

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
Escuela de Medicina Veterinaria



**"Comparación del efecto de tres análogos de Prostaglandina F<sub>2</sub>? (*Dinoprost Trometamina, Tiaprost, Cloprostenol*) vía intravulvar, en dosis reducidas, para la inducción del celo en ganado lechero especializado. "**

Luis Eduardo Rojas Gamboa

**Guatemala, Noviembre 2003**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**Escuela de Medicina Veterinaria**

**"Comparación del efecto de tres análogos de Prostaglandina  
F2? (*Dinoprost Trometamina, Tiaprost, Cloprostenol*) vía  
intravulvar, en dosis reducidas,  
para la inducción del celo en ganado  
lechero especializado. "**

**TESIS**

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

**POR**

**LUIS EDUARDO ROJAS GAMBOA**

AL CONFERÍRSELE EL GRADO ACADÉMICO DE

**MÉDICO VETERINARIO**

**Guatemala, Noviembre 2003**

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

**DECANO: DR. M.V. MARIO ESTUARDO LLERENA Q.**  
**SECRETARIA: DRA. M.V. BEATRIZ SANTIZO**  
**VOCAL PRIMERO: LIC. CARLOS SAAVEDRA VELEZ**  
**VOCAL SEGUNDO: DR. M.V. MSC FREDY ROLANDO GONZÁLEZ**  
**VOCAL TERCERO: DR. M.V. EDGAR BAILEY**  
**VOCAL CUARTO: BR. JUAN PABLO NAJERA**  
**VOCAL QUINTO: BR. LUZ GARCÍA**

**ASESORES**

**DR. M.V. MSC. FREDY R. GONZÁLEZ**  
**DR. M.V. SERGIO VÉLIZ LEMUS**  
**DR. M.V. LEONIDAS ÁVILA PALMA**

## **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 del efecto de tres análogos de Prostaglandina F<sub>2</sub>? (*Dinoprost Trometamina, Tiaprost, Cloprostenol*) vía intravulvar, en dosis reducidas, para la inducción del celo en ganado lechero especializado."**

COMO REQUISITO PREVIO PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE

**MÉDICO VETERINARIO**

## **TESIS QUE DEDICO**

**A Dios todopoderoso quien me ha guiado desde siempre.**

**A mi padre, Víctor Julio Rojas, quien me brindó su apoyo para el estudio durante toda mi carrera.**

**A mi madre, María Cristina Gamboa, por su guía y apoyo espiritual en todo momento, pese a estar lejos del hogar.**

**A mis hermanos, Jovel y Ana, por el apoyo y la ayuda, para continuar con la carrera.**

**A Silvia, mi novia, quien me brindó todo su apoyo y amor, en los últimos años de carrera, pese a la distancia.**

**Y a todos mis conocidos y amigos de Guatemala, quienes me permitieron ser parte de su vida y tener a su patria como un segundo hogar.**

## **AGRADECIMIENTO**

Por este medio deseo enviar un cordial agradecimiento a mis asesores y amigos, Fredy, Sergio y Leonidas; por su apoyo para lograr mi graduación y por una gran amistad forjada desde el tiempo de estudiante.

Además aprovecho para agradecer al Ing. Manuel Marroquín de la Finca Pasajinak, quien permitió la realización de esta investigación, junto al personal de finca.

Al Dr. Yeri Véliz, por su apoyo y donación para la realización de esta tesis.

Y a todos los docentes, estudiantes, compañeros y amigos, que por una u otra razón, estuvieron involucrados en la realización de la misma.

# INDICE

<b>I. Introducción.</b>	1
<b>II. Hipótesis.</b>	2
<b>III. Objetivos</b>	3
<b>3.1 Objetivo General</b>	3
<b>3.2 Objetivos Específicos</b>	3
<b>IV. Revisión de Literatura</b>	4
4.1 La Reproducción y Factores que la afectan	4
4.1.1 Pubertad	4
4.1.2 Ciclo Estral	5
4.1.3 La importancia de la detección del celo	7
4.1.4 Signos externos del celo	8
4.1.5 Factores que influyen en la detección del estro	10
4.1.6 Consejos sobre la detección del celo	13
4.2 Requerimientos de manejo	14
4.2.1 Nutrición	14
4.2.2 Salud del hato	14
4.2.3 Facilidades de manejo	15
4.3 Prostaglandinas y su efecto sobre la reproducción	15
4.3.1 Biosíntesis	18
4.3.2 Mecanismo de acción	21
4.3.3 Metabolismo	23
4.3.4 Acciones fisiológicas de la prostaglandina F2?	23
4.3.5 Sistema Reproductor y las prostaglandinas	24
4.3.6 Toxicidad	25
4.3.7 Inducción al celo	25

4.4 DINOPROST TROMETAMINA	26
4.4.1 Descripción	26
4.4.2 Actividad biológica normal	27
4.4.3 Fórmula	28
4.4.4 Indicaciones	28
4.4.5 Metabolismo	29
4.4.6 Precauciones	29
4.4.7 Advertencias	29
4.4.8 Reacciones adversas	30
4.4.9 Dosificación y administración	30
4.4.10 Inducción al celo	30
4.5 TIAPROST TROMETAMOL	30
4.5.1 Descripción	30
4.5.2 Composición (sustancia activa)	30
4.5.3 Campos de aplicación	30
4.5.4 Contraindicaciones	30
4.5.5 Efectos secundarios	31
4.5.6 Instrucciones para dosificación	31
4.5.7 Modo y Duración de la administración	31
4.5.8 Indicaciones de uso	31
4.5.9 Advertencias	31
4.6 CLOPROSTENOL	32
4.6.1 Composición	32
4.6.2 Mecanismo de acción	32
4.6.3 Indicaciones	32
4.6.4 Toxicidad	32
4.6.5 Contraindicaciones	33
4.6.6 Precauciones	33

4.7 Programas de sincronización de celo para ganado lechero.	34
4.7.1 Drogas disponibles	34
4.7.2 Esquemas de sincronización	35
4.7.2.1 Programa I	35
4.7.2.2 Programa II	36
4.7.2.3 Programa II A	36
4.7.2.4 Programa III	37
4.7.2.5 Programa IV	38
4.7.2.6 Programa V	38
4.7.2.7 Programa VI	38
4.7.2.8 Programa de dosis reducidas vía Intravulvo-submuosa vaginal	39
<b>4.8 Puerperio</b>	40
4.8.1 Involución Uterina	40
4.8.2 Funcionamiento Ovárico	40
4.8.3 Rendimiento Reproductivo	40
4.8.4 Fecundidad General	41
<b>V. Materiales y Métodos.</b>	42
5. 1. Materiales	42
5.1.1 Recursos Humanos	42
5.1.2 Recursos de Campo	42
5.2.3 Recursos Biológicos	42
5. 2. Metodología:	43
5.2.1 Localización y características del área de estudio	43
5.2.2 Metodología	44
5.2.3 Diseño Estadístico	45
5.2.3.1 Variables	45
5.2.3.2 Análisis Estadístico	45

<b>VI. Resultados y Discusión</b>	46
<b>VII. Conclusiones</b>	49
<b>VIII. Recomendaciones</b>	50
<b>IX. Resumen</b>	51
<b>X. Bibliografía</b>	52
<b>XI. Anexos</b>	56
11.1 Cuadro 1	57
11.2 Cuadro 2	57
11.3 Cuadro 3	58
11.4 Cuadro 4	58
11.5 Cuadro 5	59
11.6 Cuadro 6	59
11.7 Cuadro 7	60
11.8 Cuadro 8	60
11.9 Figura 1	61
11.10 Figura 2	62

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

1. Cuadro 1	57
2. Cuadro 2	57
3. Cuadro 3	58
4. Cuadro 4	58
5. Cuadro 5	59
6. Cuadro 6	59
7. Cuadro 7	60
8. Cuadro 8	60
9. Figura 1	61
10. Figura 2	62

# I. INTRODUCCIÓN.

Ante las actuales tendencias de mejoramiento genético en los hatos productivos, las técnicas biotecnológicas, y dentro de ellas las prácticas de inseminación artificial, han ido evolucionando con el tiempo, de ahí la necesidad de investigar en técnicas farmacológicas de fácil realización, bajo costo y resultados confiables.

Por tal razón se realizó esta investigación, en la cual se evaluó la utilización de prostaglandina F<sub>2</sub>, por vía intravulvar a dosis reducidas, con la finalidad de la inducción de celo, para una posterior inseminación artificial.

La principal ventaja de la utilización de esta vía es que hay una reducción, a la mitad, de la cantidad de producto utilizado, por ende una reducción en los costos. Además de que es menor la manipulación de los animales, reduciéndose el estrés, lo cual reduciría el impacto en la producción láctea.

## II. HIPÓTESIS.

Demostrar si existe diferencia en la efectividad de tres análogos de Prostaglandina F<sub>2</sub>, en la inducción del celo.

## III. OBJETIVOS

### 3. 1. Objetivo General.

- ? Contribuir al estudio de la terapéutica hormonal en el ganado lechero especializado.

### 3.2. Objetivos Específicos.

- ? Comparar la eficacia de tres análogos de Prostaglandina F<sub>2</sub>, vía intravulvar, en dosis reducidas, para inducir el celo.
- ? Evaluar el efecto sobre el porcentaje de preñez, posterior a la inducción del celo, con la aplicación de dosis reducidas de Prostaglandina F<sub>2</sub>.

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1 La Reproducción y Factores que la afectan.

#### 4.1.1 Pubertad

Una vaquillona alcanza la pubertad cuando exhibe conducta sexual normal y la ovulación se da por primera vez. Al iniciar la pubertad, las hormonas proteicas que actúan directamente sobre los ovarios, son secretadas por la glándula hipófisis anterior. Simultáneamente, los ovarios llegan a ser capaces de responder a estas hormonas, denominadas gonadotropinas hipofisarias (LH y FSH). En este momento los ovarios logran la maduración de sus estructuras y se da la producción de estrógenos y progesterona, las cuales son los responsables del desarrollo folicular, la regulación del ciclo estral y las características sexuales primarias (1,2,3,5,6,12,13,16,17,20,21).

La pubertad está relacionada más estrechamente con el peso corporal que con la edad. Las vaquillonas o novillas lecheras alcanzan la pubertad cuando el peso corporal es del 30 – 40% del peso adulto promedio. Si se ve retrasado en el desarrollo por baja en la alimentación, enfermedades o parásitos, se observa un retraso en la presentación de la pubertad (1,2,3,5,6,12,13,16,17,20,21).

Las novillas se deben de servir a los 15 meses de edad, ya que a esta edad, se espera que bajo condiciones adecuadas, ya han alcanzado el peso y tamaño deseado que les permitirá evitar cualquier problema al parto.

**Fig 1:**El peso recomendado por para el servicio de vaquillonas, según la raza.

Raza	Peso Lb	Edad en meses promedio	Cintura torácica pulg.
Jersey	500 – 600	8	58 – 60
Ayrshire – Guernsey	650 – 700	---	61 – 63
Suizas – Holstein	750 – 800	11	64 – 66

(1,2,3,5,6,12,13,16,17,20,21).

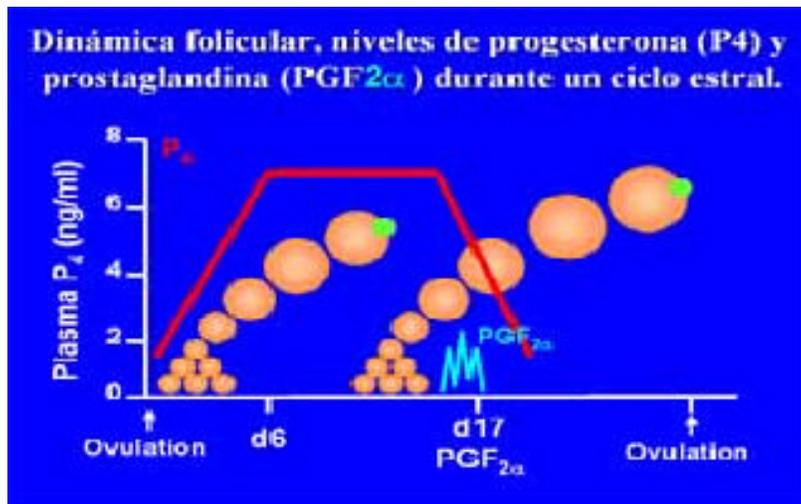
#### 4.1.2 Ciclo Estral

En casos de ausencia de preñez, las novillas y vacas ciclan regularmente cada 21 días en promedio (rango 18 – 24 días). Posterior al amamantamiento, las vacas no presentan celo en un período normal de 20 – 30 días.

El ciclo estral es el resultado de una compleja interacción entre hormonas endócrinas.

El ciclo estral se divide en 4 fases Proestro (2 días), Estro (1 día), Metaestro (3 días) y Diestro (14 días). El Proestro es el estadio en el cual los folículos presentan su crecimiento final y se inicia la secreción de estrógenos, permitiendo, la iniciación de los signos externos del celo el cual dura 12 horas; posteriormente se da la ovulación, marcando al iniciación del metaestro, que es el estadio en el cual se forma el cuerpo lúteo; en la cavidad que dejó el óvulo al salir del ovario. El cuerpo amarillo o lúteo secreta progesterona durante el diestro y mantiene la preñez, cuando el animal concibe. En el caso de que no quedase preñado el animal, el cuerpo lúteo se involuciona en el proestro, iniciándose de nuevo el ciclo (1,2,3,5,6,12,13,16,17,20,21).

El folículo que contiene el óvulo comienza a desarrollarse unos días antes del día "0", durante su desarrollo comienza a producir estrógenos. Los niveles máximos de estrógenos se alcanzan en el día "0" o sea el primer día del celo. Al día siguiente, día "1" ocurre la ovulación, al romperse el folículo durante la liberación del óvulo, ocurre una microhemorragia que llena el espacio ocupado por el óvulo, denominándosele cuerpo hemorrágico. A los pocos días este cuerpo hemorrágico cambia su estructura, formándose el cuerpo amarillo o cuerpo lúteo, el cual produce las cantidades necesarias de progesterona para mantener la preñez. Unos días antes del próximo celo, alrededor del día 17 del ciclo las prostaglandinas, se encargan de involucionar el cuerpo lúteo, provocando una baja en la concentración sérica de progesterona; lo que permite la maduración de un nuevo folículo (1,2,3,5,6,12,13,16,17,20,21,22).



**Fig 2.** Dinámica folicular de los niveles de progesterona y prostaglandina durante el ciclo estral en bovinos (21).

En algunos casos este ciclo se interrumpe, cuando la vaca es inseminada y ocurre la fecundación, siendo el embrión el que impide la producción de prostaglandinas, por lo cual no hay involución del cuerpo lúteo, garantizando, así los niveles adecuados de progesterona hasta el final de la preñez (21).

Hay algunas ocasiones en las que ocurre una interrupción indeseada del ciclo, como en el caso de las infecciones uterinas o reabsorción embrionaria. Normalmente, después del parto, ocurre un primer celo, si embargo en este período la involución del útero no es total, manteniéndose aún inflamado, no hay producción de prostaglandinas y el cuerpo lúteo que se forma en este momento permanece produciendo progesterona por un largo período, impidiendo que ocurran nuevos celos (21).

Otros casos donde se interrumpe el ciclo son debido a factores nutricionales; cuando se mantiene una nutrición inadecuada, por debajo de los valores mínimos de mantenimiento; el organismo suspende todas las funciones reproductivas, en estos casos encontramos ovarios estáticos, pequeños y no presenta ninguna estructura. Solamente una nutrición adecuada puede reestablecer la actividad ovárica (21).

El cuerpo lúteo es sensible a la prostaglandina F2? exógena desde el día 6 hasta el día 17 siendo refractario durante los días 0 – 6, período en el cual se está desarrollando el folículo y del 17 – 21 porque ya se ha liberado la prostaglandina F2? endometrial (21).

Las hembras bovinas normalmente empiezan a ciclar entre los 12 – 24 meses. La nutrición juega aquí un papel fundamental, ya que novillas con una deficiente nutrición pueden tardar hasta 3 años en presentar el celo por primera vez (21).

#### 4.1.3 La importancia de la detección del celo

EL celo se puede definir como el período en que la hembra acepta al macho. Para ayudar al macho para saber cuando está dispuesta a aceptar la monta, ésta secreta las ferormonas, las cuales pueden ser olfateadas por el macho a distancias considerables, además de presentar los signos característicos del celo. Hacia el final del celo las vacas se vuelven a comportar más tranquilas, ya no aceptan la monta, y desaparecen los signos característicos del celo. Al día siguiente se da la ovulación, en algunos casos puede, presentar un leve sangrado, pero es normal (21).

Para lograr que un sistema de inseminación artificial en ganado, sea eficaz y satisfactorio, es de suma importancia la detección oportuna del celo, ya que una buena detección permite reducir o evitar los períodos no productivos de los animales. Una inadecuada detección del celo permite la pérdida de oportunidades para la preñez de los animales, provocando una baja en la tasa de preñez de las vacas y novillas, lo cual se traduce en el incremento de los días abiertos. Se ha estimado que se producen pérdidas diarias de \$ 2 – \$ 4, cuando los intervalos de preñez exceden los 12.5 meses. Para lograr mantener los 12.5 meses de intervalo de preñez, se debe de preñar a los 100 días posteriores del parto (1,2,3,5,6,12,13,16,17,20,21).

#### 4.1.4 Signos externos del celo

El estro es la etapa del período sexual en la cual la vaca es receptiva, normalmente ocurre de cada 18 a 24 días en novillas o vacas no gestantes. Los signos de esta etapa se pueden clasificar en 3 etapas:

Signos Primarios	Signos		Misceláneos
	Conducta	Secundarios Físicos	
Inmóvil mientras Es montada por otras	Bramido	Vulva edematizada	Pérdida del apetito
	Monta	Moco transparente	Micción frecuente
	Lameteo	Abrasiones en las caderas	Baja en la Producción láctea
	Olfatea	Pérdida de pelo en vulva	
	Persigue		
	Barbilla sobre otras		
	Incremento actividad		

**Fig. 3:** Signos Externos del celo (1,2,3,5,6,12,13,16,17,20,21).

Los signos primarios dependen de que el animal se encuentre estático, mientras es montado por otra hembra o un macho. La duración del celo y de permanecer inmóvil, es muy variable según el animal, pudiendo durar desde 6 hasta 24 horas; siendo el promedio de duración del celo 16 horas (1,2,3,5,6,12,13,16,17,20,21).

Los signos secundarios no son signos definitivos de calor o estro, pero pueden llegar a determinar cuando los animales están cerca de la aparición del celo (1,2,3,5,6,12,13,16,17,20,21).

Signos secundarios de comportamiento: Entre los primeros signos de cambio de comportamiento, cuando una vaca o novilla se encuentra en celo o iniciándolo, es el incremento en la actividad, solo es observado con mucha consistencia y colocando mucha atención a cada uno de los animales. Es normal observar muchas vacas o novillas que caminan alrededor del perímetro de los potreros, dando la impresión que buscan a otros animales (1,2,3,5,6,12,13,16,17,20,21).

Pueden ocurrir varios tipos de interacción entre los animales próximos al celo, además del cambio de comportamiento, se observa que golpean su cabeza con la de otras hembras, inicia a olfatear, lamer o colocar su maxilar sobre el lomo de otras, inicia a montar al resto de hembras en celo. Muchos de estos comportamientos se presentan durante las diferentes etapas del ciclo estral, pero se incrementan o se vuelven más obvias durante el estro; debiéndose, principalmente a la alta producción de feromonas. Un comportamiento muy característico es que una vaca o novilla, luego de oler una vulva o la orina de otra, presenta la postura o reflejo de Flehmen (levantamiento e inversión del morro), semejante al comportamiento que tomaría el toro en una situación semejante (1,2,3,5,6,12,13,16,17,20,21).

Algunos animales en estro pueden interactuar entre ellos rodeándose en círculos y descansando la mandíbula inferior sobre el otro animal, la cabeza queda colocada sobre el lomo o sobre la inserción de la cola, del animal receptivo. Este comportamiento puede, o no, dar pie para que sea montada la hembra receptiva. El animal que monta puede estar en celo, en las etapas finales del mismo, o recién lo acaba de pasar. Si el animal receptivo se queda quieto mientras lo montan, es porque se encuentra en celo; pero en el caso contrario si trata de escapar, es porque aún no está en celo (1,2,3,5,6,12,13,16,17,20,21).

Cuando se encuentran dos o más hembras en celo o cercano a éste, se les denomina como "el grupo sexualmente activo". Los miembros de este grupo se observarán interactuando entre ellas durante el día y la noche (1,2,3,5,6,12,13,16,17,20,21).

Signos secundarios físicos: estos signos evidencian que una hembra se encuentra o se encontró en celo, ya que se observan abrasiones en la cadera y el pelo de la base de la cola está despeinado o desordenado. También se puede observar, en las hembras en celo, una vulva edematizada y la producción de un moco abundante, transparente y cristalino (1,2,3,5,6,12,13,16,17,20,21).

Los signos misceláneos del celo bovino complementan a los signos primarios y secundarios, pero no se presentan con la misma regularidad y su observación es un poco más difícil, que los dos anteriores. Entre ellos se encuentra la baja en la producción láctea, reducción del consumo de alimento e incremento en la micción, por lo que se recomienda una cuidadosa observación de estos signos, ya que pueden ser síntomas de patologías comunes en las explotaciones. Otro signo importante que se presenta es una leve hemorragia en el metaestro, la cual es una leve descarga de sangre fresca, a través de la vulva, lo cual ocurre de 1 – 3 días posteriores al celo. Cuando esto sucede es muy tarde para intentar preñar al animal, ya que sucede con frecuencia cuando los animales presentan celos silenciosos o indetectables, por lo que se sospecha que el ciclo estral de estas hembras es de 17 – 19 días (1,2,3,5,6,12,13,16,17,20,21).

#### 4.1.5 Factores que influyen en la detección del estro

Existe gran cantidad de factores que complican o imposibilitan la detección del celo

##### 4.1.5.1- Identificación:

Un exacto y completo registro es esencial para que la detección de celos llegue a ser eficaz. Una identificación apropiada de las vacas en estro puede asegurar la exactitud de un buen registro, entre ellos los marcajes temporales de las vacas o novillas en celo.

##### 4.1.5.2- Momento de la observación visual:

Se recomienda la observación del celo dos a tres veces al día, durante períodos de 30 minutos, ya que las vacas no entran en celo de forma uniforme. Las observaciones del celo no se recomiendan mientras comen o se encuentren en las salas de ordeños, ya que la posibilidad de interacción entre las vacas se reduce. Principalmente se recomienda la observación a la hora de la salida del sol y al anochecer, ya que son los momentos de mayor actividad sexual de los animales, pero en cada granja o finca es variable.

#### 4.1.5.3 - Ayudas para la detección:

Las ayudas diagnósticas físicas facilitan la detección del celo, como los parches con tinta que se colocan en la base de la cola, los cuales cuando la vaca es montada por alguna compañera, se rompe la cápsula de pintura del parche, virando de color y anunciando el inicio del celo. Otra forma es la colocación de pintura de aceite sobre la cola de las vacas, ya que por la monta de arranca el pelo y por ende la pintura. Una posibilidad, puede ser el uso de vacas con testosterona o los machos desviados. Debe recordarse y dar énfasis que las ayudas son complementarias a las observaciones diarias (1,2,3,5,6,12,13,16,17,20,21).

#### 4.1.5.4 - Condiciones del albergue:

Las instalaciones pueden afectar la detección del celo, por lo que es importante la provisión de áreas sombreadas y protegidas del viento excesivo, ya que la exposición constante a climas adversos o extremos disminuye la actividad estral de la mayoría de vacas y novillas.

Un buen piso puede ayudar a mejorar la detección del celo, ya que ciertos estudios demostraron (Britt, Carolina del Norte) que la duración del celo y del total de monta de vacas en piso de tierra aumentó considerablemente, en comparación con las que se encontraba en piso de concreto; ya que este último, presenta la deficiencia que en áreas de tránsito, normalmente, si no posee una buena canalización, se vuelve resbaloso e inseguro para los animales, por lo que se disminuye la posibilidad de observar los celos en condiciones no aptas de las instalaciones (1,2,3,5,6,12,13,16,17,20,21).

Otro factor que puede llegar a afectar el éxito de la detección de celo es una cantidad alta de animales en celo al mismo tiempo, ya que un incremento del número de vacas en celo, incrementará el número total de interacciones entre vacas, así mejorará la oportunidad de detectar cada vaca individual en celo. Por medio de las Prostaglandinas, los productores pueden lograr la sincronización del celo y tener varias vacas listas para servicio (1,2,3,5,6,12,13,16,17,20,21).

Un factor determinante, no solo para la presentación del celo, sino que para todo el funcionamiento hormonal del ciclo estral, es una nutrición balanceada para todas las necesidades de mantenimiento, reproducción y producción (1,2,3,5,6,12,13,16,17,20,21).

Las vacas que llegan a desarrollar quistes ováricos pueden presentar un comportamiento sexual; semejante a las vacas en celo, lo que se puede confundir con estros normales. El chequeo por parte del Médico Veterinario permite detectar los potenciales padecimientos de enfermedades que afecten la presentación del celo (1,2,3,5,6,12,13,16,17,20,21).

Además muchas vacas posparto tendrán uno o dos celos con ovulaciones silenciosas, estos celos presentan una función ovárica normal (hay ovulación), pero no se da la presentación del celo como tal (1,2,3,5,6,12,13,16,17,20,21).

A modo de resumen podemos concluir:

- El uso de un empleado responsable de la detección de los celos.
- Un programa de inseminación artificial es exitoso, si la detección de celos es eficaz.
- Cuando el intervalo de partos por vaca es superior a los 12.5 meses, los costos por vaca puede ser alrededor de \$ 2 - \$4 diarios por animal.
- La longitud del celo bovino se encuentra entre los 18 – 24 días, siendo el promedio de 21 días.
- El principal signo de celo en las hembras, es cuando permanecen inmóviles cuando son montadas por una compañera o un toro desviado.
- La duración del celo oscila entre 12 – 16 horas.
- La provisión de un buen piso, permitirá una mayor actividad a la hora del celo.
- Las observaciones diarias deben de ser de 2 a 3, y por períodos de 30 minutos cada uno.
- La mayoría de vacas se deben de iniciar a observar a los 50 días posparto

(1,2,3,5,6,12,13,16,17,20,21).

#### 4.1.6 Consejos sobre la detección del celo

Además de la estricta observación de los celos existen algunas técnicas o métodos que permiten maximizar la identificación de los celos.

- Anticipar los celos con base en los registros, ya que por medio de una recopilación fiel de la información, los registros permiten proyectar cuando presentarán celo las vacas.
- Marcadores "Chin Ball" los cuales son marcadores de tinta que se colocan bajo el cuello de toros desviados quirúrgicamente o toros marcadores, dejando marcas de tinta en el lomo de las hembras en celo que se dejan montar.
- Entre algunas técnicas existentes se encuentra la prueba de progesterona en leche o suero, el cual permite confirmar las sospechas de animales individuales, ya que el uso de este método se puede utilizar en conjunto con los registros individuales de los animales. La sencillez de esta prueba radica en que si el resultado brinda una concentración alta de progesterona, indica que la vaca aún no está en celo; pero en el caso contrario si la cantidad de progesterona es baja, se puede pensar en que la vaca posiblemente está en celo.
- Como antes hemos mencionado una opción muy viable, con la que se cuenta en estos días, es la sincronización del celo. Uno de los productos más recomendados son las Prostaglandinas (1,2,3,5,6,12,13,16,17,20,21).

#### **4.2 Requerimientos de manejo**

Los requerimientos necesarios para un programa de sincronización de celo son similares a los requerimientos para un buen manejo reproductivo.

#### 4.2.1 Nutrición:

El hato deberá de estar en buena condición corporal y bajo un sistema de alimentación que cubra sus necesidades de crecimiento y mantenimiento. El balance de la ración debe de estar equilibrado, incluso el consumo de minerales y vitaminas (1,2,3,5,6,12,13,16,17,20,21).

El hato debe de estar alrededor de los 13 – 14 meses de edad y con un peso similar a las 550 – 800 libras de peso corporal, dependiendo de la raza (1,2,3,5,6,12,13,16,17,20,21).

**Fig. 4:** Pesos recomendados por raza para 1era inseminación y parto (1,2,3,5,6,12,13,16,17,20,21).

RAZA	1ER INSEMINACIÓN (LBS)	PARTO (LBS)
Ayrshire	650 – 750	1,100
Brown Swiss (Pardo Suizo)	750 – 850	1,200
Guernsey	650 – 750	950
Holstein	750 – 850	1,200
Jersey	550 – 650	900

#### 4.2.2 Salud del hato:

Se recomienda la aplicación de un estricto sistema de prevención de salud en el hato, asegurarse de que la vacunación preventiva se encuentre actualizada, además del control de endo o ectoparásitos. No se recomienda la práctica de medidas preventivas al mismo tiempo de inicio del programa de sincronización e inseminación artificial, ya que los resultados pueden presentarse muy bajos, con respecto a los esperados (1,2,3,5,6,12,13,16,17,20,21).

Es aconsejable el descanso de las hembras de por lo menos 40 – 60 días posparto, antes del inicio de una nuevo ciclo de sincronización estral. Se debe de revisar el estado de salud y grado de involución uterina de hembras recién paridas, de cada una de las hembras que se introducirán dentro del programa de sincronización. Hay que poner mayor énfasis en

las hembras a las cuales se presentaron complicaciones a la hora del parto (distocias) o bien retención de placenta (1,2,3,5,6,12,13,16,17,20,21).

#### 4.2.3 Facilidades de manejo:

El manejo eficiente necesita ser elaborado por medio de la experiencia adquirida, ya que se debe adecuar a la cantidad de animales del hato. Se pretende tener algunas áreas tranquilas, libres de ruidos o molestias externas, y utilizarlas como salas de parto. Estos lugares protegidos permitirán evitar el estrés de los animales por las inclemencias del tiempo o por el manejo excesivo. Además servirán como lugares para la inseminación, los cuales permitirán proteger el equipo y el semen (1,2,3,5,6,12,13,16,17,20,21).

### **4.3 Prostaglandinas y su efecto sobre la reproducción**

Las prostaglandinas son una serie de sustancias de origen lipóide, presentes de forma natural, en casi todos los tejidos de los animales superiores. Fueron descubiertas por Von Euler en 1934 (10).

Químicamente son ácidos grasos poliinsaturados de 20 átomos de carbonos. Constan de un núcleo común, que contiene un anillo de ciclopentano al que están unidas dos cadenas laterales de 7 y 8 átomos de carbono, localizándose el grupo carboxílico en el carbono terminal de la primera cadena (10).

Dependiendo de la estructura del anillo de ciclopentano, las prostaglandinas se clasifican en diversas clases designadas por medio de las letras: A, B, C, D, E y F (10).

El número de dobles enlaces presentes en las cadenas laterales caracteriza las subclases de prostaglandinas, denominadas con los subíndices 1, 2 y 3. Las letras griegas alfa y beta, indican la dirección espacial del radical hidroxilo del átomo del carbono 9 del anillo ciclopentano. La forma natural es la alfa. Las prostaglandinas más frecuentes en estado natural son las E<sub>1</sub> y la F<sub>2</sub>, a las cuales se les denomina prostaglandinas primarias. La más utilizada en la medicina Veterinaria es la PG F<sub>2</sub> (10).

A partir de esta molécula, por medio de modificaciones de las cadenas laterales, se obtienen los compuestos análogos que se diferencian de la molécula primitiva para sus propiedades biológicas: potencia, vida media, especificidad tisular y efectos colaterales. Los prostanoideos más comercializados a nivel mundial son: El Dinoprost, el Cloprostenol, el Luprostiol, el Tiaprost, el Alfaprostol, el Etiproston y el Fenprostol (10).

Casi todas las células de los vertebrados son capaces de sintetizar prostaglandinas a partir de los ácidos grasos que forman parte de los fosfolípidos de la membrana celular. La biosíntesis está mediada por una fosfolipasa (A2) que libera los ácidos grasos de la membrana celular y por medio de la enzima ciclooxigenasa, se da la síntesis de unos compuestos simples llamados endoperóxidos cíclicos. A partir de estos últimos, con la mediación de diversas enzimas, se da la formación de las diversas prostaglandinas (10).

Las prostaglandinas primarias poseen una vida media muy corta, desaparecen de la circulación sanguínea en menos de un minuto. Se metabolizan, principalmente en el pulmón y en menor proporción en el hígado y en el riñón. Su excreción es por medio de la orina (10).

Las prostaglandinas (ácido prostanóico) se forman por transformación de ácidos grasos no saturados, algunas de ellas son investigadas por su papel en la maduración del folículo ovárico, siendo por eso potenciales anticonceptivos naturales, la sustancia original es una mezcla de sustancias lipídicas halladas en semen de carnero y de hombre. Tienen efectos directos en la relajación y estiramiento de músculos lisos no vasculares (útero). El mecanismo por el cual se produce la luteolisis mediada por PGs no se conoce. Pero puede deberse a un efecto local relacionado con la disminución del flujo vascular lúteo o por inhibición directa de la síntesis de la progesterona. Las prostaglandinas tienen un papel activo en identificación de enfermedades de próstata y riñones. Son activas en el asma bronquial, en la ovulación, en artritis, glaucoma y tiene efectos en el sistema inmunológico. La aspirina y la indometacina inhiben la acción de las PG's. Los tromboxanos son prostaglandinas (3,4,7,10,11,14,18,19,20,22).

En 1930 Kurzok y Lieb notificaron que el semen humano producía cierto estado de relajación en algunos segmentos del útero de la mujer si ésta ya había estado embarazada, pero ejercía el efecto contrario en mujeres estériles. Tres años más tarde Ulf y Von Euler, de forma independiente, descubren que estos efectos son debidos a unas sustancias que

llamaron prostaglandinas. Ellos demostraron que ciertas sustancias lipídicas extraídas de las glándulas prostáticas del carnero eran capaces de estimular ciertos músculos lisos no vasculares, las llamaron prostaglandinas porque fueron halladas en el líquido seminal del hombre, secretado por la próstata (10).

Hoy se sabe que estas sustancias se hallan en todos los tejidos de los mamíferos y líquidos biológicos, son halladas en casi todas las células del organismo, a excepción de los glóbulos rojos. Durante tres años fueron olvidadas hasta que en 1960 Bergstrom logró cristalizar las prostaglandinas PGE y PGF. Cinco años más tarde se logró aislar la medulina de la médula renal del conejo, identificada hoy en día como la PGA (3,4,7,10,11,14,18,19,20,22).

Las prostaglandinas naturales o sintéticas se usan para diversos fines y constituyen, hoy en día la terapéutica de primera elección en la mayoría de los animales domésticos para el tratamiento de cualquier anomalía del aparato reproductor que posea un cuerpo lúteo funcional. Para citar ejemplos se utiliza en casos de metritis, endometritis, miometritis, piometra, para finalizar la gestación patológica como en el caso de presencia de fetos momificados o macerados, así como en casos de ovarios con quistes luteinizados (10).

Tal vez el uso más común que se le da a las prostaglandinas es en el tratamiento del subestro o celo no observable (10).

La principal regla a la hora de utilizar PGF2alfa es la presencia de un cuerpo lúteo funcional en alguno de los dos ovarios (3,4,7,10,11,14,18,19,20,22).

#### 4.3.1 Biosíntesis:

Las prostaglandinas son ácidos grasos derivados del ciclopentonato, que se origina a partir de un precursor, ácido araquidónico prostanóico. Este se deriva, a su vez en diversos fosfolípidos, como los de la membrana celular, entre otros (15).

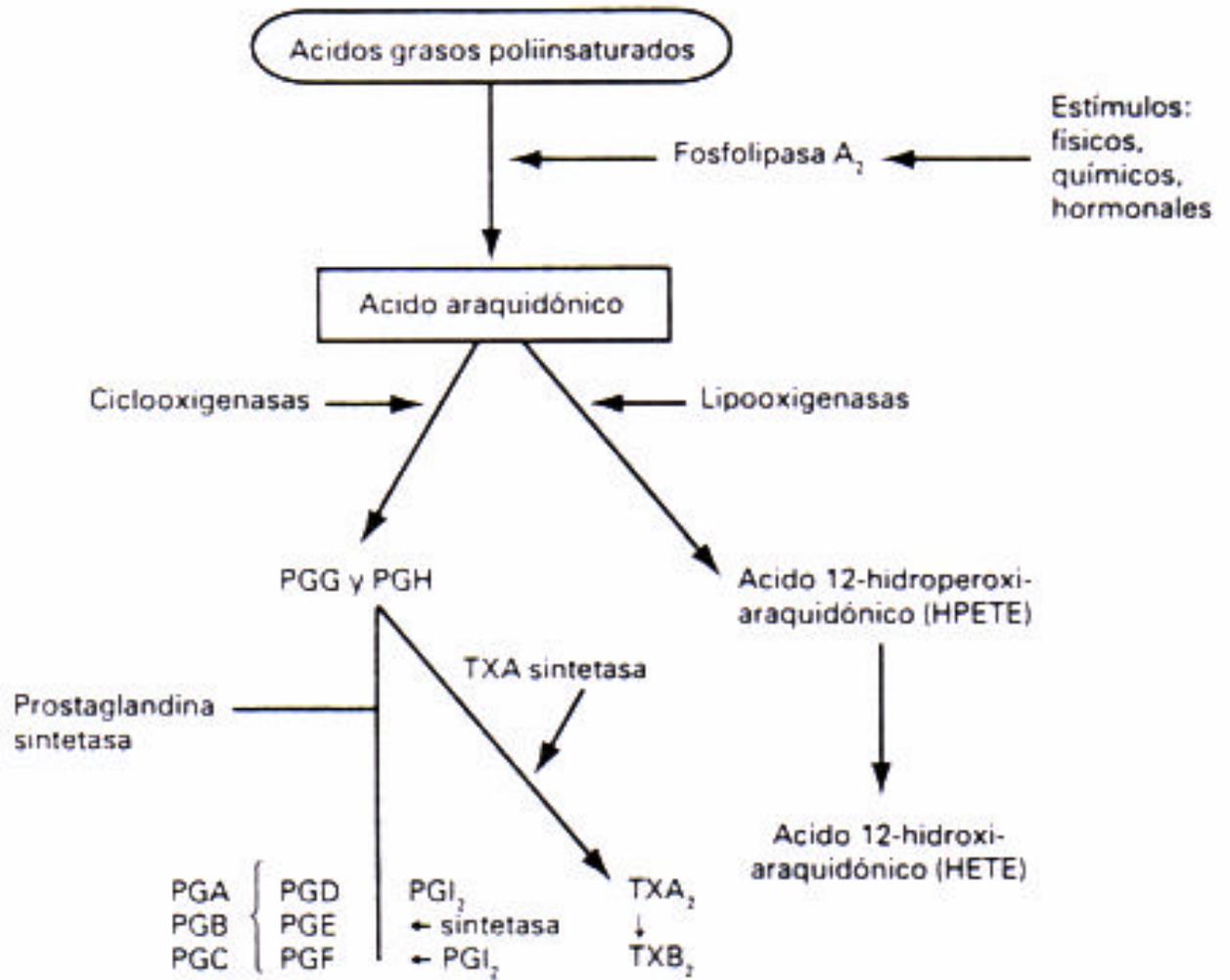
Las prostaglandinas como tal se derivan de diversos estímulos físicos, biológicos, químicos, neuromusculares y hormonales. Dichos estímulos separan las prostaglandinas en dos grandes grupos:

- I. Los derivados de las lipooxigenasas, como el ácido 12-hidroperoxiaraquidónico (HPETE) y su derivado el 12-hidroaraquidónico (HETE), los cuales tiene funciones de orden inmunitario y de activación de macrófagos.
- II. Los derivados de las ciclooxigenasas, que dan lugar a las prostaglandinas de las series E, F, G y H (15).

Las prostaglandinas devienen de ácidos grasos monocarboxílicos insaturados de 20 carbonos, los cuales están formados por dos cadenas y un anillo de cinco carbonos. Las diferentes prostaglandinas se diferencian solamente por pequeños cambios en la metilación u oxidación de sus cadenas carbonadas (15).

Los carbonos se numeran del 1 al 20 comenzando por el grupo carboxilo y terminando por el grupo metilo, por ejemplo; la PGE se diferencia de la PGF únicamente por la presencia de un radical cetónico en el noveno carbono de la PGE, mientras que en la PGF hay un radical hidroxilo en la misma posición. El radical hidroxilo PGF, que es la que según su posición estereoquímica da origen a dos PGFs. La PGE está presente en la naturaleza, y la designación de PGE<sub>1</sub>, PGE<sub>2</sub> y PGE<sub>3</sub>, se refiere únicamente a la presencia de mayor o menor número de enlaces dobles en la cadena lateral alifática (3,4,7,10,11,14,18,19,20,22).

Fig. 5: Biosíntesis de las prostaglandinas (15).



Se cree que la mayoría de los ácidos grasos esenciales que entran en la alimentación son incorporados dentro de los fosfolípidos, después de lo cual, por medio de un estímulo apropiado, la fosfolipasa A es activada trayendo consigo la liberación de los ácidos grasos esenciales, especialmente el ácido araquidónico, hecho que inicia la formación de las Prostaglandinas (3,4,7,10,11,14,18,19,20,22).

En el hombre, el precursor más importante de las prostaglandinas es el ácido araquidónico, el cual se forma del ácido linoléico. El ácido araquidónico es el 5,8,11,14 eicosatetraenoico con dobles enlaces no conjugados. El doble enlace en C<sub>14</sub>. Se forma un ácido que está a una distancia de seis carbonos del Carbono linoléico por elongación e insaturación (3,4,7,10,11,14,18,19,20,22).

Las prostaglandinas de subíndice 1 son sintetizadas a partir del ácido 8,11,14-eicosatrienoico, las de la serie 2 son sintetizadas del ácido 5,8,11,14,17-eicosapentanoico (EPA), el cual se forma –linoléico a partir del ácido (3,4,7,10,11,14,18,19,20,22).

El metabolismo del ácido araquidónico se realiza por un complejo enzimático llamado la PG sintetasa, de localización microsomal, compuesto de una serie de enzimas con actividades diferentes: la peroxidasa, la ciclooxigenasa, la isomerasa, la TXsintetasa y las enzimas desdobladoras. La primera etapa comprende la transformación de los ácidos grasos poliinsaturados gracias a la peroxidasa en hidroperóxidos, los cuales por acción de la ciclooxigenasa se convierten en cíclicos. Es este paso en la formación del de las PGs el que es inhibido por la aspirina y la indometacina. La PGG<sub>2</sub> es convertida en PGH<sub>2</sub>, a partir de la cual se forman la PGE<sub>2</sub>, la PGD<sub>2</sub> y la PGF<sub>2</sub>. Se ha negado que exista en la sangre o en los riñones la PGA<sub>2</sub> y se ha sugerido que su formación a partir de la PGF<sub>2</sub> se realiza solamente durante la extracción de la anterior, por un fenómeno de deshidratación a nivel del carbono 10. Además de las PGs anteriores se han descrito las PGB, C, D, G, H (3,4,7,10,11,14,18,19,20,22).

Se ha demostrado que en las plaquetas las PGG<sub>2</sub> y la PGH<sub>2</sub>, sustancias inestables se convierten por medio de la enzima Tromboxano A<sub>2</sub>, un potente agregante plaquetario y vaso constrictor, el cual a su vez se transforma en el tromboxano B<sub>2</sub>, que es inactivo, pero más estable que el anterior (3,4,7,10,11,14,18,19,20,22).

Ya que las prostaglandinas E y F son metabolizadas rápidamente por el pulmón, por medio de la 15-PG deshidrogenasa, a un producto inactivo el 15 ceto PGEs o PGF, no se puede considerar que estas prostaglandinas primarias puedan ejercer un efecto hormonal. Las PGA y las PGI, compuestos vasodilatadores, escapan al metabolismo pulmonar, por lo cual teóricamente pueden ejercer un papel a distancia. Los metabolitos 15-ceto PGE o PGF son consecutivamente metabolizados al 15-ceto-13, al 14 dihidro PG por medio de una reductasa, para luego ser eliminados por orina como productos derivados de una beta oxidación (3,4,7,10,11,14,18,19,20,22).

#### 4.3.2 Mecanismo de acción:

Las prostaglandinas transmiten su mensaje hormonal por medio del modelo de receptor móvil dentro de la membrana. Se postula que la prostaglandina se acopla a su receptor de la membrana celular, y que induce, en este un cambio electromagnético que le permite desplazarse por en medio de las dos capas de fosfolípidos de la membrana, hasta acoplarse con la enzima adenilciclase, que se encuentra normalmente en la membrana. El complejo formado por la prostaglandina-receptor-adenilciclase induce la activación del AMP cíclico, en un proceso donde se exige el gasto de energía. El AMP cíclico actúa como segundo receptor dentro de la célula, de modo que activa los sistemas enzimáticos de las proteínasas; esto da lugar a la respuesta fisiológica de la célula. Dicha respuesta puede implicar la producción o síntesis de esteroides u hormonas polipeptídicas, alteraciones en la permeabilidad y actividad de la actividad linfocitaria. El efecto del AMP cíclico está limitado por la biotransformación por medio de la enzima fosfodiesterasa en presencia de iones magnesio. Antes de ser biotransformado, el AMP cíclico promueve la liberación de prostaglandina, con lo cual se establece una retroalimentación positiva a nivel celular (15).

La acción de las prostaglandinas está relacionada con cambios en el AMP cíclico; en unos sistemas la misma prostaglandina es capaz de estimular la adenil ciclase, caso en el cual estimula la función celular y en otros es capaz de inhibirla, manifestándose por depresión de sus funciones. La intensidad de acción de diferentes prostaglandinas sobre la adenil ciclase no es igual (3,4,7,10,11,14,18,19,20,22).

Recientemente se demostró que la  $PGI_2$  y el tromboxano  $TXA_2$  tienen un efecto más potente sobre el AMP y el GMP cíclicos que las PGEs. La  $PGI_2$  tiene un efecto más potente sobre la adenil ciclasa de las plaquetas que la PGE1. Existe evidencia que la  $PGI_1$  es la sustancia natural que se une con más avidéz al receptor. El tromboxano A2 es un inhibidor de la formación del AMPc mediado por la PGE1 a nivel de las plaquetas. En vista de que el bloqueo de del tromboxano A2 por el imidazol inhibe, no sólo la lipólisis y la formación del AMPc mediadas por catecolaminas, se ha sugerido que el tromboxano A2 es el punto de unión entre el receptor y la adenil ciclasa (3,4,7,10,11,14,18,19,20,22).

Las prostaglandinas son mediadoras de la transmisión del mensaje que las hormonas tróficas como la LH, la TSH y la ACTH producen sobre las células efectoras. La interacción entre la hormona trófica y los receptores de membrana trae consigo a través de la prostaglandina sintetasa, aumento de la síntesis de las PGs. Estas a su vez probablemente, actuando sobre unos receptores específicos para las prostaglandinas son capaces de activar la formación del AMPc, el cual estimula las funciones celulares. Como puede apreciarse, se introduce en esta hipótesis una variación importante, en desacuerdo con las teorías clásicas, el segundo mensajero no sería el AMPc, sino las prostaglandinas, el nucleótido activo sería el tercer mensajero. Sin embargo llama la atención la inespecificidad de las acciones de las prostaglandinas, las cuales pueden ser activadoras o inhibitorias de la adenil ciclasa, según el caso. Contrariamente a lo que ocurre con otros principios estimulantes de la adenil ciclasa, cuya acción es específica para determinados tejidos y no para otros, como ocurre con la parathormona que aumenta sólo el AMPc en riñón y hueso, las prostaglandinas son capaces de activar la adenil ciclasa de prácticamente todos los tejidos. Para algunos autores la interacción entre las prostaglandinas y el Ampc no indica su mecanismo de acción, el cual aún permanece ignorado. Se ha considerado altamente posible que las prostaglandinas son los mediadores intracelulares a varios estímulos regionales, obteniéndose respuestas específicas según las células y los tejidos (3,4,7,10,11,14,18,19,20,22).

#### 4.3.3 Metabolismo:

Las prostaglandinas se generan virtualmente en todo el organismo y su vida media biológica es corta. La administración de una dosis terapéutica de prostaglandina F<sub>2</sub>?, se elimina por completo a las 6 horas posteriores a la inoculación; es biotransformada en tromboxano y prostacilina; cuya transformación es casi inmediata a nivel cardíaco (15).

#### 4.3.4 Acciones fisiológicas de la prostaglandina F<sub>2</sub>? :

Desde el punto de vista reproductivo esta es la prostaglandina más importante. Antiguamente se especulaba sobre la existencia de un factor uterino que determinara la vida del cuerpo lúteo; hasta que se determinó que era la acción de la prostaglandina F<sub>2</sub>? (15).

Se determinó que la acción de la prostaglandina F<sub>2</sub>? no era por medio de la circulación general, ya que al llegar a pulmones, hígado o bazo se inactivaría la hormona, por lo tanto llegarían cantidades insuficientes de hormona al ovario. Esta dificultad se evita por medio del mecanismo contracorriente, donde la prostaglandina F<sub>2</sub>? pasa del endometrio a la vena uterina y de ésta, por medio de diferencia de concentraciones, pasa a la arteria útero ovárica, que corre paralela a la vena en esta sección (15).

Se sugiere que la acción luteínica es por medio de la reducción de la irrigación del cuerpo lúteo, con lo que interfiere con la afluencia hormonal al mismo, además de la acción lítica, que posee la hormona sobre las células luteínicas (15).

Otras acciones de la prostaglandina F<sub>2</sub>? son la vasoconstricción y broncoconstricción, además que se ha sugerido sobre el incremento de espermatozoides en el eyaculado. Estudios recientes ha permitido demostrar que la motilidad y habilidad de moverse en tracto reproductor femenino, está ligado directamente con la concentración de prostaglandina F<sub>2</sub>? en el semen (15).

#### 4.3.5 Sistema Reprodutor y las prostaglandinas:

Las prostaglandinas más activas en el sistema reproductor femenino son las PGE y las PGF. Durante el mecanismo de acción de las prostaglandinas F2 fase secretora en el folículo de maduración se produce un aumento del estradiol, responsable del aumento de las PGs anteriores, lo cual produce luteolisis y una disminución en la secreción de progesterona. Al mismo tiempo, se observa un aumento en el estradiol, el cual estimula la secreción de la LH, produciéndose la ovulación. Esta elevación de la hormona luteotrófica aumenta ulteriormente a su vez, la secreción de PGs. Como evidencia importante de que el pico ovulatorio de la LH y la luteolisis están mediadas por PGs está el hecho de que la aspirina y la indometacina inhiben la ovulación. El mecanismo por el cual se produce la luteolisis mediada por PGs no se conoce. Pero puede deberse a un efecto local relacionado con la disminución del flujo vascular lúteo o por inhibición directa de la síntesis de la progesterona (3,4,7,10,11,14,18,19,20,22).

Existe alguna evidencia de que la acción luteolítica de las prostaglandinas puede ser mediada por el eje hipotálamo-hipofisario (15).

Parto y PGs .- La PGF<sub>2</sub> desempeña un papel importante en el parto, no sólo por inhibición de la secreción de progesterona, hormona que inhibe la contracción uterina, sino también en forma directa sensibilizando la fibra muscular uterina a la oxitocina y tal vez disminuyendo el flujo vascular a la placenta. La indometacina o la aspirina son capaces de prolongar la duración del parto, tanto en animales como en humanos (3,4,7,10,11,14,18,19,20,22).

En la clínica se han empleado ciertas PGFs para inducir el parto con resultados alentadores, pero no tienen ventaja sobre la oxitocina (15).

También se han empleado estas prostaglandinas para producir aborto con resultados excelentes, usándose, ya sea por vía intravenosa o por administración dentro del líquido amniótico. La indicación precisa de las PGs para producir aborto es en el segundo trimestre del embarazo por inyección intra-amniótica. En el primer trimestre, el curetaje es el método más usado (15).

Las prostaglandinas han sido sugeridas como anticonceptivas (3,4,7,10,11,14,18,19,20,22).

#### 4.3.6 Toxicidad:

Los principales efectos adversos con el uso de las prostaglandinas E2 y F2alfa o 15-metil PGF<sub>2γ</sub> son causados por su acción estimuladora en el músculo liso del tracto digestivo, por lo que se acostumbra administrar conjuntamente algún fármaco antidiarreico y antiemético. Además pueden provocar una leve pirexia la cual es pasajera, que quizá provengan de las acciones de estos compuestos en los centros termorreguladores del hipotálamo. Dosis muy altas de PGF<sub>2γ</sub> pueden causar hipertensión al contraer el músculo liso de los vasos, en tanto que grandes cantidades de PGF<sub>2γ</sub> pueden llegar a originar vasodilatación (8).

#### 4.3.7 Inducción al celo

El ciclo sexual es el intervalo de tiempo entre dos celos consecutivos. El ciclo de la vaca tiene una duración de unos 21 días y suele dividirse teóricamente en dos fases:

- ? Fase luteal, caracterizada por la presencia de cuerpo lúteo y por lo tanto altos niveles plasmáticos de progesterona y
- ? Fase folicular, caracterizada por los crecimientos y maduración de los folículos y en la que aparecen altos niveles de estrógenos en sangre (10).

La aparición cíclica del celo, con sus manifestaciones externas, se debe a la regresión del cuerpo lúteo con disminución de la liberación de progesterona y al aumento consecuente de los niveles plasmáticos de estrógenos que también tiene la misión de provocar la descarga preovulatoria de LH para lograr la rotura del folículo y la liberación del óvulo (10).

En la vaca, al igual que en otras especies, el factor luteolítico más importante es la PGF2 alfa. Sin embargo todavía no está claro el mecanismo íntimo de funcionamiento de esta molécula. El aporte exógeno de PGF2 alfa o sus análogos produce la lisis del cuerpo lúteo cíclico en varias especies, en la yegua y vaca, los prostaniodes son utilizados en animales cíclicos como método efectivo de inducción de celo, con un elevado porcentaje de sincronización cuando se tratan lotes de reproducción. Sin embargo, en la cerda el cuerpo lúteo solo es sensible a las prostaglandinas a partir del día 12 del ciclo lo cual limita su utilización práctica en esta indicación (10).

#### **4.4 DINOPROST TROMETAMINA**

**(Lutalyse<sup>?</sup> Solución estéril )**

##### 4.4.1 Descripción:

Dinoprost Trometamina es una prostaglandina natural (no un sustituto análogo) y forma parte de la familia de las prostaglandinas naturales encontradas en los tejidos de todos los mamíferos estudiados (18).

Dinoprost Trometamina, la prostaglandina natural, es rápidamente asimilada porque cada mecanismo asociado con el metabolismo de las prostaglandinas naturales ya existe; no necesita ser establecido ningún sistema metabólico, de transporte, excretor o de enlace (18).

Dinoprost Trometamina (Prostaglandina F2alfa) puede estimular más que una respuesta parcial en condiciones naturales de reproducción, debido a que posee dos características importantes:

- 1- Actividad Luteolítica
- 2- Actividad oxicítica (18).

Utilizada intramuscularmente para sincronización de partos, celos, para el tratamiento de celos silenciosos y piometra en ganado bovino, para la inducción del aborto en lotes de engorde y otros tipos de hato; para la inducción del parto en cerdas, para regular el control de estro dentro del ciclo normal en yeguas y en hembras con anestros clínicos, que poseen un cuerpo lúteo persistente (18).

Este producto posee Prostaglandina F2alfa (Dinoprost) como la sal de Trometamina.

Cada ml del producto posee el equivalente de 5mg de Dinoprost junto con 9.45mg de alcohol bencílico, como preservante. Cuando es necesario el pH se ha ajustado con hidróxido de sodio o ácido hidrociorhídrico. Dinoprost es un polvo cristalino y blanquecino que es inmediatamente soluble en agua a temperatura ambiente en concentraciones de hasta 200mg/ml (18).

#### 4.4.2 Actividad biológica normal:

Prostaglandinas se producen siempre cerca del órgano blanco de todos los mamíferos. Las prostaglandinas, especialmente la E2 y la F2alfa, han sido demostradas en ciertas especies que:

- 1- Incrementan su concentración, dentro del líquido amniótico, en la placenta materna, miometrio y en la sangre, cerca del momento del parto.
- 2- Estimulan la actividad miometrial.
- 3- Inducen, igualmente, el parto o en su defecto el aborto, principalmente la PGF<sub>2</sub>, la cual se ha demostrado que incrementa en la sangre y en el útero, en niveles semejantes a los registrados en una administración externa con la finalidad de producir luteólisis. También se ha demostrado que cruza por gradientes de concentración desde la vena uterina hasta la arteria ovárica. Se ha logrado registrar cantidades significativas durante el proceso de regresión del cuerpo lúteo en la totalidad de los mamíferos estudiados. Se ha reportado que las prostaglandinas están relacionadas con las hormonas trópicas de la pituitaria. Lo que sugiere que las prostaglandinas, especialmente la E y la F2alfa, están relacionadas con el proceso de ovulación y con el transporte de gametos. Además se tienen

reporte de que la PGF<sub>2</sub>, causa incremento de la presión arterial, broncoconstricción y estimulación del músculo liso en algunas especies (18).

Dinoprost Trometamina se ha administrado a cerdas adultas bajo estricta observación, regulación en consumo de concentrado, determinación de problemas patológicos, cambios de peso, urianálisis, tamaño de los órganos internos y estricta observaciones de cortes histológicos; siguiendo tratamiento de dosis de 10, 30, 50 y 100 mg de Dinoprost administrado intramuscular. Los resultados indicaron que no hay relación con efectos patológicos causados en los animales, relacionados con el tratamiento con Lutalyse, el cual no causa ninguna alteración al animal o a su medio (18).

#### 4.4.3 Fórmula:

Cada ml de Lutalyse contiene:

Dinoprost Trometamina----- 5.0 mg

Alcohol bencílico ----- 9.0 mg

Propilenglicol ----- 1.0 ml (18)

#### 4.4.4 Indicaciones:

Dinoprost Trometamina está indicado para ser utilizado en vacas, yeguas y cerdas:

- 1- Para programar el tiempo del estro y la ovulación en vacas y yeguas con ciclo estral normal.
- 2- Para tratar vacas y yeguas con cuerpo lúteo funcional sin mostrar signos externos del estro (estro silencioso), en vacas y en yeguas con dificultad de cruzamiento.
- 3- Para inducir el aborto en vacas y yeguas.
- 4- Para inducir el parto en vacas y yeguas.
- 5- Para el tratamiento de metritis crónicas y piometra en vacas.
- 6- Para sincronizar el estro en el ganado Bovino.
- 7- Para inducir y sincronizar el parto en las cerdas, por medio de una inyección intramuscular. Dinoprost Trometamina está indicado para la

inducción del parto, aplicado 3 días antes del parto normal. La respuesta al tratamiento varía dependiendo de cada animal, pero el promedio de aplicación es de 2ml intramuscular (10 mg de Dinoprost), dándose los resultados como máximo 30 horas después de la aplicación. También se puede utilizar en casos de que la cerda se atrasó en su parición normal (18).

#### 4.4.5 Metabolismo:

El metabolismo del Dinoprost Trometamina, el cual es una Prostaglandina natural, no son nuevos pues todos los sistemas de metabolismo, transporte y excreción son establecidos por el cuerpo para el metabolismo de las prostaglandinas (18).

#### 4.4.6 Precauciones:

No debe de ser administrado en cerdas en un período mayor de 3 días previos al parto normal, de lo contrario se incrementará la cantidad de neonatos con bajo peso al nacimiento y se incrementará la tasa de muertes postnacimiento.

No aplicar por vía intravenosa.

No se deben de dar tratamientos paralelos con antiinflamatorios no esteroideos (ejemplo la indometacina) ya que pueden inhibir la síntesis de las prostaglandinas (18).

#### 4.4.7 Advertencias:

- Este producto no debe de ser utilizado en humanos.
- Las vacas, yeguas y cerdas destinadas para consumo humano, no deberán sacrificarse dentro de las 48 horas después del último tratamiento.
- No deberá permitirse la administración del producto por parte de personas embarazadas, asmáticas o con problemas respiratorios o bronquiales.
- En caso de que el producto caiga sobre la piel deberá lavarse con agua y jabón el área afectada inmediatamente; ya que el Dinoprost puede ser absorbido por medio de la piel y causar abortos o broncoespasmos (18).

#### 4.4.8 Reacciones adversas:

En la cerda los efectos más frecuentes son descenso de la temperatura corporal, incremento en la frecuencia cardíaca, incremento en la frecuencia respiratoria, eritema y prurito en el área de aplicación, leve incoordinación motora, micción, defecación, espasmos abdominales, movimientos de cola, disnea, incremento en la fonación, salivación (Ptialismo), y en casos de una sobre dosis puede causar vómito. Todos estos efectos adversos son transitorios pueden durar, de 10 minutos hasta 3 horas y no son determinantes en la alteración de la salud del animal (18).

### **4.5 TIAPROST TROMETAMOL**

**(Iliren®)**

#### 4.5.1 Descripción:

Tiaprost Trometamol es una solución inyectable de un derivado sintético de la Prostaglandina F<sub>2</sub>alfa lista para ser empleada (11).

#### 4.5.2 Composición (sustancia activa)

1ml de Iliren contiene 0.196mg de Tiaprost- trometamol, equivalentes a 0.156mg de tiaprost (11).

#### 4.5.3 Campos de aplicación:

Bovinos: subestro y anestro, cuerpos lúteos quísticos y quiste foliculares lúteos, piometra, endometritis crónica, aborto de fetos momificados, interrupción de la preñez, inducción del parto y regulación y sincronización del celo (11).

#### 4.5.4 Contraindicaciones:

Animales preñados, excepto en casos para interrupción de la gestación (11).

#### 4.5.5 Efectos secundarios:

Posterior a la administración de Tiaprost Trometamol, se puede observar aumento en la micción y defecación, leves periodos de inquietud; pero todos estos síntomas son totalmente temporales, ya que desaparecen en un leve período de tiempo (11).

#### 4.5.6 Instrucciones para dosificación:

Bovinos: 3.5ml vía intravenosa (preferentemente).

5ml por vía intramuscular o subcutánea.

#### 4.5.7 Modo y Duración de la administración:

La aplicación idónea del producto es por vía intravenosa, o bien vía intramuscular profunda en la musculatura cervical o glútea.

La administración en el tejido adiposo puede dar lugar a una absorción incompleta.

En algunos casos se recomienda repetir la administración de 10 – 15 días posteriores (11).

#### 4.5.8 Indicaciones de uso:

##### 4.5.8.1 Regulación y sincronización del celo en vacas y vaquillonas:

Conocida la fase del ciclo, la iniciación del celo puede regularse por un solo tratamiento con Tiaprost Trometamol entre los 5 y 16 días del ciclo estral.

#### 4.5.9 Advertencias:

-  Los medicamentos no se pondrán al alcance de los niños.
-  Tiaprost Trometamol se mantendrá aislado de mujeres embarazadas.
-  Se debe de evitar el contacto con el producto a personas asmáticas y pacientes con afecciones respiratorias.
-  En caso de contaminación eventual de la piel, esta se limpiará inmediatamente con agua y jabón (11).

## **4.6 CLOPROSTENOL**

### **(Estrumate®)**

Equivalente a 250mcg. de Cloprostenol sódico por mililitro. Análogo de prostaglandina.

#### 4.6.1 Composición:

Cloprostenol es un análogo sintético de prostaglandina, relacionado estructuralmente con la prostaglandina F<sub>2</sub>. Cada mililitro de producto contiene 263mcg de cloprostenol sódico, que es equivalente a 250mcg de Cloprostenol.

#### 4.6.2 Mecanismo de acción:

El Cloprostenol provoca regresión funcional y estructural del cuerpo lúteo. En animales no preñados y cíclicos, este efecto se observa dos días posteriores al tratamiento. En animales con permanencia del cuerpo lúteo patológicamente, como en el caso de metritis, piometra, momificaciones y quistes ováricos, la involución uterina resulta en la resolución del cuadro patológico (11).

#### 4.6.3 Indicaciones:

De uso intramuscular para la inducción de la luteólisis del cuerpo lúteo. La utilización de este producto permite la manipulación de los ciclos sexuales de los animales (11).

Para casos de celos silenciosos, si existe un cuerpo lúteo presente, el uso de Cloprostenol permite la sincronización de los celos, para que estos puedan ser mejor observados. Luego de la aplicación de este producto, la aparición del celo se espera de 2 – 5 días posteriores, lo cual permite la inseminación artificial posterior.

#### 4.6.4 Toxicidad:

De 50 – 100 veces la dosis terapéutica, se pueden llegar a presentar los primeros síntomas de intoxicación; entre los cuales se puede observar: disnea, baja en la producción láctea (11).

#### 4.6.5 Contraindicaciones:

Es contraindicado el uso en hembras gestantes, a no ser que no sea deseada la gestación.

#### 4.6.6 Precauciones:

El uso de una o múltiples dosis del producto, no posee efecto sobre la fertilidad del hato.

Mujeres embarazadas, personas asmáticas o con problemas bronco – pulmonares, deben de alejarse del producto. El Cloprostenol, como cualquier prostaglandina, se puede absorber por vía transdérmica. Lo cual puede provocar broncoespasmos o abortos.

En caso de contacto accidental, se aconseja lavar con agua y jabón abundantemente (11).

## **4.7 Programas de sincronización de celo para ganado lechero.**

### 4.7.1 Drogas disponibles:

En nuestro medio existe gran cantidad de drogas disponibles para esta finalidad, generalmente, se dividen en dos grandes grupos, las prostaglandinas y los progestágenos. Por fines prácticos, en esta tesis se hará énfasis en los programas de sincronización y sus variables, basados en el uso de las Prostaglandinas.

El ciclo estral es inducido por medio de las prostaglandinas, ya que estas provocan la regresión del cuerpo lúteo, permitiendo el desarrollo y maduración de un nuevo folículo, lo cual se observa por medio de la presentación del celo.

Las prostaglandinas son un grupo de compuestos orgánicos naturales, la droga específica que se utiliza para fines reproductivos es la Prostaglandina F<sub>2</sub>. Que en el mercado se encuentran gran cantidad de productos comerciales de origen sintéticos y naturales. Las prostaglandinas de origen sintético actúan de igual forma que las de origen natural. Las novillas y vacas presentan, normalmente, el celo a los 2 – 5 días posteriores de la aplicación de las prostaglandinas.

Debido a que las prostaglandinas causan regresión del cuerpo lúteo, es lógico que no causen efecto si no existe un cuerpo lúteo presente a la hora de la aplicación. Tampoco poseen efecto de 3-4 días previos al celo, ni en los primeros 5 días posteriores al mismo. El efecto es nulo en novillas en las que no han llegado a la pubertad o en animales que se presenten acíclicos o en anestro.

Se debe de tener mucho cuidado cuando no se conoce realmente el estatus reproductivo del ganado, ya que como inducen la regresión del cuerpo lúteo, pueden provocar aborto en las hembras gestantes. Una palpación general, previa a la aplicación del producto y principalmente a las sospechosas de preñez, es lo más recomendado (5,6,13,14,16,20,22).

#### 4.7.2 Esquemas de sincronización

La sincronización de celos se puede realizar por medio de un gran cantidad de programas; como es lógico, cada programa posee sus ventajas y desventajas. La selección de uno o varios programas para la sincronización de celo en una explotación debe de basarse en los objetivos de la explotación.

Por lo tanto, si se aplica una sola inyección de prostaglandinas exógenas solo actuará sobre el 55% del total de la población (hembras que están entre el día 6 al 17), por lo tanto se aplica una sola dosis y se detecta el celo 5 días después, el 75% manifestarán celo. Este resultado es producto de un 55% de la acción de la prostaglandina F<sub>2</sub> endógena y un 20 – 25% de la exógena (días 17 – 21). El 25% restante no manifestará celo ya que está compuesto de la población refractaria ( 0 – 6 días) (21).

A los 11 – 14 días posteriores de la primera dosis, estas hembras refractarias tendrán un folículo sensible , por lo que se aconseja una segunda aplicación a los 11 –14 días de la primera, por lo que al 100% de las hembras se les lisa el cuerpo lúteo y teniéndose como resultado la presentación del celo del 100% de las hembras sincronizadas (21).

Los siguientes son ejemplos de los programas más comunes utilizados a nivel mundial, los mismos son tan solo guías, pudiéndose mejorar de acuerdo a las necesidades propias.

##### **4.7.2.1 Programa I:**

Aplicación de la prostaglandina al día 1 del programa de sincronización. Se da una segunda aplicación en el día 12 del programa. La observación del celo se iniciará el día 14 (dos días después de la segunda inyección). Se inseminará al presentar celo. La detección del celo se realizará hasta el día 17 (cinco días posteriores a la segunda inyección).

Los animales que posean un cuerpo lúteo maduro se inducirán a la presentación del celo entre el día 2 – 5 posteriores a la inyección de prostaglandinas. Los que no posean un cuerpo lúteo, presentarán un ciclo de forma normal. El cuerpo lúteo podrá formarse durante el período entre la primera y segunda inyección, por lo cual esos animales presentarán el celo 5 días posteriores a la segunda inoculación. Cabe la posibilidad de que a algunos animales no

se les detecte celo y posteriormente no se puedan inseminar por medio de este programa (5,6,13,14,16,20,22).

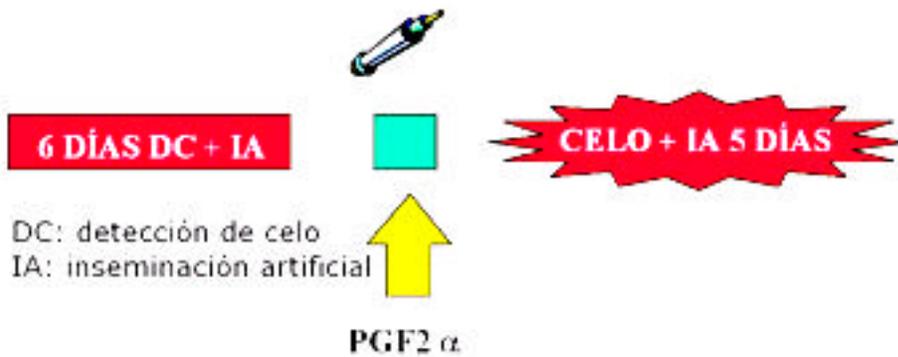


Fig. 6: Esquema Programa I

#### 4.7.2.2 Programa II:

Inyectar todo el hato a inseminar en los días 1 y 12 del programa I, e inseminar a las 72 – 80 horas posteriores. Por medio de este programa todos los animales van a presentar celo. La porción de animales que no pueden ser inseminados en el tiempo ideal, de todos modos no se necesita la observación de celos. El animal que no se observa en celo será inseminado. Este programa es ideal para lugares donde la observación de celos es un serio problema (5,6,13,14,16,20,22).



Fig. 7: Esquema Programa II

**IACD: Inseminación artificial a celo detectado**

#### 4.7.2.3 Programa II A:

La variación de este programa, con respecto al anterior, es que se inseminará a las 72 horas y a las 96 horas posteriores a la segunda inyección. Mayor cantidad de animales lograrán ser preñados con una simple inseminación. Pero la cantidad de semen utilizado será el doble y el costo de operación del manejo del ganado y equipo será del doble (5,6,13,14,16,20,22).

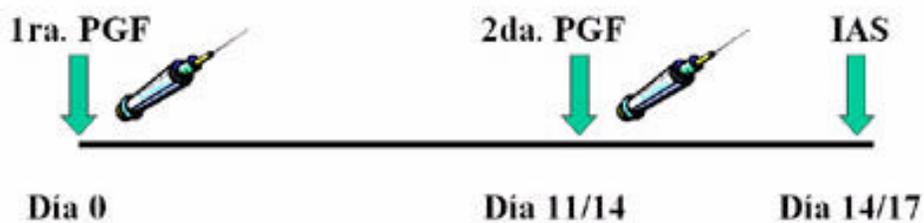


Fig. 8:  
Esquema  
Programa II A.

**IAS: Inseminación artificial sistemática**

#### 4.7.2.4 Programa III:

Es la combinación del programa I y el II. Tomando en cuenta las ventajas de las fortalezas de cada uno para minimizar sus debilidades.

Se inyecta al grupo de animales deseado en el día 1 y en el 12. Luego de la segunda inyección se observa el celo y se inseminan todos los animales que lo presenten dentro de las primeras 80 horas, posteriores a la segunda inyección. Se continúa observando el celo durante 2 días más. Cualquier animal observado en celo será inseminado.

Este programa tiende a maximizar el porcentaje de preñez, dentro del tiempo ideal, garantizando que todos los animales quedarán preñados. El costo asociado con la inseminación podrá incrementarse, si se tiene que inseminar una segunda vez, a los animales que presentan celo después de las 80 horas. Idealmente los porcentajes de preñez se verán maximizados utilizando este programa, principalmente en los lugares donde la observación de celos es cuestionable (5,6,13,14,16,20,22).

#### **4.7.2.5 Programa IV:**

Se inyecta al hato en el día 1. se observa la presentación de celo a los 5 días y se insemina de acuerdo a las recomendaciones. Se inyecta una segunda vez en el día 8, todos los animales que no fueron inseminados previamente; se espera la presentación del celo y se insemina.

Este programa reduce el costo por gasto de drogas, pero incrementa el costo de mano de obra (5,6,13,14,16,20,22).

#### **4.7.2.6 Programa V:**

Se observa el celo y se insemina de acuerdo a las recomendaciones en un período de 5 – 6 días. Se inyecta a todos los animales a sincronizar que no se observaron en celo al 5to o 6to día. Se observa la presentación del celo en los siguientes 5 días. Se procederá a inseminar como se recomienda.

Este programa reduce, a la larga, la cantidad de hormonas utilizadas, pero incrementa el costo de mano de obra. El manejo permite determinar, durante los primeros 5 días, si la sincronización fue exitosa. Si tan solo un 15 – 20% del ganado cicla durante los primeros 5 días, no se aconseja sincronizar. Sin embargo, se debe de revisar detenidamente el ganado y el programa de observación del celo. El tiempo de detección de celo se ve incrementado con este sistema (5,6,13,14,16,20,22).

#### **4.7.2.7 Programa VI:**

En el día 1, se palpan todos los animales y se aplican las prostaglandinas a las hembras que presenten un cuerpo lúteo. Se observa el celo dentro de los siguientes 5 días y se insemina al celo. Se les inyecta a los animales restantes en el día 12, se observa el celo y se insemina como corresponde.

El consumo de drogas se ve reducido a una inyección por animal. Algunos animales se pueden observar en celo de forma natural, durante el período de la palpación y la aplicación a los 12 días, lo cual reduce la cantidad de hormonas a aplicar. El programa de observación de celo se ve reducido en comparación del programa V; pero el inconveniente es que se necesita un Médico Veterinario para que realice la palpación de los animales, para realizar la determinación de la presencia o ausencia del cuerpo lúteo (5,6,13,14,16,20,22).

#### 4.7.2.8 Programa a dosis reducidas vía intravulvo submucosa vaginal

Este programa se utiliza una sola aplicación de prostaglandina en hembras que posean un cuerpo lúteo mayor a los 5mm de diámetro. Se aplica en la mucosa vaginal, del lado ipsilateral al cuerpo lúteo palpado; y se utiliza la mitad de la dosis recomendada vía intramuscular (22).

**Fig. 9:** A continuación se presenta una comparación entre los 6 programas antes mencionados:

Programa	Drogas* 2	Manejo (Días) * 1	Detección celo (Días)	Cant. Semen
I	2X	5	3	1X
II	2X	3	0	1X
II A	2x	4	0	2X
III	2X	4	3	1X
IV	1.5X	6	4	1X
V	0.75X	10	10	1X
VI	0.75X	8	8	1X

\*1: Número estimado de días que requieren manejo de los animales y detección del celo. La cantidad exacta varía dependiendo del tamaño del hato y las facilidades.

\*2: Número estimado de dosis requeridas por animal (5,6,13,14,16,20,22).

## 4.8 Puerperio

El período postparto es el tiempo que sigue al parto y durante el cual se establece la lactancia y los ciclos reproductivos (7).

### 4.8.1 Involución uterina:

Entre el parto y la presentación del primer celo, es necesario que el útero involucre antes de que sea posible la concepción. Inmediatamente después del parto el cuerno uterino que alojaba al feto, posee un tamaño superior, que el otro cuerno. Para este momento ambos cuernos uterinos no poseen tono muscular firme. El peso y tamaño del útero disminuye con rapidez, el número y el tamaño de las células miométricas disminuye, y poco a poco mejora el tono muscular del útero. El útero involucre con mayor celeridad en vacas primíparas y en las que amamantan (7).

### 4.8.2 Funcionamiento ovárico:

El período entre el parto hasta la primera ovulación, varía considerablemente entre cada animal. Las vacas multíparas ovulan más pronto que las primíparas. La calidad nutricional y la lactancia retardan la presentación del celo postparto en ganado de engorde. El apareamiento de la primera ovulación, se presenta en un gran número de casos, que aún si no se presentan signos externos (7).

### 4.8.3 Rendimiento reproductivo:

Medidas de eficiencia reproductiva:

La eficiencia del ganado se puede evaluar por varios métodos; entre ellos se encuentran los índices de no retorno del celo, a los 60 y 90 días se evaluará la fecundidad el toro o bien la calidad de inseminadores que se posea. Las tasas de concepción al primer servicio se basan e en un diagnóstico, por medio de la palpación rectal, realizado a las 6 u 8 semanas posterior a la inseminación. El índice de no retorno del celo sobrestima al índice de preñez en un 10 al 15%. Gran parte de este margen de error se relaciona con la falta de detección de celo, anestro, muerte embrionaria, venta o muerte de vacas, y la presentación de nuevas vacas para inseminación (7).

El intervalo entre parto y concepción o “los días abiertos”, es un índice muy valioso que refleja la eficiencia en la detección de celos y la fecundidad de machos y hembras (7).

El porcentaje de vacas preñadas, un índice muy adoptado en hatos de engorde. Con el número de becerros nacidos, se miden las pérdidas por preñez y la mortalidad durante el parto; mientras que el porcentaje de becerros destetados refleja la eficiencia reproductiva de la temporada de apareamiento, la facilidad de parto, la capacidad materna y la supervivencia de los terneros (7).

#### 4.8.4 Fecundidad general:

El intervalo óptimo entre partos, para bovinos lecheros y de engorde, es de 12 meses, pero rara vez se logra. A menudo, principalmente en ganado de engorde, con monta natural, la fecundidad se mide con la cantidad de neta de becerros nacidos, como con la tasa de partos al primer servicio (7).

## V. MATERIALES Y MÉTODOS.

### 5. 1. Materiales:

#### 5.1.1 Recursos Humanos:

- Estudiante investigador.
- Médicos Veterinarios asesores.
- Personal técnico de la finca Pasajinak.
- Animales para el estudio.

#### 5.1.2 Recursos de Campo:

- Automóvil.
- Guantes de palpación.
- Jeringas de 3cc.
- Agujas calibre 25.
- Alcohol.
- Algodón.
- Fichas de recopilación de datos.
- Fichas de registro de cada vaca de las fincas.
- Ropa de trabajo.
- Pajillas de inseminación artificial (proporcionadas por las fincas).

#### 5.1.3 Recursos biológicos:

- 10 dosis reducidas de Dinoprost (Lutalyse? ).
- 10 dosis reducidas de Tiaprost (Iliren? ).
- 10 dosis reducidas de Cloprostenol (Estrumate? ).
- 30 vacas lecheras (Razas Jersey puras registradas).

## 5. 2. Metodología:

### 5. 2. 1 Localización y características del área de estudio

Se utilizaron vacas lecheras especializadas, de 2 – 6 partos, en una finca, de la raza Jersey.

La Finca Pasajinak, con ganado raza Jersey, se encuentran en el Municipio de Tecpán, Departamento de Chimaltenango. Se encuentra a una altura por sobre los 1740 msnm, con una precipitación pluvial anual de 1487.7mm promedio; siendo los meses más lluviosos de Mayo a Setiembre. Las temperaturas mínimas oscilan entre los 13.4 – 15.0°C; y las máximas se encuentran entre 29.6 – 32.3°C. Predomina el clima templado a húmedo-seco. Produciéndose algunas heladas en los meses de Noviembre - Abril. Sus suelos son de ceniza volcánica de color claro, desde casi planos a ondulados con un buen drenaje de las aguas pluviales; su suelo superficial es de color café oscuro, siendo franco arenosos, de tipo friable.

La alimentación consta de pasto natural Kikuyu (Penissetum clandestinum), es suplementada con Rye grass (Lolium multiflorum) que es un pasto de corte; se les administra a cada vaca 17 libras de concentrado (cantidad que puede variar dependiendo de la condición corporal de cada animal) con un 18% de proteína al día, además sales minerales ad libitum en una proporción 50:50 (50% de sales minerales y 50% sal común para ganado) a dosis aproximada de 2 onzas/animal/día. En la época seca la alimentación se basa de ensilaje a base de maíz.

La producción láctea, en esta finca se encuentra por arriba de los 17 litros diarios de leche por vaca, teniendo un promedio de lactancia de 305 días. El manejo reproductivo es especializado, únicamente por medio de inseminación artificial. La visita Médico Veterinaria se realiza semanalmente.

## 5. 2. 2 Metodología:

- ✍ El trabajo de investigación consistió en comparar la efectividad en la presentación del celo, de 3 diferentes tipos de prostaglandina F<sub>2</sub>, a dosis reducida, vía intravulvar. El lado de aplicación fue determinado por la presencia del cuerpo lúteo, es decir se aplicó del lado ipsilateral del ovario que presente el cuerpo lúteo funcional.
- ✍ Se seleccionaron un total de 30 hembras con 60 días postparto y que al examen ginecológico se encontraban sanas. Se dividieron en 3 grupos, a los cuales fueron asignados 10 animales que se les inyectó Dinoprost (Lutalyse); otros 10 animales se les aplicó Tiaprost (Iliren); y al grupo restante se le administró Cloprostenol (Estrumate). Todos los productos se inocularon vía intravulvar a dosis reducida. Se realizó una palpación rectal a todo el hato, para determinar que las hembras se encontraran ciclando, a las cuales se les diagnosticó un cuerpo lúteo mayor o igual a 5 milímetros. En caso de existir un animal acíclico, con alguna patología o anomalía anatómica, se reemplazó por otro.
- ✍ Al grupo del Dinoprost se le denominó **Grupo A** el grupo del Tiaprost se le denominó **Grupo B**, y al grupo del Cloprostenol se le denominó **Grupo C**.
- ✍ Se aplicó a cada animal, una sola vez, la mitad de la dosis terapéutica de cada uno de los productos, vía intravulvar, en lado ipsilateral donde se encontraba el cuerpo lúteo. Es decir 2.5ml de Dinoprost al Grupo A, 2.5ml de Tiaprost al Grupo B, 1ml de Cloprostenol al Grupo C.
- ✍ Se procedió a observar la presentación de los signos externos de celo, de dos a cinco días posteriores a la inoculación de los análogos de Prostaglandina F<sub>2</sub>.
- ✍ Se evaluó por medio de tablas la presentación o no de signos externos del celo.

- ✍ Posterior a la presentación del celo, se esperaron doce horas para realizar la inseminación artificial del ganado.
- ✍ A los cuarenta y cinco, y noventa días posteriores a la inseminación, se realizó las palpaciones rectales de rutina, para determinar el porcentaje de preñez.

### **5. 2. 3 Diseño Estadístico:**

El diseño estadístico será completamente al azar con 3 tratamientos y con 10 repeticiones de cada uno.

#### 5.2.3.1 Variables a analizar:

- Presencia o no del celo.
- Fertilidad postservicio.

#### 5.2.3.2 Análisis estadístico:

Se utilizó estadística no paramétrica de Kruskal Wallis y distribución porcentual.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el presente trabajo se seleccionaron un total de 30 vacas clínicamente sanas multíparas, raza Jersey, que tuvieran más de 60 días de parto, a la exploración rectal del tracto genital se seleccionaron a aquellas vacas que tuviesen un cuerpo lúteo de más de 5mm de tamaño. Esta condición se debe a que las prostaglandinas no actúan sobre cuerpos lúteos de menor tamaño.

Al aplicar prostaglandinas por vía intravulvar submucosa a dosis reducidas, la presentación del celo, se espera en un rango de 3 – 5 días a partir de la aplicación, por lo que en los datos anteriores se obviaron los resultados que no se encontraban en estos rangos, ya que se eran celos espontáneos, y no debido al efecto farmacológico.

En el caso de la aplicación del Cloprostenol (Estrumate®) los signos del celo se observaron, en promedio, a partir de los  $2.87 \pm 0.834$  días de la aplicación del fármaco y un coeficiente de variación del 29%, el celo se manifestó en un 80% de los animales, pero el porcentaje, como medición de la fertilidad de este celo inducido con Cloprostenol fue de un 50%. (ver cuadro 1, figura 1 y 2)

Los animales que se utilizaron con Tiaprost Trometamol (Iliren®) presentaron el celo en un promedio de  $3.4 \pm 0.89$  días y un coeficiente de variación del 26.31%; el celo se manifestó en el 50% de los animales y tan solo un 40% fue fértil y se preñó. (ver cuadro 1, figura 1 y 2)

Al aplicar el Dinoprost Trometamina (Lutalyse®) se observó que los animales presentaban celo en un promedio de  $2.25 \pm 0.5$  días y un coeficiente de variación de 22.22%, mucho más rápido que los dos fármacos anteriores, pero la cantidad de animales que manifestaron celo fue de tan solo un 40%, siendo preñados 75% de éstos, observándose una mayor fertilidad en el celo inducido por este fármaco de origen natural. (ver cuadro 1, figura 1 y 2)

Al realizar el análisis estadístico con la prueba de Kruskal Wallis no se detectó diferencia estadística significativa ( $P>0.14$ ) entre la efectividad de los tratamientos (Ver figura 2)

Si hablamos de cantidad de animales en celo, es decir la eficacia del fármaco para inducir el celo en los animales, el análogo de prostaglandinas más efectivo fue el Cloprostenol (Estrumate®), debido a que es una hormona sintética, cuyo efecto es mucho mayor, se podría decir que el doble, a un producto de origen natural, como es el caso del Dinoprost Trometamina (Lutalyse®), y a uno semisintético como el Tiaprost Trometamol (Iliren®).

Pero en el caso del Dinoprost Trometamina (Lutalyse®) el período de presentación del celo fue más reducido, facilitando esto en cuestiones de manejo de los animales; a diferencia del Tiaprost Trometamol (Iliren®) que mantuvo el período más prolongado en la presentación de los celos, en promedio  $3.4 \pm 0.89$  días, lo cual provoca que los vaqueros o encargados de los animales tengan que pasar más días observando celos, implicando un costo económico mayor.

Y en el porcentaje de preñez postsincromización del celo, se observó que el análogo de prostaglandinas más efectivo fue el Dinoprost Trometamina (Lutalyse®), ya que presentó un 75% de los animales en celo, que posteriormente quedaron preñados, a diferencia del Tiaprost Trometamol (Iliren®), que presentó tan solo un 40% de gestaciones; y el Cloprostenol (Estrumate®) presentó un 50% de los animales preñados. Siendo el Dinoprost Trometamina el único análogo de prostaglandinas de origen natural. (ver Figura 2).

Por otro lado los valores de presentación de celo son similares a los reportados por Zea, 2001 quien trabajó con sólo un análogo sintético (Tiaprost Trometamol).

En lo que respecta a factor económico se logró una reducción a la mitad en los costos de la compra de fármacos, ya que al utilizarse dosis reducidas, se maximiza al doble la cantidad de producto utilizado.

En los cuadros 2,3 y 4 se presenta el análisis de la Tasa Marginal de Retorno; se puede observar que de los tres análogos de Prostaglandinas F2 $\gamma$ , presentó una mayor Tasa Marginal de Retorno fue Dinoprost Trometamina, lo cual es un dato importante a tomar en cuenta, para explotaciones en las que se desean reducir los costos de producción; ya que además de ser económicamente rentable, posee una alta eficiencia.

Una situación que podría estar afectando los resultados obtenidos en el presente trabajo es que existan deficiencias en la detección de celo o en la presentación de celos silenciosos. Ya que las observaciones del celo se realizaban a la hora de los ordeños, siendo dos observaciones al día, una cantidad insuficiente, por lo que se aconsejaría que se realizaran por lo menos 4 observaciones diarias con la finalidad de reducir este problema.

La literatura determina que la efectividad del uso de prostaglandinas F2 $\gamma$  para la sincronización de celos, se encuentra alrededor de un 75%, utilizándose vía intramuscular a dosis terapéutica. Si tomamos este punto como referencia para la efectividad de estas mismas hormonas pero vía intravulvar submucosa, se observa que solamente el Cloprostenol (Estrumate®), logró sobrepasar este rango.

Como información adicional se pudo observar que al aplicar las prostaglandinas vía intravulvar submucosa en el lado correspondiente a la presencia del cuerpo lúteo palpado se observó que el síntoma primario (permanecer inmóviles mientras es montada por otras) se presentó en todos los animales del estudio. Esto puede obedecer a que al aplicarse las prostaglandinas a nivel de la mucosa vaginal, la cantidad de fármaco que llega a la circulación útero – ovárica, es mucho mayor que la producida de forma natural, lo cual permite abarcar mayor cantidad de receptores para tal hormona, permitiendo la involución del cuerpo lúteo, desencadenando la presentación del nuevo celo.

## VII. CONCLUSIONES

- La presentación del celo para el producto Cloprostenol fue de  $2.87 \pm 0.834$  días, para el caso del Tiaprost fue de  $2.28 \pm 0.89$  días y para el caso del Dinoprost Trometamol fue de  $2.25 \pm 0.5$  días. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0.14$ ).
- Para el caso del Cloprostenol el celo se manifestó en un 80% de los animales, posterior a la aplicación de Tiaprost se manifestó en celo un 50% de los animales, y en el caso del Dinoprost Trometamina el porcentaje de animales que entraron en celo fue de un 40%.
- El porcentaje de preñez obtenido en el caso del Cloprostenol fue de un 50%, para el Tiaprost de un 40% y para el Dinoprost fue de 75%.
- La presentación de los síntomas primarios del celo se logró observar en todos los animales del estudio, a los cuales se le aplicó un análogo de Prostaglandina F2? .
- El mayor porcentaje de animales en gestación, posterior a la sincronización del celo, por medio de análogos de prostaglandinas F2?, se observó en el Dinoprost Trometamina (Lutalyse®) que es de origen natural por lo que presenta las mejores ventajas biológicas y económicas.
- Uno de los factores que pudo haber afectado la observación de animales en celo, fue la deficiencia a la hora de detectar los celos y/o la presentación de celos silenciosos.
- La Tasa Marginal de Retorno para el Cloprostenol comparado con el Tiaprost fue de un 31,58%. El Dinoprost Trometamina obtuvo una Tasa de Retorno Marginal, comparandolo con el Tiaprost de un 284,08% y con el Cloprostenol de 9828,41%, lo cual nos indica que este fármaco presenta una mayor ventaja económica, en comparación de los otros dos análogos de Prostaglandinas F2?
- El producto del estudio que presentó la mayor ventaja económica y biológica en el tratamiento fue el Dinoprost Trometamina (Lutalyse®), comparado con el Tiaprost y el Cloprostenol, posiblemente debido a ser un fármaco de origen natural.

## VIII. RECOMENDACIONES

- Para futuras investigaciones se puede realizar un estudio comparativo sobre la reducción de costos en fármacos, comparando la vía intravulvar submucosa y la vía intramuscular tradicional.
- En el caso del diagnóstico de cuerpo lúteo, previo a la sincronización de celos, se debería de complementar por medio de la utilización de ultrasonografía.
- Con la finalidad de acortar el tiempo de espera para los resultados, se recomienda el uso de ultrasonido para determinar gestaciones tempranas.
- Se debe mejorar, a nivel de campo, la detección de celos, a través de un mayor número de observaciones de los animales.
- Continuar investigaciones en este campo, solo aplicando Prostaglandina F2<sub>2</sub>, independientemente el lado del cuerpo lúteo diagnosticado.

## IX. RESUMEN

En el presente trabajo se realizó una comparación entre tres análogos de Prostaglandinas F2 $\alpha$ , aplicados a dosis reducida, por vía intravulvar submucoso.

Se escogieron 30 vacas, de 60 días postparto, a las cuales se les diagnosticó, por medio de palpación rectal, la presencia de un cuerpo lúteo de más menos 5mm de tamaño.

Se les aplicó una dosis reducida por vía intravulvar submucosa de los tres análogos; 2.5ml de Dinoprost Trometamina, 2.5ml de Tiaprost trometamol y 1ml de Cloprostenol.

Con respecto a la presentación de los signos del celo se observaron que el Cloprostenol (Estrumate®) presentó a partir de los  $2.87 \pm 0.834$  días de la aplicación del fármaco, con un coeficiente de variación del 29%, y el celo se manifestó en un 80% de los animales, pero el porcentaje de fertilidad fue de un 50%.

EL Tiaprost Trometamol (Iliren®), por su parte, presentó el celo en un promedio de  $3.4 \pm 0.89$  días con un coeficiente de variación del 26.31%; y se manifestó en el 50% de los animales pero tan solo un 40% fue fértil.

Al aplicar el Dinoprost Trometamina (Lutalyse®) se observó que los animales presentaban celo en un promedio de  $2.25 \pm 0.5$  días y un coeficiente de variación de 22.22%, mucho más rápido que los dos fármacos anteriores, pero la cantidad de animales que manifestaron celo fue de tan solo un 40%, siendo preñados 75% de estos, observándose una mayor fertilidad en el celo inducido por este fármaco de origen natural.

La Tasa Marginal de Retorno para el Cloprostenol comparado con el Tiaprost fue de un 31,58%. El Dinoprost Trometamina obtuvo una Tasa de Retorno Marginal con el Tiaprost de un 284,08%; y en con el Cloprostenol de 9828,41%, lo cual nos indica que este fármaco presenta una mayor ventaja económica, en comparación de los otros dos análogos de Prostaglandinas F2?

El producto del estudio que presentó la mayor ventaja económica y biológica en el tratamiento fue el Dinoprost Trometamina (Lutalyse®), comparado con el Tiaprost y el Cloprostenol, posiblemente debido a ser un fármaco de origen natural.

## X. BIBLIOGRAFÍA

- 1 ALRRICH, R. et al. 2002. La mejora de la detección del estro en ganado lechero. N.S.P. EEUU. Purdue University, Indiana. Tomado de Internet:  
<http://www.ansc.purdue.edu/dairy/repro/repropub.htm>
- 2-----, et al. 2001. Improving the deteccion of estrus in Dairy Cattle. N.S.P. EEUU. Purdue University. Indiana. Tomado de Internet:  
<http://www.ansc.purdue.edu/dairy/repro/repropub.htm>
- 3 BENESCH, F. 1965. Tratado de Obstetricia y Ginecología Veterinarias. México, Editorial Labor. 851p.
- 4 CARMONA, G. 2001. Usos terapéuticos de las prostaglandinas. San José, Costa Rica. Colegio Profesional de Médicos Veterinarios. Tomado de Internet:  
<http://www.veterinarios.or.cr/comentarios/prostaglandinas.html>
- 5 GEISERT, R. 2001. Estrus Synchronization Ovulation Induction. EEUU; Oklahoma State University. 6p. Tomado de Internet:  
<Http://www.ok.st.edu/estrus/synchr.htm>
- 6 GENE, D. 1991. Estrus Synchronization for Beef Cattle. EEUU; University of Nebraska, Cooperative Extension. 11p. Tomado de Internet:  
<http://www.ianr.unl.edu/pubs/beef/g741.htm>
- 7 HAFEZ, E.S.E. 1999. Reproducción e inseminación artificial en animales. 6 ed. México, McGraw-Hill-Interamericana. 542p.
- 8 HARDMAN, J. et al. 1997. Goodman and Gilman. Las bases Farmacológicas de la Terapéutica. México, Interamericana. vol. 2; 1015 p.

- 9** SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE REPRODUCCIÓN ANIMAL (2; 2000 Lisboa, Portugal).  
2000; a injeccao por via intravulvosubmucosa permite reduzir as doses das prostaglandinas utilizadas na luteolise e sincronicao do ciclo estrico em bovinos. Lisboa, Portugal. SPRA. P. 291 – 301.
- 10** IMAZ, M. A. 1998. Uso práctico de las prostaglandinas en el ganado. Anaporc. Revista de porcicultura (Esp.) 18 (180): 62-75.
- 11** KELLY, T. et al. 1999 – 2000. Veterinary Pharmaceuticals and Biologicals. Veterinary Medicine Publishing Group. Tomado de Internet:  
<http://www.vetmedpub.com>
- 12** KEOWN, J. 2000. Estrus (heat) detection guidelines. Institute of agriculture and natural resources, EEUU; University of Nebraska-Lincoln. Tomado de Internet:  
<http://www.pubs.unl.edu/ceun/breedingandreproductive.html>
- 13** LARSON, B. 1999. Synchronization of estrus. EEUU; The Angus Journal. 4p. Tomado de Internet:  
[http://angus/journal/99\\_04apr/vetcall.htm](http://angus/journal/99_04apr/vetcall.htm)
- 14** NEBEL, R. 1997. Use of Prostaglandins in a systematic reproductive management program. EEUU; Virginia Cooperative Extensión. 1p. Tomado de Internet:  
[http://www.ext.vt.edu/news/periodicals/dairy/1997\\_2/prostaglandins.html](http://www.ext.vt.edu/news/periodicals/dairy/1997_2/prostaglandins.html)
- 15** SUMANO LÓPEZ, H. S; OCAMPO CAMPEROS, L. 1997 Farmacología Veterinaria. 2 ed. México, McGraw-Hill Interamericana. 1254 p.

- 16** ORR, R. 2000. Estrus Synchronization of Beef Cattle at New Liskeard Agricultural Research Station. Canadá; Ontario Cattlemen's Association. 2p. Tomado de Internet:  
<http://www.cattle.guelph.on.ca/comunications/estrus-synchmar00.htm>
- 17** O'CONNOR, M. 2001. Manejo Reproductivo de la Vaquilla na Lechera. s.n.t. Tomado de Internet:  
[www.manant.anc.edu.ar/vaquillonamanejo.html](http://www.manant.anc.edu.ar/vaquillonamanejo.html)
- 18** OWEN, W. 2000. Pharmacia animal Health Global Dairy Overview. Lutalyze. Alemania, Pharmacia & UpJohn Company 2p. Tomado de Internet:  
[www.lutalyze.com](http://www.lutalyze.com)
- 19** VISSCHER, A. 2002. Using Prostaglandin to reduce days open. Alberta. Canadá, Agricultural and Dairy management. Tomado de Internet:  
[http://afns.ualberta.ca/hosted/deag\\_old/deag2d1.htm](http://afns.ualberta.ca/hosted/deag_old/deag2d1.htm)
- 20** WARREN, G. 2001. Estrous Synchronization Programs for Dairy Cattle. The University of Georgia College of Agricultural & Environmental Sciences. Cooperative Extension Service. Tomado de Internet:  
<http://www.ces.uga.edu/pubcd/B926-W.HTML>
- 21** ZARATE, M. 1999. Fundamentos de Fisiología de la reproducción para implementar planes de sincronización de celos e inseminación artificial en hembras cíclicas, vacas secas y vaquillonas. s.n.t. Tomado de Internet:  
<http://www.manant.unt.edu.ar/labrydea/Estro1.htm>
- 22** ZEA GOBERN, M.L. 2001. Comparación de dos vías de administración de prostaglandina para la inducción de celo en vacas lecheras. Tesis de Méd. Vet. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 39p.

**23** ZELEDÓN O. Curso de Inseminación Artificial. (23,24,25 Julio 2000); San José, Costa Rica). 2000. Seminario de Inseminación Artificial en ganado bovino. San José, Costa Rica. 25 p.

# **XI. ANEXOS**

**Cuadro 1: Resumen de resultados de la aplicación de análogos de prostaglandina a dosis reducida por vía intravulvar. Rojas y cols. Guatemala, Noviembre 2003.**

Producto	Promedio días al celo	% Gestación	% Síntomas Primarios	% Síntomas Físicos	% Síntomas Comportam.
Cloprostamol (Estrumate®)	2,87 ± 0,834	80	50	100	75
Tiaprost Trometamol (Iliren®)	3,4 ± 0,890	50	40	100	100
Dinoprost Trometamol (Lutalyse®)	2,25 ± 0,5	40	75	100	75

**Cuadro 2: Resumen de Costos variables e Ingresos Brutos en Aplicación de Prostaglandina a dosis Reducida por vía Intravulvar. Rojas y Cols. Guatemala Noviembre 2003.**

Productos	Ingreso Bruto	Costos Variables
Tiaprost	Q 168.027,50	Q 145.432,83
Cloprostamol	Q 169.327,50	Q 145.500,83
Dinoprost	Q 171.727,50	Q 145.475,83

$$\text{Tasa Marginal de Retorno} = (\text{Beneficio Neto Marginal} / \text{Costo Marginal}) * 100$$

**Cuadro 3: Análisis de Tasa Marginal de Retorno de los Productos Tiaprost Trometamina *vs* Cloprostenol en aplicación de dosis reducida intravulvar. Rojas y Cols. Noviembre 2003.**

<b>Producto</b>	<b>Ingreso Bruto</b>	<b>Costos Variables</b>	<b>Beneficio Neto</b>
<b>Tiaprost</b>	Q 168.027,50	Q 145.432,83	Q 23.515.00
<b>Cloprostenol</b>	Q 169.327,50	Q 145.500,83	Q 23.827.00
		- 988	-312

Tasa Marginal de Retorno: de 31,58% a favor del tratamiento con cloprostenol.

**Cuadro 4: Análisis de Tasa Marginal de Retorno de los Productos Tiaprost Trometamina *vs* Dinoprost Trometamina en aplicación de dosis reducida intravulvar. Rojas y Cols. Noviembre 2003.**

<b>Producto</b>	<b>Ingreso Bruto</b>	<b>Costos Variables</b>	<b>Beneficio Neto</b>
<b>Tiaprost</b>	Q 168.027,50	Q 145.432,83	Q 23.515.00
<b>Dinoprost</b>	Q 171.727,50	Q 145.475,83	Q 26.251.67
		- 963,33	-2736,67

Tasa Marginal de Retorno: 284,08% a favor del tratamiento con Dinoprost Trometamina.

**Cuadro 5: Análisis de Tasa Marginal de Retorno de los Productos Cloprostenol vrs Dinoprost Trometamina en aplicación de dosis reducida intravulvar. Rojas y Cols. Noviembre 2003.**

Producto	Ingreso Bruto	Costos Variables	Beneficio Neto
<b>Cloprostenol</b>	Q 169.327,50	Q 145.500,83	Q 23.827.00
<b>Dinoprost</b>	Q 171.727,50	Q 145.475,83	Q 26.251.67
		25,00	-2424,67

Tasa Marginal de Retorno: 9828,41% a favor del tratamiento con Dinoprost Trometamina.

**Cuadro 6: Registro de la aplicación del Cloprostenol aplicado en dosis reducidas por vía intravulvar. Rojas y cols. Guatemala, Noviembre 2003.**

**Producto: Cloprostenol (Estrumate®)**

Identificación	Fecha de aplicación	Fecha I. A. O monta	Días al celo	Dx. Gestación	Sx. Primarios	Sx. Físicos	Sx. Conducta
384	06/06/02	09/06/02	3	Negativo	Positivo	Edematización	Olfatea
578	06/06/02	08/06/02	2	Positivo	Positivo	Edematización	No síntomas
588	06/06/02	10/06/02	4	Positivo	Positivo	Edematización	No síntomas
594	06/06/02	09/06/02	3	Repitió	Positivo	Edematización	No síntomas
604	06/06/02	16/06/02	10	Positivo	Positivo	No síntomas	No síntomas
565	08/07/02	10/07/02	2	Positivo	Positivo	No síntomas	No síntomas
477	08/07/02	11/07/02	3	Repitió	Positivo	Edematización	No síntomas
612	18/09/02	22/09/02	4	Repitió	Positivo	No síntomas	No síntomas
579	18/09/02	20/09/02	2	Positivo	Positivo	Edematización	Olfatea
555	15/10/02	30/10/02	15	Negativo	Positivo	Edematización	No síntomas

**Cuadro 7: Registro de la aplicación de Tiaprost aplicado en dosis reducidas por vía intravulvar. Rojas y cols. Guatemala, Noviembre 2003.**

**Producto: Tiaprost Trometamol (Iliren®)**

Identificación	Fecha de Aplicación	Fecha I. A. O monta	Días al celo	Dx. Gestación	Sx. Primarios	Sx. Físicos	Sx. Conducta
380	31/07/02	03/08/02	3	Positivo	Positivo	Edematización	Olfatea
409	31/07/02	20/08/02	20	Negativo	Positivo	Edematización	No síntomas
559	31/07/02	07/08/02	7	Positivo	Positivo	Edematización	No síntomas
629	31/07/02	02/08/02	2	Repitió	Positivo	Edematización	Olfatea
601	08/09/02	12/09/02	4	Positivo	Positivo	Edematización	Olfatea
422	08/09/02	14/09/02	6	Positivo	Positivo	No síntomas	No síntomas
571	08/10/02	09/10/02	4	Repitió	Positivo	Edematización	No síntomas
455	05/10/02	26/10/02	21	Negativo	Positivo	Edematización	No síntomas
611	20/10/02	24/11/02	4	Repitió	Positivo	Edematización	No síntomas
533	20/10/02	05/12/02	15	Positivo	Positivo	No síntomas	No síntomas

**Cuadro 8: Registro de la aplicación de Dinoprost Trometamina aplicados en dosis reducidas por vía intravulvar. Rojas y cols. Guatemala, Noviembre 2003.**

**Producto: Dinoprost Trometamina (Lutalyze®)**

Identificación	Fecha de Aplicación	Fecha I. A. O monta	Días al celo	Dx. Gestación	Sx. Primarios	Sx. Físicos	Sx. Conducta
544	25/09/02	27/09/02	2	Positivo	Positivo	Edematización	No síntomas
568	25/09/02	05/10/02	10	Repitió	Positivo	No síntomas	No síntomas
432	08/12/02	11/12/02	3	Positivo	Positivo	Edematización	No síntomas
513	08/12/02	10/12/02	2	Positivo	Positivo	Edematización	Olfatea
625	08/12/02	15/12/02	7	Repitió	Positivo	Edematización	Olfatea
623	05/01/03	18/01/03	13	Positivo	Positivo	No Síntomas	Olfatea
572	05/01/03	21/01/03	16	Repitió	Positivo	Edematización	No síntomas
525	07/02/03	09/02/03	2	Repitió	Positivo	No síntomas	No síntomas
375	07/02/03	21/02/03	14	Positivo	Positivo	Edematización	No síntomas
492	07/02/03	23/02/03	16	Positivo	Positivo	Edematización	No síntomas

**Figura 1: Gráfico comparativo del comportamiento de los análogos de Prostaglandina, aplicados en dosis reducidas por vía intravulvar. Rojas y cols. Guatemala, Noviembre 2003.**

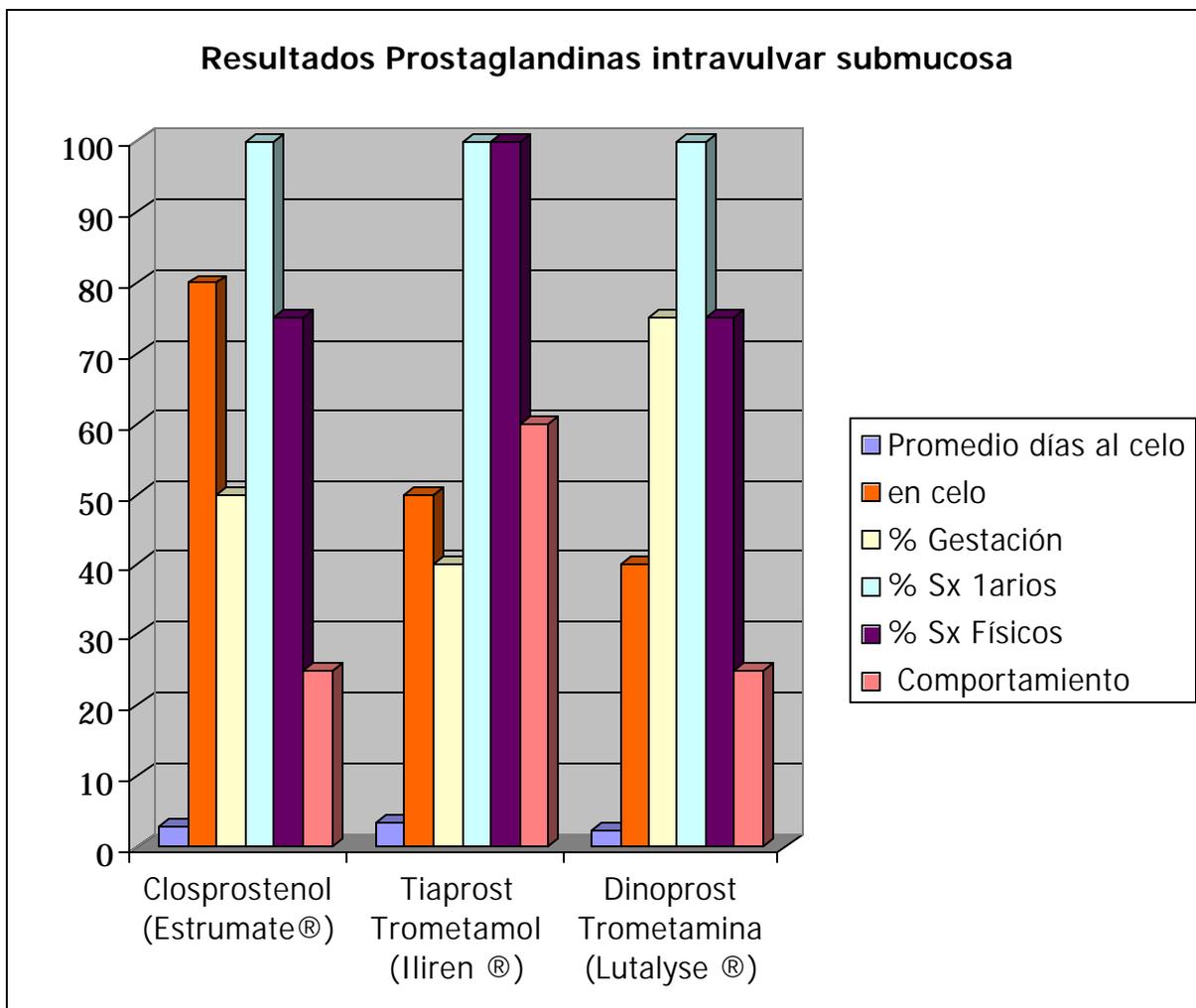


Figura 2: Comparación del porcentaje de preñez entre los 3 análogos de Prostaglandina F2a . Aplicados en dosis reducidas por vía intravulvar. Rojas y cols. Guatemala, Noviembre 2003.

