO:	Lic. Robin Ibarra
VOCAL PRIMERO:	Lic. Carlos Saavedra
VOCAL SEGUNDO:	Dr. Fredy González
VOCAL TERCERO:	Lic. Eduardo Spiegelner
VOCAL CUARTO:	Br. Dina Reyna
VOCAL QUINTO:	Br. Valeska Moss

ASESORES

Dr. Fredy González
Dr. Sergio Véliz
Dr. Ludwig Figueroa

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

COMPARACIÓN DE DOS VÍAS DE ADMINISTRACIÓN DE PROSTAGLANDINA PARA LA INDUCCIÓN DE CELO EN VACAS LECHERAS.

COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR AL TÍTULO
PROFESIONAL DE

MEDICO VETERINARIO

TESIS QUE DEDICO

A DIOS	Todopoderoso
A LA MEMORIA DE MI PADRE	Ruperto Zea Ligorria
A MI MADRE	Ann Nora Govern de Zea, por su abnegado amor durante toda mi vida.
A MI ESPOSA	Ana Carolina, por el amor, felicidad y apoyo que me brinda.
A MIS HERMANOS	Danny, Celia, Rafa y Quique.
A MIS SOBRINOS	Carlos Ruperto, Javier, Dafni y Douglas.
A MI ABUELA	Feliza González, ya que la quiero mucho.
A MIS TIOS Y PRIMOS	En general.
A MI SUEGRA	Estela Zamora, por su apoyo.
A MIS AMIGOS	Leonel Santiago, Darío Otero, Sergio Vásquez y Jorge Bustamante

ACTO QUE DEDICO

A MI PATRIA

Guatemala

A LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA

A MIS ASESORES Y AMIGOS:

Dr. Fredy González
Dr. Sergio Véliz
Dr. Ludwig Figueroa

A MIS COMPAÑEROS

Todos en especial.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. HIPÓTESIS.....	2
III. OBJETIVOS.....	3
3.1. Objetivo General.....	3
3.2. Objetivos Específicos.....	3
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
4.1. Ciclo Estral.....	4
4.2. Función de la prostaglandina.....	11
4.3. Importancia de la detección de celo.....	12
4.4. Efecto de la prostaglandina $f_{2\alpha}$ exógena en vacas postparto con cuerpos lúteos palpables.....	13
4.5. Programas de Sincronización.	14
4.6. Otros estudios.....	16
4.6.1. Programa de sincronización para ganado lechero del lunes por la mañana.	16
4.6.2. Efecto de la prostaglandina en los niveles de progesterona sérica en Búfalo de agua (<u>Bubalus bubalis</u>).	16
4.6.3. Las concentraciones de hormonas ováricas e hipofisiarias, seguidas de la regresión luteal inducida por prostaglandina $f_{2\alpha}$ en ovejas, varían con el día del ciclo estral.	17
4.6.4. Efecto luteolítico de la prostaglandina $f_{2\alpha}$ y dos metabolitos en ovejas.	18

4.6.5. Efectividad de la prostaglandina en la reducción del intervalo de retorno al estro de vacas superovuladas.	18
--	----

V. MATERIALES Y MÉTODOS.	20
5.1. Materiales.	20
5.1.1. Recursos Humanos.	20
5.1.2. De campo.	20
5.1.3. De tipo biológico.	20
5.2. Metodología.	20
5.2.1. Localización y características del área de estudio.	22
5.2.2. Diseño Estadístico.	23
5.2.3. Análisis Estadístico.	23
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	25
VII. CONCLUSIONES.	29
VIII. RECOMENDACIONES.	30
IX. RESUMEN.	31
X. BIBLIOGRAFÍA.	32
XI. ANEXOS.	34

I. INTRODUCCIÓN

La reproducción en el ganado bovino, es un proceso complejo que ha sido ampliamente investigado, habiéndose obtenido muchos conocimientos acerca de la reproducción en los últimos 40 años, que han permitido controlar las actividades en dicho campo, tal como la inseminación artificial en grupos de animales. Aún así, hay aspectos que se pueden seguir desarrollando a través de la investigación, ampliando los conocimientos acerca de la inducción de celo en vacas lecheras, con el fin de reducir los costos que esta práctica conlleva.

En el presente estudio, se comparó la utilización de la prostaglandina para la inducción de celo en vacas lecheras especializadas, en dos vías diferentes de administración, siendo la vía intramuscular con dosis completa versus la vía mucocutánea en la región intravulvar en aplicación ipsilateral (del mismo lado) donde se diagnosticó la presencia del cuerpo lúteo con la dosis media.

Las principales justificaciones de éste trabajo son de tipo biológico y económico. Desde el punto de vista biológico, porque el uso de prostaglandina nos permite inducir el ciclo estral por medios artificiales evitando así dos problemas de importancia: primero, reducir las variaciones en la manifestación del ciclo estral entre ciclo y ciclo por medios naturales, debido a la idiosincrasia de cada animal o del medio, y segundo, regularizar el itinerario de procedimientos de reproducción artificialmente, tal como la inseminación artificial y sincronización de partos.

Desde el punto de vista económico, principalmente, porque en Guatemala es necesaria la racionalización en los costos de alimentación y a la vez mantener un aceptable intervalo de partos entre doce y catorce meses, período en que se maximizan los aspectos productivos y reproductivos de las vacas lecheras, así como también, reducir a la mitad los costos de inducción de celo con el uso de la prostaglandina.

II. HIPOTESIS

No existe diferencia significativa entre la efectividad con el uso de prostaglandina para la inducción de celo en vacas lecheras al utilizar la vía intramuscular y/o la vía mucocutánea en la región intravulvar.

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

- Contribuir a la investigación en la terapia reproductiva en vacas lecheras especializadas.

3.2. Objetivos Específicos

- Comparar la efectividad de la utilización por vía intramuscular de prostaglandina con dosis completas versus la administración mucocutánea en la región intravulvar usando la mitad de la dosis en aplicación ipsilateral (del mismo lado) a la detección de la presencia del cuerpo lúteo.
- Comparar dos vías de administración de prostaglandina para la inducción de celo.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Ciclo Estral

Durante la pubertad surgen en las hembras ciclos rítmicos de conducta sexual. Este cambio de conducta (receptividad del macho) es llamado estro (del latín, *oistros*, que significa "deseo imperioso") y tiene lugar con cada ciclo estral en las hembras sin estación reproductiva a menos que se interponga la preñez (5,15).

El ciclo estral de los animales domésticos puede dividirse en cuatro fases: proestro, estro, metaestro y diestro. Las hormonas que intervienen en el ciclo estral son la hormona foliculo estimulante (FSH), estrógeno (E₂), hormona luteinizante (LH), progesterona (P₄) y prostaglandina (PG).

El proestro es el período de crecimiento y maduración folicular o tiempo preparatorio para el celo, que sigue a la desaparición del cuerpo amarillo, durante el cual disminuyen los valores de progesterona; la liberación de FSH estimula el crecimiento del foliculo, aumenta las concentraciones de FSH, aumenta la irrigación del aparato genital y se inician los signos externos del celo.

El estro se define como el período de receptividad del macho. Al final del estro disminuyen la LH y los estrógenos circulantes.

El metaestro es la fase donde se realiza la ovulación en la vaca.

El diestro es la fase de descanso sexual, la cual predomina la influencia de la progesterona luteínica sobre las estructuras sexuales accesorias, aumenta los niveles de progesterona, ocurren cambios en el endometrio y glándula mamaria, cuerpo lúteo funcionando, por lo que se le califica a menudo como la fase del cuerpo amarillo. Si no hay preñez el cuerpo lúteo se degenera al final del período. La regresión del cuerpo lúteo no la causa una disminución de las hormonas hipofisarias sino la acción luteolítica de la prostaglandina (1,5,9,10,14,15).

Los reguladores más importantes de la reproducción son las hormonas que regulan el ciclo estral, gestación, parto e incluso la secreción de leche, que representan además un complejo de transformaciones específicas de tipos morfológico e histológico, no solamente en los órganos reproductores sino también en otros órganos del individuo. Las hormonas son "mensajeros químicos", que son secretados por una glándula endocrina en un lugar y entran a la corriente sanguínea. La sangre transporta la hormona de un órgano a otro sitio en donde entrega su mensaje afectando de alguna manera al órgano blanco (10,11).

El sistema nervioso tiene efectos profundos sobre la reproducción, puesto que se ha establecido la existencia de una relación funcional entre el hipotálamo, la hipófisis y el ovario. De todas las glándulas endocrinas, la hipófisis ocupa una posición de primera importancia. Secreta varias hormonas, muchas de las cuales

controlan la función de otras glándulas endocrinas. Debido a su influencia tremenda sobre otras glándulas del cuerpo, la hipófisis es conocida como la glándula maestra del cuerpo. Pero sabemos que la hipófisis es controlada por el hipotálamo y el hipotálamo es, a su vez, controlado por los centros cerebrales superiores en el sistema nervioso central. La hipófisis está localizada en la base del cerebro, cerca del hipotálamo. Su ubicación cerca del cerebro, es esencial en algunas de sus funciones, ya que el hipotálamo da instrucciones a la hipófisis dictándole lo que hay que hacer y cuándo hacerlo (5,15).

El ciclo estral es controlado por la interacción de FSH, E₂, LH, P₄ y PG. Tales hormonas son comunes en la mayoría de los animales domésticos. Sin embargo sus patrones secretores y sus efectos relativos varían entre las diferentes especies. Estas diferencias llevan a variaciones en cuanto a la duración de las fases lúteas y foliculares del ciclo, así como a las diferencias en la duración del estro. Un grupo de folículos empieza a crecer en respuesta a un incremento transitorio en concentraciones de FSH en la sangre. Este incremento en FSH se observa uno o dos días antes de la aparición de varios folículos nuevos en ambos ovarios. En el curso del crecimiento y maduración folicular se transforma el folículo primario en secundario y luego en folículo terciario maduro o folículo de Graaf, siendo este visible en la superficie del ovario como un abombamiento o vesícula ovular, presenta una cavidad repleta de líquido protéico y además está rodeado por un tejido conjuntivo que comprende dos capas, la teca externa y la teca interna. (5,9,21).

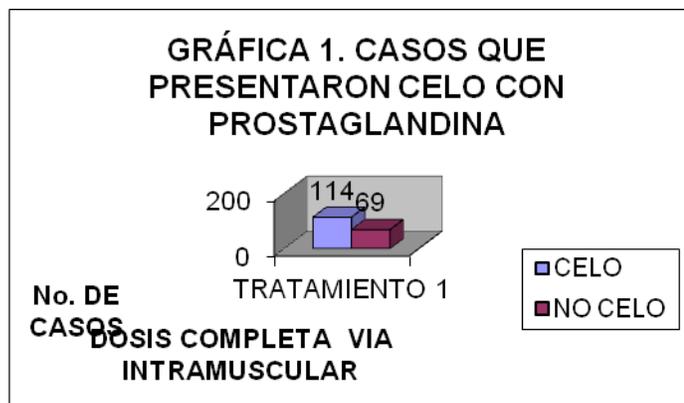
La vaca tiene varias "ondas" de folículos que se desarrollan durante el ciclo. En los días 1 y 2 se observan varios folículos, pero sólo crece uno (folículo dominante) el cual "domina" a los otros folículos más pequeños (subordinados). Los folículos subordinados experimentan atresia (atrofia) y ya no son útiles como folículos potenciales. El primer folículo dominante pasa por una fase de crecimiento (días 1 a 6), una fase estática (días 7 a 9) y una fase de regresión (días 11 a 12 o más). La segunda onda de folículos observados aparece alrededor del día 9 o 10, uno de ellos domina a los otros folículos y se convierte en el segundo folículo dominante, que sufre una regresión antes de la luteólisis (destrucción o disolución del cuerpo lúteo). Por lo tanto, aparece una tercera onda de folículos, que empieza a crecer alrededor de los días 14 o 15, emergiendo otro folículo dominante y ovulando eventualmente (Ver Figura 1) (10,17,20).

La primera onda y su folículo dominante siempre aparecen al mismo tiempo durante el ciclo en todas las vacas. En la figura 1 se observa que una vaca "de tres ondas" tiene un ciclo estral de 21 días. Se han observado en el ganado bovino ciclos de dos, tres y cuatro ondas, siendo el inicio de la segunda, tercera o

cuarta ondas más variable que el de la primera. Cuando aumenta el número de ondas foliculares, los ciclos estrales son más largos. Los ciclos de dos ondas son más cortos (19 a 20 días) y los ciclos estrales de cuatro ondas tienden a ser más largos (23 a 25 días) (9,10).

FIGURA 1. DINÁMICA FOLICULAR EN LOS CICLOS ESTRALES DE LAS VACAS.

NOTA: VER ARCHIVO FIGURA 1.



E₂ = Estrógenos.
P₄ = Progesterona.
LH = Hormona Luteinizante.
FSH = Hormona foliculo estimulante.
Luteolisis = Momento en que se destruye o disuelve el cuerpo lúteo.
Luteal = Periodo del ciclo (días 4 a 18) cuando es funcional el cuerpo lúteo.
Folicular = Periodo del ciclo (días 19 - 21) cuando ocurre la maduración folicular rápida.

Fuente (10): Hoard's Dairyman, 1996

Se desconoce qué es lo que determina el número de ondas foliculares. Sin embargo si por ejemplo, se administra una inyección de prostaglandina durante los días 6 o 7, cuando está creciendo el primer folículo dominante, el cuerpo lúteo tendrá una regresión, podrá ovular el primer folículo dominante y tener una fertilidad normal cuando se insemine artificialmente a la vaca basándose en el calor. Eso será cierto en el caso de cualquier folículo dominante que esté en su fase de crecimiento. Recientemente se ha demostrado que cualquier folículo dominante ovularía (en la fase de crecimiento) durante un ciclo estral normal si se inyecta hormona liberadora de la gonadotropina produciendo por lo tanto un cuerpo lúteo secundario (9,10).

El folículo dominante aparentemente domina a los folículos subordinados produciendo sustancias que inhiben su crecimiento subsecuente. El estrógeno en grandes dosis puede inhibir el desarrollo folicular por suprimir la secreción de gonadotropinas por parte de la hipófisis, mientras que en pequeñas dosis los estrógenos estimulan el desarrollo folicular durante el ciclo estral por aumentar la vascularización de los folículos en crecimiento. A medida que aumenta en tamaño, el folículo (que es en sí una glándula endocrina) secreta más estrógeno en la corriente sanguínea. Al llegar a este punto, el folículo maduro mide aproximadamente 18 milímetros de diámetro. El estrógeno en la sangre es más elevado durante los dos días antes del estro y empieza a declinar el día del estro. Los niveles altos de estrógeno en la sangre cerca del estro es de 10 partes por trillón de sangre. Sabemos de la existencia del estrógeno desde hace medio siglo porque es un compuesto químico muy potente. Sin embargo, la cantidad de estrógeno en la sangre de las vacas es tan pequeña, que fue medida por primera vez en 1971 (9,15,17).

La alta concentración de estrógenos en la sangre tiene efectos profundos en todo el cuerpo. El efecto más obvio del estrógeno es que precipita el período de calor (estro). El comportamiento de la hembra (calor observable) es el único medio confiable que tenemos para determinar el momento óptimo para servir a la vaca. El que la gente pueda detectar los calores de las vacas es otro factor que hace que sea posible la inseminación artificial. Si fuera sólo el toro el que pudiera detectar a las vacas en calor, no sería práctica la inseminación artificial. Aun así, es cierto que algunas vacas no muestran síntomas típicos durante el período de calor y, en consecuencia, son menos fértiles simplemente porque son inseminadas en el momento equivocado (9,10).

Aproximadamente un día antes del inicio del calor, el alto nivel de estrógeno provoca que la hipófisis secrete más LH. Esta LH hace que el folículo dominante alcance su tamaño máximo y se rompa en una zona avascular, el estigma, situada en la parte más elevada del mismo. Cerca del momento de la ovulación aparecen áreas hemorrágicas en la red vascular de la membrana del folículo, al mismo tiempo que se observan extravasaciones sanguíneas en el líquido folicular; inmediatamente antes de la ovulación los folículos quedan flácidos, lo que indica disminución de la presión intrafolicular. Cerca del inicio del calor, la LH aumenta a aproximadamente 20 o 30 veces su nivel anterior, mientras que la FSH alcanza alrededor de dos veces su concentración normal. La sangre es transportadora de

ambas hormonas al ovario, en donde estimula al folículo para que tenga cambios que conducen a la ovulación. Normalmente la ovulación ocurre alrededor de 25 a 32 horas después del inicio del calor. Si todo va bien, el huevo es captado por el infundíbulo en forma de cono y dirigido al oviducto. El folículo, una vez hecho su trabajo, reduce su tamaño rápidamente al momento de la ovulación. A ello le continúa una hemorragia profusa y ya el folículo desprovisto del huevo se convierte en se convierte en cuerpo hemorrágico (*corpus hemorrhagicum*) y sirve como medio nutritivo para la proliferación de células luteínicas y la LH no deja descansar a estas células foliculares, haciendo que algunas de estas células crezcan muy rápidamente y en unos cuantos días, el folículo es reemplazado por una nueva estructura, el cuerpo lúteo (cuerpo amarillo), que va a ser más grande que el folículo (de 2.2 a 3.5 centímetros de diámetro). El cuerpo lúteo es muy diferente al folículo. Es sólido y de color rojo oscuro o amarillo y produce progesterona, la hormona de la gestación. Por lo tanto, el cuerpo lúteo es también una glándula endocrina y continúa creciendo más, bajo la influencia de la LH. A medida que crece, produce más progesterona (5,9,11,17,21).

Después de la ovulación, la pared del folículo se engrosa gradualmente debido a la hipertrofia e hiperplasia de las células granulosas. La rápida proliferación de células llena la cavidad remanente y empieza a secretar progesterona. El cuerpo lúteo resultante continúa aumentando de tamaño y su tamaño está muy correlacionado con la habilidad para secretar progesterona. La capacidad secretora del cuerpo lúteo también se relaciona íntimamente con el aporte sanguíneo del ovario. La presencia del estrógeno y la progesterona en la sangre causa cambios drásticos en los órganos reproductivos, especialmente en el útero. La cubierta interna del útero se hace más gruesa y las glándulas uterinas se hacen más activas a medida que el útero se prepara para nutrir un nuevo huevo fertilizado y empezar una nueva gestación. Si el huevo no es fertilizado, el cuerpo lúteo crece durante 10 a 12 días y secreta cantidades altas de progesterona hasta 16 a 18 días después del estro. Los niveles altos de progesterona en la sangre suprimen la liberación de gonadotropinas en la

hipófisis. Durante el período de dominancia luteal (el cuerpo lúteo es funcional y está secretando concentraciones elevadas de progesterona), la LH es secretada en pulsaciones de una por cada 4 a 6 horas. Esta frecuencia de pulsaciones de LH, en combinación con la FSH, permite que los folículos se desarrollen, pero no ovulan. Alrededor de 16 a 18 días después del estro, si la vaca no está gestante, el útero produce un factor luteolítico. Este factor luteolítico es la prostaglandina. La prostaglandina llega al cuerpo lúteo por medio del mecanismo de contracorriente, el cual consiste en que la prostaglandina pasa del endometrio a la vena uterina y de esta a la arteria útero-ovárica que corre paralela a la vena en una sección por medio de gradientes de concentración. El factor luteolítico degrada al cuerpo lúteo y el cuerpo amarillo se degenera rápidamente. Como resultado, la progesterona disminuye a niveles muy bajos en 24 horas, lo cual lleva a la secreción de más estrógeno y LH y hace que madure el folículo dominante (5,9,10,11,15,22).

El ciclo estral se repite cada 18 a 24 días hasta que la vaca queda preñada. El descubrimiento de que la prostaglandina detiene la secreción de progesterona por el cuerpo lúteo en la vaca, ocurrió en 1972. Al igual que las hormonas hipotalámicas, la prostaglandina fue un gran descubrimiento. En cualquier momento, entre los días 5 y 18 después del estro, una sola inyección de prostaglandina causa la degeneración del cuerpo lúteo. El estro ocurre entre 40 y 80 horas después. La prostaglandina puede ser usada para controlar el momento del estro en una vaca que tenga un cuerpo lúteo. También puede usarse para sincronizar el momento del estro en un grupo de animales. En un hato normal de vacas exhiben estro alrededor de cada 21 días (en un intervalo de 18 a 23 días), aproximadamente 4 - 5% entran en celo en cualquier día durante la temporada de reproducción. Sin embargo, es necesario mantener en reserva las desviaciones de la duración promedio del ciclo, tanto en prolongaciones como abreviaciones, porque en hembras con ciclos estrales de menos de 17 días o con ciclos de más de 24 días tienen con frecuencia baja fertilidad. Los folículos producen estrógeno, los cuales causan que la hembra sea sexualmente receptiva al exhibir calor (estro), el cuerpo lúteo produce progesterona y mantiene a la hembra en descanso

sexual. Sobre el día 21 el celo ocurre. Dos a cinco días después de la ovulación se desarrolla el cuerpo lúteo en el lado donde se produjo la ovulación (10,11).

4.2. Función de la prostaglandina

Las prostaglandinas se descubrieron en la década de 1930, en extractos de semen de humano. A diferencia de otros agentes humorales, la prostaglandina no se localiza en ningún tejido en particular. Estas parecen actuar en su sitio de producción en la mayoría de los casos. La prostaglandina es una hormona que ocurre en forma natural que juega una parte importante durante el ciclo estral y es liberada del útero cada 21 días en animales que ciclan resultando en la iniciación de un nuevo ciclo estral. (4,9).

La prostaglandina se relaciona con la liberación de gonadotropinas, ovulación, regresión del cuerpo lúteo, motilidad uterina, parto, transporte de esperma (5,9,11,15,17).

Inicialmente se especulaba sobre la existencia de un factor uterino que determina la vida del cuerpo lúteo y finalmente se encontró que el mecanismo de acción de la prostaglandina es el de la luteólisis o destrucción del cuerpo lúteo funcional. La prostaglandina llega al cuerpo lúteo por medio del mecanismo de contracorriente, el cual consiste en que la prostaglandina pasa del endometrio a la vena uterina y de esta a la arteria útero-ovárica que corre paralela a la vena en una sección por medio de gradientes de concentración (9,10,11,15,22).

Los signos de estro, aparecen dentro de los días dos y cuatro, y la fecundación puede ocurrir en éste momento específico (9,16,21).

4.3. Importancia de la detección de celo

En los programas de mejoramiento genético, que dependen de la inseminación artificial, es necesario una eficiente y exitosa detección de celo. La

inadecuada detección de celo conduce a pérdidas en las oportunidades de reproducción efectivas o a bajos índices de concepción en vacas, lo cual aumenta el costo en los intervalos de partos. Estas pérdidas se han estimado por los productores lecheros en US\$2.00 a US\$4.00 diarios en ingresos netos cuando el intervalo excede de los 12.5 meses entre partos. Para mantener un intervalo ideal de partos de 12.5 meses, las vacas deben ser preñadas alrededor de los 100 días después del parto. Por lo que el 90% de las vacas deben ser observadas y detectadas en celo cerca de los 40 a 50 días después del parto (1,5,7,8,18).

4.4. Efecto de la prostaglandina $f_{2\alpha}$ exógena en vacas postparto con cuerpos lúteos palpables

Varios regímenes de tratamiento hormonal han sido llevados a cabo para mejorar la eficiencia reproductiva de hatos lecheros o para disminuir la labor requerida para su manejo reproductivo. Estudios de los efectos de los tratamientos postparto con prostaglandina tienen amplios y diferentes protocolos, incluyendo la administración de prostaglandina sin considerar el estatus del ovario o sin considerar la involución uterina o las anomalías uterinas en combinación con hormonas gonadotropinas exógenas, la administración temprana en períodos de postparto o después del tiempo de espera voluntario y la sincronización o el tiempo de inseminación después de la administración. Los beneficios de la prostaglandina exógena, durante un período de espera voluntario entre parto y cruzamiento, mejoran los mecanismos de defensa uterinos prioritarios para el cruzamiento y por el cambio de los ciclos estrales a un tiempo de 6 días más temprano. Aunque la prostaglandina exógena puede ser benéfica en ciertos grupos en hatos lecheros, como los que experimentan partos anormales o condiciones uterinas anormales, puede no ser beneficioso para otros grupos que pueden ser distinguidos por su historia o situaciones clínicas encontradas por palpación. El propósito de la administración de prostaglandina es mejorar la eficiencia reproductiva de vacas clínicamente normales listas para ser fecundadas y que se les ha diagnosticado un cuerpo lúteo palpable durante una evaluación previa 20 a 40 días después del parto (1,6).

4.5. Programas de Sincronización

La sincronización de estros brinda la opción de usar inseminación artificial en una fecha predeterminada; acorta el período para la inseminación, y reduce el período de detección de calores. Un programa exitoso de sincronización depende mucho de que no hayan fallas en la detección de celo (que es la causa más común de pobres programas reproductivos), de que se tengan animales normales en su aparato reproductor y que estén presentando ciclos estrales. A principios de los años setenta, se demostró que cualquier vaca que estuviera entre los 6 y 17 días del ciclo estral entraba en calor 2 a 5 días después del tratamiento con una sola inyección de prostaglandina (7,10,16,18,20).

Se han desarrollado varios programas de sincronización utilizando prostaglandina para ser utilizadas bajo condiciones prácticas. Estos programas básicamente difieren entre el intervalo de administración de la prostaglandina y en ahorro de material y personal. (7)

Programa 1: *Sincronización de celo sin palpación con una sola inyección de prostaglandina.*

Se lleva a cabo por medio de la administración de prostaglandina en el día 1 y se espera que entren en calor los animales alrededor de 2 a 5 días después. Los animales observados en celo deberán de ser servidos 12 horas después (16).

Programa 2: *Sincronización de celo sin palpación con dos inyecciones de prostaglandina.*

Inicia igual que el programa 1. Se lleva a cabo por medio de la administración de prostaglandina en el día 1 y se espera que entren en calor los animales alrededor de 2 a 5 días después. Los animales observados en celo deberán de ser servidos 12 horas después. A los animales que no presentaron celo se les administra una segunda inyección a los días 11 después de la primera,

esperando que presenten celo 5 días después. Los animales observados en celo deberán ser servidos 12 horas después (7,10,16,19,20).

Programa 3: *Sincronización de celo sin palpación, con dos inyecciones de prostaglandina e inseminación a la presentación de celo posterior a la segunda inyección.*

Se inyectan todos los animales en el día 1. Se administra la segunda inyección al día 12 y se observa celo entre 2 a 5 días después. Son servidos todos los animales que presentan celo después de la segunda inyección (7,16,19).

Programa 4: *Sincronización de celo sin palpación, con dos inyecciones de prostaglandina e inseminación entre las 72 y 80 horas después de la segunda inyección.*

Se ejecuta igual que el programa 3, a diferencia de que se sirven a todos los animales entre las 72 y 80 horas después de la segunda inyección. No se requiere labor para la detección de celo. Por lo tanto, este programa debe ser empleado en hatos donde la detección de celo es un serio problema (7,16).

Programa 5: *Sincronización de celo con palpación con una sola inyección de prostaglandina.*

Se realiza la palpación rectal para determinar la presencia de un cuerpo lúteo funcional. Si está presente se administra una inyección de prostaglandina en el día 1 y se observará el celo entre los días 2 a 5 después. Los animales son servidos 12 horas después de observarse en celo. Si no presenta el cuerpo lúteo funcional son examinadas en la próxima visita (7,16,19,20).

4.6. otros estudios

4.6.1. programa de sincronización para ganado lechero del lunes por la mañana.

El programa de 7 días: En este programa se inyectan todas las hembras seleccionadas en un día de la semana, y se inseminan a las que presenten celo, las que no presenten celo serán inyectadas de nuevo en el mismo día de la siguiente semana; esto se repite a la tercer semana. A este programa también se le llama programa del lunes por la mañana, ya que al administrar prostaglandina los días lunes inducirán el celo entre miércoles y sábado (18,19).

4.6.2. efecto de la prostaglandina en los niveles de progesterona sérica en **BÚFALO DE AGUA (Bubalus bubalis)**.

La inseminación artificial no ha sido practicada exitosamente con los búfalos de agua. En el presente estudio se encontró que el estro y la ovulación pueden ser inducidos con un análogo de la prostaglandina. Se utilizaron 6 búfalas entre 3 y 7 años de edad y sanos. Todas presentaron ciclos estrales regulares (22.1 ± 2.9 días) y con desarrollos normales foliculares y la presencia de cuerpos lúteos se determinó a diario por palpación rectal. Se les administró una simple inyección vía intramuscular de 25 mg de prostaglandina en el quinto día de desarrollo del cuerpo lúteo. Tres de los animales fueron inyectadas con dosis similares de prostaglandina en el siguiente ciclo estral. 10 días después de la aplicación de prostaglandina se evaluó la condición de los ovarios por palpación rectal cada 12 horas y además se observó el comportamiento para determinar cambios y detectar el celo. 10 días antes y 30 días después de la administración de prostaglandina se tomaron muestras de sangre para el análisis hormonal por radioinmunoensayo. Como respuesta a la inyección de prostaglandina se notó una reducción en el diámetro del cuerpo lúteo de 6 a 3 mm ó menos. Los animales mostraron signos de contracción uterina un día después de la inyección. A menudo se observaron ligeras descargas de moco entre las 48 y 72 horas y también por el cuarto y quinto día post-inyección. Los niveles de progesterona sanguínea fueron medidos durante 9 ciclos estrales de los cuales 6 ciclos fueron

con tratamiento. Después del tratamiento los niveles de progesterona decrecieron marcadamente y se mantuvieron bajos hasta el día 11, cuando ellos empezaron a incrementar a sus valores máximos en los días 18-19. Los niveles de progesterona sérica declinaron de 1.76 ± 0.01 ng/ml antes del tratamiento a ± 0.25 ng/ml en el transcurso de 24 horas después de la administración de prostaglandina. Las concentraciones se incrementaron alrededor del día 11 y alcanzaron un pico de 1.78 ± 0.62 ng/ml en el día 18.50 ± 2.45 (12).

4.6.3. Las concentraciones de hormonas ováricas e hipofisiarias, seguidas de la regresión luteal inducida con prostaglandina $f_{2\alpha}$ en ovejas, varían con el día del ciclo estral.

La prostaglandina fue inyectada en los días 5, 8 u 11 postestro en ovejas para determinar cómo el estado del ciclo estral afectaría los cambios inducidos con prostaglandina en las concentraciones de hormonas ováricas e hipofisiarias, los intervalos al aparecimiento del estro y el surgimiento preovulatorio de la LH. Las concentraciones iniciales de la progesterona y los valores promedio durante las 12 horas posteriores a la administración de prostaglandina fueron positivos al día del ciclo en el cual fue administrada. Los patrones de disminución de la progesterona después de la inyección de prostaglandina fueron similares en los 3 días. Las concentraciones de LH en el plasma incrementaron de manera similar de 0 a 12 horas en todas las ovejas. Después de 12 horas la LH continuó incrementando, se estabilizó o declinó en ovejas tratadas en los días 5, 8 u 11, respectivamente. Las concentraciones iniciales de la FSH en el plasma fueron positivas al día del tratamiento. Después del tratamiento con prostaglandina la FSH incrementó dentro de 2 horas en el día 5, pero declinó en esa misma hora en el día 8 u 11. Las concentraciones de estradiol seguidas al tratamiento no variaron con el día. El aparecimiento del estro y el surgimiento preovulatorio de la LH ocurrió en 36 y 35, 40 y 45, 48 y arriba de 48 horas en ovejas tratadas sobre los días 5, 8 u 11, respectivamente. Esto concluye que: 1) el incremento inicial en LH es dependiente del decrecimiento de la progesterona en el plasma y 2) las diferencias en los patrones de secreción de gonadotropinas antes del surgimiento

preovulatorio de la LH podrían ser causados por diferencias en la progesterona o el ratio de progesterona al estradiol cuando la regresión luteal es inducida en días diferentes del ciclo estral (3).

4.6.4 Efecto luteolítico de la prostaglandina $f_2\alpha$ y dos metabolitos en ovejas.

Veintitrés ovejas fueron usadas en experimento para determinar el punto del metabolismo en el cual la prostaglandina pierde su actividad luteolítica. Las ovejas mostraron por lo menos un ciclo estral normal (15 a 19 días), luego fueron asignadas al azar en 4 grupos de tratamientos: 1) control, 2) $PGF_2\alpha$, 3) 15-keto- $PGF_2\alpha$ o 4) 13, 14-dihidro-15-keto- $PGF_2\alpha$ (PGFM). Cinco de las 6 ovejas que recibieron $PGF_2\alpha$ completaron la luteólisis, mientras que ninguna de las ovejas en los otros 3 grupos la completaron. Debido a que ni la 15-keto- $PGF_2\alpha$ ni la 13, 14-dihidro-15-keto- $PGF_2\alpha$ (PGFM) fueron luteolíticas se concluye que la $PGF_2\alpha$ pierde su actividad luteolítica en la conversión a 15-keto- $PGF_2\alpha$ (13).

4.6.5. efectividad de la prostaglandina en la reducción del intervalo de retorno al estro de vacas superovuladas.

Se analizaron un total de 285 vacas superovuladas con gonadotropina sérica en dosis de 2,500 UI, aplicada en los días 8 y 12 del ciclo estral, y 48 horas más tarde se inyectaron 500 mg de prostaglandina ($PGF_2\alpha$). La recolección de embriones fue por el método no quirúrgico entre los días 7 y 8 después de la inseminación artificial. Los animales fueron divididos en tres grupos: El primero, recibió 500 mg de prostaglandina el mismo día de la recolección de embriones; el segundo, recibió la misma dosis entre 1 y 10 días después de la recolección de embriones y el tercero fue el grupo control. El intervalo general de la presentación del estro después de la recolección fue de 30.7 ± 14.3 ; 23.8 ± 17.0 y 34.0 ± 26.5 para los grupos 1, 2 y 3 respectivamente. Se destaca que el 19.7 % de los animales tratados presentaron celo entre 1 y 10 días posrecolección, mientras que el control

fue de 5.6% y existieron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre ambos grupos. Se observó una recuperación estral más rápida cuando la prostaglandina se aplicó entre los días 6 y 10 posteriores a la recolección de embriones, lo cual demuestra que la prostaglandina aplicada después de la recolección de embriones produce un efecto positivo en la reducción del intervalo de retorno al estro en vacas superovuladas (2).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. materiales

5.1.1. recursos humanos

- Estudiante investigador
- Asesores
- Personal de las Fincas Pasajinak y Santo Tomás Perdido

5.1.2. de campo

- **Automóvil**
- **Guantes de palpación**
- **Jeringas de tuberculina**
- **Alcohol**
- **Algodón**
- **Ficha de recopilación de datos**
- **Fichas de historial de cada vaca de las fincas**
- **Ropa de trabajo**

5.1.3. de tipo biológico

- 229 dosis de prostaglandina ($\text{PGF}_{2\alpha}$)
- 229 vacas lecheras (raza Jersey 156 y raza Brown Swiss 73)

5.2. Metodología

El presente trabajo de investigación se realizó en dos fincas lecheras especializadas de nuestro medio. El trabajo consistió en comparar dos vías de administración de prostaglandina para la inducción de celo, la primera por vía intramuscular y la otra por vía mucocutánea en el pliegue vulvar del lado en que se diagnosticó la presencia del cuerpo lúteo, el examen fue realizado por el estudiante investigador y el médico veterinario que asiste las fincas, siendo el mismo para las dos fincas.

El tratamiento 1, consistió en aplicar 2 cc de prostaglandina ($\text{PGF}_{2\alpha}$) por vía intramuscular y para el tratamiento 2, se aplicó 1 cc del mismo producto por vía de

administración mucocutánea en la región intravulvar del lado en que se diagnosticó la presencia del cuerpo lúteo.

Para seleccionar a las vacas aptas para el estudio, se tomaron los siguientes criterios:

- Vacas lecheras a partir de los 60 días postparto, en ambas fincas a las vacas se les realiza evaluación post-parto para examinar la involución uterina (15 a 30 días) y a los 60 días post parto el diagnóstico de la presencia del cuerpo lúteo.
- Vacas lecheras entre dos y seis partos.
- Que no estuvieran padeciendo ninguna entidad clínica patológica, por ejemplo: metritis, fallas a la presentación de celo, problemas clínicos, metabólicos, infecciosos, retenciones placentarias y mastitis.
- Su condición corporal de 3 en una escala de 1- 5 (1 flaca y 5 obesa).
- Que a la palpación rectal tuviera un cuerpo lúteo (± 0.5 cm) en cualquiera de los dos ovarios.

La muestra total de vacas evaluadas con el tratamiento 1 fue de 183 y la muestra del tratamiento 2 fue de 46 vacas.

Los datos de las vacas se recopilaron en fichas como la que se muestra en los anexos, cuadro 1.

5.2.1. Localización y características del área de estudio

Se utilizaron vacas lecheras de dos a seis partos, en dos fincas lecheras especializadas de la raza Jersey y Brown Swiss.

La Finca Pasajinak, con ganado raza Jersey, se encuentra en el municipio de Tecpán, departamento de Chimaltenango. Se encuentra a una altura arriba de 1740 msnm; 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 -15.0°C y las máximas oscilan entre 29.6 – 32.3°C. Predomina un clima que varía de templado a húmedo-seco y heladas en los meses de noviembre y abril. 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 está arriba de 17 litros diarios de leche por vaca teniendo un tiempo de lactación de 305 días. El manejo reproductivo es especializado. La visita médico veterinaria es semanal.

La finca Santo Tomás Perdido, con ganado Brown Swiss, se encuentra en el municipio de San Lucas Tolimán, departamento de Sololá. Se encuentra sobre la vertiente continental al suroeste de Guatemala, arriba de los 2,400 msnm; con una precipitación pluvial anual de 2475.8 mm promedio y los meses lluviosos van de mayo a octubre. Las temperaturas mínimas oscilan entre 12.9 – 15.9°C y las máximas oscilan entre 25.6 – 29.6°C. Los veranos son húmedos, relativamente poca lluvia, pero la gran parte de humedad relativa está condensada en niebla durante todo el año. Son suelos de la altiplanicie central siendo profundos sobre material volcánico color claro, en relieves que van de inclinados a escarpados; tienen buen drenaje y su suelo superficial es color café oscuro, franco arenoso y friable.

La alimentación es a base de silo de maíz durante todo el año; se les administra a las vacas 15 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 esta finca la producción es de 15 litros diarios de leche por vaca teniendo un tiempo de lactación de 305 días. El manejo reproductivo es especializado. La visita médico veterinaria es semanal.

5.2.2. Diseño Estadístico

El diseño estadístico se utiliza para organizar las variables bajo estudio, de tal manera que los datos que se obtengan puedan ser sometidos a un análisis estadístico.

El diseño es completamente al azar, siendo las variables analizadas:

Presentación de Celo (Si, No).

Días a la presentación de Celo post-tratamiento.

5.2.3. Análisis Estadístico

Se utiliza para obtener conclusiones sobre los resultados obtenidos en el estudio, en base al uso de métodos estadísticos que hacen confiable el análisis.

Para la variable Presentación de Celo: Se utilizó la distribución porcentual.

Para la variable Días a la presentación de celo post-tratamiento se utilizó análisis de ANDEVA para un diseño desbalanceado donde las variables analizadas fueron: tratamiento, número de partos y lado de aplicación.

Los datos fueron almacenados en el programa Q Pro y para el análisis estadístico el paquete SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados generales del estudio:

La muestra poblacional total para el tratamiento 1 (dosis completa, vía intramuscular) fue de 183 vacas y se obtuvo un total de 114 hembras que presentaron celo en promedio a los 4.49 ± 1.6 días, siendo el valor modal de 4 días con un mínimo de 1 día y un máximo de 7 días (Ver anexos, gráfica 1).

Para el tratamiento 2 (dosis media, vía mucocutánea, región intravulvar) la muestra poblacional total fue de 46 vacas de las cuales se obtuvo un total de 27 hembras que presentaron celo en promedio a los 4.22 ± 2.26 días, teniendo un valor modal de 3 días, con un mínimo de un día y un máximo de 7 días (Ver anexos, gráfica 2).

El porcentaje de efectividad para el tratamiento 1 fue de 62.30% mientras que para el tratamiento 2 fue de 58.70%, existiendo una diferencia no significativa estadísticamente de 3.6% (Ver anexos, cuadro 2 y gráfica 3).

Los resultados para cada una de las fincas son los siguientes:

Finca 1: Se evaluó un total de 156 vacas (raza Jersey), de las cuales a 136 se les administró el tratamiento 1 y respondieron en intervalo esperado 96 vacas representado el 70.58% de efectividad a la inducción de celo, las cuarenta vacas restantes no respondieron al tratamiento, lo cual representa un 29.42%. El tratamiento 2 se le administró a un total de 20 vacas respondiendo en intervalo esperado 12 vacas que corresponde al 60% y las 8 restantes no respondieron siendo el otro 40%.

En esta finca se obtuvo 10.58% más de efectividad con el tratamiento 1 que es la dosis completa contra el tratamiento 2 que es la dosis media (Ver anexos, cuadro 3).

Finca 2: Se evaluó un total de 73 vacas (raza Brown Swiss), de las cuales a 47 se les administró el tratamiento 1 y respondieron en intervalo esperado 18 vacas representado el 38.30% de efectividad a la inducción de celo, las 29 vacas restantes no respondieron al tratamiento, lo cual representa un 61.7%. El tratamiento 2 se le administró a un total de 26 vacas respondiendo en intervalo esperado 15 vacas que corresponde al 57.70% y las 11 restantes no respondieron siendo el otro 42.30%.

En esta finca se obtuvo 19.40% más de efectividad con el tratamiento 2 que es la dosis media contra el tratamiento 1 que es la dosis completa (Ver anexos, cuadro 3).

La diferencia entre fincas no se consideró por no ser objetivo del estudio, pero es de hacer notar que existen fallas en la detección de celo en ambas fincas.

Al utilizar el ANDEVA para diseño desbalanceado donde se consideraron tres variables: el tratamiento, el número de partos de las vacas y el lado de aplicación, no se encontró diferencia estadística significativa en tratamiento ($P > 0.22$) (ver anexos, cuadro 3), número de partos ($P > 0.23$) y lado de aplicación ($P > 0.19$).

Hay algunas publicaciones acerca de la efectividad de la prostaglandina por vía intramuscular cuando existen cuerpos lúteos funcionales, entre ellas según Nebel, R. (1995) en donde se menciona que muchos productores están usando la Prostaglandina con fines reproductivos para la inducción de celo o que no han sido preñadas en un tiempo particular (por ejemplo, 60 días). En un grupo de vacas que no han sido palpadas y que estén ciclando, se les administra prostaglandina solamente aquellas con cuerpo lúteo funcional tienen la oportunidad de entrar en celo. En promedio 7 de 10 vacas a las que se les administró prostaglandina deberían responder y expresar estro. No todas las vacas que responden a la prostaglandina presentan celo, así que un buen parámetro es que 60% o 6 de cada 10 vacas que se les administró prostaglandina (sin identificación de cuerpo

lúteo por palpación) deberían ser observadas en celo dos a cinco días después de su aplicación (18).

La optimización de recursos se logra administrándole prostaglandina sólo a las vacas que presenten cuerpo lúteo funcional detectado por palpación. Por lo que en futuros estudios debe ser muy cuidadosa la detección del cuerpo lúteo para garantizar mejores índices de inducción de celo y por ende mejores índices de concepción. Además de que la inducción de celo se observó en un promedio de cuatro días tomando en cuenta que la vía de administración mucocutánea en la región intravulvar es otra alternativa nueva, efectiva, con la ventaja de que la dosis de prostaglandina se redujo a la mitad y por ende la mitad del costo por dosis.

El uso de prostaglandina ($\text{PGF}_{2\alpha}$) tiene efectos positivos en forma global en vacas lecheras especializadas utilizando tanto los métodos tradicionales como el método bajo estudio, pero existen diferencias marcadas entre una finca y otra en los porcentajes de efectividad que se pudieron ver afectados por las siguientes razones:

1. La inyección fue administrada en la etapa equivocada del ciclo regular. El cuerpo lúteo responde a la prostaglandina alrededor de los días 7 a 17 después del previo celo.
2. Las vacas con ovarios quísticos (quistes foliculares) no responden a la prostaglandina.
3. Vacas que no están ciclando (Anestro), usualmente debido a deficiencias nutricionales, no responden a la prostaglandina.
4. Vacas ubicadas en establos o estabuladas presentan pobre actividad estral.
5. Areas de ejercicio restringidas. Las vacas mantenidas sobre superficies de concreto muestran pobre calor; superficies con ranuras antideslizantes favorecen la actividad estral, así como la tierra o el pasto también lo mejoran.

6. Problemas de laminitis. La inadecuada comodidad para la vaca, pododermatitis, verrugas, laminitis o cascos que requieren cortes también contribuyen a retrasar el celo.
7. Una vaca aislada en calor no puede atraer a ninguna otra con el comportamiento de montarla. Varias vacas juntas en calor resultan en una mejor interacción para observar celo.
8. Inadecuada observación de celo. En las dos fincas la observación se realiza dos veces al día, pero con un tiempo no mayor de 15 minutos. (1,8).

La prostaglandina ($\text{PGF}_{2\alpha}$) es una hormona ampliamente utilizada para la inducción de celo en vacas lecheras y esto promueve la utilización de diversos programas de aplicación considerándose mayormente su efectividad sin tomar en cuenta la parte económica. La diferencia del presente estudio es que la utilización de la mitad de la dosis por vía mucocutánea en la región intravulvar presentó resultados similares o iguales a los reportados en la literatura con la dosis y vía de administración comúnmente usada a la fecha. De acuerdo con los resultados globales obtenidos en el presente estudio, la vía de administración no interfiere con la inducción de celo a pesar de que en la vía mucocutánea en el pliegue vulvar del lado del cuerpo lúteo diagnosticado se utilizó la mitad de la dosis, mostrándonos ampliamente que puede ponerse a la par de los métodos de uso común de la prostaglandina ($\text{PGF}_{2\alpha}$) para inducción de celo.

CONCLUSIONES

- La vía de administración mucocutánea en la región intravulvar del lado del cuerpo lúteo aplicando prostaglandina ($\text{PGF}_{2\alpha}$) a la mitad de la dosis normal sí es efectiva cuando se utiliza para la inducción de celo en vacas lecheras especializadas.
- Los días a la presentación de celo son similares utilizando la vía intramuscular y la vía mucocutánea en la región intravulvar. En la primera el promedio es de 4.49 ± 1.6 días y en la segunda de 4.22 ± 2.26 días, no existiendo diferencia estadística significativa ($P > 0.22$).
- Existe alta similitud en los porcentajes obtenidos para la inducción de celo en ambas vías de administración, que fue en la vía intramuscular de 62.30% y en la mucocutánea en la región intravulvar del lado del cuerpo lúteo de 58.70%. La diferencia no es estadísticamente significativa.
- Estadísticamente no afecta en la inducción de celo ni el número de partos de las vacas, ni el lado de aplicación de la prostaglandina ($\text{PGF}_{2\alpha}$) en la región intravulvar por la vía mucocutánea.
- Económicamente la vía mucocutánea en la región intravulvar representa más ventajas al reducir los costos de la dosis a la mitad para la inducción de celo en vacas lecheras.
- El análisis estadístico fue un diseño desbalanceado, debido a que la cantidad de registros del historial del hato lechero, eran diferentes en las dos fincas.

RECOMENDACIONES

- Previo a utilizar la prostaglandina ($\text{PGF}_{2\alpha}$) en la vía de administración mucocutánea en la región intravulvar se recomienda siempre la práctica de palpación rectal para determinar la presencia de cuerpo lúteo funcional.
- Para los productores de leche se recomienda el uso del tratamiento 2 para reducir los costos de la dosis de prostaglandina a la mitad en la inducción de celo en vacas lecheras especializadas.
- Se recomienda probar distintos productos a base de prostaglandina ($\text{PGF}_{2\alpha}$) en la aplicación mucocutánea en la región intravulvar.
- Complementar este estudio con el análisis de la aplicación intravulvar independientemente del lado del cuerpo lúteo diagnosticado.
- Que la prostaglandina ($\text{PGF}_{2\alpha}$) sólo sea administrada a hembras que estén ciclando.
- Que la prostaglandina ($\text{PGF}_{2\alpha}$) no sea manipulada por mujeres embarazadas ya que podría ocasionarles aborto.

RESUMEN

Se compararon dos vías de administración de prostaglandina para la inducción de celo, en dos fincas lecheras del país. En el tratamiento 1, se aplicaron 2 cc. de prostaglandina ($\text{PGF}_{2\alpha}$) por vía intramuscular (dosis completa) y en el tratamiento 2, se aplicó 1 cc. del mismo producto (dosis media) por vía de administración mucocutánea en la región intravulvar del lado donde se diagnosticó la presencia del cuerpo lúteo.

En el tratamiento 1, se usaron 183 vacas de las cuales 114 (62.30% de efectividad) presentaron celo a los 4.49 ± 1.6 días. En el tratamiento 2, se usaron 46 vacas de las cuales 27 (58.70% de efectividad) presentaron celo a los 4.22 ± 2.26 días. No se detectó diferencia estadística significativa ($P>0.22$).

BIBLIOGRAFÍA

1. ALLRICH, R.D.; KNUTSON, R.J. 1993. Improving the detection of estrus in dairy cattle. USA, Purdue University. 7 p.
[http://www.inform.umd.edu/EdRes/Topic/...TECTION OF ESTRUS IN DAIRY CATTLE.html](http://www.inform.umd.edu/EdRes/Topic/...TECTION_OF ESTRUS IN DAIRY CATTLE.html)
2. CARAL, J.; et al. 1988. Efectividad de la prostaglandina en la reducción del intervalo de retorno al estro de vacas superovuladas. Revista Cubana de Reproducción Animal. (Cuba). 14(2):61-67.
3. DEEVER, D.R.; et al. 1986. Concentrations of ovarian and pituitary hormones following prostaglandine F2 α induced luteal regression in ewes varies with day of the estrous cycle at treatment. Journal of Animal Science. (USA). 62(2):422-426.
4. DEJARNETTE, M. 1999. Customize your breeding program. USA, America's Best. 4 p. <http://www.selectsires.com/customiz.html>
5. DERIVAUX, J. 1976. Reproducción de los animales domésticos. Trad. por José Gómez Piquer. 2 ed. España, Acribia. p. 3-14.
6. GAY, J.M.; UPHAM, G.L. 1994. Effect of exogenous prostaglandin F2 α in clinically normal postparturient dairy cows with a palpable corpus luteum. Journal American Veterinary Medical Association. (USA). 205(6):870-873.
7. GILSON, W.D. 1993. Estrous synchronization programs for dairy cattle. USA. 12 p. <http://www.ces.uga.edu/pubcd/B926-W.HTML>
8. GRAY, H.G.; VARNER, M.A. 1992. Signs of estrus and improving detection of estrus in cattle. USA. 6 p.
http://www.inform.umd.edu/EdRes/Topic/AgrEnv/ndd/reproduc/IMPROVING_DETECTION_OF ESTRUS_IN_CATTLE.html
9. HAFEZ, E. 1984. Reproducción e inseminación artificial en animales. Trad. por Flor de María Berenguer Ibarro. 4 ed. México, Interamericana. p. 83-159.
10. HOARD'S DAIRYMAN. 1996. Fertilidad y esterilidad en ganado lechero. Trad. por Abelardo A. Martínez. W.D. USA, Hoard & Sons. p.15-21.
11. HOLÝ, L. 1987. Biología de la Reproducción Bovina. 2 ed. Cuba, Científico-Técnica. p. 33-42.

12. KAMONPATANA, M. *et al.* 1979. Effect of PGF-2 α on serum progesterone levels in the swamp buffalo (Bubalus bubalis). Journal of Reproduction & Fertility. (USA). 56:445-449.
13. LIGHT, J.E.; SILVIA, W.J.; REID, R.C. 1994. Luteolytic effect of prostaglandin F2 α and two metabolites in ewes. Journal of Animal Science. (USA). 72(10):2718-2721.
14. MANUAL DE FUNDAMENTOS TÉCNICOS EN SALUD Y PRODUCCIÓN DE HATOS LECHEROS. 1988. (1., 1988, Gua.). 1988. Puntos importantes para establecer un programa de inseminación artificial.
Yeri E. Véliz Porrás. Gua., Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia/Universidad de Utrecht. p. 33-40. [Ed. por Carlos E. Saavedra Vélez].
15. McDONALD, L.E. 1983. Reproducción y endocrinología veterinarias. 2 ed. México, Interamericana. p. 253-265.
16. MORROW, D.A. 1999. Bovine estrus synchronyzation. Current Therapy in Theriogenology. USA, p. 158-162.
<http://128.192.20.19/LAM/LM000025.HTM>
17. NALBANDOV, A.V. 1969. Fisiología de la Reproducción. Trad. por Arsenio Frailevovejero. España, Acribia. p. 156-176.
18. NEBEL, R. 1995. Are all heat periods the same?. USA. 1p.
<http://www.ext.vt.edu/news/periodicals/dairy/1995-05/heatper.html>
19. O'CONNOR, M. 1996. Estrus synchronization program for the dairy heard. USA. 10 p. <http://128.118.11.38/ANSC431/LECTURESMOC96.htm>
20. ROCHE, J.F.; MIHM, M.; DISKIN, M.G. 1997. Phisiology and practice of

Induction and control of oestrus in cattle. The Bovine
Practitioner.

(USA). May, 1997, No. 31.2: 4-10.

21. SMIDT, D.; ELLENDORFF, F. 1972. Endocrinología y fisiología
de la
reproducción de los animales zootécnicos. Trad. por
Antonio
Núñez Cachaza. España, Acribia. p. 102-107.
22. SUMANO, H.; CAMBEROS, L. 1997. Farmacología veterinaria.
2ed. México, McGraw-Hill. p. 315-382.

XI. ANEXOS

CUADRO 2. RESULTADOS GLOBALES DE LA EFECTIVIDAD DE PROSTAGLANDINA (PGF_{2α}) DE ACUERDO AL TRATAMIENTO

	No. ANIMALES TRATADOS	No. ANIMALES EN CELO	% DE EFECTIVIDAD
TRATAMIENTO 1	183	114	62.30
TRATAMIENTO 2	46	27	58.70
			3.60*

* No se encontró diferencia estadísticamente significativa ($p > 0.22$)

Observaciones: La diferencia de efectividades entre el tratamiento 1 y el 2 es la resta de los porcentajes de efectividad del tratamiento 1 menos el tratamiento 2.

CUADRO 3. RESPUESTA Y EFECTIVIDAD DE LA PROSTAGLANDINA (PGF_{2α}) POR FINCA

	No. ANIMALES TRAT. 1	No. ANIMALES EN CELO	% DE EFECTIVIDAD	No. ANIMALES TRAT. 2	No. ANIMALES EN CELO	% DE EFECTIVIDAD	DIF. EN EFECTIVIDAD
FINCA 1	136	96	70.58	20	12	60	10.58%
FINCA 2	47	18	38.30	26	15	57.70	19.40%

Observación: No se analizó estadísticamente por no ser objetivo del trabajo.

GRÁFICA 2. CASOS QUE PRESENTARON CELO CON PROSTAGLANDINA



GRÁFICA 3. PORCENTAJE DE EFECTIVIDAD PARA LOS TRATAMIENTOS 1 Y 2

