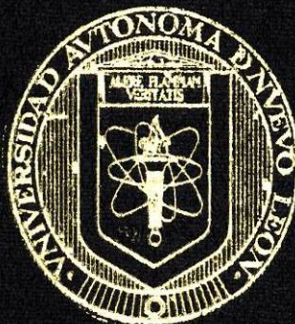


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



SINCRONIZACION DEL CICLO ESTRAL EN VACAS Y  
VAQUILLAS HOLSTEIN CON PROSTAGLANDINA F<sub>2</sub>  
ALFA (DINOPROST-TROMETAMINA) CON DOS  
PROGRAMAS DE INSEMINACION ARTIFICIAL.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

RUBEN CAMACHO LARA

MARIN, N. E.

JUNIO 1987.

T

SF199

H75

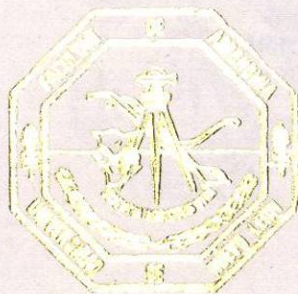
C3

C.1



1080061028

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



SINCRONIZACION DEL CICLO ESTRAL EN VACAS Y  
VAQUILLAS HOLSTEIN CON PROSTAGLANDINA F<sub>2</sub>  
ALFA (DINOPROST-TROMETAMINA) CON DOS  
PROGRAMAS DE INSEMINACION ARTIFICIAL.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

RUBEN CAMACHO LARA

MARIN, N. L.

JUNIO 1987

07548

A handwritten signature or set of initials in dark ink, located at the bottom right of the page next to the number 07548.

T  
SF199  
H75  
C3



Biblioteca Central  
Magna Solidaridad  
F. Tesis



BURATI RA. NO  
UANL  
FONDO  
TESIS LICENCIATURA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



SINCRONIZACION DEL CICLO ESTRAL EN VACAS Y VAQUILLAS  
HOLSTEIN CON PROSTAGLANDINA F<sub>2</sub> ALFA (DINOPROST-  
TROMETAMINA) CON DOS PROGRAMAS DE INSEMINA-  
CION ARTIFICIAL .

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA  
PRESENTA

RUBEN CAMACHO LARA

MARIN, N.L.

JUNIO 1987.

SINCRONIZACION DEL CICLO ESTRAL EN VACAS Y VAQUILLAS  
HOLSTEIN CON PROSTAGLANDINA F<sub>2</sub> ALFA (DINOPROST-  
TROMETAMINA) CON DOS PROGRAMAS DE INSEMINA-  
CION ARTIFICIAL.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA  
PRESENTA

RUBEN CAMACHO LARA

COMISION REVISORA

  
M.V.Z. M.C. JAVIER COLIN NEGRETE.

ASESORES:

  
ING. M.C. HOMERO MORALES TREVINO.

Primeramente gracias a Dios  
por permitirme llegar hasta  
este momento.

A mi Padre:

Sr. Benito Rubén Camacho Jasso (†)

Que cuando estuve cerca de él compartiendo  
mi vida siempre trató de guiarme por el -  
buen camino.

A mi Madre:

Sra. Ma. del Rosario Lara Vda. de C.

Que con su gran sacrificio y apoyo desde  
siempre me ha ayudado en la culminación  
de mi carrera y en mi formación como per  
sona.

A mis Hermanos:

Sonia (†)

Cecilio

Ildefonso Ramón

Benito.

A mis Sobrinos:

Sonia

Benito Rubén

Rubén Ildefonso.

A todos mis familiares.



A mis Asesores:

M.V.Z. M.C. Javier Colín Negrete.

Por su valiosa colaboración y acertada dirección en el presente trabajo.

Ing. M.C. Homero Morales Treviño.

Por las facilidades otorgadas en la realización del presente trabajo y en la colaboración del mismo.

A mis compañeros y amigos de la generación de Ing. Agr. Zoot. 80-84 y a todas aquellas personas que de una u otra manera intervinieron directa o indirectamente en mi formación profesional y en la realización del presente trabajo.

Gracias a todos.

## INDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCION .....	1
II. LITERATURA REVISADA .....	4
2,1. Ciclo Estral .....	4
2.1.1. Estro .....	4
2.1.2. Metaestro .....	5
2.1.3. Diestro .....	5
2.1.4. Proestro .....	5
2.2. Control hormonal del ciclo estral .....	7
2.3. Participación de las prostaglandinas en la re gulación del ciclo estral.....	12
2.4. Sincronización de estros .....	15
2.5. Sugerencias para la sincronización de estros.	20
2.6. Sincronización de estros con prostaglandinas.	24
2.6.1. Vías de administración .....	25
2.6.1.1. Vía Uterina .....	25
2.6.1.2. Vía vaginal .....	28
2.6.1.3. Vía intramuscular .....	29
2.6.2. Prostaglandinas análogos .....	36
2.6.3. Combinación de prostaglandinas con progestágenos .....	38
2.7. Otros usos de las prostaglandinas .....	40
III. MATERIALES Y METODOS .....	43
IV. RESULTADOS .....	46
4.1. Porciento de sincronización .....	46
4.2. Porciento de concepción .....	47

	Página
4.3. Número de servicios por concepción .....	50
V. DISCUSION .....	51
5.1. Por ciento de sincronización .....	51
5.2. Por ciento de concepción .....	52
5.3. Número de servicios por concepción .....	57
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	58
VII. RESUMEN .....	60
VIII. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA .....	62

## INDICE DE TABLAS

Tabla		Página
I	Hormonas que regulan la reproducción .....	8
II	Análogos de prostaglandinas y su dosificación en animales domésticos.....	37
III	Número de vacas y vaquillas que presentaron celo después de la aplicación de PGF <sub>2</sub> alfa .....	47
IV	Número de vacas gestantes a través del estudio de sincronización del estro con prostaglandina F <sub>2</sub> alfa (Dinoprost-trometamina).	49
V	Número de vaquillas gestantes a través del estudio con prostaglandina F <sub>2</sub> alfa .....	49

## INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Cambios hormonales en el plasma periférico durante el ciclo estral en la vaca .....	6
2	Relación entre hormonas liberadoras del <u>hi</u> potálamo, las gonadotropinas y las hormonas ováricas en la regulación de la función reproductiva.....	10
3	Ruta postulada mediante la cual la prostaglandina producida en el útero sensibilizado por la progesterona es capaz de entrar a la arteria ovárica y destruir el cuerpo lúteo .....	14
4	Fórmula estructural de la Dinoprost-Trom <u>e</u> tamina (prostaglandina).....	26

## - I. INTRODUCCION

A nivel mundial como nacional la demanda de alimentos de origen animal (leche, carne, huevo, etc.) es cada vez más patética, esto es como consecuencia del aumento de la población y el elevado costo de los insumos necesarios para la producción.

Aunado a esto, la falta de prácticas que redituen un mayor beneficio al ganadero para seguir dentro del ramo de la producción. Además, la baja eficiencia reproductiva agrava aún más la situación, por lo que se hace necesario utilizar prácticas de manejo que aminoren estas fallas en la reproducción.

El empleo de la inseminación artificial, como una de las prácticas para aumentar la eficiencia reproductiva, ha proporcionado al ganadero un sin número de ventajas: permite la detección de problemas en las hembras, reduce el riesgo de transmisión de enfermedades y es una forma más rápida y eficiente de obtener animales con mayor capacidad genética de producción, además la inseminación artificial origina otros beneficios, como llevar un mejor control de los animales por medio de registros, evita la alimentación de los sementales, facilita el control sanitario, etc. Sin embargo, en los hatos donde se practica la inseminación artificial, una de las prácticas de manejo más importante es la detección del estro para que la inseminación se pueda llevar a cabo en el momento adecuado.

La forma de resolver este problema en cierta medida es utilizando la sincronización del estro por medio de productos comerciales de carácter hormonal.

La sincronización del celo tiene como objeto fundamental lograr que todas o la mayoría de las hembras presenten un celo fértil en un tiempo predecible y agruparlas en un máximo de 96 horas, aunque el ideal sería tener una sincronización tal que fuera factible inseminar a todos los animales sin tener que hacer detección de calores. (Saiddudin et al. 1968).

La sincronización de celo le ofrece al ganadero las siguientes ventajas: se reduce el tiempo de la detección de celos, sirve para bajar el costo de la mano de obra de la inseminación artificial, se detectan problemas reproductivos, llevar a cabo el nacimiento cuando esté mejor el precio en el mercado, se logra tener partos homogéneos, se reduce el intervalo entre partos, esperar los nacimientos cuando exista mayor producción de forraje, se logra reducir la variación en las edades de los nacimientos, etc.

De los compuestos utilizados hasta la fecha para la sincronización del estro destacan los siguientes: Progestágenos, Prostaglandinas, Estrógenos, Gonadotropinas y Hormona Liberadora de Gonadotropinas (GnRH).

La prostoglandina F<sub>2</sub> alfa (PGF<sub>2</sub> alfa) debido a su efecto luteolítico (destructor del cuerpo lúteo), ocupa ya un lugar importante en la reproducción bovina.

Por lo anteriormente expuesto, los objetivos del presen-

te trabajo son evaluar la eficiencia de la prostaglandina F<sub>2</sub> alfa (Dinoprost-trometamina) como sincronizador del estro en vacas y vaquillas Holstein y la fertilidad subsecuente, así como comparar la inseminación forzada a las 72 y 96 horas con la inseminación convencional.



## II. LITERATURA REVISADA

### 2.1. Ciclo Estrual.

El intervalo entre el comienzo de un período de celo hasta el comienzo del siguiente se llama ciclo estrual (Frandsen 1976). El ciclo consta de cuatro fases: estro, metaestro, diestro y proestro. El período de proestro-estro del ciclo se denomina por lo común fase folicular o estrogénica, mientras que la porción metaestral y diestral es la fase lútea o progestacional (Bath et. al. 1982).

#### 2.1.1. Estro.

El estro se define como el período en que la hembra es receptiva al macho y aceptará la cópula. Se han asociado niveles elevados de estrógenos con los signos de comportamiento del estro. En esta fase, las hembras estarán más intranquilas, irritables y excitables. Además, habrá un interés aparente por el macho en los momentos anteriores al estro. Estas condiciones pueden verse por primera vez al final del proestro, pero la hembra no permitirá que se le monte el macho u otra hembra, las vacas en estro se dejarán montar y montarán a otras. Pueden oler la vulva a otras vacas. Se levantan con frecuencia, mueven la cola y pueden abandonar el hato en busca de toro. Tendrán una vulva congestionada y a menudo se puede ver un moco cristalino escurriendo de la vulva. Vacas en otros períodos del ciclo montarán a las que están en estro, pero no se dejarán montar. El estro dura de 12 a 18 horas (Bearden y Fuquay 1982).

### 2.1.2. Metaestro.

El período del metaestro empieza al finalizar el estro y dura alrededor de 3 días. Principalmente es un período de formación del cuerpo lúteo. Sin embargo, en las vacas la ovulación ocurre en este período y también ocurre un fenómeno conocido como sangrado del metaestro. Al finalizar el proestro y el estro, las grandes concentraciones de estrógenos incrementan la vascularidad del endometrio; esta vascularidad se hace máxima aproximadamente un día después del estro. Al disminuir los niveles de estrógenos puede haber ruptura de vasos sanguíneos capilares, lo que causa una pequeña pérdida de sangre (Bearden y Fuquay 1982). Se ha comprobado que en las novillas se puede observar la sangre en el moco en un 90% de los casos, mientras que en las vacas sólo en un 50% (Weber et al. 1948 y Hansel y Asdell 1951, citados por Holy 1983).

### 2.1.3. Diestro.

El diestro se caracteriza como el período del ciclo donde el cuerpo lúteo es totalmente funcional. En la vaca empieza en el día 5 del ciclo (El día del estro es el primer día del ciclo), cuando se puede detectar por primera vez una gran concentración de progesterona y termina con la regresión del cuerpo lúteo el día 16 ó 17 (Bearden y Fuquay 1982).

### 2.1.4. Proestro.

El proestro empieza con la regresión del cuerpo lúteo y la caída de los niveles de progesterona y se prolonga hasta el inicio del estro. La principal característica que distingue al

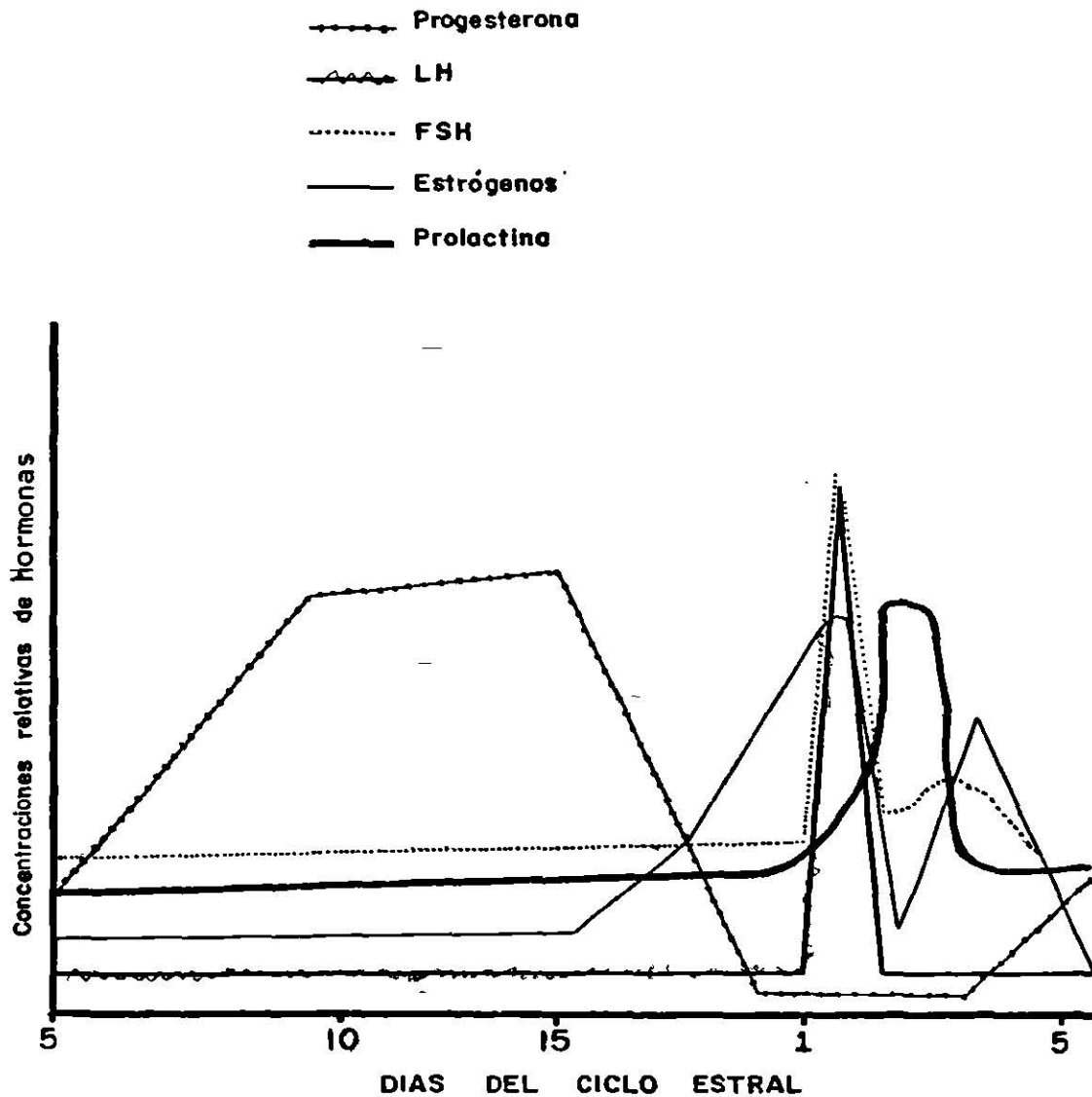


Fig. 1 Cambios hormonales en el plasma periférico durante el ciclo estrual en la vaca. La disminución de progesterona los días 16,17 ó 18 va seguida por elevaciones en estrógenos al final del proestro, de FSH y LH durante el estro y principio del metaestro (Bearden y Fuquay 1982).

proestro es el rápido crecimiento folicular. Los efectos de los estrógenos se pueden observar en la parte final de este período en el sistema de conductos y en el comportamiento de acercamiento al estro (Bearden y Fuquay 1982).

## 2.2. Control hormonal del ciclo estrual.

El ciclo estrual está regulado principalmente por un balance recíproco entre las hormonas esteroides del ovario y las hormonas proteínicas gonadotrópicas de la hipófisis anterior. En tanto que la función de la hipófisis anterior está controlada por el hipotálamo (Bearden y Fuquay 1982). El hipotálamo representa el centro de la actividad sexual, analizando y regulando todos los estímulos de los sentidos, del sistema nervioso central, sistema vegetativo, hipófisis, ovario, glándulas suprarrenales, glándula tiroidea y otras (Holy 1983). En la Tabla I, se muestra un resumen de las hormonas y su función en la reproducción de la hembra.

Se han estudiado los cambios relativos en los niveles hormonales de esteroides ováricos durante el ciclo estrual (Fig. 1). A partir de esta información, parece lógico concluir que la progesterona tiene un efecto dominante en la regulación del ciclo estrual (Bearden y Fuquay 1982).

Durante el diestro, en la fase temprana, la actividad hipofisaria es baja. El ovario contiene un cuerpo lúteo maduro que sigue produciendo progesterona, lo que inhibe la secreción de FSH y LH a través de un control de retroalimentación negativa sobre la hipófisis o hipotálamo (Fig.2) y la formación de

Tabla I. Hormonas que regulan la reproducción.

Glándula	Hormona	Clase química	Función principal
Hipotálamo	Hormona liberadora de gonadotropinas	Péptido	Liberación de FSH y LH
	Hormona inhibidora de prolactina	"	Retención de prolactina
	Hormona liberadora de prolactina	"	Liberación de prolactina
	Hormona liberadora de corticotropina	"	Liberación de ACTH
Hipófisis anterior	Hormona foliculoestimulante (FSH)	Proteína	(1) Crecimiento folicular (2) Liberación de estrógenos (3) Espermiogénesis.
	Hormona luteinizante (LH)	"	(1) Ovulación (2) Formación y función del cuerpo lúteo (3) Liberación de testosterona
	Prolactina	"	(1) Síntesis de leche
	Hormona adrenocorticotrópica (ACTH)	Polipéptido	(1) Liberación de glucocorticoides
Hipófisis Posterior	Oxitocina	Péptido	(1) Parto (2) Expulsión de leche
Ovario	Estrógenos (estradiol)	Esteroides	(1) Comportamiento de cópula (2) Características sexuales secundarias (3) Mantenimiento del sistema de conductos femeninos (4) Crecimiento de la glándula mamaria
	Progestágenos (Progesterona)	"	(1) Mantenimiento de la preñez (2) Crecimiento de la glándula mamaria

Tabla I. Continuación.

Glándula	Hormona	Clase química	Función principal
	Reflexina	Polipéptido	(1) Expansión de la pelvis (2) Dilatación de la cervix
	Inhibina	Proteína	(1) Previene la liberación de FSH
Testículos	Andrógenos (Testosterona)	Esteroide	(1) Comportamiento de cópula masculino (2) Espermatocitogénesis (3) Mantenimiento del sistema de conductos masculinos (4) Funcionamiento de las glándulas accesorias
	Inhibina	Proteína	(1) Previene la liberación de FSH
Corteza suprarrenal	Glucocorticoides (cortisol)	Esteroide	(1) Parto (2) Síntesis de leche
Placenta	Gonadotropina coriónica humana (HCG)	Proteína	(1) Parecida a la LH
	Gonadotropina de suero de yegua preñada (PMSG) Estrógenos Progestágenos Relaxina	Proteína  (Ver ovario)	(1) Parecida a la FSH
Utero	Prostaglandina F <sub>2</sub> (PGF <sub>2</sub> )	Lípido	(1) Regresión del cuerpo lúteo (2) Parto

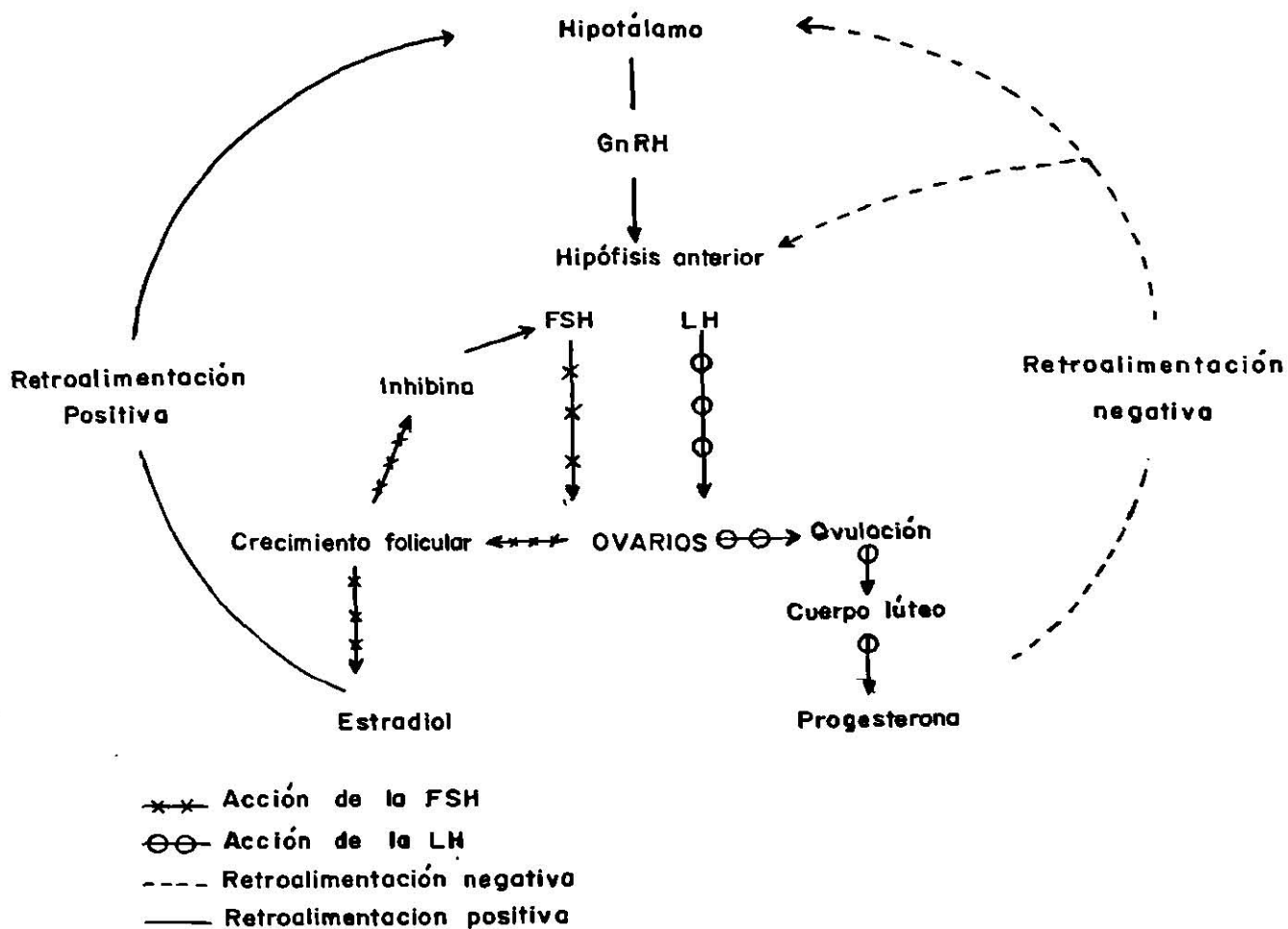


Fig. 2 Relación entre las hormonas liberadoras del hipotálamo, las gonadotropinas y las hormonas ováricas en la regulación de la función reproductiva (Bearden y Fuquay, - 1982).

folículos de De Graff (Spinelli 1982). En la fase tardía, la PGF<sub>2</sub> alfa provoca la regresión del cuerpo lúteo y junto con una marcada disminución de las concentraciones sanguíneas de progesterona; éstas bajas concentraciones de progesterona pueden servir como estímulo o quitar el bloqueo del hipotálamo o hipófisis anterior, lo que ocasionará liberación de FSH, LH y Prolactina (Bearden y Fuquay 1982).

Durante el proestro, la hipófisis secreta altas concentraciones de FSH, lo que estimula el crecimiento del folículo de De Graff en el ovario, a medida que este folículo crece comienza a secretar estrógenos, las concentraciones de progesterona son bajas y el útero se hace más vascular (Spinelli 1982).

En la fase temprana del estro, el folículo madura debido a la influencia de la FSH. A medida que aumenta la concentración de estrógenos bloquean la liberación adicional de la FSH en la hipófisis, hacen que la hembra sea receptiva al macho a la inseminación y causan cambios uterinos: el útero se hace más vascular, la cubierta del útero, o sea la mucosa, crece rápidamente y existen grandes cantidades de moco uterino y vaginal (Spinelli). En la fase tardía, inmediatamente antes de la ovulación la hipófisis secreta altas concentraciones de LH, hormona que probablemente estimule la ovulación y la formación del cuerpo lúteo en el ovario. A medida que se forma el cuerpo lúteo secreta progesterona la cual inhibe la aparición de más folículos de De Graff. Durante el metaestro las concentraciones de estrógenos son bajas y el útero se adapta para prepa



rarse para la implantación del óvulo fertilizado (Spinelli 1982). Después de la ovulación se formará el cuerpo lúteo en el sitio de la ovulación; la formación ocurre rápidamente y para el día 4 ó 5 del ciclo estrual un incremento detectable de progesterona indicará de nuevo la fase del diestro (Bearden y Fuquay 1982).

### 2.3. Participación de las prostaglandinas en la regulación del ciclo estrual.

Está bien establecido, que en todos los animales domésticos el útero es una fuente primaria de la actividad luteolítica que controla al cuerpo lúteo (Hafez, 1984). El cuerpo lúteo se mantiene después de la histerectomía del cuerno uterino ipsilateral al cuerpo lúteo en bovinos, ovinos y cerdos (Hansel et al. 1973, citado por Holy, 1983). Este mismo fenómeno se ha observado en el caso de ausencia de las glándulas uterinas (aplasia). Dichos fenómenos crearon la hipótesis de que el útero debe producir un factor luteolítico el cual puede influir directamente en la formación y función del cuerpo lúteo y en la duración del ciclo, participando así directamente en la regulación de las funciones sexuales del animal (Holy, 1983).

En el año de 1966 Babcock (citado por Hansel et al. 1973, citado por Holy, 1983) fue el primero en confirmar que este factor luteolítico está representado por las prostaglandinas F<sub>2</sub> alfa.

No se han determinado los mecanismos exactos mediante los

cuales la PGF<sub>2</sub> alfa ejerce su acción; sin embargo, uno de los postulados dice que el efecto venoconstrictor de la PGF<sub>2</sub> alfa puede provocar hipoxia y a su vez llevar a la luteólisis (Niswander et al. 1976, citado por Kaltenbach y Dunn, 1984). La administración de PGF<sub>2</sub> alfa en borregas reduce el riego sanguíneo al ovario que contiene el cuerpo lúteo y también se reducen los niveles de progesterona en la sangre (Hafez, 1984).

Después que se descubrió que el útero controla la vida del cuerpo lúteo mediante la liberación de PGF<sub>2</sub> alfa, el interés sobre los patrones circulatorios ha aumentado, aunque la PGF<sub>2</sub> alfa se oxida rápidamente y se destruye durante su paso por los pulmones, no parece probable que la PGF<sub>2</sub> alfa liberada a la circulación general (útero → venas → corazón y pulmones arterias → ovarios) sea la causa de la luteólisis (Bearden y Fuquay, 1982).

En el experimento único llevado a cabo por Goding et al. (1971- 72, citado por Kaltenback y Dunn, 1984) en el cual separó meticulosamente la arteria y vena ováricas, las cuales en la borrega y la vaca la arteria ovárica es muy tortuosa, incrementándose el área de contacto con la vena utero várica, además las paredes arteriales son más delgadas en donde se establece contacto con esta vena. En el experimento, las borregas tratadas de esta manera no mostraron luteólisis. Esto llevó a la teoría de que existe un mecanismo de transferencia de contracorriente donde una substancia luteolítica del útero pasa directamente de la vena uterovárica a la arteria ovárica,

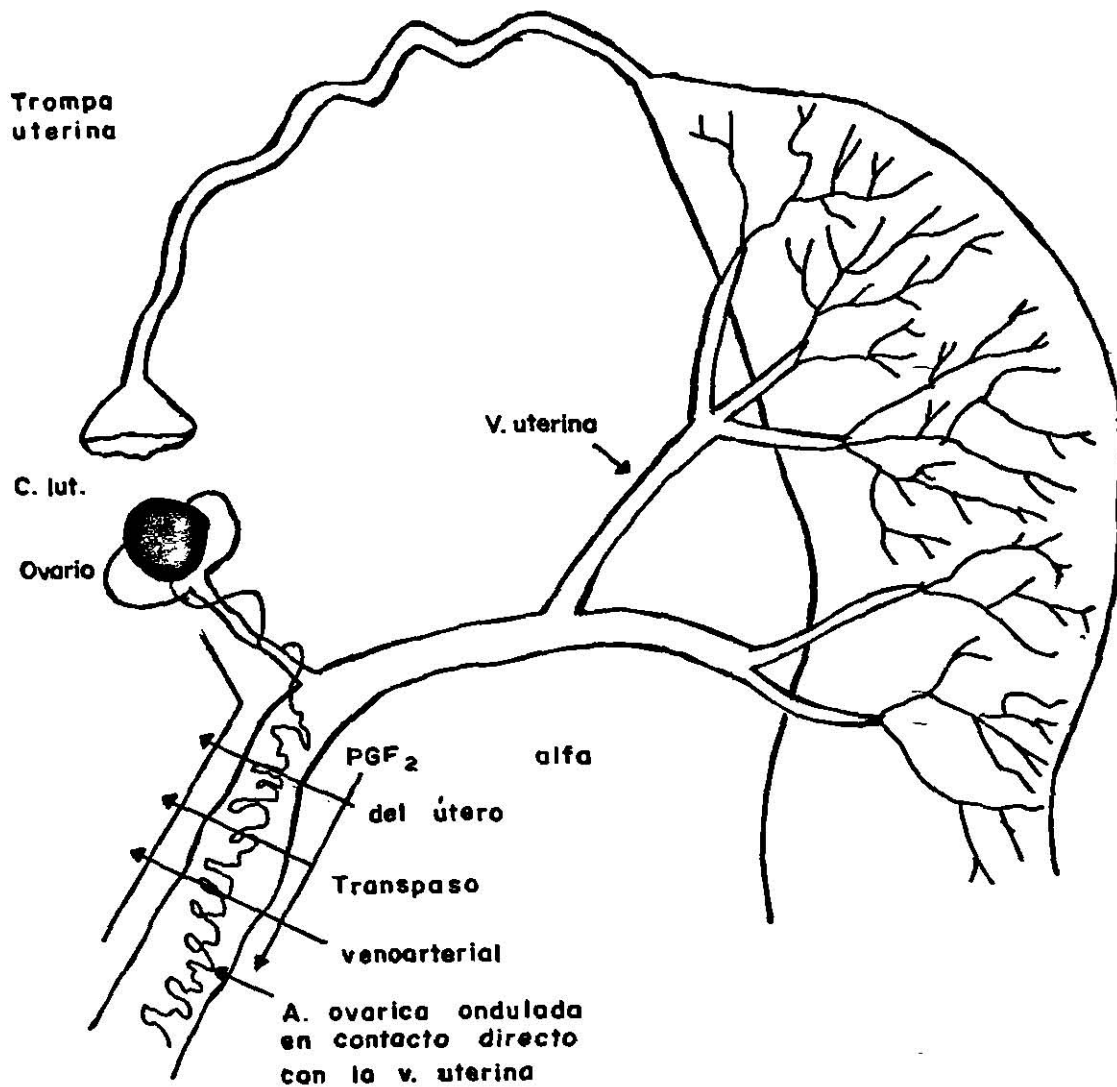


Fig. 3 Ruta postulada mediante la cual la prostaglandina producida por el útero sensibilizado por la progesterona es capaz de entrar a la arteria ovárica y destruir el cuerpo lúteo en el borrego (Short, 1972, citado por Kaltenbach y Dunn, 1984).

alcanzando así al ovario por vía local más que por vía general (Figura 3).

Como prueba de lo anterior, durante la sincronización del estro, la dosis efectiva de PGF<sub>2</sub> alfa es mucho más pequeña cuando se infunde en el útero (5 mg.) en comparación con la circulación general (30 mg.) (Bearden y Fuquay, 1982).

#### 2.4 Sincronización de estros.

[Sincronizar el estro se refiere al hecho de controlar artificialmente el tiempo del estro y el momento de la ovulación en los animales que tienen una presentación del celo en forma cíclica (Hafez, 1984)]

[El lapso que transcurre entre la presentación de dos celos en un bovino depende del tiempo que dura secretando progesterona el cuerpo lúteo que se forma en el ovario después de la ovulación. De tal manera que si logramos controlar la función del cuerpo lúteo, podemos controlar la presentación del celo (González, 1982).

En la reproducción dirigida o inseminación artificial, la duración del período del celo tiene un papel muy importante e indica no solamente el momento óptimo para la inseminación sino el nivel de la fecundación, es decir, que lo más importante para la inseminación práctica es descubrir el inicio del estro. Los errores en la detección del estro pueden provocar en muchos casos la repetición del mismo y la infertilidad, pues cuando el celo se descubre demasiado tarde, la inseminación se realiza también muy tarde (Holy, 1983).

Mediante la sincronización del estro, se predice con bastante exactitud el momento de la ovulación y con ello, el inseminador, se ahorra la práctica de la detección de celos aumentando con ellos la eficiencia de la inseminación artificial (Roche, 1974, citado por Rosi, 1983).

Después de los trabajos de Christian y Casida (1948, citados por Derivaux, 1976) en bovinos empleando inyecciones de progesterona en el control del estro, los primeros ensayos han sido realizados a partir de esta sustancia.

Inicialmente, los tratamientos con progesterona o progestágenos eran muy prolongados (16 ó más días) y la tasa de fecundidad es relativamente baja, sobre todo en el caso del primer celo (Derivaux, 1976 y González, 1982). La baja fertilidad puede deberse al desequilibrio hormonal en el estro sincronizado (Hansel et al. 1975, citado por Hafez, 1984).

La administración de progesterona en bovinos probablemente sincronice el celo al impedir la formación de un nuevo folículo de De Graff después de la lisis del cuerpo lúteo de la vaca (Spinelli, 1982). Debido a que rara vez se sabe la etapa del ciclo en que comienza el tratamiento de progesterona, es necesario administrar el tratamiento aproximadamente durante toda la duración de la fase lútea del ciclo (Britt y Roche, 1984). De esta manera, todas las vacas, independientemente de su fase del ciclo al iniciarse el tratamiento se encontrarían en la misma fase, esto es, en diestro y sin cuerpo lúteo. Cuando se suspende la administración de progesterona disminuyen

las concentraciones plasmáticas de esta y se libera FSH en el lóbulo anterior de la hipófisis, lo que permite la formación de folículo y la aparición simultánea del estro (Spinelli, 1982).

Posteriormente la observación hecha por Wiltbank et al. (1961, citado por González, 1982) de que la función del cuerpo lúteo puede suprimirse con una inyección de estrógenos, permitió que se redujera el tiempo de administración de progesterona o progestágenos-sintéticos de 9 a 10 días con lo cual se logró mejorar la fertilidad. Se necesita el uso de un agente luteolítico en combinación con la progesterona exógena, porque esta tiene poco efecto sobre la vida del cuerpo lúteo maduro. El estrógeno ha sido utilizado como agente luteolítico, pero los estrógenos solo son parcialmente luteolíticos en el bovino, ya que los estrógenos no son totalmente efectivos provocando luteólisis cuando se dan durante las primeras etapas del ciclo (Britt y Roche, 1984). Después de esta observación Wiltbank y González (1975, citado por González, 1982) encontraron que una inyección de 3 mg. del progestágeno aplicado simultáneamente con los estrógenos al momento de colocar el implante, era capaz de sincronizar a todos los animales independientemente de la fase del ciclo estrual en que se encontraban sin afectar la fertilidad.

El descubrimiento de los progestágenos sintéticos por vía oral, ha abierto nuevos caminos a la investigación sobre la sincronización del celo. Los progestágenos esteroides más uti

lizados son los derivados de la progesterona, especialmente la 6-metil-17-acetoxiprogesterona o M.A.P., la 6-cloro- $\Delta$ -6-dehidro-17-acetoxiprogesterona o C.A.P. y el acetato de melengestrol o M.A.G. La actividad de estos productos es variable; así, el melengestrol y la C.A.P. son más activos que la M.A.P. (Derivaux, 1976). Con el acetato de melengestrol administrado por vía oral a vacas durante 14 días es de esperarse el celo de 3 a 12 días después de suspender la administración del compuesto (Simpson et. al. 1970 y DeBois y Bierschwal, 1970, citados por Spinelli, 1982).

[La aplicación de progestágenos tienen la ventaja de que el celo se presenta muy bien agrupado, inducen el celo en animales en anestro y no producen abortos en vacas gestantes que se tratan accidentalmente. Entre sus desventajas, esta en el caso de los implantes subcutáneos, el manejo para dar el tratamiento es más complicado ya que es necesario extraer el implante haciendo una incisión y es necesario que se sigan las medidas de higiene referentes a la desinfección de las orejas y utensilios. Otra limitante es que no debe usarse la leche y la carne de los animales en tratamiento para el consumo humano (González, 1982).]

Otro producto que debido a su efecto luteolítico (destructor del cuerpo lúteo) se ha desarrollado como sincronizador del estro en bovinos es la prostaglandina F<sub>2</sub> alfa y un análogo de esta molécula (ICI 80,996) (González, 1982).

Los cambios endócrinos después de la inyección de la pros

taglandina indican que la caída de progesterona, la elevación subsecuente en el estrógeno y la oleada de LH son similares a las encontradas durante la luteólisis normal (Louis et. al. 1973, citados por Britt y Roche, 1984).

Entre las primeras observaciones en bovinos, destacan las descritas por Rowson et.al. (1972, citados por González, 1982) que señalan que la PFG<sub>2</sub> alfa no sincroniza a los animales que reciben el tratamiento durante los primeros cinco días después de haber presentado celo; esto es, aquellos animales en los que todavía está en desarrollo el cuerpo lúteo. Si se trata de sincronizar a los bovinos al azar, menos del 66% se encontrarían en la fase apropiada (Spinelli, 1982).

Una solución lógica al problema que presentaban los animales tratados en el primer estadio del ciclo estrual era hacer dos aplicaciones de la prostaglandina con 10 a 12 días de diferencia, ya que así con la primera inyección todos los animales que ya tenían un cuerpo lúteo formado, iniciarían un nuevo ciclo y al recibir la segunda inyección tendrían un nuevo cuerpo lúteo bien desarrollado (8 a 11 días del ciclo estrual), en tanto que aquellos animales a quienes no afectó la primera inyección por no tener un cuerpo lúteo bien formado (primeros 5 días del ciclo estrual), al recibir la segunda inyección ese cuerpo lúteo estaría completamente desarrollado (12 a 16 días del ciclo estrual). Esta hipótesis fue comprobada satisfactoriamente utilizando la PGF<sub>2</sub> alfa y el análogo ICI 80,996 (King y Robertson, 1974 y Cooper, 1974, citados por



González, 1982).

La aplicación de las prostaglandinas tienen la ventaja de su fácil aplicación que requiere un mínimo de manejo de los animales ya que es una simple inyección y no existe limitación en cuanto a residuos en carne y leche. Entre sus desventajas se cuenta con el hecho de que exclusivamente actúa en animales ciclando, que puede producir abortos si se aplican por equivocación a vacas al inicio de una gestación y que los calores no se presentan muy agrupados (González, 1982).

El uso de sincronizadores es aconsejable en hatos bien manejados y que tengan normalmente una buena fertilidad. Los progestágenos pueden auxiliar a resolver algunos problemas de anestro pero de ninguna manera solucionarán el problema de hatos en los que la mayoría de las vacas o vaquillas no están ciclando por mala condición de los animales (González, 1982).

## 2.5 Sugerencias para la sincronización de estros.

En un hato donde se va a utilizar la sincronización de estros por primera vez con PGF<sub>2</sub> alfa, se sugiere utilizar un régimen producto de la combinación de los programas de la manera siguiente:

1.- Selección por palpación rectal, de aquellos animales susceptibles al tratamiento, eliminar animales gestantes, animales que aún no estén ciclando, animales con alteraciones funcionales en su aparato reproductor, etc.

Reforzar la alimentación de los animales seleccionados

durante un período mínimo de dos semanas antes del tratamiento con PGF<sub>2</sub> alfa durante cuatro semanas después de la inseminación.

3.- Aplicar por vía intramuscular PGF<sub>2</sub> alfa a cada vaca seleccionada.

4.- Inseminar aquellos animales que presenten signos de estro, detectados por cualquier método, uno de los mejores es por medio de toros receladores.

5.- Aplicar una segunda inyección de PGF<sub>2</sub> alfa por vía intramuscular; 11 días después de la primera a aquellos animales que no hayan respondido a la primera inyección, o sea que no se hayan inseminado.

6.- Inseminar al estro detectado entre los días dos y cinco, después de la segunda inyección.

7.- Posteriormente pueden utilizarse monta natural para servir a aquellos animales que no presentaron estro en el tiempo esperado (Villarreal, 1980).

El método descrito anteriormente permitirá conocer el tiempo de respuesta al tratamiento de cada hato en particular. Una vez conocido éste, se puede utilizar la inseminación sin la detección de estros con base al tiempo de respuestas determinado previamente utilizando el régimen anterior.

1.- Selección de los animales susceptibles al tratamiento por palpación rectal.

2.- Reforzar la alimentación de los animales seleccionados durante un período de dos semanas antes del tratamiento

con PGF<sub>2</sub> alfa y durante cuatro semanas después de la inseminación.

3.- Aplicar PGF<sub>2</sub> alfa por vía intramuscular a cada vaca seleccionada.

4.- Aplicar PGF<sub>2</sub> alfa por vía intramuscular a cada vaca seleccionada, 11 días después del primer tratamiento.

5.- Inseminar en el momento óptimo determinado en grupos previos (Villarreal, 1980).

En un hato donde ya se conocen su estabilidad en la presentación de los ciclos estruales como es en el ganado lechero, por lo que es más predecible en relación a su tiempo de respuesta al tratamiento de la PGF<sub>2</sub> alfa. Por lo que en el ganado lechero se podría emplear cualquiera de los siguientes programas:

#### Programa A.

1.- Revisar por palpación rectal las vacas a tratar para determinar en que fase del ciclo estrual se encuentran teniendo que eliminar animales gestantes, con alteraciones patológicas y fisiológicas del aparato reproductor.

2.- Aplicar por vía intramuscular la PGF<sub>2</sub> alfa a los animales que en la palpación rectal se les detectó un cuerpo lúteo funcional.

3.- Inseminar entre las 72 y 96 horas después del tratamiento.

### Programa B.

1.- Revisar por palpación rectal a las vacas a tratar para determinar en que fase del ciclo estrual se encuentran.

2.- Aplicar por vía intramuscular PGF<sub>2</sub> alfa a las vacas que en la palpación rectal tenían cuerpo lúteo funcional.

3.- Aplicar una segunda inyección de PGF<sub>2</sub> alfa con 11 días de separación de la primera.

4.- Inseminar entre las 72 y 96 horas después de la segunda inyección de PGF<sub>2</sub> alfa (Villarreal, 1980).

La eficacia de estos programas en ganado lechero depende de la exactitud del método para determinar la presencia del cuerpo lúteo (Britt y Roche, 1984).

La combinación de progestágenos y prostaglandinas ha demostrado ser muy promisoría, además posee algunas ventajas: 1) acorta el período del tratamiento con progestágenos, por lo que posiblemente aumenten las oportunidades de concepción; 2) requiere sólo de un tratamiento con prostaglandinas; 3) acorta la sincronización, y 4) proporciona una mejor sincronización (Bearden y Fuquay, 1982). La combinación consiste en lo siguiente:

1.- De cinco a siete días se puede dar la progesterona para prevenir el estro en bovinos que están en diestro tardío o proestro al inicio del tratamiento.

2.- En el último día del tratamiento con progesterona se

da la aplicación de PGF<sub>2</sub> alfa para que involucione el cuerpo lúteo en los animales que están en diestro temprano o medio.

3.- Se insemina a tiempo fijo después del tratamiento de PGF<sub>2</sub> alfa o bien a la detección del estro (Britt y Roche, 1984).

En el tratamiento del anestro, estado en el cual los ovarios se encuentran inactivos. En un hato lechero las vacas sufren de anestro de 30 a 40 días postparto. En ganado de carne aún bien manejados el anestro puede persistir por un período muy prolongado (más de 120 días). El tratamiento del anestro consiste en:

1.- Colocar el implante de progestágenos en la oreja, además de una inyección intramuscular de progestágenos y valerato de estradiol al momento del implante.

2.- Después de 9 días eliminar el implante y separar a los becerros de sus nodrizas durante 48 horas.

3.- Se insemina a las vacas a un tiempo preestablecido después de eliminado el implante, o pueden inseminarse durante la detección del estro.

El tratamiento no se debe administrar hasta que las vacas se encuentren aproximadamente 60 días postparto (Bearden y Fuquay, 1982).

## 2.6 Sincronización de estros con prostaglandinas.

Reportes preliminares durante 1972 informan que la PGF<sub>2</sub>

alfa tiene un estudio notable en el futuro como un agente luteolítico en el control de la ovulación. Por lo que, evaluar datos de concepción, dosis y vía de administración, tiempo de inseminación después del tratamiento, efectos colaterales y otras prostaglandinas análogas, son estudios que se necesitan para señalar el valor de la prostaglandina en el control de la ovulación (Inskeep, 1973).

La prostaglandina F<sub>2</sub> alfa, una prostaglandina primaria con 2 enlaces dobles (5-6 y 13-14) y 3 grupos hidroxilo (9, 11 y 15) se ha venido utilizando recientemente en el campo de la reproducción, debido al descubrimiento de que es un agente luteolítico (Inskeep, 1973). (Figura 4).

#### 2.6.1 Vías de administración.

Las formas más comunes que existen para la administración de las prostaglandinas F<sub>2</sub> alfa son las siguientes: vía uterina, vaginal e intramuscular.

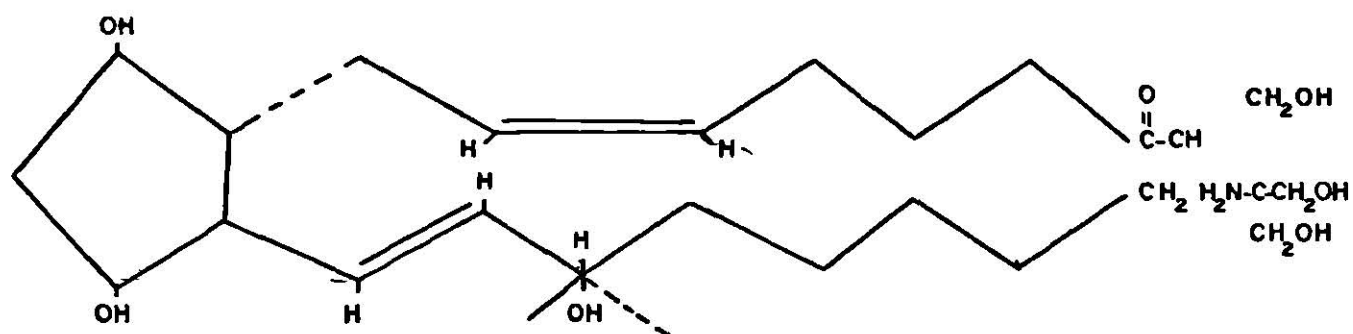
##### 2.6.1.1. Vía Uterina.

El primer reporte del efecto luteolítico (destructor del cuerpo lúteo) de la PGF<sub>2</sub> alfa en ganado vacuno fué realizado por Liehr et. al. (1972), ellos aplicaron 6 mg. de PGF<sub>2</sub> alfa en el cuerno del útero ipsilateral al cuerpo lúteo funcional por medio de un catéter de inseminación, obteniéndose el estro de  $2.4 \pm 0.5$  días después de la aplicación de la PGF<sub>2</sub> alfa.

Louis et. al. (1972) utilizando la misma vía de administración depositó 5 mg. de prostaglandina F<sub>2</sub> alfa en 0.5 ml. de

Figura 4.

FORMULA ESTRUCTURAL DE LA DINOPROST - TROMETAMINA (prostaglandina).



Nombre químico es 7 - (3 alfa, 5 alfa dihidroxi - 2 beta

- (3s) - 3 hidroxil - trans - 1 - octenil

- 1 - ciclopentil ) cis - 5 - ácido heptónico, compuesto con

2 - amino - 2 ( hidroximetil )

1,3 propanodiol.

La formula molecular es:  $C_{20}H_{34}O_5$   $C_3H_7NO_3$

Peso molecular: 475.6

( Williams: 1972 ).

suero en el onceavo día del ciclo estrual. El diámetro del cuerpo lúteo promedio  $2.3 \pm 0.2$  cm. al momento de la infusión de la PGF<sub>2</sub> alfa y éste decreció a  $1.6 \pm 0.2$  cm. a las 24 horas y a  $0.9 \pm 0.2$  cm. a las 48 horas. El estro se manifestó a las  $75 \pm 9$  horas y la ovulación a las  $99 \pm 12$  horas. La LH promedió  $0.9 \pm 0.2$  ng/ml. al momento de la aplicación de la PGF<sub>2</sub> alfa y el pico promedio  $10.6 \pm 3.6$  ng/ml. a las  $78 \pm 6$  horas.

Tratando de hacer más práctica la aplicación de PGF<sub>2</sub> alfa Rowson et. al. (1972, citado por Inskeep, 1973) reportaron una precisa sincronización de estros en vacas con 0.5 mg. de PGF<sub>2</sub> alfa con aplicaciones no quirúrgicas dentro del cuerno uterino ipsilateral al cuerpo lúteo en 2 días consecutivos entre los días 5 y 16 del ciclo estrual. En este trabajo establecieron que el tratamiento entre los días 1 al 4 después de presentado el celo fué inefectivo. Esto debido a que aún está en desarrollo el cuerpo lúteo.

Louis et. al. (1972) usó una dosis de 5 mg. de PGF<sub>2</sub> alfa Tham Salt en el cuerno ipsilateral al cuerpo lúteo entre los 7, 11 y 15 del ciclo estral en vaquillas. El nivel de progesterona bajó por 12 horas y el diámetro del cuerpo lúteo fué reducido por 24 horas. Los intervalos al estro fueron de  $72 \pm 5$  hrs. y el pico de la LH a las  $71 \pm 4$  horas. El intervalo a la ovulación en promedio fué a las  $95 \pm 5$  horas y el siguiente ciclo en promedio fué a los  $21 \pm 3$  días. Estos resultados sugieren relaciones normales temporales de hormonas y parámetros psicológicos hacia el estro inducido (Geschwind, 1972, citado



por Inskeep, 1973).

Kauf (1972, citado por Inskeep, 1973) depositó 1.5 mg. en la parte anterior del cuerno uterino ipsilateral al cuerpo lúteo, a 7 de 9 vacas tratadas entre los días 6 al 15 de su ciclo estrual, el celo se presentó entre los 60 a 72 horas después del tratamiento. Aplicaciones de 2 mg., a 9 de 10 vacas tratadas entre los días 5 al 17 de su ciclo estrual, el celo se presentó dentro de ese mismo período. Todos los animales fueron inseminados a las 72 y 80 horas después del tratamiento. El porcentaje de no retorno a los 23 fué de un 68%. En el diagnóstico de gestación el 53% quedó gestante.

A pesar de que las aplicaciones en el útero son efectivas a bajas dosis, su aplicación requiere de mucha experiencia y habilidad, además de representar un riesgo de infección uterina (Gordon, 1976).

#### 2.6.1.2 Vía vaginal.

En la aplicación intravaginal se tienen respuestas muy variables y el estro puede verificarse al cuarto día después de la aplicación (Hafs, 1974, citado por Villarreal, 1980).

Lierhr et al. (1972) utilizó una dosis de 3 mg. de PGF<sub>2</sub> alfa a animales que se encontraban entre el día 8 al 12 de su ciclo estrual siendo efectivo el tratamiento cuando lo depositó en el cuerpo del útero, a la mitad del cervix, pero no en el cuerno contrario al cuerpo lúteo o anterior a la vagina.

En otro experimento Louis et al. (1972) depositó dentro

de la vagina 30 mg. de PGF<sub>2</sub> alfa en 1.5 ml. de suero en el on-  
ceavo día del ciclo estrual. El diámetro del cuerpo lúteo pro-  
medio al momento de la infusión  $2.5 \pm 0.1$  cm.,  $2.2 \pm 0.1$  cm.  
a las 24 horas, a  $1.5 \pm 0.2$  cm. en 48 horas y  $0.6 \pm 0.4$  cm.  
a las 96 horas. El estro apareció a las  $117 \pm 18$  horas y la  
ovulación a las  $128 \pm 19$  horas. En base a estos resultados se  
concluye que la respuesta luteolítica en la vagina a la PGF<sub>2</sub>  
alfa es efectiva pero puede ser retardado en 1 a 2 días relati-  
vamente en comparación con la aplicación uterina.

#### 2.6.1.3 Vía intramuscular.

La aplicación subcutánea o intramuscular de 25 a 30 mg.  
de PGF<sub>2</sub> alfa tiene el mismo efecto luteolítico que las bajas  
dosis aplicadas intrauterinamente, pero se evita el riesgo de  
la contaminación del útero y es más fácil su aplicación (Stell-  
flug, 1973).

Las altas dosis requeridas por esta vía de administración  
es debida a que la PGF<sub>2</sub> alfa es pasada a través del sistema  
circulatorio hacia los pulmones donde se inactiva un gran por-  
centaje de la misma antes de llegar al ovario (Bearden y Fuquay,  
1982).

Lauderdale (1972, citado por Inskeep, 1973) aplicó 30 mg.  
de PGF<sub>2</sub> alfa Tham Salt intramuscularmente y obtuvo los signos  
del estro de 2 a 4 días más tarde en 0 de 6, 17 de 17 y 12 de  
de 12 en vaquillas tratadas en los días del 2 al 4, del 6 al 9  
y 13 al 16 del ciclo estrual, respectivamente.

Como se mencionó anteriormente las prostaglandinas únicamente actúan en animales que están ciclando y que tienen más de cinco días de haber presentado su último celo al momento de recibir el tratamiento, motivo por el cual, en los trabajos que se describen a continuación se utilizan exclusivamente animales que estaban ciclando.

Lauderdale et. al. (1972) utilizando vacas en diestro aplicó 30 mg. de PGF<sub>2</sub> alfa Tham Salt para ser inseminadas: 2) a las 12 horas después de detectado el celo durante un período de 7 días después de la aplicación, 3) a las 72 horas y 90 horas después de la aplicación y 1) a las 12 horas de detectado el celo en un período de observación de 18 a 21 días. Basados en que no se encontró diferencia significativa entre grupos de tratamiento y localidades, por lo que la fertilidad de las vacas inseminadas en el estro después de la aplicación de PGF<sub>2</sub> alfa y las vacas inseminadas a intervalos de tiempo después de la aplicación de PGF<sub>2</sub> alfa fué comparable a la de los controles.

Por otro lado, Stellflug et. al. (1974) tratando de encontrar la dosis efectiva de PGF<sub>2</sub> alfa por vía intramuscular desarrolló el siguiente experimento. En éste utilizó un grupo de vaquillas Holstein en diestro aplicando: 1) 30 mg. de PGF<sub>2</sub> alfa Tham Salt, 2) dos inyecciones de 15 mg. de PGF<sub>2</sub> alfa a intervalos de 6 horas y 3) 60 mg. de PGF<sub>2</sub> alfa. Después de la aplicación de la PGF<sub>2</sub> alfa el celo empezó a las 55 ± 2 horas, 60 ± 4 horas y a las 50 ± 3 horas; el pico de la LH a las --

67  $\pm$  1 hora, 65  $\pm$  3 horas y a las 57  $\pm$  3 horas y la ovulación ocurrió a las 89  $\pm$  4 horas, 90  $\pm$  4 horas y a las 78  $\pm$  3 horas para los tratamientos de 30 mg., dos aplicaciones de 15 mg. y de 60 mg. de PGF<sub>2</sub> alfa, respectivamente. Estos resultados les permitieron concluir que, aunque las altas dosis de PGF<sub>2</sub> alfa no aceleran la luteólisis, los intervalos al estro, el pico de la LH y la ovulación, estos fueron más cortos después de la aplicación de 60 mg. que después de los 30 mg. de PGF<sub>2</sub> alfa.

En otro trabajo Lauderdale et al. (1974) aplicó vía intramuscular 30 mg. de PGF<sub>2</sub> alfa a los animales del tratamiento 2 y 3 si un cuerpo lúteo fué detectado en la palpación rectal. El ganado asignado al tratamiento 2, fué inseminado a la detección del celo durante un período de 7 días después de la aplicación de PGF<sub>2</sub> alfa. El ganado asignado al tratamiento 3, fué inseminado a las 72 y 90 horas después de la inyección de PGF<sub>2</sub> alfa y en el tratamiento 1, fué inseminado a la detección durante un período de 18 a 25 días. El porcentaje de gestación y número de ganado inseminado fué de 53.3 y 122, 52.2 y 69, 55.8 y 86 para los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente. Como no se encontró diferencia significativa entre tratamientos, la fertilidad fué similar para los controles y los sometidos al tratamiento e inseminados a intervalos predefinidos después de la aplicación de PGF<sub>2</sub> alfa.

Tomando como base que una de las limitantes en el uso de la PGF<sub>2</sub> alfa, que sólo es eficaz cuando está presente un cuerpo lúteo en el ovario Hafs et al. (1975) aplicó dos inyeccio-

nes de 30 mg. de PGF<sub>2</sub> alfa Tham Salt y 0.5 mg. ICI 80,996 con 10 a 12 días de separación a un grupo de 960 vaquillas y 392 vacas amamantando. El ganado tratado con la prostaglandina fué inseminado sin detección de estros en algunos a las 80 horas y a otros a las 70 y 88 horas después de la segunda inyección. El ganado asignado como controles no fué tratado. En este grupo control el 67% fueron diagnosticadas gestantes, entre las vaquillas tratadas con prostaglandinas el 62 de las 291 inseminadas dos veces y el 62% de las 323 inseminadas una sola vez fueron diagnosticadas gestantes. En el grupo control de las vacas el 69% fueron diagnosticadas gestantes y en las vacas tratadas el 58% de las inseminadas dos veces y el 57% inseminadas una sola vez fueron diagnosticadas gestantes. No se encontró diferencia significativa después de dos aplicaciones de prostaglandina entre la F<sub>2</sub> alfa ó ICI 80,996. Por lo que se puede concluir de este trabajo que la fertilidad del ganado tratado con prostaglandina e inseminado sin la detección del celo fue igual que la del grupo control y la fertilidad con dos inyecciones (a las 72 y 88 horas) fué igual que con una sola inyección (a las 80 horas) después de la aplicación de la prostaglandina.

Utilizando uno de los métodos más exactos para determinar la presencia de un cuerpo lúteo funcional en el ovario. Turnan et al. (1975) utilizó 39 vacas ciclando no lactantes para desarrollar la siguiente investigación. En el grupo 1, incluía a todas las vacas con un mínimo de 2.5 mg/ml de progesterona, considerándose como un indicador de un cuerpo lúteo funcional.

En el grupo 2, incluía a las vacas con menos de 2.5 mg/ml considerándose no tener un cuerpo lúteo funcional. En cada uno de los grupos las vacas fueron distribuidas a los siguientes tratamientos A y B recibiendo una inyección de 30 mg. de PGF<sub>2</sub> alfa Tham Salt, las vacas del tratamiento A fueron inseminadas a las 12 horas de detectado el estro y las del tratamiento B a las 64 y 88 horas después del tratamiento. El tratamiento C, fué el grupo control y fué inseminado a las 12 horas del estro. En el grupo 2, fué tratado a los 10 días del grupo 1. Datos de concepción basados en palpaciones a los 47 a 57 días posterior al tratamiento fueron para A, 84.6%, B, 76.9% y C, 92.3%

En términos de fertilidad del ganado utilizado por Hafs y Manns (1975), como fueron vacas amamantando y becerras lecheras tratadas con 2 aplicaciones de PGF<sub>2</sub> alfa con 11 días de separación e inseminado a intervalos predefinidos (70 y 88 horas) después de la segunda inyección de la prostaglandina, fué igualmente efectiva que en el grupo control, el celo lo presentaron del tercero al sexto día después de la aplicación.

González y Ruiz (1975) utilizando 157 vacas y vaquillas ciclando de las cuales 82 recibieron una inyección de 30 mg. de PGF<sub>2</sub> alfa sal trometamina, observaron que el celo se presenta, en los animales tratados, 24 horas después del tratamiento y que en 8 días se detectó el celo y se inseminó al 80% de este grupo. La respuesta en la presentación del celo fué mejor en vacas (93%) que en vaquillas (73%) ( $P < 0.05$ ); así como en

animales tratados durante la segunda o tercera semana del ciclo estrual (95%) que en los tratados en la primera semana (41%), ( $P < 0.01$ ). Los porcentajes de concepción en los grupos testigo y tratados fueron en 8 días, 23% y 41% ( $P < 0.05$ ); en 21 días, 60% y 42% ( $0.10 > P > 0.05$ ) y en 48 días 69% y 63% ( $P > 0.01$ ) respectivamente. El porcentaje de preñez al primer servicio fué inferior en los animales tratados en la primera semana del ciclo estrual que en aquellas tratadas en la segunda o tercera semana ( $P < 0.01$ ).

En otro estudio más reciente, De los Santos et al. (1977, citado por González, 1982) empleando las prostaglandinas que se encuentran en el mercado (Tuco), se observó una sincronización del 80% en cinco días y en ese mismo período quedó gestante el 68% del hato. Se puede observar que fué un hato que tenía buena fertilidad ya que al final de 45 días de inseminación artificial quedaron gestantes el 94 y 83% de los grupos tratados y testigo, respectivamente.

Por otro lado, Manns et al. (1977) estudiaron el efecto del tiempo de inseminación sobre la fertilidad en vaquillas de carne sincronizadas con prostaglandinas F<sub>2</sub> alfa. Los animales fueron inseminados a las 75 horas (Grupo 2), a las 80 horas (Grupo 3) y a las 85 horas (Grupo 4) después de la segunda inyección de PGF<sub>2</sub> alfa a los 12 días de la primera aplicación. Los animales no tratados fué el grupo control (Grupo 1) y fué inseminado a la detección del celo sobre un período de observación de 35 días. La fertilidad expresada como partos fue la

siguiente: grupo 1, 33/77 (43%); grupo 2, (38%); grupo 3, 29/79 (37%) y el grupo 4, 20/73 (27%). La fertilidad fué menor a las 85 horas comparada con el control ( $P < 0.05$ ) en los animales tratados con  $\text{PGF}_2$  alfa.

Córdoba et al. (1983) emplearon a 53 vacas Cebú sin cría que estaban entre los días 8 al 14 de su ciclo estrual. Los animales fueron distribuidos homogéneamente en tres grupos de acuerdo al número de partos, peso corporal y fase del ciclo estrual. En el grupo 1 ( $n = 17$ ), se les aplicó 25 mg. de  $\text{PGF}_2$  alfa por vía intramuscular; las vacas se palparon por vía rectal a las 72, 90 y 114 horas después del tratamiento para determinar el grado de luteólisis, la presencia de moco cervical y la turgencia uterina. Las vacas que mostraron celo antes de las 72 horas se inseminaron de manera convencional (IC), las que no lo manifestaron en ese tiempo se sirvieron en forma forzada (IF) a las 72 y 90 horas. En el grupo 2 ( $n = 18$ ), similar al anterior, pero sólo con inseminación convencional a las que mostraron signos de celo. Grupo 3 ( $n = 18$ ), fué el testigo el cual no recibió ningún tratamiento y con inseminación convencional aproximadamente a las 12 horas de observado el inicio del estro. El período de IA tuvo una duración de 60 días. Durante los períodos de 0-21, 0-42 y 0-60 días los resultados de concepción fueron semejantes ( $P > 0.05$ ) en los tres grupos. El porcentaje de concepción a primer servicio fue de 58.8% para el tratamiento 1, 56.2% para el tratamiento 2 y -- 64.2% para el testigo ( $P > 0.05$ ).



Rosi (1983) utilizó 15 vacas Brahman y 2 Santa Gertrudis de edad y número de parto variable para un programa de sincronización. Este consistió en aplicar por vía intramuscular una dosis de 25 mg. de Dinoprost-trometamina (PGF<sub>2</sub> alfa) y a los 11 días la segunda aplicación. La inseminación artificial fué efectuada pasadas las 12 horas en promedio de detectado el inicio del estro, en caso de celos silenciosos, se inseminaron a las 80 horas después de la segunda aplicación de la hormona. Los resultados obtenidos en el experimento son: número de vacas que repitieron el ciclo estrual postinseminación fueron 3 (17.64%), el resto quedó gestante (82.35%) al primer servicio. Todos los animales eran de fertilidad comprobada como buena.

En una segunda parte del trabajo de Robles (1984) aplicó dos inyecciones de 25 mg. de Dinoprost-trometamina a un intervalo de 11 días a un grupo de vaquillas Holstein. La inseminación fué a las 72 y 96 horas después de la segunda aplicación de la PGF<sub>2</sub> alfa. El porcentaje de preñez al primer servicio fué de 53.8%.

#### 2.6.2 Prostaglandinas análogas.

Las prostaglandinas análogas más conocidas son cloroprostenol, dinoprost, prostianol, tioprost, fenprostaleno, etc. (Tabla II). Estos análogos representan alternativas terapéuticas que las prostaglandinas por su metabolismo tan rápido no ofrecen (Fuentes, 1985).

Tabla II. Diferentes análogos de las prostaglandinas y su dosificación en animales domésticos (Fuentes, 1985).

Genérico	Especie			
	Vaca	Yegua	Cerdas	Ovejas
Cloroprostenol	500 mg	300 mg	300 mg	200 mg
Dinoprost	25 mg	5-10 mg	- -	- -
Prostianol	15 mg	5- 8 mg	5-8 mg	- -
Tiaprost	1 mg	0,5 g	0,1-1 g	.250 g
Fenprostaleno	0,1 g	- -	- -	- -

Utilizando una de las prostaglandinas análogas Zaoral (1982) utilizó 2 inyecciones de 500 mg de cloroprostenol en 2 ml de vehículo con un intervalo de 11 días entre aplicaciones. La inseminación se llevó a cabo a los 3 días después de la segunda aplicación y una inseminación más al día siguiente. Las vaquillas inseminadas fueron observadas para la detección del estro de 17 a 24 días postinseminación y reinseminadas a las que lo mostraron. El porcentaje de concepción al primer servicio fué de 63.5% y 68.7% para los grupos tratados y control, respectivamente. El porcentaje de concepción acumulado fué de 80.4% para los tratados y 83.2% para el grupo control.

Por otro lado, Dmitrev et al. (1982) utilizó 100 vaquillas de 16 a 18 meses de edad, 50 de ellas fueron inyectadas con 500 mg de Estrumate (una PGF<sub>2</sub> alfa análoga) en un intervalo de 11 días, el resto no tratado fué el grupo control. Las

vaquillas tratadas fueron inseminadas/dos veces a las 72 y 96 horas después de la segunda aplicación de PGF<sub>2</sub> alfa. El 78% de las vaquillas tratadas mostraron signos de celo después de la primera aplicación de PGF<sub>2</sub> alfa (15.4% en las 24 horas, el 51.3% en las 24 a 48 horas y 33.3% entre las 48 a 72 horas después del tratamiento), los valores correspondientes después de la segunda aplicación fueron el 100%, 70%, 18% y 12%. Después de 60 días de inseminación el 74% fueron encontradas preñadas por medio de palpación rectal y en el grupo control el 72%.

### 2.6.3 Combinación de progestágenos y prostaglandinas.

Como se mencionó anteriormente el tratamiento combinado de progestágenos y prostaglandinas ha demostrado ser muy promisoria, conduciendo a una concepción igual o mejor que las obtenidas en el grupo testigo mejorándose así la sincronización.

Al usar la progesterona y luego la PGF<sub>2</sub> alfa posiblemente se logre sincronizar el resto de los animales (aproximadamente el 20%) que no reaccionaran a la aplicación de PGF<sub>2</sub> alfa porque se encuentran en los primeros cuatro días del ciclo estrual (Spinelli, 1982).

Heersche et al. (1974) utilizó implantes Syncro-Mate B - (6 mg) que fueron puestos en 50 vaquillas de carne y removidos 7 días después (día cero). Posteriormente cada vaquilla fué inyectada intramuscularmente con 30 mg. de PGF<sub>2</sub> alfa en 5 ml. de solución buffer y palpadas rectalmente para detectar la presencia del cuerpo lúteo. Las vaquillas fueron inseminadas ar-

tificialmente entre las 12 a 18 horas después de observado los signos del celo. A 47 de las 50 vaquillas estuvieron en estro dentro de las 84 horas entre la tarde del día primero y la mañana del quinto día. A 30 de las vaquillas sincronizadas quedaron gestantes al primer servicio (63.8%). En el grupo control, 20 vaquillas no tratadas se estuvieron observando para la detección del celo en un período de 27 días. A 13 de las 20 (65%) quedaron gestantes en el primer servicio.

Welch et. al. (1975) utilizó 67 vacas de carne lactando para depositar dentro del útero la  $\text{PGF}_2$  alfa en dos pruebas (1 mg. en la prueba 1, y 2 mg en la prueba 2). Aproximadamente la mitad de las vacas tratadas con  $\text{PGF}_2$  alfa recibieron 400 mg. de Benzoato de Estradiol ( $\text{E}_2\text{B}$ ) intramuscularmente a las 48 horas después del tratamiento de  $\text{PGF}_2$  alfa. El porcentaje de vacas en estro en las 88 horas después del tratamiento y el intervalo al estro, respectivamente, en las pruebas y tratamientos fueron: Prueba 1, sólo  $\text{PGF}_2$  alfa, 47% y  $65 \pm 2$  hrs.;  $\text{PGF}_2$  alfa +  $\text{E}_2\text{B}$ , 69% y  $64 \pm 1$  hora. Prueba 2, sólo  $\text{PGF}_2$  alfa, 87% y  $65 \pm 4$  horas;  $\text{PGF}_2$  alfa +  $\text{E}_2\text{B}$ , 85% y  $65 \pm 1$  horas. Los porcentajes de concepción sólo con  $\text{PGF}_2$  alfa, 61%,  $\text{PGF}_2$  alfa +  $\text{E}_2\text{B}$ , 73% y el grupo control 71%.

Por otro lado, Manns et al. (1983) llevaron a cabo tres experimentos para observar el efecto de quitar por un período corto de tiempo a la ternera (CR) y el tratamiento con progesterona ( $\text{P}_4$ ) sobre la salida de la actividad cíclica ovárica en vacas de carne amamantando. El ciclo estrual de todas las va-

cas fué sincronizado por dos inyecciones de una prostaglandina F análoga con 11 días entre aplicación. Las vacas fueron inseminadas a las 68 y 91 horas después de la segunda inyección. En el experimento 1, se quitó la ternera por 48 horas después de la segunda inyección de PGF<sub>2</sub> alfa, no se alteró la fertilidad en comparación con la obtenida en el grupo control. En el experimento 2, fueron tratadas con 100 mg. de progesterona al mismo tiempo de la primera aplicación de PGF<sub>2</sub> alfa, la aplicación de P<sub>4</sub> incrementó el número de animales ciclando en un 7% y la fertilidad en un 13%, pero las diferencias no fueron significativas. En el experimento 3, combinaciones de CR y P<sub>4</sub> se incrementó la actividad cíclica ovárica en un 9% (P < 0.07) y la fertilidad en un 14% (P < 0.04). Estos resultados indican que el tratamiento con progesterona da un moderado incremento en el control de la actividad ovárica y un significativo incremento en la fertilidad.

## 2.7 Otros usos de las prostaglandinas.

En la reproducción dirigida, las prostaglandinas se usan también en la sincronización de partos, provocándose la expulsión del feto dentro de 48 a 56 horas. Desgraciadamente la mayoría de estos partos provocados (60 a 80%) está acompañada con placenta retenida, lo que disminuye y hasta elimina el uso del medicamento para la provocación de partos colectivos en hatos lecheros. (Holy, 1983).

Una de las posibles ventajas en la sincronización de partos sería el de agrupar los partos, los cuales podrían estar

distribuidos en un período de 1 a 2 semanas, haciéndolo en 24 horas para una observación más cercana (Bearden y Fuquay, 1982).

De hecho, las desventajas son mayores que las ventajas. En la oveja por ejemplo, los tratamientos para la inducción son efectivos sólo cuando se administran muy cerca del parto, en el ganado bovino como se mencionó anteriormente, la frecuencia de retenciones placentarias es muy alta después de la inducción del parto. En un estudio en el que se utilizó un número muy pequeño de animales mostró que la inyección intramuscular de 6 mg. de benzoato de estradiol al momento de la inducción reducía la frecuencia de placentas retenidas (Bearden y Fuquay, 1982).

Otro de los usos de las prostaglandinas ha sido en la terapéutica animal, aprovechándose para la evacuación del contenido uterino (piometras, endometritis, quistes luteínicos y gestaciones patológicas como edema de las membranas fetales, fetos momificados, y maceraciones fetales; también se han utilizado para la inducción de abortos en gestaciones no deseables en sus fases temprana, media y tardía, etc.) y en la terapéutica del anestro postpartal (Holy, 1983).

La piometra en las vacas se define como un estado caracterizado por acumulación de pus en el útero, persistencia del cuerpo lúteo y anestro. En estos animales disminuye la capacidad del útero para fabricar la prostaglandina y en consecuencia se prolonga el diestro debido a la persistencia del cuerpo lúteo. La piometra resultante después del parto o de la inse-

minación responde a la administración de  $\text{PGF}_2$  alfa lo que hace que se vacíe el útero y se presente el estro de tres a cuatro días después del tratamiento (Fuentes, 1985).

Se ha informado de buenos resultados en el tratamiento del cuerpo lúteo quístico al usar el cloprostenol ( $\text{PGF}_2$  alfa análoga) (Eddy, 1977, citado por Spinelli, 1982).

Entre los trabajos desarrollados destacan el de Arriola y Moran (1979), en el cual los animales del lote comercial y el lote de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, recibieron el tratamiento de 25 mg. de  $\text{PGF}_2$  alfa sólo si tenían un cuerpo lúteo funcional y fueron repartidos en los siguientes grupos: 1) animales con pre y postservicio sin ninguna condición patológica; 2) animales con anestro asociado con piometra. Los animales fueron inseminados artificialmente siempre y cuando no se observaran deyecciones patológicas a través de la vulva. El diagnóstico de gestación se llevó a cabo de 40 a 45 días después del servicio. El porcentaje de concepción para el grupo 1, en el lote de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia fué de 52.6% y el de la granja comercial de 46.5%. Para el grupo 2, el porcentaje de concepción fué de 28.57% para el lote de la F.M.V.Z y 0% en la granja comercial.

### III. MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se realizó en el Campo Experimental "El Canadá" de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicado en la Carretera a Colombia kilómetro No. 3, Escobedo, N.L. La duración de la prueba fué de aproximadamente 4 meses, se inició el 7 de febrero y se prolongó hasta el 7 de mayo de 1985.

Los animales utilizados en el presente experimento fueron 20 vacas Holstein lactando de edad y número de parto variables, con un peso postparto que fluctuó de 415 a 630 kgs. siendo el promedio de 555 kg. y un lote de 12 vaquillas de la misma raza que pesaron entre 350 y 435 kgs. promediando un peso de 371 kg.

Los animales fueron repartidos en dos lotes (vacas y vaquillas) para recibir los siguientes tratamientos. El tratamiento I con 10 vacas que en la palpación transrectal tenían un cuerpo lúteo funcional en uno de los ovarios, se les dió una inyección intramuscular única de Dinoprost-trometamina de 25 mg. En el lote de las vaquillas fueron 6 las que recibieron este mismo tratamiento.

En el tratamiento II con 10 vacas que en la palpación transrectal en su mayoría no tenían un cuerpo lúteo presente en los ovarios, se les aplicó dos inyecciones intramusculares de Dinoprost-trometamina de 25 mg. con un intervalo entre aplicaciones de 11 días. En el lote de las vaquillas fueron 6 las que recibieron este mismo tratamiento.



Los animales del tratamiento I de cada lote fueron inseminados artificialmente con semen congelado , 12 horas después de la detección del celo franco. Considerándose en celo franco al animal que permitía la monta por otro animal. La detección de calores para el tratamiento I de cada lote se realizó durante 2 horas cuatro veces al día; ésto es de 6:00 a.m. a 8:00 a.m.; de 12:00 a.m. a 2:00 p.m.; de 6:00 p.m. a 8:00 p.m. y de 0:00 a 2:00 a.m.

Los animales del tratamiento II de cada lote fueron inseminados con pajillas de semen congelado, sin detección de celos, a las 72 y 96 horas a partir de la segunda aplicación de 25 mg. de Dinoprost-trometamina.

Todos los animales en su primer servicio fueron inseminados con pajillas del mismo toro (29 H3006 CHECKMATE) para evitar cualquier diferencia en cuanto a la fertilidad por parte del macho. A las repetidoras se inseminaron con pajillas de los toros 29 H3006 y el 20 H3261 SINNISSIPPI, a un tercer servicio de las repetidoras se les dió monta natural .

Antes de iniciar los tratamientos, los 32 animales fueron desparasitados internamente y vitaminados (ADE). Las 12 vaquillas fueron pesadas e identificadas para facilitar su posterior manejo.

Los 32 animales fueron palpados transrectalmente para verificar la no gestación y diagnosticar la fase del ciclo estrual en que se encontraban (fase folicular o luteal) para la distribución de los tratamientos.

Las observaciones para la detección del celo para el tratamiento I de cada lote fueron continuadas hasta que presentaron celo la mayoría de los animales en el tiempo esperado (1 a 5 días después de la aplicación).

Durante el período que duró el experimento, la totalidad de las vaquillas permanecieron en un mismo corral proporcionándoles el mismo manejo en cuanto alimentación y para facilitar la detección de celos. En tanto que las vacas se separaron en base al tratamiento en dos corrales recibiendo el siguiente manejo: dos ordeñas con un intervalo de 12 horas (3:30 a.m. y 3:30 p.m.); una alimentación diaria en base a su producción, a razón de 1 kg. de concentrado balanceado por cada 2 litros de leche, éste era proporcionado una parte en la sala de ordeña y el resto en el corral que le correspondía en base al promedio obtenido en la pesada de leche (cada 14 días) y el resto de la alimentación era forraje verde picado a libre acceso en los comederos de los corrales.

El diagnóstico de gestación para cada animal se realizó por palpación del útero por vía rectal a partir de los 45 días de su último servicio.

Las variables a medir en la presente investigación fueron:

- a) Porcentaje de sincronización después de la aplicación de la Dinoprost-trometamina.
- b) Porcentaje de concepción en vaquillas para cada tratamiento.
- c) Porcentaje de concepción en vacas para cada tratamiento.

Los resultados fueron analizados mediante una prueba de CHI cuadrada ( $X^2$ ).

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Porciento de Sincronización.

En la Tabla III se muestra el número de vacas y vaquillas que presentaron celo después de la primera aplicación de la prostaglandina F<sub>2</sub> alfa (Dinoprost-trometamina) para el tratamiento I. De las vacas sometidas al tratamiento el 90% (9/10) respondió a la aplicación de la prostaglandina presentando celo en los primeros cinco días, esto es, el 11.1% a las 24 horas, el 33.3% a las 72 horas, 33.3% a las 96 horas y el 22.2% a las 120 horas después de la aplicación de la prostaglandina. La vaca que no respondió al tratamiento en el tiempo esperado no fué tomado en cuenta en la evaluación de la prostaglandina, este animal quedó gestante en otro servicio posteriormente pero el celo que presentó no fué a consecuencia de la anterior aplicación de la prostaglandina.

De las vaquillas sometidas al tratamiento el 83.3% (5/6) presentaron celo, esto es, el 20% a las 48 horas, el 60% a las 72 horas y el 20% a las 96 horas después de la aplicación de la prostaglandina. La vaquilla que no manifestó celo postaplicación en el tiempo esperado se inseminó en el siguiente celo a los 21 + 3 días después del celo que se esperaba con la aplicación de la prostaglandina. No se encontró diferencia significativa entre vacas y vaquillas en cuanto al porciento de sincronización ( $P > 0.05$ ).

Tabla III. Número de vacas y vaquillas que presentaron celo después de la aplicación de PGF<sub>2</sub> alfa.

	Número de animales sometidos al tratamiento	Número de animales en celo (% sincronización)
Vacas	10	9 (90%)
Vaquillas	6	5 (83.3%)

#### 4.2 Porcentaje de Concepción.

En la tabla IV y V se muestra el número de vacas y vaquillas gestantes respectivamente a través del estudio con prostaglandina para ambos tratamientos.

De las vacas sometidas al tratamiento I, 9 mostraron signos de celo postaplicación de la PGF<sub>2</sub> alfa, pero sólo a 7 se les dió servicio de inseminación artificial ya que dos animales al momento del celo mostraron moco sucio (metritis). El porcentaje de concepción a primer servicio fué de 85.7% (6/7). En el porcentaje de concepción del segundo servicio acumulado no se evaluó debido a que la repetidora lo hizo a los 51 días después del servicio, presentando al momento del celo moco sucio (cristalino con grumos blancos), por lo que se sospechó de una posible reabsorción del embrión.

En el tratamiento II, se les dió servicio de inseminación artificial a los 10 animales sometidos al tratamiento sin previa detección de celos a las 72 y 96 horas después de la última aplicación de PGF<sub>2</sub> alfa. El porcentaje de concepción al pri

mer servicio fué de 44.4% (4/9), para este valor se tomaron en cuenta 9 de los 10 animales inseminados, ya que la vaca número 132 fué diagnosticada con ovarios estáticos en la revisión de preñez de los demás animales. En el segundo servicio acumulado fué de un 88.8% (8/9). Se encontró diferencia significativa entre tratamientos en cuanto al porcentaje de concepción al primer servicio ( $P > 0.05$ ) entre el tratamiento I y II de las vacas sometidas a tratamiento.

En el tratamiento I de las vaquillas después de la única aplicación de la PGF<sub>2</sub> alfa, 5 animales mostraron celo y fueron inseminados. El animal que no mostró celo en el tiempo esperado fué inseminado a los 20 días  $\pm$  3 días del celo que se esperaba con la aplicación de la PGF<sub>2</sub> alfa. El porcentaje de concepción al primer servicio fué de 66.6% (4/6). En el segundo y tercero acumulado respectivamente fué de 83.3% y 100%. En este tratamiento una vaquilla se alargó hasta un tercer servicio debido a la dificultad que presentó al momento de las inseminaciones para atravesar el cervix en su totalidad.

En el tratamiento II después de la segunda inyección de PGF<sub>2</sub> alfa fueron inseminadas las 6 vaquillas sin previa detección de celos a las 72 y 96 horas. El porcentaje de concepción al primer servicio fué de 50% (3/6) y en el segundo servicio acumulado de 100% (6/6). No se encontró diferencia significativa entre estos tratamientos.

Tabla IV. Número de vacas gestantes a través del estudio de sincronización del estro con prostaglandinas F<sub>2</sub> alfa (Dinoprost-trometamina).

Tratamiento	Número de vacas inseminadas.	% de concepción al 1er. servicio.	% de concepción al 2º serv. acum.	Número de servicios por preñez
T-I= Una aplicación de PGF <sub>2</sub> alfa con IA convencional.	7	85.7 (6/7)	- - -	1.16 (7/6)
T-II= Dos aplicaciones de PGF <sub>2</sub> alfa con I-A forzada a las 72 y 96 horas	10	44.4 (4/9)	88.8 (8/9)	1.5 (12/8)

Tabla V. Número de vaquillas gestantes a través del estudio con prostaglandinas F<sub>2</sub> alfa.

Tratamiento	Vaquillas Inseminadas	% al 1er. serv.	% al 2º serv. acum.	% al 3º serv. acum.	No. Serv. por preñez
T-I= Una aplicación de PGF <sub>2</sub> alfa con I-A convencional.	6	66.6 (4/6)	83.3 (5/6)	100%	1.5 (9/6)
T-II= Dos aplicaciones de PGF <sub>2</sub> alfa con I-A forzada a las 72 y 96 horas	6	50.03 (3/6)	100%		1.5 (9/6)

Tratando de hacer una comparación en un mismo tratamiento entre vacas y vaquillas, basados en los resultados obtenidos en cuanto al porcentaje de concepción; Para el tratamiento I que fué estadísticamente diferente ( $P > 0.05$ ) en el porcentaje de concepción al primer servicio entre las vacas (85.7%) y las vaquillas (66.6%). En el tratamiento II no se encontró diferencia significativa en el porcentaje de concepción entre las vacas y vaquillas. En el primer servicio se observa que este valor fué mayor en las vaquillas (50%) que en las vacas (44.4%), al segundo servicio se mantuvo superior en las vaquillas - - (100%) que en las vacas (88.8%) pero no fueron estadísticamente diferentes.

#### 4.3 Número de servicios por concepción.

Una manera sencilla de medir el estado reproductivo de un hato es a través del número de servicios requeridos para obtener una gestación. En la presente investigación se obtuvieron los siguientes valores para el lote de las vacas de 1.16 (7/6), 1.5 (12/8) servicios por preñez para los tratamientos I y II respectivamente. Mientras que en las vaquillas este valor fué de 1.5 (9/6) para ambos tratamientos. De las vaquillas sometidas a tratamiento solo una había recibido servicio anterior. De las vacas sometidas a tratamiento 4 de ellas habían recibido servicio anterior, pero este no fué tomado en cuenta en la evaluación de la fertilidad subsecuente a la aplicación de la prostaglandina F<sub>2</sub> alfa.

## V. DISCUSION

### 5.1 Porciento de sincronización.

En el presente trabajo no se encontró diferencia significativa entre tratamientos en el porciento de sincronización en vacas y vaquillas, pero se muestra una tendencia a una mejor sincronización en vacas (90%) que en las vaquillas (83.3%) después de la única aplicación de 25 mg. de Dinoprost-trometamina. Resultados similares son reportados por González y Ruiz (1975) en los que encontraron una sincronización mejor en vacas -- (93%) que en vaquillas (73%).

En el tratamiento I de las vacas el estro empezó a manifestarse desde las 24 horas (11.1%), 72 horas (33.3%), 96 horas (33.3%) y hasta las 120 horas (22.2%) después de la única aplicación de PGF<sub>2</sub> alfa. Mientras que en vaquillas el celo fué en un tiempo más corto, esto es, a partir de las 48 horas (20%), a las 72 horas el (60%) y al final a las 96 horas (20%). Resultados similares son reportados por Liehr et.al. (1972) que obtuvo el estro a las  $2.4 \pm 0.5$  días en la infusión de PGF<sub>2</sub> alfa en el útero con un catéter de inseminación. Louis et.al. (1972) en la infusión en el útero de la PGF<sub>2</sub> alfa el celo se manifestó a las  $75 \pm 9$  horas. Administrada la PGF<sub>2</sub> alfa por vía intramuscular Lauderdale (1972, citado por Inskeep 1973) obtuvo signos de estro de 2 a 4 días más tarde en 0 de 6, 17 de 17 y 12 de 12 en vaquillas tratadas en los días 2 al 4, del 6 al 9 y 13 al 16 del ciclo estral respectivamente.



En el presente trabajo queda de manifiesto la eficiencia en el diagnóstico del cuerpo lúteo funcional en el ovario, ya que de 10 vacas que se les diagnosticó un cuerpo lúteo, 9 de ellas respondieron al tratamiento de la Dinoprost-trometamina. Estos datos concuerdan con las observaciones realizadas por Rowson et. al. (1972, citado por González 1982) en las que reportan que la PGF<sub>2</sub> alfa sólo es eficaz en la presencia de un cuerpo lúteo funcional. En este caso la vaca que no manifestó celo después de la aplicación de la prostaglandina no fué tomado en cuenta en la evaluación posterior debido a que el siguiente celo en el cual quedó gestante no fué a consecuencia de la anterior aplicación de la PGF<sub>2</sub> alfa, sino que fué un celo normal y espontáneo. A diferencia de la vaquilla que repitió celo fué a los 20 días lo cual si concuerda con la anterior aplicación de PGF<sub>2</sub> alfa.

En cuanto a síntomas del celo en ambos lotes de animales que lo presentaron fueron bien marcados y fáciles de observar desde sus comienzos del celo, esto es porque la observación se realizó 4 veces al día. Al revisar los animales 4 veces al día según Bearden y Fuquay (1982) no solo se detecta un alto porcentaje de vacas en estro para ser inseminadas, sino que se determina más adecuadamente el principio del celo, lo que permite que la inseminación se lleva a cabo en el momento más adecuado.

## 5.2 Porcentaje de concepción.

El porcentaje de concepción al primer servicio obtenido

en el presente trabajo para el tratamiento I, en el lote de las vacas (85.7%) es alto en comparación a los trabajos revisados, no solo para estros inducidos, sino también para estros normales. Lauderdale (1974) reporta haber obtenido un porcentaje de preñez de 52.2% para el tratamiento en el cual se inseminó 12 horas después de detectado el celo en un período de 1 a 7 días después de la aplicación de PGF<sub>2</sub> alfa. Entre los trabajos revisados más recientemente uno de los porcentajes de preñez obtenido más alto a primer servicio es el de Rosi (1983) de un 82.35% en el cual utilizó la Dinoprost-trometamina como sincronizador del estro, en la obtención de este alto porcentaje se argumenta la eficiencia del inseminador y que el lote de animales sometidos al tratamiento como un lote de fertilidad comprobada como buena.

Este 85.7% de preñez obtenido en el lote de las vacas del tratamiento I puede deberse a que solo se dejaron para la evaluación de la Dinoprost-trometamina a aquellos animales que al momento del servicio no mostraron ninguna anormalidad como deyecciones patológicas. En este lote, dos vacas al momento del servicio mostraron moco sucio, la No. 169 repitió el celo a los 16 días postinseminación y la No. 117 a los 30 días post-servicio. La minuciosa observación de los celos para que la inseminación se lleve a cabo en el momento más adecuado, la habilidad del inseminador, la buena condición nutricional de los animales y el buen manejo son otros factores que influyeron en la obtención de este alto porcentaje de concepción al primer servicio.

En el porcentaje de concepción acumulado no se evaluó porque la vaca No. 173 repitió celo a los 51 días después del servicio por que se sospechó de que éste animal estuvo en anestro u ocurrió una reabsorción embrionaria ya que al momento de detectar el nuevo celo mostró deyecciones patológicas (moco sucio) dándosele el tratamiento a base de antibióticos por vía genital.

Para el tratamiento II el porcentaje de concepción al primer servicio fué de un 44.4%. Córdoba et.al. (1983) reporta haber obtenido un 56.2% de concepción al primer servicio en animales que fueron inseminados a las 72 y 90 horas postaplicación de 25 mg. de PGF<sub>2</sub> alfa. Se encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) en el porcentaje de concepción al primer servicio entre el tratamiento I (85.7%) y el tratamiento II (44.4%) en el lote de las vacas.

Para este tratamiento II el cual fué con inseminación forzada a las 72 y 96 horas después de la segunda inyección de 25 mg de la Dinoprost-trometamina. El porcentaje de concepción al segundo servicio acumulado fué de 88.8%, el cual está por encima del reportado por Dmitrev et.al. (1982) de un 74% de preñez después de 60 días de inseminación.

Es probable que la no gestación de estos animales en el primer servicio se deba a que la inseminación se llevó a cabo antes o después de cuando se presentó el celo franco. Bearden y Fuquay (1982) mencionan que la vida fértil del óvulo es de 8

a 12 horas y la del espermatozoide de 24 a 48 horas. Pero, para asegurar una óptima concepción durante la inseminación artificial, es esencial que la fertilización se lleve a cabo antes de que cualquiera de los gametos haya envejecido. Dando un probable ejemplo de ello, las vacas No. 105 y la 22 que después de la segunda aplicación de PGF<sub>2</sub> alfa, la inseminación forzada se llevó a cabo a las 72 y 96 horas, mientras que estos animales mostraron signos de estro hasta las 120 horas después de la aplicación de PGF<sub>2</sub> alfa. Esto es de 24 y 48 horas después que se dieron los servicios de inseminación. Frandson (1976) menciona que la ovulación se presentó en el mataestro de 12 a 14 horas de finalizado el celo.

La inseminación forzada fué efectiva en los animales que mostraron signos de estro entre las 48 y 72 horas posteriores a la aplicación de la Dinoprost-trometamina, de 5 vacas que mostraron signos de estro en este rango de tiempo 4 de ellas quedaron gestantes al primer servicio.

Los animales que repitieron el ciclo estral lo manifestaron en un rango de 19 a 28 días dando un promedio de 22.25 días lo cual concuerda con Lauderdale (1972), que demostraron que los celos de vacas tratadas con PGF<sub>2</sub> alfa se presentaron en forma normal. Por lo que este trabajo queda de manifiesto y ratifica que la administración de la Dinoprost-trometamina no afectó la ciclicidad de los animales sometidos al tratamiento.

No se encontró diferencia significativa en el porcentaje

de concepción al primer servicio en el lote de las vaquillas entre los tratamientos I (66.6%) y el tratamiento II (50%). Lager (1977, citado por Rosi 1983) reporta haber obtenido porcentajes de concepción al primer servicio de 50 a 60%. De los Santos et al. (1977, citado por González 1982) reporta un 68% al primer servicio después de la aplicación de la PGF<sub>2</sub> alfa. Para el tratamiento I después de la aplicación de la Dinoprost Trometamina 5 vaquillas mostraron signos de estro y fueron inseminadas, la vaquilla que no mostró signos de estro en el tiempo esperado lo hizo a los 20 días recibiendo el servicio de inseminación artificial.

Para el tratamiento II del lote de las vaquillas sometidas al tratamiento, cuatro de las seis totales mostraron signos de estro a las 72 horas después de la aplicación de la Dinoprost-trometamina quedando gestantes 3 de ellas lo que representó el 50% al primer servicio para este tratamiento.

En base a los resultados obtenidos en el porcentaje de concepción acumulado al segundo y tercer servicio, se puede observar que fué un lote de vaquillas con buena fertilidad ya que al final de los 60 y 42 días de inseminación artificial quedaron gestantes el 100% en los tratamientos I y II respectivamente. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por De Los Santos et al. (1977, citado por González 1982) el cual al final de los 45 días de inseminación artificial quedaron gestantes el 94 y el 83% del grupo tratado y testigo respectivamente.

### 5.3 Número de servicios por concepción

El número de servicios por concepción obtenido en el presente trabajo (1.16, 1.5 y 1.5, 1.5 para el tratamiento I y II en vacas y vaquillas respectivamente), queda dentro de lo excelente según De Alba (1970, citado por Morales, 1980) considerando que esta medida influye desde luego en el intervalo entre partos, ya que mientras más servicios se requieran, más tiempo transcurrirá entre el parto y el servicio efectivo. Según Pelliser citado por Lauderdale (1972) en número de servicios utilizados en el presente trabajo quedan dentro de los hatos de buena eficiencia reproductiva.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos y bajo las condiciones en que se realizó el presente trabajo podemos concluir y recomendar lo siguiente:

Se ha demostrado mediante el presente trabajo e investigaciones realizadas anteriormente, que la aplicación de PGF<sub>2</sub> alfa (Dinoprost-trometamina) tiene un efecto leutolítico (destructor del cuerpo lúteo).

La aplicación de 25 mg. de Dinoprost-trometamina por vía intramuscular es efectiva como sincronizador de estros en vacas y vaquillas Holstein.

El alto porcentaje de concepción en el grupo de las vacas para el tratamiento I (inseminación convencional), muestra de alguna manera la buena detección de celos y la efectividad del inseminador. Además, que solo se dejaron para la evaluación los animales que al momento del servicio no mostraron ninguna anomalía.

La detección del celo debe ser lo más severo posible para detectar el inicio del celo y efectuar la inseminación en el momento más adecuado.

Dentro de estas recomendaciones destaca la importancia de revisar a los animales que se les va a dar servicio de inseminación antes para observar su estado reproductivo y poder detectar cualquier anomalía en el tracto genital, tales como

deyecciones patológicas, de esta manera no interferir en la eficiencia del servicio.

En la inseminación forzada, el celo de los animales pueden presentarlo antes o después de que se realizó la inseminación. Por lo que en un futuro se podría adoptar un programa que se ajustara a estas condiciones.

El alto porcentaje acumulado obtenido en vacas y vaquillas es debido a que se contó con un hato de buena fertilidad.

La Dinoprost-trometamina utilizada como sincronizador del estro no afectó la ciclicidad estrual de los animales tratados, no afectando la fertilidad de los mismos.

En este trabajo se encontraron menos problemas en las vaquillas que en las vacas, debido a la condición de ser primerizas y de no estar lactantes.

En el presente trabajo por los resultados obtenidos quedó de manifiesto la eficiencia del método de palpación rectal para la detección del cuerpo lúteo funcional en el ovario.



## VII. RESUMEN

La presente investigación se realizó en el campo experimental "El Canadá" de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicada en la Carretera a Colombia Kilómetro No. 3, Escobedo, N.L.

Fué realizada con el objeto de evaluar la eficiencia de la prostaglandina F<sub>2</sub> alfa (Dinoprost-trometamina) como sincronizador del estro en vacas y vaquillas Holstein y la fertilidad subsecuente, así como comparar la inseminación convencional con la inseminación forzada a las 72 y 96 horas.

Por tal motivo, se utilizó un lote de veinte vacas lactando de edad y número de partos variables y 12 vaquillas de la raza Holstein, las cuales fueron palpadas transrectalmente para comprobar la no gestación y la presencia de la fase del ciclo estral (fase luteal o folicular) para ser repartidas en los siguientes tratamientos: I) 10 vacas con cuerpo lúteo presente las cuales recibieron 25 mg de PGF<sub>2</sub> alfa y fueron observadas para la detección del inicio del celo cuatro veces al día durante un período de 1 a 5 días. La inseminación se realizó de 10 a 12 horas después de observado el celo franco (cuando el animal se deja montar). Tratamiento II) 10 vacas que en su mayoría no tenían un cuerpo lúteo presente, recibieron dos inyecciones de 25 mg de PGF<sub>2</sub> alfa con 11 días de separación. La inseminación se realizó de manera forzada a las 72 y 96 horas después de la segunda inyección de la PGF<sub>2</sub> alfa.

En el grupo de las vaquillas fueron repartidas equitativamente con los mismos tratamientos.

Las vacas del tratamiento I el 90% presentó celo (el 11.1% a las 24 horas, el 33.33% a las 72 horas, el 33.33% a las 96 horas y el 22.22% a las 120 horas después de la aplicación de PGF<sub>2</sub> alfa), mientras que en las vaquillas el 83.3% presentaron celo (el 20% a las 48 horas, el 60% a las 72 horas y el 20% a las 96 horas después de la inyección de PGF<sub>2</sub> alfa). No hubo diferencia significativa en el porcentaje de sincronización en vacas y vaquillas.

Los porcentajes de concepción fueron estadísticamente diferentes entre vacas (85.7% para el tratamiento I y 44.4% para el tratamiento II), en vaquillas no hubo diferencia significativa en el porcentaje de concepción al primer servicio (66.6% y 50% para el tratamiento I y II respectivamente).

Se puede observar que fué un hato que tenía buena fertilidad ya que al final de los 60 días de inseminación artificial quedaron gestantes el 100% en el lote de las vaquillas para ambos tratamientos y el 88.8% en el tratamiento II de las vacas tratadas.

## VIII. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.

- Arriola, J. y E. Moran D. 1979. Tratamiento del anestro en el ganado bovino lechero y fertilidad subsecuente a la administración de prostaglandina F<sub>2</sub> alfa, *Veterinaria*, X(1): 1-12.
- Bath, D.L., F.N. Dickinson, H.A. Tuckey y R.D. Appleman, 1984. *Ganado Lechero: principios, prácticas, problemas y beneficios*. Segunda Edición. Editorial Interamericana, México, D.F. p. 255 - 270.
- Bearden, H.J. y J. Fuquay, 1982. *Reproducción Animal Aplicada*. Primera Edición, El Manual Moderno, México, D.F. p. 36-49, 50-61, 195-200, 220-225.
- ✓ Britt, J.H. y J.F. Roche. 1984. Inducción y sincronización de la ovulación, EN Hafez, E.S.E. *Reproducción e inseminación artificial en animales*, 4a. Edición. Editorial Interamericana, México, D.F. p. 521 - 535.
- Córdoba, S., J.J. Hernández, L. y R. Ruiz D., 1983. Leuteólisis inducida por prostaglandinas en ganado Cebú. *Tec. Pec. - Mex.* 44; 64-68.
- Derivaux, J. 1976. *Reproducción de los Animales Domésticos*. Editorial Acribia. Zaragoza. p. 107- 111.
- Dmitrev, V.B., A.G. Lebedev and G.S. Stepanov, 1979. Synchronization of oestrus cycle in heifers with PGF<sub>2</sub> alpha and

its effect on the pituitary ovarian axis. EN Animal Breeding Abstracts, 1982. 50(7):(Abstracts 3716).

Frandsen, R.D. 1976. Anatomía y Fisiología de los Animales Domésticos. Editorial Interamericana, S.A. México, D.F. p. 290 - 302.

Fuentes, V. 1986. Farmacología y Terapéutica Veterinaria. Editorial Interamericana, S.A. México, D.F. p. 455 - 471.

González, P.E. 1982. Sincronización del estro en bovinos. EN Pérez Domínguez, M., Manual sobre ganado productos de leche, Editorial Diana, México, D.F. p. 366 - 390.

González, P.E. y R. Ruiz, D., 1975. Utilización de prostaglandina F<sub>2</sub> alfa para sincronizar el estro en bovinos. Tec. Pec. Méx. 29;16 - 20.

Gordon, I. 1976. Hormones in the regularization of reproduction, oestrus control and set-time artificial insemination. Animal Breeding Abstracts 44(6):265 - 275.

Hafez, E.S.E. 1984. Reproducción e inseminación artificial en animales. 4a. Edición, Editorial Interamericana, México, D.F. p. 102 - 103.

Hafs, A.D., J.G. Manns and G.E. Lamming. 1975. Fertility of cattle from A I after PGF<sub>2</sub> alpha. J. of Anim. Sci. 41(1):- 355 - 356.

- Hafs, A.D. and J.G. Manns. 1975. On set of estrus and fertility of dairy heifers and suckled beef cows treated with prostaglandin F<sub>2</sub> alpha. Anim. Produc. 21:13-20.
- Heersche, Jr., B.G., R.M. McKee, D.L. Davis and G.R. Brower. 1974. Control of estrus in heifers with PGF<sub>2</sub> alpha and Syncro-Mate. J. of Anim. Sci. 38(1):225 (Abstract).
- Holy, L. 1983. Bases Biológicas de la Reproducción Bovina. Primera Edición. Editorial Diana. México, D.F. p. 50-58, 115-137.
- Inskeep, E.K. 1973. Potencial Uses of prostaglandins in control of reproductive cycles of domestic animal J. of Anim. Sci. 36(6): 1149-1157.
- Kaltenbach, C.C. y T.G. Dunn. 1984. Endocrinología de la Reproducción. EN Hafez. E.S.E. Reproducción e inseminación artificial en animales. Cuarta Edición. Editorial Interamericana. México, D.F. p. 83 - 107.
- Lauderdale, J.W. J.R. Chenault. B.E. Sequin and W.W. Thatcher, 1973. Fertility of cattle after PGF<sub>2</sub> alpha treatment. J. of Anim. Sci. 37(1): 319-356 (Abstract).
- Lauderdale, J.W., B.W. Sequin, J.N. Stellflug, J.R. Chenault, W.W. Thatcher, C.Y. Vicent and A.F., Loyancano, 1974. Fertility of cattle following PGF<sub>2</sub> alpha inyektion. J. of Anim. Sci. 38(5): 964-967.
- Liehr, R.A., G.B. Marion and H.H. Olson. 1972. Effects of pros

taglandin on cattle estrus. J. of Anim. Sci. 35(2):347  
(Abstract).

Louis, T.M., H.D. Hafs and D.A. Morrow. 1972. Estrus and - -  
ovulation after PGF<sub>2</sub> alpha in cows. J. of Anim. Sci. 35  
(5):1121.

Louis, T.M. H.D. Hafs and D.A. Morrow, 1974. Intrauterine admi-  
nistration of prostaglandin F<sub>2</sub> alpha in cows: progesterone,  
estrogen, LH, estrus and ovulation. J. of Anim. Sci.  
38(2): 347.

Manns, J.G., M.S. Wenkoff, W.M. Adams and G. Richardson. 1977.  
The effects of time of insemination on fertility in beef  
heifers synchronized with prostaglandin F<sub>2</sub> alpha. Can J.  
of Anim. Sci. 57(1): 47-51.

Manns, J.G., W.D. Humphrey and J.R. Nkuuhe, 1983. Effect of  
progesterone and temporary weaning on cycle activity and  
fertility of beef cows at a prostaglandin synchronized  
estrus. Can. J. of Anim. Sci. 63(2): 325-330.

Morales, T.H. 1980. Parámetros para medir la eficiencia repro-  
ductiva de un hato lechero. Memorias del ciclo de Confe-  
rencia "Desarrollo Lechero". Saltillo, Coah. México.

Robles, M.A., 1984. Sincronización del ciclo estral en vaqui-  
llas Holstein. Facultad de Agronomía, Universidad Autóno-  
ma de Nuevo León. Tesis de Licenciatura sin publicar.

- Rosi, R., 1983. Evaluación del comportamiento de hembras bovinas de aptitud cárnica tratadas con Dinoprost-trometamina como sincronizador del ciclo estral bajo condiciones de pastoreo en clima subtropical húmedo. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey, N.L. México. Tesis de Licenciatura.
- Saiduddin. S., M.M. Quevedo and W.D. Foote, 1968. Response of beef cows to exogenous progesterone and estradiol at various stages post-partum. J. of Anim. Sci., 27(4):1015.
- Spinelli, J.S. 1982. Farmacología y Terapéutica Veterinaria. Editorial Interamericana. México, D.F. p. 224 - 245.
- Stellflug, J.N., T.M. Louis., B.E. Seguin and H. P. Hafs. 1973. Luteolysis after 30 or 60 mg PGF<sub>2</sub> alpha in heifers. J. of Anim. Sci. 37(1):330 (Abstract 402).
- Turnan, E.J.R.D., Wettermann, T.D. Rich and R. Totusek. 1975. Estrous synchronization of range cows with PGF<sub>2</sub> alpha. J. of Anim. Sci. 41(1): 382.
- Villarreal, G.J. 1980. Algunos aspectos sobre la inducción de estros en bovinos utilizando la prostaglandina F<sub>2</sub> alfa. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. Tesis de Licenciatura.
- Welch, J.A. A.J. Kackett, C.J. Cunningham, J.O. Heishman, S.P. Ford, R. Nadajasa, W. Hamsel and E. K. Inskeep. 1975. Control of estrus in lactating beef cows with prostaglan-

din F<sub>2</sub> alpha and estradiol benzoate. J. of Anim. Sci. 41  
(4):1086-1092.

Williams, R.L. 1972. Effect of prostaglandin on reproduction.  
J. of Anim. Sci. 63(1):16.

Zaoral, J. 1982. The continuous synchronization of oestrus in  
Heifers. EN Animal Breeding Abstracts 50(8): 532  
(Abstract 4496).



