

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

**“EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE PROSTAGLANDINA F<sub>2α</sub>  
EN DOSIS REDUCIDA (0.5 ML) VÍA INTRAVULVAR *IRS*.  
DOSIS COMPLETA (1.0 ML) VÍA INTRAMUSCULAR  
EN LA SINCRONIZACIÓN DE PARTOS EN CERDAS”**



**FRANCISCO JAVIER MORALES**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE 2004**

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

**“EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE PROSTAGLANDINA F<sub>2α</sub>  
EN DOSIS REDUCIDA (0.5 mL) VÍA INTRAVULVAR *IRS*.  
DOSIS COMPLETA (1.0 mL) VÍA INTRAMUSCULAR  
EN LA SINCRONIZACIÓN DE PARTOS EN CERDAS”**



**TESIS**

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

**POR**

**FRANCISCO JAVIER MORALES**

**AL CONFERÍRSELE EL GRADO ACADÉMICO DE**

**MÉDICO VETERINARIO**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE 2004**

**JUNTA DIRECTIVA**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

<b>DECANO</b>	<b>Dr. M.V. MARIO LLERENA QUAN</b>
<b>SECRETARIA</b>	<b>Dra. M.V. BEATRIZ SANTIZO</b>
<b>VOCAL I</b>	<b>Dr. M.V. YERI E. VÉLIZ PORRAS</b>
<b>VOCAL II</b>	<b>Dr. M.V. MSc. FREDY R. GONZÁLEZ G.</b>
<b>VOCAL III</b>	<b>Dr. M.V. EDGAR BAILEY</b>
<b>VOCAL IV</b>	<b>Br. ESTUARDO RUANO</b>
<b>VOCAL V</b>	<b>Br. DANIEL BARRIOS</b>

**ASESORES**

**DR. M.V.MSc. FREDY ROLANDO GONZÁLEZ GUERRERO**

**Dr. M.V. YERI EDGARDO VÉLIZ PORRAS**

**Dr. M.V. DAVID RENÉ ORELLANA SALGUERO**

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

**EN CUMPLIMIENTO CON LO ESTABLECIDO POR LOS  
ESTATUTOS DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE  
GUATEMALA, PRESENTO A CONSIDERACIÓN DE USTEDES EL  
TRABAJO DE TESIS TITULADO:**

**“EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE PROSTAGLANDINA  $F_{2\alpha}$   
EN DOSIS REDUCIDA (0.5 mL) VÍA INTRAVULVAR *IRS*.  
DOSIS COMPLETA (1.0 mL) VÍA INTRAMUSCULAR  
EN LA SINCRONIZACIÓN DE PARTOS EN CERDAS”**

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

**MÉDICO VETERINARIO**

## **ACTO QUE DEDICO**

**A DIOS**

**PADRE, HIJO Y ESPÍRITU SANTO.**  
Por haberme creado y que me bendice en todo momento con su sabiduría, su ciencia y su amor.

**A LA VIRGEN**

**MARÍA SANTÍSIMA**, por su asistencia y protección maternal.

**A**

**SAN FRANCISCO Y STA. CLARA DE ASIS, SAN ANTONIO DE PADUA Y SANTO HNO. PEDRO**, por su intercesión y ayuda en mi vida.

**A MI MADRE**

**AURELIA MORALES**, por su esfuerzo, su sacrificio y paciencia para conmigo, y a **MARTÍN CABRERA** por su compañía.

**A MIS HERMANO**

**MERCEDES (Q.E.P.D.), ANTONIO (en memoria), AURELIA, ALFREDO, MARIANA, CONCEPCIÓN, ZOILA, SARA**; por su ayuda incondicional constante.

**A**

**MAGDA** con especial cariño, por su solidaridad, ayuda y consejos.

**A MIS SOBRINOS**

**MAYRA, JOSÉ, BYRON, LUCILA.**

**A MIS CUÑADOS**

**MARIO Y FRANCISCO.**

**A MIS AMIGOS**

**ROBERTO-PAOLA, JOSÉ-BLANCA, FREDY- LILY, LUIS, FELIPE, EDWIN, CARLOS, HUGO**, por su sólida amistad.

**A LOS FRAILES MENORES** Por haberme formado en el carisma Franciscano.

**AL MOJUFRA**

Por su fraternidad y solidaridad.

## **TESIS QUE DEDICO**

**A MI PATRIA GUATEMALA**

**A MI QUERIDA ANTIGUA GUATEMALA**

**A MIS CENTROS DE ESTUDIOS:**

- ❖ **Escuela Oficial Urbana “Luis Mena”**
- ❖ **Instituto Nacional de Educación Básica Nocturno Para Obreros**
- ❖ **Instituto Normal Para Varones “Antonio Larrazábal”**
- ❖ **Universidad de San Carlos De Guatemala**
- ❖ **Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia**

**A MIS ASESORES:**

**Dr. M. V. MSc. Fredy Rolando González Guerrero**

**Dr. M. V. Yeri Edgardo Véliz Pórras**

**Dr. M. V. David René Orellana Salguero**

**A LOS CATEDRÁTICOS:**

### **MÉDICOS VETERINARIOS**

**Fredy González, Yeri Véliz, Antonio García, Carlos Del Águila, Lucero Serrano, Lucrecia Motta, Virginia de Corzo, Griselda Arizandieta, José Roma, Otto Lima, Jorge Miranda, Rolando Gudiel, Juan Prem, Gustavo Taracena, Dennis Guerra, Manuel Rodríguez, Luis Villeda.**

**LICENCIADOS ZOOTECNISTA Amilcar Dávila y Enrique Corzantes.**

**A MIS COMPAÑEROS:**

**Jorge, Omar, Thelma, Lily, Alejandro, Gonzalo, Gilberto y Enrique.**

**A LAS FAMILIAS:**

**Masaya Nájera, Cortés Juárez, Chivichón Chacón, Ordóñez Pérez.**

**A mis compañeros de la promoción 2002.**

## **AGRADECIMIENTOS**

### **AL OMNIPOTENTE Y MISERICORDIOSO DIOS**

#### **A MI FAMILIA**

**A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**A LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

#### **A MIS ASESORES DE TESIS:**

**Dr. M. V. MSc. Fredy Rolando González Guerrero**

**Dr. M. V. Yery Edgardo Véliz Porras**

**Dr. M. V. David René Orellana Salguero**

#### **A MIS PADRINOS DE GRADUACIÓN:**

**Dr. M. V. Heliodoro Antonio García Lemus**

**Dra. M. V. Dora Elena Chang De Jo**

**Dr. M. V. José Víctor Roma Bátres**

#### **A LOS BIBLIOTECÓLOGOS:**

**Lic. Carlos Leonel Oseida Gómez**

**Licda. Maritza Paredes de Paíz**

#### **A LAS ESTIMADAS:**

**Licda. Magdalena Chocoj González y a Mariana Cabrera Morales**

**AL PROPIETARIO Y PERSONAL DE LA GRANJA PINARES POR  
SU VITAL COLABORACIÓN CON LA PRESENTE TESIS**

**A TODOS Y A TODAS, MUCHÍSIMAS GRACIAS**

# ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II. HIPÓTESIS</b>	2
<b>III. OBJETIVOS</b>	3
3.1 Objetivo general	3
3.2 Objetivos específicos	3
<b>IV. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	4
<b>4.1 Generalidades</b>	4
4.1.1 Definición	4
4.1.2 Historia	4
4.1.3 Los tres períodos de la gestación	5
4.1.4. Preñez	5
4.1.5. Duración de la gestación	6
4.1.5.1 <i>Preparación del nidal</i>	6
4.1.5.2 <i>Orientación de los fetos</i>	7
4.1.5.3 <i>Comportamiento del parto</i>	7
<b>4.2 Fisiología y endocrinología del final de la gestación y del parto</b>	8
4.2.1 Niveles de estrógenos y progesterona	9
4.2.2 Niveles de corticosteroides	9
4.2.3 Relaxina	10
4.2.4 Cambios en componentes del producto de la concepción durante la gestación	11
4.2.5 Sucesos durante el parto	12
4.2.6 Efectos fetales	13
4.2.7 Señales fetales	14
4.2.8 Fases del parto	14
4.2.9 El parto	15
4.2.10 Manejo durante el parto	17
4.2.11 Interrupción del parto inducido por el estrés	18



4.2.12	Seguimiento del parto con ultrasonidos	18
4.2.13	Ubre y efectos sobre la leche	19
4.2.14	Relaxina y mortinatos	19
4.2.15	Niveles de estrona y supervivencia de los lechones	20
4.2.16	Intervalo entre nacimientos	20
4.2.17	Tratamientos de la cerda antes del parto	20
<b>4.3</b>	<b>Sincronización del parto</b>	<b>21</b>
4.3.1	Ventajas de los partos controlados en cerdas	23
4.3.2	Inducción mediante glucocorticoides	24
4.3.2.1	<i>Oxitocina como agente inductor</i>	25
<b>4.4</b>	<b>Las prostaglandinas</b>	<b>26</b>
4.4.1	Biosíntesis	26
4.4.2	Estructura química	27
4.4.3	Mecanismo de acción	28
4.4.4	Acciones fisiológicas	28
4.4.5	Metabolismo	29
4.4.6	Toxicidad	29
<b>4.5</b>	<b>PGF2<math>\alpha</math> y sus análogos</b>	<b>29</b>
4.5.1	D-Cloprostenol	30
4.5.1.1	<i>Composición</i>	30
4.5.1.2	<i>Indicaciones y especies de destino</i>	30
4.5.1.3	<i>Dosis, modo y vía de administración</i>	30
4.5.1.4	<i>Sobredosificación</i>	30
4.5.1.5	<i>Contraindicaciones</i>	31
4.5.1.6	<i>Efectos secundarios</i>	31
4.5.1.7	<i>Precauciones particulares que deben tomarse durante el uso</i>	31
4.5.1.8	<i>Incompatibilidad e interacciones</i>	31
4.5.1.9	<i>Precauciones específicas que deberá tomar la persona que administre el producto</i>	31

4.5.1.10 <i>Tiempo de espera</i>	31
4.5.1.11 <i>Conservación</i>	31
4.5.2 Requisitos para poder sincronizar partos	32
4.5.3 ¿Para qué sincronizar partos?	32
4.5.4 Momento de la administración de la PGF2 $\alpha$	34
4.5.5 Acción de la PGF2 $\alpha$	34
4.5.6 Intervalo hasta el parto	35
4.5.7 Comparación entre la PGF2 $\alpha$ y sus análogos	36
4.5.8 Efectos secundarios pasajeros	36
4.5.9 Prostaglandinas en la granja	38
4.5.10 Mejora de la respuesta a la prostaglandina	39
4.5.10.1 <i>Empleo de carazolol con PGF2<math>\alpha</math></i>	39
4.5.10.2 <i>Tratamiento con estradiol antes del parto</i>	40
4.5.11 Acortamiento del parto	40
<b>4.6 Retraso del parto en la cerda</b>	<b>40</b>
<b>V. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>41</b>
<b>5.1 Materiales</b>	<b>41</b>
5.1.1 Recursos humanos	41
5.1.2 Recursos de campo	41
5.1.3 Recursos biológicos	41
5.1.4 Recursos farmacológicos	41
<b>5.2 Centros de referencia</b>	<b>42</b>
<b>5.3 Métodos</b>	<b>42</b>
5.3.1 Localización y características del área de estudio	42
5.3.2 Metodología	42
5.3.3 Diseño estadístico	43
5.3.3.1 <i>Variables a analizar</i>	43
5.3.3.2 <i>Análisis estadístico</i>	44

<b>VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	45
<b>VII. CONCLUSIONES</b>	49
<b>VIII. RECOMENDACIONES</b>	50
<b>IX. RESUMEN</b>	51
<b>X. BIBLIOGRAFÍA</b>	52
<b>XI. ANEXOS</b>	57
Cuadro 1: Resumen de resultados de manifestaciones de signos y tipo de parto en las cerdas.	58
Cuadro 2: Valores según la inducción del parto en horas.	58
Cuadro 3: Valores según la duración del parto en horas.	58
Cuadro 4: Valores de lechones nacidos vivos y muertos por tratamiento.	59
Cuadro 5: Valores de lechones nacidos totales por tratamiento.	59
Cuadro 6: Resumen de ingresos brutos, costos variables y beneficios netos, según cada tratamiento.	60
Figura 1: Manifestaciones de signos y el tipo de parto de las cerdas en los tratamientos A y B con análogo de PGF2 $\alpha$ (d-cloprostenol).	60
Figura 2: Porcentaje de lechones vivos y muertos para ambos tratamientos.	61
Figura 3: Porcentaje de inducción del parto en cerdas, entre los tratamientos.	61

# I. INTRODUCCIÓN.

En los últimos tiempos, la porcicultura de muchos países ha evolucionado progresivamente hacia una explotación intensiva en confinamiento total. Uno de los métodos comunes de manejo más eficientes en granjas intensivas ha sido la sincronización de partos en lotes regulares, por medio de inducción con análogos sintéticos de la prostaglandina. En este sentido, hay un estricto control del ciclo reproductivo, como el destete, cubrición y nacimiento de lechones, de manera que se pueden organizar lotes de parto en un determinado tiempo. También se puede uniformizar camadas de lechones en cuanto a pesos y tamaños, para que de esta forma exista homogeneidad al momento del destete.

La sincronización del parto permitirá que todos los lechones nazcan durante el horario laboral.

La vía de administración, no sola de la  $PGF_{2\alpha}$  sino de otras aplicaciones farmacológicas, más utilizada en la actualidad en las granjas porcinas ha sido la intramuscular, sin embargo, ahora existe una nueva alternativa de aplicación para la inducción de partos, que es la vía intravulvar, la cual es más efectiva, segura y causa menos molestias a las cerdas, además es más económica.

Con registros confiables de la granja, en cuanto a los días de gestación de cada una de las cerdas, se recomienda inducir el parto al día 112 de preñez, para sincronizar lotes de hembras. Al no ser así, se puede incurrir en problemas de viabilidad de las lechigadas y de las mismas cerdas cuando son inducidas antes o después.

Es de vital importancia, que toda la asistencia debe estar concentrada en las salas de partos, puesto que de esta forma minimizaremos problemas que se puedan presentar en la granja.

El presente estudio se realizó en una granja porcina intensiva con ciclo completo de producción, aplicando  $PGF_{2\alpha}$  para sincronizar partos en cerdas utilizando las vías intravulvar e intramuscular en lotes porcinos comerciales.

## II. HIPÓTESIS

- ❖ No existe diferencia en la aplicación del análogo de  $\text{PGF}_{2\alpha}$ , el d-cloprostenol, por vía intravulvar en dosis reducida *vs.* dosis completa vía intramuscular, sobre las variables intervalo entre la administración y la inducción, duración, tipo de parto, número de lechones nacidos vivos y muertos.
- ❖ La administración del análogo de  $\text{PGF}_{2\alpha}$ , el d-cloprostenol, en dosis reducida (0.5 ml) vía intravulvar *vs.* dosis completa (1.0 ml) vía intramuscular no tienen ningún efecto negativo sobre los signos de parto en cerdas.

### III. OBJETIVOS

#### 3.1. Objetivo general.

- Contribuir al estudio de fármacos aplicados a los sistemas reproductivos porcinos en la sincronización de partos.

#### 3.2. Objetivos específicos.

- Evaluar el efecto de la dosis reducida (0.5 ml) por vía intravulvar *vs.* dosis completa (1.0 ml) vía intramuscular en la inducción de partos en cerdas, en base a:
  - El tiempo de presentación del parto
  - Duración del parto
  - Número de lechones nacidos vivos y muertos.
  - Signos de parto en cerdas.
- Determinar la relación costo beneficio del tratamiento en base a la tasa marginal de retorno.

## **IV. REVISIÓN DE LITERATURA.**

### **4.1 Generalidades**

#### **4.1.1 Definición**

La sincronización de partos es una técnica reproductiva que permite provocar, agrupar y optimizar las salas de parto mediante la concentración de la supervisión y asistencia de los nacimientos; uniformando camadas, la formación de lotes de cerdas, que parirán el mismo día, que se destetarán y entraran en celo en la misma fecha; con la programación de partos en tercios de la semana elegidos. Induciéndolo por inyección de prostanoïdes naturales o análogos sintéticos, al día 112-113 de gestación de la cerda por vía intramuscular o intravulvar. (18,26)

#### **4.1.2 Historia**

Las prostaglandinas son una serie de sustancias lipóideas que se encuentran presentes de forma natural en casi todos los tejidos de los animales superiores y líquidos biológicos, halladas en casi todas las células del organismo, excepto en los glóbulos rojos. Kurzrok y Lieb (1930) observaron que el semen humano era capaz de inducir contracciones en mujeres estériles y relajaciones en algunos segmentos del útero de la mujer si ésta ya había estado embarazada. Posteriormente, von Euler (1933) y Goldblat (1934) descubrieron que dichos efectos eran también producidos por un ácido graso y lo diferenciaban de otras sustancias conocidas capaces de producir efectos idénticos, tales como la histamina y la acetilcolina; proveniente de la próstata de carneros que eran capaces de estimular ciertos músculos lisos no vasculares. Von Euler demostró que extractos de semen humano podían inducir la actividad de diversas preparaciones de músculo liso aislado. Él identificó la sustancia activa como un ácido soluble y supuso que éstas sustancias eran secretadas por la próstata, proponiendo el nombre de prostaglandina, porque fueron halladas en el líquido seminal del hombre. Sin embargo, Eliasson (entre los años 1952-1959), demostró que la casi totalidad de las prostaglandinas del semen se producían en las vesículas seminales y no de la próstata, pero el nombre de prostaglandina ya se había establecido. (14,18,32,34)

Bergström y Sjövall (1957) lo aislaron en forma pura, y en 1962 fueron aislados en forma cristalina las series E y F (PGE y PGF). Entre 1965-1967 se aisló la medulina de la médula renal del conejo, identificada hoy en día como la prostaglandina A (PGA). La importancia del útero en la regresión cíclica del cuerpo lúteo fue establecido por Anderson *et al.* (1969), y es admitida la liberación por el útero de una sustancia luteolítica. La hipótesis de que la sustancia es una prostaglandina fue emitida por primera vez por Pharris y Wyngarden (1969). Hasta que en los años 1970-1980 se reconocieron los diversos procesos en que participan las prostaglandinas. Samuelsson y Hamberg descubrieron las series G y H. En 1975, estudios de Vane sugirieron la existencia de un sistema de prostaglandinas que controlan la agregación plaquetaria. Hamberg y cols. (1975), descubrieron el tromboxano (TXA<sub>2</sub>) y su metabolito (TXB<sub>2</sub>), sustancia proagregante de las plaquetas. Moncada y cols. (1976), descubrieron la prostaciclina (PGI<sub>2</sub>), que es una sustancia antiagregante de las plaquetas. (14,18,32,34)

### **4.1.3 Los tres periodos de la gestación**

Winters y cols. sugirieron que la vida prenatal se subdivide en tres periodos: (1) El periodo del huevo es aquel durante el cual el cigoto en desarrollo expulsa su zona pelúcida y se vuelve un blastocisto que dura hasta que realiza su primera inserción floja al endometrio. Esta es una etapa de vida libre en que el cigoto subsiste en base a fluidos tubario uterino o uterinos (leche). (2) El periodo del embrión consiste en el lapso entre el desarrollo del blastocisto hasta la diferenciación de órganos en los sistemas del embrión y formación completa de la placenta. (3) El periodo del feto es el tiempo durante el cual ocurre la mayor parte del crecimiento de la placenta y del feto, dura hasta el parto. De los tres periodos de gestación, el más largo es el tercero, pero quizá el más crítico en la vida del nuevo organismo es el segundo. Es durante el periodo del embrión que ocurre la mayor parte de las muertes embrionarias, también se da por sobrealimentación de la cerda en la primera semana. (7,15,24,35)

### **4.1.4 Preñez**

Tan temprano como a los 12 días de edad, los embriones comienzan a segregar estrógeno. Esto previene la regresión del cuerpo lúteo, que produce la



progesterona que mantiene la preñez. Entre los 14 y los 24 días después de la fertilización, el embrión se adhiere a la pared uterina. Este es un período de alto riesgo, lo que se refleja en términos de reabsorción y mortalidad embrionaria. El 40% de los óvulos fecundados mueren al día 25 de gestación y 1/3 durante el 3°-4° mes (momificación -aborto), si es menor de 35 días hay reabsorción y mayor de 35 días se da la momificación; 0.7 lechones mueren al nacer y 1.7 antes del destete. (15,17,35,36)

Los niveles de progesterona circulante parecen ser importantes en esta temprana fase de la preñez, debido a que si hay bajos niveles en la implantación se producirán muertes embrionarias. Los embriones crecen, y a los 30-35 días de edad empiezan a formar cartílago y hueso; se transforman entonces en fetos. Para el día 70, los lechones ya pesan entre 150 y 200 gramos y la placenta deja de crecer. En este momento la placenta comienza a segregar estrógeno, que inicia el desarrollo del tejido mamario, listo para iniciar la lactancia. La mayor parte del crecimiento fetal ocurre durante los últimos 30 días. El peso del feto se duplica en los últimos 15 días de preñez. (15,17,35,36)

#### **4.1.5. Duración de la gestación**

Las variaciones de raza o edad de la cerda o de efectos ambientales tienen poca influencia sobre la duración de su período de gestación. Generalmente se acepta que la gestación termina por expreso deseo de la carga fetal, que proporciona la señal de su iniciación. El rango normal puede encontrarse entre los 110 y 120 días, con un promedio de 114-116 días en granjas de producción. La duración de la gestación se puede ver afectada a pequeña escala por factores genéticos. Investigadores sudafricanos encontraron un efecto significativo del macho y otros han comprobado diferencias pequeñas pero genuinas entre razas (Garett y Rahnefeld, 1979). Parece que las cerdas tienen una tendencia natural a parir de noche en vez de hacerlo durante el día (Friend *et al.* 1962; Bichard *et al.* 1976). (13,48)

##### ***4.1.5.1 Preparación del nidal***

El comportamiento de la cerda en las horas previas al parto varía según el grado de libertad de movimientos que disfruta el animal. En Australia, Haskell y Hutson (1994)

mostraron que la distancia recorrida por las cerdas en las horas previas al parto aumentaba significativamente en comparación con la de los días anteriores. La preparación del nidal tiene lugar en las 9 horas previas al comienzo del parto propiamente dicho, que es esencial para las cerdas que paren al aire libre. Estudios realizados por Castren *et al.* (1993) en Finlandia han indicado que la preparación del nidal en las cerdas depende del control de diversas hormonas y que el comienzo y final de la construcción, como los estrógenos; las distintas formas de comportamiento exteriorizados por la cerda del paso de ser meramente gestante a ser intensamente maternal, se pueden relacionar con cambios hormonales diversos. El incremento del nivel de prolactina en el periparto se asocian con el inicio de la preparación del nidal o cama en algún lugar aislado y la concentración de oxitocina se relacionaba con el final de dicha actividad. (13,17,25,36,38)

#### *4.1.5.2 Orientación de los fetos*

El número de fetos que lleva la cerda puede afectar a la duración de la gestación, siendo más larga en caso de camadas pequeñas que en camadas largas. No hay un efecto de la razón de machos y hembras sobre la duración de la preñez por estudios hechos. Se considera que durante la vida prenatal, desde el 40° día de gestación aproximadamente, la mayoría de los fetos se orientan hacia delante y mantienen una orientación cabeza con pezuña con respecto a sus vecinos de cuerno uterino. Cuando se llega al parto propiamente dicho, el período normal de expulsión va de 2 a 6 horas, naciendo un lechón cada 12-16 minutos, siendo expulsados los lechones de uno u otro cuerno uterino aparentemente de forma alternativa. La mayoría de membranas fetales se expulsan después de que se ha parido el último lechón (Fahmy y Friend, 1981). (13)

#### *4.1.5.3 Comportamiento del parto*

Un estudio del comportamiento de parto en cerdas Hampshire (Roychoudhury *et al.* 1995) mostró que alrededor del 80% de los lechones nacían en presentación anterior y el resto en posterior. Es posible que la presentación posterior se deba al paso del feto de un cuerno al otro siendo expulsado posteriormente en su orientación invertida (Dziuk, 1991). En la tabla 1 se resumen las principales características del proceso del parto. (13)

En US, Erez y Hartsock (1990) han seguido el comportamiento y la actividad del periparto en las cerdas empleando diversos grados de sofisticación, ellos describieron un sistema informático fotocelular utilizado para grabar los cambios posturales en cerdas enjauladas. La conducta materna empieza a aparecer aun antes del parto, y la hembra busca soledad fuera de la piara para el parto. A medida que el momento del parto se acerca, la cerda empieza a mostrar inapetencia, agotamiento y ansiedad, se aleja de su ambiente habitual tanto como le es posible. La contracción uterina inicial puede provocar angustia en el animal. La madre puede ir y venir, algunas veces en círculo, y patear hacia su flanco. El aislamiento es un proceso natural y deberá fomentar y procurarse si es posible. Durante esta última etapa, no se debe obligar a la madre a comer, pero deberá proveérsele agua. (13,25)

**Tabla 1.** Resumen de fenómenos relacionados con el proceso del parto en la cerda

Fenómeno	Valor
Tumefacción vulvar	1-7 días antes del parto
Secreción lechosa en la ubre	6-48 horas antes del parto
La cerda se coloca, tumbándose de lado	10-90 minutos antes del parto
Flujo vulvar	1-20 minutos antes de nacer el primer lechón
Tiempo para completar el parto	3.5 horas (0.5 a 16 horas)
Tiempo adicional para expulsar las placentas	4.5 horas (0 a 12 horas)
Intervalo entre lechones	16 minutos (desde 1 minuto a varias horas)
Lechones en presentación posterior	25-45%
Lechones en presentación dorsosacra	95%
Lechones con el cordón umbilical intacto	60-70%
Mortalidad perinatal	6%
Tiempo para que los lechones empiecen a mamar	10-35 minutos

(Fuente: Signoret *et al.* 1975).

## 4.2. Fisiología y endocrinología del final de la gestación y del parto

La progesterona producida por los cuerpos lúteos establecidos en el momento de la cubrición mantiene la gestación de la cerda hasta su término, con un papel esencial en diversos aspectos de la preñez, incluida la supresión de la actividad miometrial en el útero. El inicio del parto en la cerda va precedido de una secuencia de cambios hormonales tanto de origen materno como fetal. Los sucesos en el lado materno, que incluyen la supresión

de la progesterona de la circulación. Los cambios por parte del feto, debido a las mayores dificultades técnicas implicadas. (13,25)

#### **4.2.1. Niveles de estrógenos y progesterona**

Con respecto a la madre, los cambios hormonales suceden de forma secuencial, comenzando con un aumento en el nivel de estrógenos (la estrona y el estradiol) procedentes de la placenta, especialmente de los estrógenos sin conjugar, durante las últimas 2-4 semanas de gestación, alcanzando un máximo antes del parto y descendiendo hasta niveles basales, junto con la progesterona y los corticoides, poco después. La elevación del nivel de estrógenos durante la gestación provoca el crecimiento del miometro, la síntesis de actinmiosina y en consecuencia en el aumento en la capacidad contráctil (intensa) del útero, como prioridad. El estrógeno incrementa la actividad espontánea de la contractibilidad miometrial y favorece la repolarización rápida del potencial de membrana. El aumento exclusivo en los niveles de estrógenos en presencia de los niveles de progesterona que se encuentran al final de la preñez no da lugar al parto. (13,25,38)

La concentración de progesterona disminuye lentamente a lo largo de las dos últimas semanas de gestación pero luego, en los últimos días previos al parto, desciende más rápidamente hasta alcanzar un nivel de menos de 2-3 ng/ml de plasma en el momento del parto e inferior a 0.5 ng/ml posteriormente. Cualquier relación entre el nivel de LH y progesterona que pueda existir en fases anteriores de la gestación, no es válida en los dos últimos días de preñez (Ellendorff *et al.* 1979), indicando que este puede ser un período en que se reduce el soporte luteotrópico de los cuerpos lúteos. (13,25,38)

#### **4.2.2. Niveles de corticosteroides**

Hay cierta evidencia de un reducido incremento en el nivel de corticosteroides adrenales en el plasma materno en el último o dos últimos días de gestación. Sin embargo, por parte del feto, el aumento es proporcionalmente mayor y comienza al menos una semana antes del parto aproximadamente (Silver *et al.* 1979). Cuando los lechones, aún nonatos, comienzan a no tener suficiente espacio en la cavidad uterina, el hipotálamo fetal responde al estrés produciendo hormona adrenocorticotropa (ACTH). En respuesta a la

ACTH se produce un flujo de corticosteroides fetales. Estos estimulan la secreción uterina de prostaglandina luteolítica, y desciende la respuesta de secreción de progesterona desde los cuerpos lúteos. (13,17,25,38)

La prostaglandina es fundamental para la precipitación efectiva del parto, y el antagonismo prostaglandina/progesterona mantiene una relación logarítmica de forma que los niveles de progesterona descienden bruscamente cuando se aproxima la finalización de la gestación, y los corticosteroides maternos captan la llamada desde la carga fetal hasta alcanzar un máximo intenso en el momento del parto. Esta última hormona produce un rápido aumento de prostaglandina uterina, que viaja vía sanguínea hasta el ovario, causando la regresión del cuerpo lúteo y descenso de los niveles de progesterona. Este complejo proceso hormonal tiene lugar 4 ó 5 días antes del parto. (13,17,25,38)

#### **4.2.3. Relaxina**

Es una hormona hidrosoluble (polipéptido, MW 5,500) producida en las células luteínicas de la granulosa del ovario. La relaxina porcina está compuesta de una cadena A de 22 aminoácidos y de una cadena B de 26 aminoácidos conectados por dos puentes disulfuros. La relaxina se produce en los cuerpos lúteos de la cerda desde el día 28 al día 105 de preñez, se almacena en dichas estructuras y se descarga principalmente alrededor del momento del parto. Así mismo, la relaxina juega un papel importante en los cambios cervicales esenciales para que de lugar un parto normal de la cerda. Un estudio de Gye-sik y Sherwood (1995) demostró la unión específica de la relaxina a las células epiteliales de la luz, a las células musculares lisas, tanto circulares como longitudinales y a los vasos sanguíneos del cérvix. Los autores concluyeron que estos tipos celulares probablemente contengan receptores para la relaxina y pudiendo intervenir de esta forma en la acción de esta hormona. (13,25)

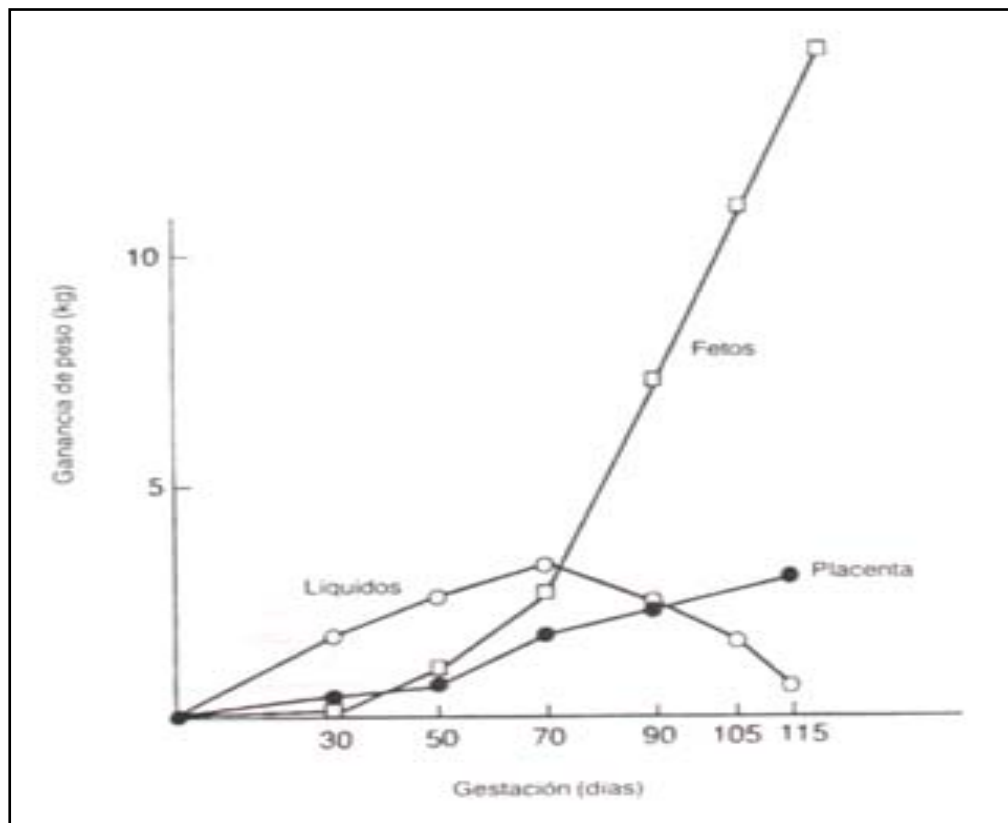
Es evidente que la concentración plasmática de relaxina aumenta en los días previos al parto, alcanzando su actividad máxima unas 12-14 horas antes del comienzo del parto (Ellendorff *et al.* 1979). Se considera que estos sucesos coinciden con cambios en la motilidad uterina desde un patrón tipo reposo a otro tipo trabajo del parto. Se cree que la relaxina y el estrógeno están implicados en la remodelación del colágeno del cérvix,

provocando un relajamiento del canal del parto, en especial el cérvix y la vagina. Es bien sabido que la relaxina tiene una importancia considerable que permite la expansión de los ligamentos pélvicos, la dilatación cervical, y con ayuda crucial y central de la hormona oxitocina procedente de la glándula pituitaria anterior, que actúa sobre la contracción muscular, y junto con una liberación posterior de prostaglandinas uterinas, las paredes sensibilizadas (por el estrógeno) y los músculos abdominales se contraen para expulsar la carga fetal. La sínfisis púbica de la hembra joven experimenta desmineralización o disolución de tejido conectivo suficiente para permitir alguna separación en el momento del parto, pero en las hembras de mayor edad, no se puede presentar debido a que la osificación de la sínfisis es más completa. La relaxina garantiza la dilatación completa del canal del parto y favorece la colocación fetal, facilitando de este modo la expulsión rápida de todos los fetos durante el proceso del parto. (13,17,26,38)

#### **4.2.4. Cambios en componentes del producto de la concepción durante la gestación**

Durante la gestación porcina tienen lugar notables cambios en las proporciones ponderales relativas de las membranas fetales, líquidos fetales y fetos (Fig. 1). Durante los primeros meses de la gestación predomina, la proporción de líquidos, seguida por las membranas placentarias y después por los fetos. Al final de la preñez, esta relación es inversa. Los líquidos fetales juegan un papel importante en la vida prenatal del cerdo, en parte por fenómenos físicos. Mediante la expansión de las membranas fetales y de la pared uterina aquéllas contribuyen a la distribución espacial homogénea y a la protección de los lechones en desarrollo. Sin embargo, a partir de algo más de la mitad de la gestación, en vez de aumentar más, como en la oveja y en la yegua, en la cerda los líquidos fetales se van absorbiendo hasta el momento del final del parto en que sólo persiste un pequeño volumen de líquido (3% del peso del feto) (Pomeroy, 1960). (13)

**Figura 1.** Crecimiento del contenido uterino de la cerda durante la gestación



(Fuente: Salmon-Legagneur, 1968).

#### 4.2.5. Sucesos durante el parto

Para que el parto suceda deben de dejar de actuar los mecanismos que mantienen y protegen la gestación. En la cerda, estudios electromiográficos han puesto en evidencia que la motilidad uterina cambia rápidamente de un estado de reposo a otro activo alrededor de medio día antes del final de la gestación. Los cambios que tienen dan paso a que la motilidad uterina también coincidan con el comportamiento de la cerda en la preparación del nidal y con un notable descenso en los niveles maternos de progesterona (Taverne *et al.* 1979). (13)

Por lo que, el factor más sobresaliente que controla el inicio del parto en la cerda parece ser el nivel de progesterona. Si la concentración de esta hormona desciende por debajo de un determinado valor, tendrá lugar el parto. Pero si el nivel de progesterona se mantiene,

el parto no sucederá, a pesar de que se puedan alcanzar las concentraciones de otras hormonas. (13)

Análogamente, se sabe bien que de la misma forma que los jóvenes embriones en desarrollo son responsables de ampliar la vida de los cuerpos lúteos, al final de la preñez, que es debido fundamentalmente a un efecto provocado por los fetos, la función luteínica y la producción de progesterona asociada a ella se interrumpen. En el feto porcino, como en el ovino, es evidente que el eje hipofiso-adrenal juega un papel crucial en el inicio del parto. Entonces, si hay una agresión a este eje, la gestación se prolongará más allá de su término; por el contrario, el empleo de corticosteroide induce el parto prematuro (North *et al.* 1973). (13,20)

#### **4.2.6. Efectos fetales**

La secuencia de fenómenos relacionados con el parto porcino es iniciada por la ACTH de la hipófisis fetal que estimula la producción de glucocorticoide por las adrenales del feto. Aparentemente, dichos corticoides inician posteriormente la producción de prostaglandina, la regresión luteínica y los fenómenos subsiguientes que culminan en el desencadenamiento del parto. Se sabe que los niveles de prostaglandina materna permanecen bajos hasta que inicia el parto, sufriendo entonces un dramático aumento. Tal aumento de prostaglandina en la sangre fetal es más precoz y coincide con el descenso en progesterona (Silver *et al.* 1979). La concentración de oxitocina aumenta por encima de los niveles basales solamente cuando la progesterona desciende por debajo de 10 ng/ml. La concentración de este último péptido experimenta un gran aumento ulterior durante la fase expulsiva del parto (Ellendorff *et al.* 1979). El aumento se empieza acentuar desde la segunda etapa del parto y la respuesta uterina, a la misma, se incrementa a lo largo de la gestación. (13,25)

Wrathall *et al.* (1979) señalaron la importancia de la maduración fetal en la cronología de los sucesos que tienen lugar normalmente al final de la gestación. Las hormonas tiroideas juegan un papel importante en el proceso de maduración del cerebro y también del eje hipofiso-adrenal. (13)



#### **4.2.7. Señales fetales**

La posición de los fetos en el útero puede afectar su desarrollo y la forma en que la placenta segrega hormonas. Estudios publicados por Tarraf y Knight (1995) en US mostraban que los pesos de fetos hembras delimitados por dos machos y sus membranas placentarias eran inferiores a los de otras posiciones intrauterinas. En el 100° día de preñez las placentas de fetos limitados por otro de su mismo sexo liberan significativamente más estrona que los fetos colindantes con sus compañeros de camada del sexo opuesto. (12)

Se han hecho investigaciones acerca si la producción coordinada de corticosteroides simultáneamente por todos los fetos de la camada a la vez o si el momento del parto era desencadenado inicialmente tan sólo por uno o dos de los fetos más maduros. Si existen números de fetos afectados que sobrepasa a los intactos, se prolonga la gestación. Por el contrario, Dziuk (1991) halló que, camadas con fetos en diversos estados de madurez, una minoría de los fetos maduros pueden provocar el parto de toda la camada. (13)

#### **4.2.8. Fases del parto**

El parto se presenta con la madre en decúbito lateral y con contracciones abdominales de 1-3 h preparto, aunque el parto de la cerda es un proceso continuo, con el propósito de facilitar su descripción es habitual dividirlo en tres fases: (1) Fase preparatoria, en la cual comienzan las contracciones uterinas y el cérvix se dilata completamente, que es provocada por las contracciones iniciales miométriales que impelen al feto y a las membranas llenas de fluido contra y a través del cérvix. Las membranas llenas de fluido actúan como una cuña que busca el canal cervical y que lo expande con cada contracción uterina hasta que finalmente el cérvix puede acomodar las patas delanteras del feto, que dura unas horas. La reacción de la madre a esta primera etapa del trabajo de parto incluye evidencias de molestias y agotamiento. Algunas veces la ruptura de las membranas fetales permite el escape de cierto fluido alantóico. (13,25,36)

En especies monótocas rota de una posición dorsal con sus patas delanteras y cabeza forzadas contra el cérvix. En animales polítocos, el feto posterior de un cuerno uterino es empujado dentro del cuerpo uterino y contra el cérvix; las primeras contracciones se concentran en la extremidad cervical del útero. De otra manera, los fetos de la extremidad

ovárica del cuerpo uterino serían desalojados y apiñados uno contra el otro. La madre en general se acuesta un rato, después se levanta y camina durante esta etapa. (2) Fase de expulsión fetal, consiste en la dilatación completa del cérvix e inicia el alumbramiento del primer feto que se sitúa en el canal del parto (cérvix y vagina). Las contracciones uterinas se incrementan en intensidad y frecuencia, y su acción es reforzada por la presión abdominal que provee la fuerza adicional el parto; y (3) Fase de expulsión de las membranas fetales o placenta. Que varía según la especie, ocurriendo con rapidez en la yegua, algunas veces sólo pocos minutos después del parto. En la vaca, se considera que la expulsión de la placenta hasta 12 h postparto es normal. En las especies polítoacas, las membranas fetales son expulsadas con o después de cada feto y antes de que salga el siguiente. En la cerda, la placenta no sigue a cada feto y puede ser expulsada totalmente como grupo después de la parición del último feto o parcialmente que elimina una parte y pare otros lechones. (13,25,36)

La ingestión de las membranas fetales por la madre se presenta en casi todas las especies, puede ser una característica protectora innata por lo cual la madre trata de destruir la evidencia de un parto reciente y de esta manera desalentar a los predadores. El período después del parto, es necesario para que el tracto reproductivo regrese a lo normal y se le denomina puerperio. En la vaca y la yegua requiere habitualmente de 35 a 60 días. En animales medianos, como la cerda, se necesita menos tiempo, puesto que participa menos tejido uterino. Pero en la perra, debido a que su útero es sensible a la progesterona, el cuerpo lúteo funciona a lo largo de la gestación y pseudogestación, que su útero requiere 100 a 159 días para retornar a lo normal. (13,25)

#### **4.2.9. El Parto**

Las cerdas entran antes del día 110 en parideras, bañadas y desparasitadas. La cerda puede levantarse durante el curso del parto permaneciendo normalmente tumbada con los músculos abdominales y uterinos contraídos. Los síntomas que presenta la cerda es una marcada inquietud, orina y defeca dentro de la jaula, muerde objetos de 1-2 h, expulsión de líquidos sanguinolentos, expulsión del meconio de 5-40 minutos, movimientos fuertes de la cola hacia los lados y hacia arriba, incremento y congestión de la vulva, relajación de ligamentos pélvicos, vientre caído y fosa del ijar pronunciada. (11,25,36,38)

El parto se presenta durante la noche con mayor frecuencia en la mayoría de las especies. Rossdale y Short reportaron datos sobre 501 yeguas de pura sangre y encontraron que el 86% de los partos ocurrían entre las 7 p. m. y las 7 a. m. El parto pico fue entre 10 y 11 p. m. Este ritmo circadiano en el momento del nacimiento se reporta también en mujeres y cerdas. Las ovejas prefieren las horas del día, pero en vacas es de distribución regular a lo largo de las 24 horas y Koch lo reportó también en yeguas. (25,38)

El feto influencia el día del parto, pero la madre debe ejercer cierta influencia sobre la hora. Puede parecer que algunas cerdas caen en un estado de reposo consciente que favorece la pasividad y evita el estrés o pánico. La pasividad es una consecuencia probable de una acción combinada hormonal y del sistema nervioso central, interviniendo posiblemente una actividad similar a la del opio. Los corticoides fetales que actúan sobre el útero y la placenta provocan un incremento de estrógenos que a la vez pueden aumentar la liberación de  $PGF_{2\alpha}$  que ocasiona una baja en la liberación de progesterona. El miometrio estrógeno-dominado pero progesterona-privado responderá a la  $PGF_{2\alpha}$ , y el trabajo del parto se iniciará, con la presencia de oxitocina que culmina el parto venido de un reflejo neuroendocrino que se origina de la estimulación del tracto genital por el feto que involucra al sistema hipotálamo-neuro-hipofisiario. Una vez que comienza el parto, la oxitocina, segregada por la pituitaria en la base del cerebro, hace que se contraigan los músculos uterinos y abdominales, para que vayan naciendo los lechones uno por uno. El intervalo entre ellos es variable. (17,25,38)

Los cambios de temperatura corporal es una señal del parto inminente. La temperatura corporal se eleva aproximadamente  $0.5-1^{\circ}C$  alrededor de 12 a 15 horas antes del nacimiento del primer lechón en cerdas adultas o jóvenes sin importar la temperatura ambiente. Perry hizo constar que el estado intrauterino macroscópico antes del parto había empezado en dos cerdas. Las ondas de contracción miometrial aparentemente se inician cerca del cérvix. Varios sacos coriónicos pueden romperse cerca del cérvix antes del primer alumbramiento, pero los cordones umbilicales permanecen intactos. Los cordones umbilicales son lo bastante largos para permitir que los lechones sean paridos antes de la ruptura del cordón y que son la razón de que pocos lechones se asfixian durante un proceso de parto desorganizado en la cerda. Los sacos coriónicos rotos proveen un túnel resbaloso por el cual pasan los lechones. (25,36,38)

Los fetos por lo común se paren al azar de ambos cuernos, empezando y continuando con aquellos más cercanos al cérvix. Aproximadamente el 60% de los lechones se paren con la cabeza por delante, su orientación durante la gestación. Los lechones pueden ser paridos rápidamente (uno cada 3 a 8 minutos) o pueden presentarse retraso de una hora o más. El parto puede producirse en 1-5 h para expulsar 9-14 lechones recién nacidos; el tiempo entre dos nacimientos individuales puede variar desde unos pocos hasta 60 minutos. Los propios lechones recién nacidos se liberarán ellos mismos de la placenta rompiendo el cordón y en unos minutos caminarán hasta la glándula mamaria en busca del calostro. (25,38)

#### **4.2.10 Manejo durante el parto**

El día previsto del parto no se alimenta a la cerda, se debe colocar una fuente de calor detrás de la cerda. La temperatura de la sala debe ser de 24°C hasta el último parto. Se debe controlar el inicio del parto. Registrar el nacimiento del primer lechón, a partir de éste cada 0.5 h control de la progresión del parto. Todos los lechones se secan, se les anuda el ombligo y se ponen debajo de la lámpara o en el nidal. Cuando se espabilan y buscan los pezones, se debe ayudarlos. Cada media hora se debe pasar a ver si se ha producido un nuevo nacimiento. Si pasa más de una hora o aparece un nacido muerto, asistir manualmente con higiene extrema, sacando los lechones que estén en el cuerpo uterino. No descuidar el control al final del parto. (5,17,26)

Cuando empieza a expulsar la placenta, acercar la lámpara a la zona donde los lechones están mamando y comprobar que lo hagan bien. Si hay exceso de lechones retirar los más fuertes al cabo de 2 h de mamar y cerrarlos en el nidal por un par de horas. Tener un sistema de adopción nivelando el número y tamaño de lechones durante las primeras 24 h. Se debe poner atención a la primera vez que la cerda se levante. Controlar el estado de salud de las cerdas, vigilar su inapetencia, añadir agua extra dos veces al día durante la primera semana. Generalmente cuanto más corta sea la duración del parto menor será la incidencia de nacidos muertos. English (1983) encontró que el 85% de los lechones nacidos muertos estaban vivos al comenzar el parto. (17,26)

#### **4.2.11 Interrupción del parto inducido por el estrés**

Las alteraciones del entorno de la cerda durante el parto pueden inhibir la secreción de oxitocina y prolongar el parto, efecto que es mediado por opioides (Lawrence *et al.* 1992). El transcurso normal del parto en la cerda depende de la secreción de oxitocina por la hipófisis posterior. A medida que llega a término, la cerda gestante busca un lugar apartado y seguro para parir. Si a la mitad del parto es seriamente molestada (trasladada de un corral reconocido con paja a una jaula extraña) se reduce la secreción de oxitocina y se alarga el intervalo entre nacimientos. Sin embargo, si se le administra naloxona, antagonista del parto, en el momento de la parición puede restaurar el ritmo normal del parto, debido a que provoca una secreción oxitócica normalizada. (13)

El dolor asociado al parto también puede dar a un aumento de la actividad opioidea que puede ser un factor implicado en la inhibición de la oxitocina. En ratas y humanos se ha señalado la existencia de analgesia inducida por la preñez. Jarvis *et al.* (1996) han señalado que en la cerda hay una activación de un sistema analgésico endógeno durante el final de la gestación y el parto. El aumento en el umbral del dolor por el sistema analgésico está mediado, parcialmente, por un mecanismo opioide durante el parto. (13)

#### **4.2.12 Seguimiento del parto con ultrasonidos**

Zaleski *et al.* (1995) sugirieron que la ecografía puede ser un medio útil para estudiar la progresión de los lechones a través del tracto reproductor de la cerda en parto. El principio se basa en el hecho de que el útero preñado y su contenido tienen conductividad y reflectividad diferentes de las ondas de sonido comparadas a las otras vísceras. La llegada de los lechones al cérvix, su paso a través del mismo y su latido cardiaco se puede estudiar mediante un bastón transrectal equipado con sonda lineal de 5 MHz. El instrumento se coloca sobre la pared abdominal cerca del útero, esto puede ayudar para comprender los fenómenos que acontecen en los partos normales y en los distócicos. (13,25)

#### **4.2.13 Ubre y efectos sobre la leche**

Como describió Ash (1986), hay varios signos que indican un parto inminente en la cerda. Los cambios en la glándula mamaria desde una estructura blanda suave a otra cada

vez más dura e hinchada a medida que se aproxima el parto. El edema de la ubre, como consecuencia de la actividad de la prolactina, se inicia 24 h antes del parto y la eyección considerable de leche en la ubre, una respuesta provocada por la oxitocina, comienza dentro de las 8-12 h preparto, no confundir con gotas serosas debido a la compresión de 3-5 días preparto. Otro aspecto importante de la cerda es que la temperatura elevada persiste a lo largo de la lactancia y no debe confundirse con la respuesta de fiebre que se nota en estados de enfermedad. En las primeras 24 horas post-parto la camada tiene preferencia de colocarse cerca de los pezones de la madre, por lo que es razonable mejorar el confort térmico de los lechones alrededor de las ubres de la cerda. (13,17,25,26,36)

Jackson *et al.* (1995) demostraron que el porcentaje de grasa láctea aumentaba significativamente cuando se suplementaba la dieta con un 10% de aceite de maíz. El porcentaje de grasa del calostro se reducía significativamente en caso de parto prematuro (PGF<sub>2α</sub> en los días 110 ó 111) en cerdas que recibía una dieta normal, pero no en aquellas suplementadas con aceite de maíz. En cerdas con retraso en el parto, la concentración de inmunoglobulinas calostrales era significativamente inferior en la dieta con aceite de maíz que en la normal. Niveles de insulina y glucosa de 7-21 días de lactación están directamente relacionados; la lisina produce, en la leche, un alto crecimiento en cerdas primíparas a los 17 días al dar 33 g/día. (7,13)

#### **4.2.14 Relaxina y mortinatos**

Al recuperar fetos porcinos directamente del útero por medios quirúrgicos, que casi todas las crías están vivas *in utero* (Dziuk, 1979), lo que rara vez se encuentra en peligro la vida del lechón antes de comience el parto. Hay indicios de que algunos mortinatos serían debidos a un insuficiente liberación de relaxina (First, 1979). Las contracciones uterinas no siempre dan lugar a la expulsión de un lechón vivo a menos que el canal de parto sea capaz de dilatarse completamente, bajo la acción de la relaxina, para facilitar la salida rápida de aquél. (13)

#### **4.2.15 Niveles de estrona y supervivencia de los lechones**

Estudios señalan que los cambios hormonales al final de la gestación podrían estar relacionados con la viabilidad de los lechones. Hacker *et al.* (1979) en Canadá sugerían una relación entre el nivel de estrona urinaria, segregada al final de la gestación, y la viabilidad de los lechones. (13)

#### **4.2.16 Intervalo entre nacimientos**

Los lechones vivos nacen con un intervalo medio de 12-15 minutos, mientras que la incidencia de mortinatos aumenta a medida que el intervalo desde el nacimiento anterior llega a ser de 20 minutos (Milosavljevic *et al.* 1972; Randall, 1972). Según Dziuk (1979), era difícil discernir si el lechón mortinato resultaba de un largo intervalo o si el feto moría *in utero* y ello daba lugar a un mayor intervalo. En vistas de la experiencia anteriormente mencionada, de que algunos lechones aparentemente muertos pueden ser reanimados, Dziuk (1979) sugirió que los mortinatos se debían a un paro prolongado más que a la inversa. (5,13)

#### **4.2.17 Tratamientos de la cerda antes del parto**

Al suministrar una dieta de alta energía (15% de grasa) a las cerdas adultas y jóvenes en período perinatal, comenzando el día 109 de gestación (Cieslak *et al.* 1980), se logró un aumento significativo de la supervivencia de los lechones y de su tasa de crecimiento en las primeras tres semanas de vida. Estudios por Seerley (1989) en los que suministró a las cerdas 100 g/kg de un suplemento lipídico en la dieta a partir del 80º día de gestación, pusieron en evidencia que era posible aumentar notablemente las reservas de glucógeno hepático de los lechones al nacimiento. El refuerzo de la alimentación previene que la cerda utilice sus reservas corporales para impulsar el crecimiento fetal. La catabolización de las reservas maternas al final de la preñez puede a veces continuarse durante la lactancia, lo que es indeseable. El nivel de alimentación debe reducirse a 2-2.5 kg/día dos días antes del parto, para prevenir que se inflame la ubre y minimizar los problemas durante el parto. (13,17,25)

Sin embargo, el sobrealimentar cerdas durante la primera mitad de la gestación incrementa la incidencia de muertes embrionarias. Por lo que, no debe permitirse que la cerda aumente mucho de peso corporal durante la primera mitad de la gestación o habrá un pequeño tamaño de la camada, por lo contrario, en la última mitad de la gestación de la cerda, el abastecimiento de energía puede incrementarse hasta que aumente a una tasa moderada. El peso del animal preñado se debe de incrementar para compensar el peso del feto, fluidos fetales y placenta con un incremento adicional moderado del peso corporal de animales en condición promedio. (13,25)

En el Reino Unido, Guise y Penny (1990) presentaron resultados de una prueba a gran escala para determinar si las inyecciones de hierro 3 semanas antes del final de la gestación tenían un efecto en la productividad de la cerda y el lechón al destete. Estos datos indicaron una leve mejora de rendimiento, estimada en un aumento de hasta medio lechón por cerda y año. La administración de antibióticos pueden ayudar a reducir el riesgo de una infección postparto. (13,38)

También se puede incrementar la masa muscular de los lechones durante el período prenatal. Aunque se cree que en ganado porcino la hiperplasia de la fibra muscular cesa entre los 85 y 95 días de gestación (Wigmore y Strickland, 1983), Rehfeldt *et al.* (1993) en Alemania han comprobado que se puede aumentar el número de fibras musculares estriadas *in utero* administrando somatotropina porcina (pST). El tratamiento con hormona del crecimiento durante los días 80-94 de preñez aceleró el desarrollo del feto y dio lugar a un mayor peso vivo al nacimiento y aun estado de madurez más avanzado. (13)

### **4.3 Sincronización del parto**

La importancia práctica estriba que controlando y agrupando los partos se puede organizar el trabajo en las salas de parto, optimizando la ocupación de las mismas con vigilancia y asistencia a la mayoría de los nacimientos, lo que producirá en un mayor número de lechones nacidos vivos en las siguientes camadas y en menores pérdidas post-natales. Así mismo, se puede manejar los lotes de hembras con el ahorro económico y también de una mejor planificación de las parideras, facilitando la desinfección y vacío sanitario de la maternidad. (3,4,9,10,11,18,26,29)



La  $\text{PGF}_{2\alpha}$  y sus análogos son los productos de elección para la sincronización del parto en la cerda, porque además de iniciar el parto al inducir la cascada endocrina, interactúan con otras hormonas para facilitar el nacimiento de los lechones de una forma casi natural. Para conseguir los mejores resultados, es importante saber la gestación promedio de las cerdas de la granja, mientras que otros investigadores proponen que se debe hacer de una forma individual en las cerdas, aplicando el tratamiento dos días antes de la fecha prevista del parto entre las 8 y las 10 de la mañana. La efectividad del tratamiento se eleva consiguiendo el 94-95% de partos dentro de las 36 h post-inyección. El 20 % de las cerdas iniciará el parto dentro de las 23 h post-tratamiento y el 60% lo hará entre las 23 y 33 h con la que conseguirá la mayoría de los partos ocurran durante la jornada laboral y se evitará el parto nocturno que es difícil de ser atendido en la mayoría de las explotaciones. El objetivo será poder asistir como mínimo al 75% de los partos en una jornada laboral normal. (1,3,4,10,17,18,22,29)

La dosis efectivas de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  oscilan entre 5 y 20 mg con un óptimo de 10 mg. Las cerdas con parto inducido no presentan ningún tipo de problemas reproductivos en los partos siguientes.

**Protocolo:**  $\text{PGF}_{2\alpha}$  sólo + oxitocina

- Calcular la media de días de gestación.
- Inyecta 10 mg de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  dos días antes de la fecha prevista de parto.
- Inyectar 10 UI de oxitocina 20-24 h después de la  $\text{PGF}_{2\alpha}$ .

Al nacimiento del primer lechón en cada cerda, inyectar otras 10 UI de oxitocina. Sin embargo, recientemente se ha utilizado 1 mg de un análogo de prostaglandina administrado a las 8:00-10:00 de la mañana induciendo el parto en un 100% administrado al día 113 de gestación y sincronizando más del 80% en un rango de 8-30 h. (1,4,6, 9,18,22,26)

Con el fin de mejorar la sincronización de partos Spicer y col. (1986) propuso el siguiente esquema:

- 9.00 a. m.: inyección de cerdas a inducir con 10 mg de  $\text{PGF}_{2\alpha}$ .

- 4.00 p.m.: Las cerdas que no hayan parido reciben una inyección con 150 µg de clenbuterol para inducir las posibilidades de partos nocturnos.
- Se reinician partos al día siguiente usando 10 UI de oxitocina con 1.5 mg de carazolol.

En España, han utilizado un protocolo con isoxsuprina: inyección de 184 µg de cloprostenol a 9:00 e inyección con 58 mg de isoxsuprina a las cerdas que no hayan parido a las 17:00 h, a la mañana siguiente inyección con 20-30 UI de oxitocina. Teniendo en cuenta que algunas cerdas requieren mayores dosis para revertir la relajación uterina causada, por lo que no se recomienda la adopción sistemática del protocolo a base de oxitocina. (4,5,6,18,22,26)

#### **4.3.1 Ventajas de los partos controlados en cerdas**

Los partos espontáneos tienen lugar a cualquier hora de la noche y del día y la duración de la gestación puede oscilar en varios días de una cerda a otra. Por tales razones, puede ser costosa e incluso imposible de realizar la organización precisa de la vigilancia, a menos que se controle con precisión el momento del parto. La sincronización de los partos puede proporcionar numerosas ventajas además de reducir las bajas de lechones alrededor del momento del parto y vigorosidad de los lechones. Se puede trasladar más fácilmente los lechones de las camadas numerosas a las reducidas y se puede realizar a la vez en un mayor número de lechones las operaciones de rutina tales como inyectar hierro o cortar colmillos, etc. (3,4,5,10,11,13,25,26,31)

Puede haber otras ventajas, como reducir el rango de edades de los lechones al destete, evitar partos en fines de semana y días festivos, minimizar las necesidades de mano de obra en tales períodos. Acortamiento de la duración de partos en animales de granja, en particular los del campo, en ganado de engorde y ovejas, en donde es una técnica importante de manejo. El control del parto dentro de un período de pocas horas permitirá que el manejo y cuidados veterinarios se concentrarán y llevarán al uso eficaz de las instalaciones y del personal. (3,4,5,6, 9,10,11,13,25,26,29,31)

Podany *et al.* (1987) esbozaron las ventajas de provocar los partos (con cloprostenol), en base a su amplia experiencia con la técnica en la antigua Checoslovaquia: (a) se pueden evitar casi en su totalidad los partos en fin de semana y se puede reducir el número de

partos nocturnos; (b) permite la atención de los partos por personal preparado; (c) se pueden optimizar las medidas sanitarias en los animales tales como lavado de las cerdas y desinfección de las instalaciones; y (e) el parto sincronizado proporciona las condiciones adecuadas para atender más eficazmente al lechón recién nacido y lactante, para producir grupos de lechones más homogéneos y mayor efectividad de manejo de adopciones. Lima *et al.* (1993) lograron inducir el parto aplicando vía intravulvosubmucosa en 32 cerdas multíparas con 112 días de gestación una dosis efectiva de 0.0625 mg de cloprostenol que redujeron en un 75% del costo en concepto de inducción. (3,4,5,6,9,10,11,13,24,26,31)

En el Reino Unido, Hammond y Matty (1980) concluyeron que la atención en el parto reanimando lechones débiles podría salvar alrededor de un lechón por camada. Tan sólo por esto, vale la pena controlar los partos para poder vigilarlos. En Francia, Depres y Caritz (1991) analizaron los aspectos comportamentales y de manejo en el intercambio de lechones en granjas en que se había sincronizado los partos con PGF<sub>2α</sub>; ellos señalaron que la tasa de mortalidad en lechones intercambiados era baja y que esta práctica aumentaba la producción de lechones y el número de destetados por camada. (1,3,5,6,11,13)

#### **4.3.2 Inducción mediante glucocorticoides**

Se sabe que al final de la gestación se puede provocar el parto en ganado vacuno, equino, caprino y ovino empleando glucocorticoides sintéticos, como la dexametasona en cantidades masivas al organismo materno. La administración de 10 a 30 mg de dexametasona por vía intramuscular en la vaca en un lapso de 2 semanas de la fecha esperada, provoca en general parto en 72 h. Los becerros son débiles, con diarrea y deshidratados aunque la supervivencia es buena, los becerros más fuertes son aquellos paridos más cerca del momento esperado del parto. La placenta retenida ocurre hasta en un 90% de las vacas tratadas, necesitando una terapia de seguimiento para esta condición patológica. El inicio de la producción es más lento que lo normal y el regreso del útero a su estado normal se retrasa algo comparado al parto normal. Por otra parte, la cerda no responde a este tratamiento hasta después del 100° día de preñez y solamente en el caso de suministrar dosis relativamente altas a lo largo de varios días (Coggins y First, 1973). (13,25,29)

Un efecto adicional de elevación preparto de glucocorticoides fetales en la estimulación de la producción de surfactante, éste disminuye la tensión superficial de los alvéolos permitiendo la expansión pulmonar y respiración más fácil en preparación para la vida extrauterina. Datos publicados por Nara y First (1981) indicaban que los glucocorticoides no actúan de forma directa en la reducción de la función luteínica sino mediante la estimulación de la biosíntesis y secreción de  $\text{PGF}_{2\alpha}$ . Este tratamiento carece de utilidad práctica en ganado porcino. Cassar y Friendship (2003) aplicaron inyección intravulvar 0.5-1 ml de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  y la duplicaron con 20 mg dexametasona sin reducir el estrés y confort en la cerda induciendo el parto a las 32 h durante el día. (13,19,23,25)

#### *4.3.2.1 Oxitocina como agente inductor*

Antes de usarse las prostaglandinas, se publicaron varios trabajos sobre el empleo de oxitocina como agente inductor de parto extenuante. El período de efectividad de esta hormona se restringía a las horas previas al comienzo espontáneo del parto (Costello, 1976). La regla general para la oxitocina consistía en que sólo era eficaz después de que se pudiese poner de manifiesto la presencia de leche en la ubre. La oxitocina intensifica las contracciones uterinas de forma coordinada causando la expulsión de los fetos y el desprendimiento y expulsión de la placenta. Es la última hormona que actúa en el proceso fisiológico del parto y su secreción puede verse alterada por cambios ambientales y estrés en el periodo preparto produciéndose el alargamiento del mismo. (13,18,38)

A nivel práctico la oxitocina se puede aplicar entre las 18-28 h después de la inyección de prostanoide. Los partos se inician a las 3-4 h después de la inyección de oxitocina. Los resultados óptimos se obtienen inyectando 10 UI a las 20 h post- $\text{PGF}_{2\alpha}$ . Con dicho protocolo aumenta la frecuencia de partos distócicos. También, se puede aplicar inyección intravulvar (5 UI) en la unión cutánea vulvar pero con tamaños no homogéneos al parir. Otros han utilizado 2 UI de oxitocina subcutáneo junto a la prostaglandina. (5,13,18,22,38)

La oxitocina se ha utilizado con éxito como tratamiento complementario a las prostaglandinas en determinados tratamientos inductores, pero va a depender de un cérvix dilatado. Si el cérvix no se encuentra dilatado, puede darse una ruptura uterina en animales domésticos grandes, como la vaca y la yegua. En yeguas valiosas, el parto oxitocina-

facilitado puede efectuarse con 120 UI intramuscular sujeto al cérvix dilatado, que el feto esté posicionado de manera apropiado, y que haya llegado a término con la evidencia de la producción de leche. Se prefiere el goteo lento intravenoso y se necesita menos dosis. (13,18,38)

Se han probado otros tratamientos inductores a base de estimulantes de la musculatura lisa, como la acetilcolina, pilocarpina, eserina y sustancias emparentadas, con los mismos resultados negativos que la oxitocina (Dziuk,1979) El proceso del parto supone mucho más que simplemente unas sustancias que actúan regulando la contracción del miometrio. (13)

#### **4.4 Las Prostaglandinas**

A nivel reproductivo la  $PGF_{2\alpha}$  es la más importante, produce la luteólisis del cuerpo lúteo presente, también produce vasoconstricción y broncoconstricción, además puede aumentar la cantidad de espermatozoides por eyaculación. Estudios recientes indican que la motilidad de los espermatozoides, y su transporte en el aparato genital femenino, están ligadas a la concentración de prostaglandina en el semen. Liggins y cols. descubrieron un incremento de  $PGF_{2\alpha}$  en la sangre venosa uterina 24 h antes del parto, la fuente puede ser la placenta o el endometrio, su síntesis puede venir del nivel adrenal fetal de corticoides. (2,12,18,25,32,38)

El principal uso en cerdas es en la sincronización de partos, para inducir o sincronizar el celo, tratamientos del síndrome de metritis-mastitis-agalactia (MMA), también la endometritis, la piómetra; en general, es un fuerte estimulante miometral, en la regresión del cuerpo lúteo por luteólisis, aborto, como en la momificación de los fetos, también en el síndrome de lactación deficiente. (2,18,20,25,32,38)

##### **4.4.1 Biosíntesis**

Las prostaglandina se sintetiza en casi todos los tejidos del organismo, pues en la mayor parte de ellos se encuentra la enzima 9-ceto-reductasa. Casi todas las células de los vertebrados son capaces de sintetizar prostaglandinas, a partir de los ácidos grasos derivados del ciclopentano, que se sintetizan de un precursor común, el ácido araquidónico

prostático. Que a su vez se deriva de diversos fosfolípidos de la membrana celular, el linoleico de la dieta, por acción de la enzima acilhidrolasa, o ingerida como tal en la dieta. La biosíntesis está mediada por una fosfolipasa (A2) que libera los ácidos grasos de la membrana celular y por la enzima ciclooxigenasa que da lugar a la síntesis de unos compuestos intermedios inestables llamados endoperóxidos cíclicos (PGG y PGH). A partir de este último, con la mediación de diversas enzimas, se forman las diferentes prostaglandinas. (2,12,14,18,32,34)

Las prostaglandinas se originan en sí a partir de diversos estímulos físicos, químicos, hormonales y neurohumorales. Dichos estímulos transforman el ácido en dos líneas principales de prostaglandinas:

- I. Los derivados de las lipooxigenasas, como el ácido 12-hidroperoxiaraquidónico (HPETE) y su derivado, sus acciones son de orden inmunitario y de activación de macrófagos.
- II. Los derivados de las ciclooxigenasas, que dan lugar a las prostaglandinas de las series E, F, G y H. Además del TXA<sub>2</sub> de la PGI<sub>2</sub>, por acción del tromboxano y la prostaciclina sintetasa, respectivamente. (32,34)

#### **4.4.2 Estructura química**

Químicamente son ácidos grasos poliinsaturados de 20 átomos de carbono. Constan de un núcleo común, que contiene un anillo de ciclopentano al que están unidas, en carbonos contiguos, dos cadenas laterales de 7 y 8 átomos de carbono, localizándose un grupo carboxílico en el carbono terminal de la primera cadena. (2,12,14,18)

Dependiendo de la estructura del anillo de ciclopentano, las prostaglandinas se clasifican en diversas clases designadas por las letras A, B, C, D, E y F. (2,19,32)

El número de dobles enlaces presentes en las cadenas laterales caracteriza las subclases de prostaglandinas, denominadas con los subíndices 1, 2 y 3. La letra alfa o beta indica la orientación espacial del radical hidroxilo del átomo C-9 del anillo ciclopentano. La forma natural es la alfa. Las prostaglandinas más frecuentes en estado natural son las E<sub>α</sub> y F<sub>α</sub> que se denominan prostaglandinas primarias, la E posee un radical cetónico y la F

un radical hidroxilo en el mismo C-9. La más utilizada en medicina veterinaria es la  $\text{PGF}_{2\alpha}$ . A partir de esta molécula, por modificaciones de las cadenas laterales, se obtienen los compuestos análogos que se diferencian de la molécula primitiva por sus propiedades biológicas: potencia, vida media, especificidad tisular y efectos colaterales. (2,14,18)

#### **4.4.3 Mecanismo de acción**

La prostaglandina se acopla a su receptor en la membrana celular, induciendo un cambio electromagnético que le permite desplazarse entre las dos capas fosfolipídicas de la membrana, hasta acoplarse con la enzima adenilciclase de la membrana. El complejo formado por prostaglandina-receptor-adenilciclase induce la activación de cAMP, con gasto de energía. El cAMP actúa como segundo mensajero dentro de la célula, que activa los sistemas enzimáticos de las proteincinasas, dando lugar a la respuesta fisiológica de la célula. Tal respuesta incluye la síntesis de esteroides u hormonas polipéptidas, alteraciones en la permeabilidad y aumento de la actividad linfocitaria. El efecto cAMP está limitado por procesos de biotransformación llevados a cabo por la enzima fosfodiesterasa en presencia de iones de magnesio. Antes de ser metabolizado, el cAMP promueve la liberación de prostaglandina, con lo que se establece una retroalimentación positiva a nivel celular. (14,32,34)

#### **4.4.4 Acciones fisiológicas**

Sus acciones fisiológicas que determinan su utilización práctica en medicina veterinaria, son las siguientes:

- a) Acción luteolítica, en el cerdo como en otras especies la  $\text{PGF}_{2\alpha}$  es el factor luteolítico más importante.
- b) Acción uterotónica, que estimula las contracciones de la musculatura lisa uterina.
- c) Liberación de hormonas de los tejidos endocrinos. (1,12,18)

#### **4.4.5 Metabolismo**

Las prostaglandinas se generan en todo el organismo y las primarias su vida media biológica es muy corta; que desaparecen de la circulación sanguínea en menos de 1 minuto. La administración de una dosis terapéutica de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  se elimina por completo en 6 h; la biotransformación del tromboxano y la prostaciclina es casi inmediata a nivel cardiovascular, y la vida media del  $\text{TXA}_2$  es de aproximadamente 30 s, y la de 3 minutos la del  $\text{PGI}_2$ . Las prostaglandinas se biotransforman en gran medida por oxidación del C15, principalmente a nivel del pulmón y en menor proporción hígado, bazo y riñón; se eliminan por la orina. En dicho carbono, también se llevan a cabo procesos de reducción y de saturación. La biotransformación por oxidación del radical  $\text{COOH}$  y por oxidación de cadena. (2,18,32,34)

#### **4.4.6 Toxicidad**

Los efectos adversos al usar  $\text{PGF}_{2\alpha}$  y  $\text{PGE}_2$  o 15-metil  $\text{PGE}_2$  que causan la acción estimuladora del músculo liso del tracto digestivo, por lo que se debe administrar, al mismo tiempo, fármacos antidiarreico o antiemético. Puede provocar leve pirexia pasajera, provenientes de las acciones de dichos compuestos en los centros termorreguladores del hipotálamo. Dosis muy altas de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  pueden ocasionar hipertensión al contraerse el músculo liso de los vasos, mientras que a grandes volúmenes pueden originar vasodilatación. También puede provocar disnea-taquipnea, prurito, excitación, baja producción láctea, micción descontrolable. (1,4,12,32)

#### **4.5 $\text{PGF}_{2\alpha}$ y sus análogos**

A comienzo de los años 70, muchas publicaciones demostraron que bastaba una sola inyección intramuscular de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  para provocar el parto con éxito en cerdas tratadas unos días antes de la fecha prevista para el mismo. También se han utilizado prostanoides análogos potentes, como el cloprostenol, el dinoprost, el luprostriol, el tiaprost, el alfaprostol, el etiproston y el fenprostaleno, con notables éxitos. El estudio de las concentraciones plasmáticas de relaxina, progesterona y estrógenos en partos espontáneos e inducidos con  $\text{PGF}_{2\alpha}$  no ha revelado diferencias manifiestas en los patrones hormonales entre estos grupos (King y Whathes, 1989). En el parto espontáneo, las cerdas nulíparas



presentaban descargas bifásicas de relaxina, alcanzándose la concentración máxima entre las 12 y 28 h preparto. La administración de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  producía un aumento inmediato de la concentración de relaxina y una disminución de la progesterona. (10,13,18,27,28)

#### **4.5.1 D-Cloprostenol**

Es una solución inyectable un análogo sintético de la  $\text{PGF}_{2\alpha}$ , utilizado en las especies bovina, equina y porcina. La forma dextrógira del cloprostenol presenta un efecto luteolítico 3.5 veces superior al de la forma racémica. Veteglan® es capaz de producir la lisis del cuerpo lúteo cíclico, gravídico o cístico, produciendo la disminución de la progesterona hemática, con los consecuentes efectos endocrinos.(21,32,37)

##### **4.5.1.1 *Composición:***

1 ml de Veteglan contiene 0.075 mg de d-Cloprostenol. (21,32,37)

##### **4.5.1.2 *Indicaciones y especies de destino:***

**Vacas:** Celos silenciosos, tratamiento coadyuvante en piómetra y endometritis, quistes luteínicos o cuerpos lúteos persistentes, expulsión de fetos momificados, interrupción de la preñez, inducción del aborto en la primera fase de gestación y sincronización del estro.

**Yeguas:** Tratamiento del cuerpo lúteo persistente e inducción del estro.

**Cerdas:** Sincronización e inducción del parto. (21,32,37)

##### **4.5.1.3 *Dosis, modo y vía de administración:***

**Cerdas:** 75  $\mu\text{g}$ /animal (equivalente a 1 ml de Veteglan®/animal).

✚ Inducción al parto: administrar Veteglan® a los 112 días de gestación. El 70% de los animales inician el parto en las 20 h siguientes. (21,32,37)

##### **4.5.1.4 *Sobredosificación:***

Tiene un amplio margen de seguridad. Dosis de 50 a 100 veces la dosis terapéutica pueden producir broncoespasmo, disenteria, diarrea y fuertes contracciones uterinas. (21,32,37)

#### **4.5.1.5 *Contraindicaciones:***

No administrar a hembras en gestación, a menos que se desee la inducción del parto o del aborto. (21,32,37)

#### **4.5.1.6 *Efectos secundarios:***

En las yeguas puede producir ligera diarrea en las 24 h sucesivas al tratamiento. (23,35,40)

#### **4.5.1.7 *Precauciones particulares que deben tomarse durante su uso:***

No administrar por vía endovenosa. No inhalar y evitar el contacto con las mucosas. (21,32,37)

#### **4.5.1.8 *Incompatibilidades e interacciones:***

No administrar junto con antiinflamatorios no esteroideos. (21,32,37)

#### **4.5.1.9 *Precauciones específicas que deberá tomar la persona que administre el producto:***

- ✦ Mantener fuera del alcance de los niños.
- ✦ Se debe mantener aislado de mujeres embarazadas.
- ✦ Evitar el contacto con el producto a personas asmáticas y pacientes con afecciones respiratorias.
- ✦ En caso de contaminación eventual de la piel, ésta se limpiará inmediatamente con agua y jabón. (21,27,32,37)

#### **4.5.1.10. *Tiempo de Espera:***

Carne y leche: cero días. (21,37)

#### **4.5.1.11. *Conservación:***

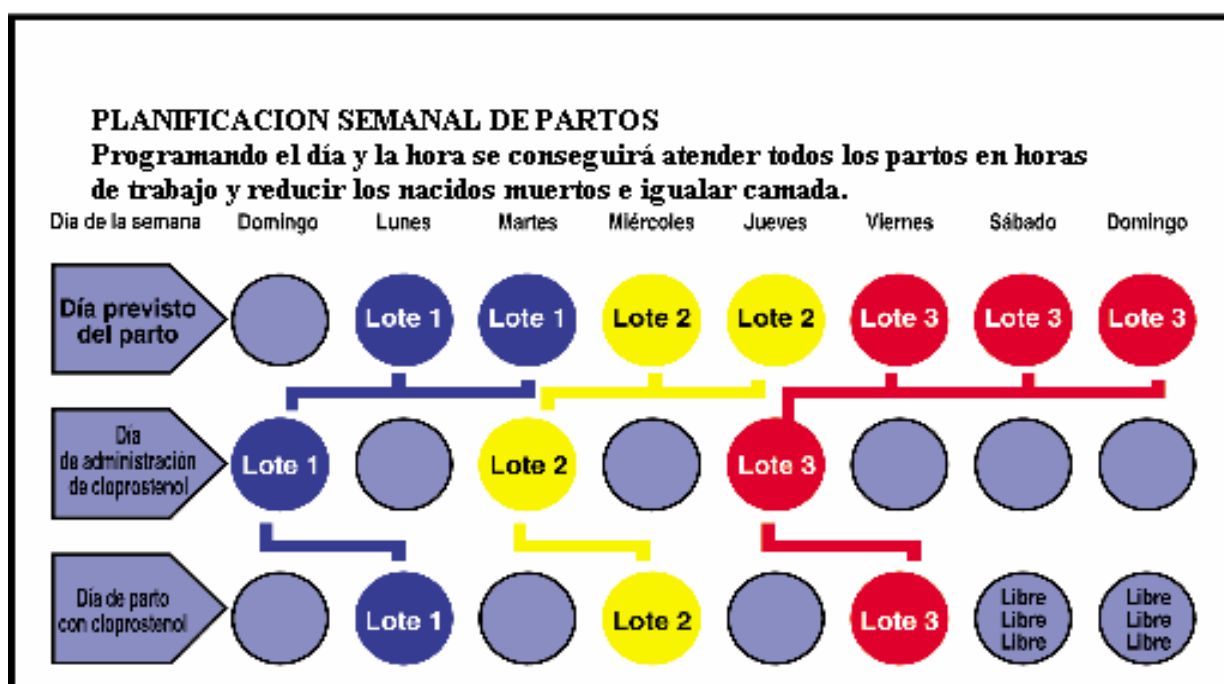
Conservarse en lugar fresco y seco al abrigo de la luz. (37)

#### 4.5.2 Requisitos para poder sincronizar partos

Para poder sincronizar partos sólo es necesario un requisito:

- Registros fiables de la granja. Un error en el día de aplicación puede conllevar problemas de viabilidad de parte de la camada. Además, es recomendable:
- Disponer de salas de partos adecuadas.
- Disponer personal suficiente para atender los partos.
- Adaptar las rutinas a la nueva situación: Los días de partos hay trabajo en los paritorios, mientras que los días sin partos hay poca faena en los mismos. Los días de partos no deben hacerse trabajos que dificulten la atención adecuada de los mismos. (30)

Figura 2. Planificación semanal de partos.



(Fuente: Hammond y Matty, 1980.)

#### 4.5.3 ¿Para qué sincronizar partos?

Para poder atender todos los partos en horario de trabajo. Es la principal ventaja de este manejo. Tanto es así que si no se puede garantizar una atención mínima de los partos,

debería reconsiderarse su aplicación. En cambio si ésta está asegurada, la conveniencia del manejo es clara:

**a. Asistiremos a todos los partos (Cerdas y lechones)**

- Debe de realizarse el suministro de calostro por separado de la camada en 2 mitades: Primero los lechones de menor peso y luego los grandes. Evitamos así que la competencia con los más fuertes impida un buen consumo de calostro de los más pequeños y débiles; primer factor para mejorar su tasa de supervivencia y conseguir un peso adecuado de dichos lechones al destete.
  - La sincronización de partos permite también realizar todos los manejos de camada el primer día de vida.
  - Homogenizar camadas por peso y número de lechones.
  - Seguimiento especial a las camadas de lechones débiles en los primeros 3 días de vida.
- (30)

**b. La reducción de la duración de la gestación en un día respecto a la habitual en la granja**

Esta mejora, que es segura desde el comienzo de la aplicación del protocolo, permite pagar el costo del cloprostenol (contabilizando sólo el costo de mantenimiento diario de cada cerda, si analizamos otros costos es aún más rentable). Por otra parte, evaluaciones realizadas en granja sobre datos de paritorios (Fillola, Font, y Pérez, 1999) con análisis por regresión múltiple nos indican que se podía compensar el menor peso al nacimiento de los lechones nacidos en parto adelantado con un día más de lactación siempre y cuando dicha pérdida de peso no sea inferior a 150 g en el peso promedio del lechón al nacimiento. De esta forma se evitará gestaciones excesivamente largas que conllevan:

- Parto doloroso que perjudica el inicio de la lactación: Casos de Agalaxia (MMA), hipogalactia y peor comportamiento reproductivo postdestete (índice destete-celo: IDC e IDCF más largos).

- Distocias en el parto por excesivo tamaño del lechón.
- Muerte de cerdas en parto. (30)

#### **c. Reducir la ocupación de los paritorios por ciclo**

Aumentaremos con esto la capacidad productiva de nuestra granja o dispondremos de mayores los vacíos sanitarios. Podemos incorporar las cerdas conociendo la fecha real de parto y evitaremos los partos retrasados lo que reducirá el uso de la sala de partos por ciclo. (30)

#### **d. Mejor comportamiento maternal y reproductivo de la cerda tratada con cloprostenol**

- Mejoran los índices que dependen de la involución uterina.
- Mejor comportamiento maternal de la cerda tratada con cloprostenol. (30)

#### **4.5.4 Momento de la administración de la $PGF_{2\alpha}$**

En muchas de las primeras pruebas de inducción, se tendía a aplicar la prostaglandina entre los días 108 y 113 de gestación. Sin embargo, al ganar experiencia, se vio que se reducía la eficacia global del tratamiento cuando el producto se inyectaba más de 2 ó 3 días antes de la fecha prevista de parto. En tales circunstancias, para los ganaderos que empleaban la  $PGF_{2\alpha}$  a nivel comercial, era importante determinar la duración media de la gestación de la granja en cuestión a partir de los registros. El manejo habitual consistía en administrar la  $PGF_{2\alpha}$  2 días antes de la duración media de la gestación de la granja. También era necesario disponer de registros fiables para aquellas cerdas que eran tratadas, de modo que sólo se administraba prostaglandina a algunas cerdas en el momento adecuado. (13,26)

#### **4.5.5 Acción de la $PGF_{2\alpha}$**

La administración de  $PGF_{2\alpha}$  a cerdas jóvenes o adultas gestantes provoca una caída inmediata de las concentraciones plasmáticas de progesteronas y la regresión de los cuerpos lúteos al mismo tiempo; así mismo, el aumento de los corticoides totales similares a los que se producen en el parto natural. Los primeros trabajos pusieron en evidencia la descarga de relaxina, teniendo lugar las concentraciones máximas 45 minutos después de

la administración del producto (Sherwood *et al.* 1975). Diversas publicaciones de los años 70 pusieron de manifiesto que la administración de la  $\text{PGF}_{2\alpha}$  daba lugar a una secuencia ordenada y normal del parto. Con tal que se aplicase correctamente, se vio que el tratamiento inductor carecía de efectos negativos sobre la salud de los lechones, no viéndose afectadas la duración del parto y la producción de leche. (13,18,25)

Sin embargo, inyectando la prostaglandina el día 108 se podían obtener lechones de menos peso y con menos posibilidades de supervivencia que si se trataba el día 111-112 con 15 mg intramuscular indujeron parto en 32 ( $\pm 14$ ) h (Elmore *et al.*). Si el tratamiento se lleva a cabo al día 114, en muchas cerdas ya se habrá iniciado el proceso natural del parto y el grado de sincronización será bajo. Evidentemente, cualquier proceso que desencadene el parto varios días antes de lo normal puede provocar el nacimiento de lechones con pesos menores que la media. Cuando más cerca nazcan los lechones de la fecha prevista de parto, más posibilidades de supervivencia tendrán. (10,13,18,25)

#### **4.5.6 Intervalo hasta el parto**

Se evidenció que utilizando  $\text{PGF}_{2\alpha}$  natural se produjo un intervalo medio hasta el inicio del parto de unas 29 h. Algunos trabajos daban intervalos entre 20 y 30 h, mientras que otros señalaban períodos mucho mayores. En algunos casos, una parte de las cerdas tratadas con el producto natural no respondían. (13,17,37)

Los análogos sintéticos de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  mostraban una respuesta bastante uniforme, presentando medias de 24-28 h entre el tratamiento y el parto (Cerne y Jochke, 1981; Boland y Herlihy, 1982; Diehl y Eargle, 1985; Martín *et al.* 1985; Itoh *et al.* 1994). Cooper (1981) encontró que el momento de máximo agrupamiento de partos para el análogo cloprostenol eran las 26 h postinyección, teniendo lugar el 95% de los partos dentro de las 36 h después del tratamiento. En realidad, el 86% de las cerdas parieron en el período de 18 h comprendido entre las 18 y 36 h post-tratamiento. Es importante estudiar cuidadosamente los registros para elegir adecuadamente el momento de inducción (2 días antes de la duración media de la gestación de la granja). (13)

#### 4.5.7 Comparación entre la PGF<sub>2α</sub> y sus análogos

Normalmente se encontró que la PGF<sub>2α</sub> natural y el análogo cloprostenol (Tabla 2), ambos tenían una eficacia similar cuando se aplicaban dos días antes de la duración media de la gestación de la granja. Sin embargo, en Nottingham, Brown y Cole (1980) demostraron que cuando se aplicó el tratamiento a base del producto natural o un análogo en los días 110, 111 y 112 de gestación, todas las cerdas que recibían el análogo respondieron en 48 h. Con el preparado natural, el porcentaje de respuestas a 48 h aumentó de 29%, en el día 110, a 70%, en el día 111, y a 100%, en el día 112. Aparentemente había una interacción significativa entre el producto y el día del tratamiento. Se obtienen mejores resultados en la sincronización del parto con alfaprostamol que con cloprostenol (13,26)

**Tabla 2.** Resultados del tratamiento con prostaglandina para inducir el parto en la cerda

Tratamiento (dosis)	I	II	III
	PGF <sub>2α</sub> (10 mg)	Cloprostenol (175 μg)	Solución salina
No. de cerdas	27	26	28
Intervalo al parto (h)	23.0 ± 10.8	24.9 ± 8.9	54.7 ± 32.8
Tamaño de camada	12.3	11.1	11.1
No. de mortinatos	0.6	1	2.5
Peso medio al nacer (lb)	2.6	2.6	2.6
Vivos a las 3 semanas	9.7	8.4	8.8
Peso medio a las 3 semanas (lb)	10.6	10.9	10.4
Días improductivos	4.8	4.6	4.8

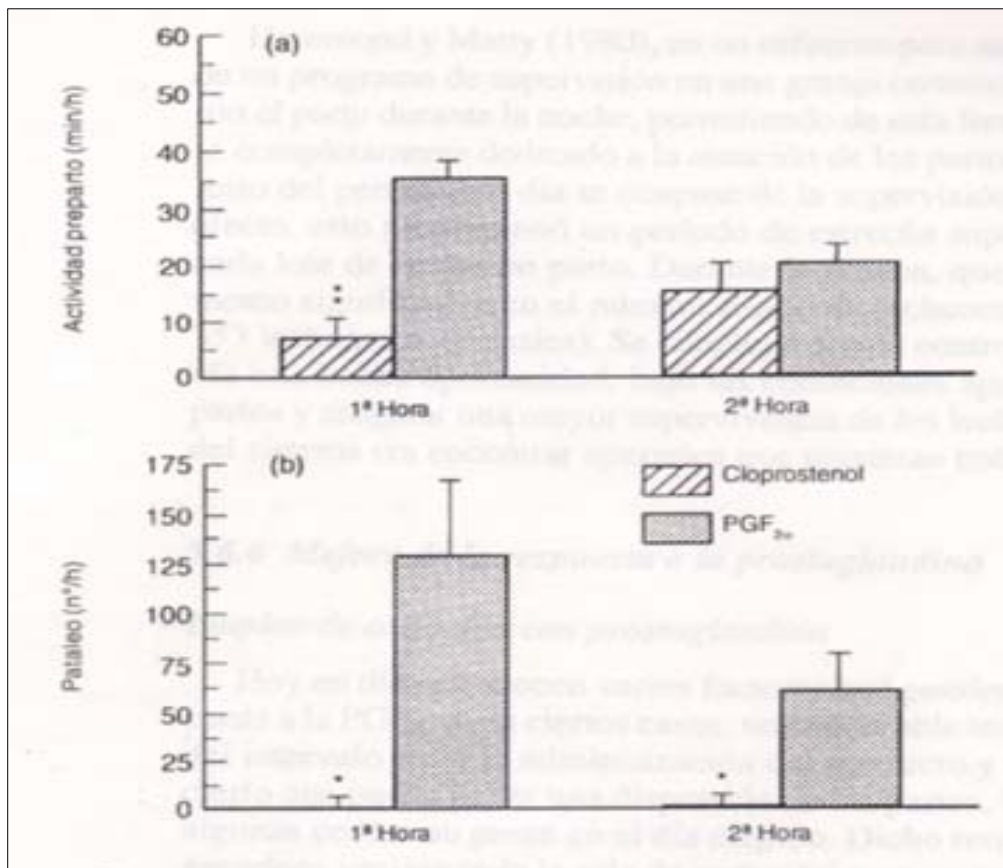
(Fuente: Boland *et al.* 1979)

#### 4.5.8 Efectos secundarios pasajeros

Aparentemente, los efectos secundarios transitorios al ser tratadas cerdas con la PGF<sub>2α</sub> natural (inquietud, aumento del ritmo respiratorio, disnea, ptialismo, tendencia a orinar y defecar, tendencia a rascar y morder) no se hallaron en la misma medida al ser aplicado análogos como el cloprostenol (Widowski *et al.* 1990). Posiblemente, la PGF<sub>2α</sub> natural aumentaba la actividad de la musculatura lisa en mayor grado y aunque tales efectos secundarios no influyeron negativamente en el resultado del tratamiento inductor (Fig 3). En Tailandia, Chantaraprateep *et al.* (1986a) demostraron que no había diferencia en la respuesta de las cerdas a la inyección intramuscular o intravenosa de cloprostenol. Es obvio que a nivel comercial, es preferible la vía intramuscular. (1,4,13,25)

Se vio que la inducción del parto con prostaglandinas, naturales o sintética, no afectaba la lactación, la salida en celo después del parto ni la fertilidad consecutiva. Hubo indicios de que lo partos provocados se asociaban a una menor incidencia del síndrome metritis, mastitis y agalactia (MMA) en las cerdas. Podany *et al.* (1987) en la antigua Checoslovaquia llegaron a la conclusión, a partir de la evaluación de más de 9,000 partos inducidos con cloprostenol en el período 1977-84, que se podía utilizar el tratamiento inductor en granjas industriales sin el riesgo de afectar negativamente el rendimiento reproductivo de las cerdas ni la calidad de sus camadas. (13)

**Figura 3.** Efecto del cloprostenol (175 µg) o de la PGF<sub>2α</sub> (10 mg) sobre (a) la actividad previa al parto (min/h) y (b) el pataleo (nº/h) durante la 1ª y 2ª hora siguientes a la inyección.



(Fuente: Widowski *et al.* 1990).

#### 4.5.9 Prostaglandinas en la granja

King *et al.* (1979) basándose en estudios bibliográficos y en su propia experiencia sugirieron que una sola inyección de PGF<sub>2α</sub> administrada cerca de las 08.00 de la mañana provocaría el parto durante el día siguiente en la mitad a dos tercios de las cerdas tratadas.



Los autores puntualizaron que durante el horario laboral los operarios están ocupados con el trabajo rutinario y podrían no disponer de tiempo suficiente para realizar una supervisión continua. (13)

Hammond y Matty (1980), para mejorar la calidad y duración de un programa de supervisión en una granja comercial de 800 cerdas, provocaron el parto durante la noche, permitiendo de esta forma que el operario estuviera completamente dedicado a la atención de los partos y haciendo posible que el resto del personal de día se ocupara de la supervisión a la mañana siguiente. En efecto, esto proporcionó un período de estrecha supervisión de unas 18 h para cada lote de cerdas en parto. Durante la prueba, que duró un año, hubo un aumento significativo en el número medio de lechones destetados (consiguiendo 353 lechones adicionales). Se concluyó que el control nocturno del parto suponía una buena oportunidad, bajo las condiciones apropiadas, de supervisar los partos y asegurar una mayor supervivencia de los lechones. Una limitación clara del sistema era encontrar operarios que quisieran trabajar en el turno de noche. (13)

Actualmente se ha aconsejado la inyección de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  vía intravulvar, más de la mitad de los porcicultores la recomiendan, la dosis es tan efectiva como la aplicación completa intramuscularmente recomendada para la inducción de partos en cerdas. La razón en la que la administración de la  $\text{PGF}_{2\alpha}$  intravulvar en dosis menores, se relaciona con una mayor concentración en el ovario de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  proveniente del drenaje venoso del tracto reproductor y que está estrechamente interrelacionado entre sí. Por lo que, una inyección intravulvar produce una mayor concentración de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  absorbida por la vena uterina y por medio de un gradiente de concentración, pasa hacia la arteria uterina irrigando el sistema reproductivo gestante, y así provocar la inducción del parto. (22,24)

#### **4.5.10 Mejora de la respuesta a la prostaglandina**

##### ***4.5.10.1 Empleo de carazolol con $\text{PGF}_{2\alpha}$***

El carazolol pertenece a la categoría de las drogas ecbólicas usadas en la profilaxis y tratamiento de la retención de membranas fetales (RMF), es un agente bloqueador del receptor  $\beta$ -adrenérgico no específico. Estructuralmente es un análogo de las catecolaminas (adrenalina y noradrenalina). En medicina veterinaria, el carazolol aplicado por inyección

intramuscular en cerdos está indicado en situaciones que inducen estrés. El uso racional de éste compuesto está basado en la estimulación a las contracciones uterinas y así producir una ayuda física a la expulsión de las membranas fetales. Randt (1995) sugiere que el carazolol administrado dentro de las 6 h de producido el parto, reduce la RMF especialmente después de cesáreas, en vacas. (8,16,33)

Se desconoce el papel del sistema nervioso vegetativo en el control del parto en la cerda. Se cree que en el miometrio y en los vasos uterinos hay terminaciones nerviosas adrenérgicas colinérgicas. La inhibición de las contracciones uterinas durante el parto, cuando se altera el entorno de la cerda, puede ser consecuencia de que la adrenalina actúe en los receptores  $\beta$ -adrenérgicos. Bostedt y Rudloff (1983) realizaron una prueba de campo para estudiar la capacidad bloqueadora de los antagonistas  $\beta$ -adrenérgicos sobre la relajación uterina durante el parto y para aumentar las contracciones, así como la inhibición de los efectos tocolíticos por la liberación de epinefrina endógena en respuesta al dolor del parto. (13,22)

El carazolol inyectado después de la bajada de leche y antes del parto del primer lechón, redujeron significativamente la duración del parto y la incidencia en la tasa de lechones nacidos muertos, por la aceleración en la expulsión de los fetos. Holtz y Welp (1984) probaron el carazolol en combinación con la oxitocina. El carazolol disminuyó el intervalo entre la inyección de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  y el parto en unas 2 h y redujo la variación entre cerdas de la respuesta a la  $\text{PGF}_{2\alpha}$  y oxitocina. Blanchard (1994) ha descrito unas pruebas de campo, las cerdas recibieron distintas combinaciones de 0-3.0 mg de carazolol y 0-10 UI de oxitocina. Los mejores resultados de sincronización del período de inducción y duración del parto se obtuvieron con 3.0 mg de carazolol solo, administrado 20 h después de la inyección de prostaglandina. (13,22)

#### ***4.5.10.2 Tratamiento con estradiol antes del parto***

Kirkwood y Thacker (1995) estudiaron en Canadá el efecto de una inyección de estradiol antes del parto sobre el momento y duración del parto y sobre la supervivencia del lechón. Las cerdas recibieron 3 mg de  $17\beta$  estradiol en el día 112 y  $\text{PGF}_{2\alpha}$  (10mg) en el día 113. Se controló el momento de expulsión de los lechones entre las 08.00 y las 18.00 h

del día 114 de gestación. Un 38% de las cerdas tratadas con estrógenos parieron antes de las 08.00 h del día 114 en comparación con tan sólo el 5% de las cerdas control. El tratamiento con estrógeno no afectó a la duración del parto (2.9 h) ni al intervalo entre expulsión de lechones. Se concluyó que el tratamiento de estradiol puede afectar en algunas cerdas al momento del inicio del parto. (13,22)

#### **4.5.11 Acortamiento del parto**

Se considera habitualmente que la duración media del parto es de 4-6 h (Friend *et al.* 1962; Fahmy y Friend, 1981). Dado que la incidencia de mortinatos aumenta durante el último tercio del período de parto. Leman y Sprecher (1976) estimulando con un agente adecuado la musculatura lisa uterina, consiguieron 0.5 lechones nacidos vivos adicionales. Lima *et al.* (1993) lograron el acortamiento del parto al aplicar cloprostenol vía intravulvar en cerdas a los 112 días de gestación con un promedio de 2.46 h de duración. (2,4,13,24)

#### **4.6. Retraso del parto en la cerda**

Es fácil lograr la sincronización del parto, por ej: acortando ligeramente la duración normal de la gestación con prostaglandinas; pero también se puede conseguir, aunque menos eficazmente, alargando la gestación unos días más de lo habitual. Incluso puede haber algunas circunstancias en las que se puede tratar de retrasar temporalmente el parto con un agente tocolítico, como el clembuterol, que inhiba la actividad miometral. (13)

## **V. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1 Materiales:**

#### **5.1.1 Recursos Humanos:**

- Estudiante investigador.
- Médicos Veterinarios asesores.
- Personal técnico de la granja.

#### **5.1.2 Recursos de Campo:**

- Jeringas de 3 cc.
- Jeringas de tuberculina
- Agujas calibre 22
- Agujas 0.5 pulgadas
- Alcohol.
- Algodón
- Fichas de recopilación de datos.
- Fichas de registro de cada cerda de la granja.
- Overol
- Botas de hule
- Guantes plásticos de palpación

#### **5.1.3 Recursos biológicos:**

- 40 cerdas preñadas primerizas y multíparas (Raza Daland).

#### **5.1.4 Recursos farmacológicos:**

- 40 dosis de d-Cloprostenol.

## 5.2 Centros de referencia:

- Biblioteca y Centro de Documentación e Información de Veterinaria y Zootecnia (BICEDIVEZ), USAC.
- Biblioteca y Centro de Documentación, de la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI)
- Documentos electrónicos de internet

## 5.3 Métodos:

### 5.3.1 Localización y características del área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en una granja de porcinos tecnificada con ciclo completo de producción que se encuentra en el Municipio de Sumpango, Departamento de Sacatepéquez.

El municipio tiene una altitud de 1,900 msnm y su extensión superficial es de 55 Km<sup>2</sup>. Su latitud norte es de 14°, 38', 42"; longitud este es de 90°, 40', 00". La topografía es demasiado quebrado, alcanzando en algunas partes pendientes más del 30% de inclinación. La época más fría del año es de diciembre a enero. La temperatura media normal es de 18.2 °C. La precipitación media anual es de 1,265 mm, con un promedio de 119 días de lluvia, así como una humedad relativa media del 79%.

### 5.3.2 Metodología:

- ❖ El trabajo de investigación consistió en evaluar el efecto de la PGF<sub>2α</sub> en la inducción de parto en cerdas, en dosis reducidas (0.5 ml) vía intravulvar (grupo A) versus dosis completa (1.0 ml) vía intramuscular (grupo B).
- ❖ Se seleccionó un total de 40 cerdas con 112 días de preñez debidamente comprobado por medio de registros de la granja. Las cuales se dividieron en 2 grupos, a los cuales se le asignaron 20 animales a cada uno, a los que se les inyectaron el análogo de PGF<sub>2α</sub>, el d-Cloprostenol.

- ❖ Al grupo **A**, a 20 cerdas se le aplicaron, una sola vez, la mitad de la dosis terapéutica del producto, con jeringuilla de insulina en la cara medial del labio de la vulva, dirigiendo la aguja hacia la cabeza de la cerda. Es decir, 37.5 µg/animal, que es equivalente a 0.5 ml de d-Cloprostenol.
- ❖ Al grupo **B**, a las otras 20 cerdas, se les aplicó una sola vez, la dosis terapéutica completa del producto, con una jeringa de 5 ml y aguja calibre 22 de 4 - 5 cm de largo, a nivel del cuello intramuscular profunda. O sea, 75 µg/animal, que es equivalente a 1.0 ml de d-Cloprostenol.
- ❖ Se procedió a observar a las 24-48 horas, postinyección del análogo de PGF<sub>2α</sub>, los signos del parto.
- ❖ Se evaluó el tiempo de inducción, la duración del parto y la vía más efectiva del producto.

### **5.3.3 Diseño estadístico:**

El diseño estadístico fue completamente al azar con 2 tratamientos y con 20 repeticiones por cada tratamiento (una cerda = una unidad experimental) con el análogo de PGF<sub>2α</sub>, el d-Cloprostenol.

Los tratamientos fueron: A- Dosis reducida (0.5 ml) vía intravulvar, y

B- Dosis completa vía intramuscular (1.0 ml).

#### **5.3.3.1 Variables a analizar:**

- Manifestaciones de signos o no de parto
- Intervalo entre la aplicación y la inducción del parto (horas)
- Duración del parto (en horas)
- Tipo de parto (normal o difícil)
- Número de lechones nacidos vivos y muertos

### 5.3.3.2 *Análisis estadístico:*

- ❖ Para evaluar las variables de la presencia de parto, tipo de parto. Se utilizaron distribución porcentual, cuadros y gráficas.
- ❖ Para las variables de intervalo entre la aplicación e inducción, y la duración del parto, se utilizó, además, la prueba no paramétrica de Mann-Whitney, cuya fórmula es:

$$U_c = \text{MIN} [U_1, U_2]$$

$$U_1 = \frac{n_1 n_2 + n_1 (n_1 + 1) - \sum_{i=1}^{n_1} R_{i1}}{2} \quad U_2 = n_1 n_2 - U_1$$

Así como estadística descriptiva (promedio, moda, desviación estándar y coeficiente de variación).

- ❖ Para la variable del número de nacidos vivos y muertos se utilizó la prueba de  $\text{Chi}^2$ , la fórmula es:

$$X_c^2 = \sum_{i=1}^2 \frac{(|O_i - E_i| - 0.5)^2}{E_i}$$

- ❖ El análisis económico se hizo en base a tasa marginal de retorno.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la presente investigación se utilizaron al azar 40 cerdas de condición primíparas y múltiparas con 112 días de preñez de la raza Dalland. Se les indujo el parto con la administración de un análogo de  $\text{PGF}_{2\alpha}$ , (d-cloprostenol). Las cerdas se distribuyeron de la siguiente forma: 20 cerdas fueron asignadas al tratamiento A [dosis reducida (0.5 ml) vía intravulvar submucosa] y las restantes 20 cerdas se asignaron al tratamiento B [dosis completa (1.0 ml) vía intramuscular]. Se evaluaron las variables presencia de signos de parto, horas en la inducción y duración del parto, tipo de parto y número de lechones nacidos vivos y muertos. Además el análisis de la tasa marginal de retorno.

### ❖ Variable signos de parto

Al observar el cuadro 1 y figura 1 (ver anexos), el 100% de las cerdas manifestaron signos de parto. La sincronización de partos en las 40 cerdas inducidas con el análogo de prostaglandina  $\text{F}_{2\alpha}$  (d-cloprostenol) no produjeron efectos negativos sobre los signos de parto en los tratamientos intravulvar e intramuscular. McDonald y Pineda (1991) mencionan que las prostaglandinas han inducido el parto en cerdas sin efectos adversos más que inquietud y defecación. Por lo que las cerdas evidenciaron la manifestación de signos como sucede en un parto natural y espontáneo, como los son: anidación, ansiedad, marcada inquietud, movimientos fuertes de cola, incremento y congestión de la vulva, expulsión del meconio, vientre caído, fosa del ijar pronunciada y eyección de la leche. (13,25)

### ❖ Variable tiempo de inducción del parto

Para esta variable en el tratamiento intravulvar se determinó un promedio de  $25.68 \pm 8.72$  horas, un coeficiente de variación del 33.94% y una mediana de 26.71 horas; para la aplicación intramuscular fue de  $26.48 \pm 6.87$  horas, un coeficiente de variación del 25.93% y una mediana de 27.66 horas. Al realizar la prueba de Wilcoxon no hubo una diferencia estadística significativa ( $P > 0.57$ ) en el tiempo (horas) de la inducción del parto.



(Ver cuadro 2). En el tratamiento A, el 10% de las cerdas inicio el parto < 18 h, el 75% sucedió entre las 18-32 h y el 15% > 32 h; mientras que en tratamiento B, el 15% de las cerdas < 18 h, el 75% se dio entre las 18-24 h y el 10% > 32 h. (Ver figura 3)

En el tiempo de la inducción del parto no se encontró diferencia estadística significativa entre los dos tratamientos ( $P>0.57$ ), puesto que ambos tratamientos utilizaron en la inducción del parto promedios ( $A=25.68 \pm 8.72$  y  $B=26.48 \pm 6.87$  h) y medianas ( $A=26.71$  y  $B=27.66$  h) semejantes. A este respecto Imaz (1998) reporta que la inducción del parto sucede entre las 20-36 horas después de la aplicación de la inyección de prostaglandina, mientras Gordon (1999) determina que los partos se suceden entre 18-36 h posttratamiento. McDonald y Pineda (1991) reportaron que utilizando 15 mg de  $PGF_{2\alpha}$  se obtuvo un promedio en el alumbramiento en  $32 (\pm 14)$  horas, pero induciendo a las cerdas al día 111. En el presente estudio hubo una tendencia a acortar éste periodo. En cuanto al porcentaje de inducción del parto el 75% de las cerdas fueron inducidas en un horario laboral de 18-32 h postaplicación para ambos tratamientos. Lima y cols (1993) recomiendan que los partos se deben de dar en un horario laboral del 75% de partos de cerdas, entre las 18-30 h. (13,18,24,25)

#### ❖ **Variable duración del parto**

El resultado fue de un promedio de  $2.07 \pm 0.981$  horas, un coeficiente de variación del 47.33% y una mediana de 2.08 horas para el tratamiento intravulvar; y  $2.38 \pm 0.998$  horas, coeficiente de variación del 42.02% y una mediana de 2.28 horas en el tratamiento intramuscular. (Ver cuadro 3). No se encontró diferencia estadística significativa ( $P>0.30$ ) entre los tratamientos. Signoret *et al* (1975) indicaron que el tiempo para completar el parto es de 3.5 horas e Imaz (1998) indica que la duración promedio es de 2-5 horas, mientras que Lima *et al* (1993) dicen que la aplicación intravulvar con inyección al día 112 de preñez produjo un promedio de 2.46 horas. Por lo que, los resultados de la presente investigación estuvieron en un valor inferior a lo reportado por dichos autores.(13,18,24)

### ❖ **Variable tipo de parto**

Al observar el cuadro 1 y la figura 1 (ver anexos) se nota que en un 95% de las cerdas parieron con normalidad, sólo el 5% tuvo parto difícil, en ambos tratamientos. El

95% de los partos en las cerdas se realizaron de una forma normal y segura, sólo el 5% sufrió complicación al momento de parir, por lo que se tuvo que dar asistencia manual para extraer los lechones, y debido a que algunas cerdas tuvieron camadas en número menor a 5 y el peso era  $>$  a 2 Kg de cada lechón, por lo que se tornó difícil el nacimiento de los lechones. Gordon (1999) nos señala que los fetos de camadas reducidas tienen que atravesar regiones del útero que no han sido ocupadas previamente y ello puede disminuir su expulsión. Las contracciones uterinas no siempre dan lugar a la expulsión de un lechón vivo a menos que el canal de parto sea capaz de dilatarse completamente, bajo la acción de la relaxina, para facilitar la salida rápida del neonato. Lawrence *et al* (1992) hace énfasis que el entorno de la cerda durante el parto puede inhibir la secreción de oxitocina y prolongar el parto, efecto que es mediado por opioides. (13)

### ❖ **Variable número de lechones nacidos vivos y muertos**

Los resultados aportaron, que para el tratamiento intravulvar se obtuvo un promedio de  $10.65 \pm 3.318$  lechones vivos, un coeficiente de variación del 31.11% y una mediana de 10.00 lechones vivos; y para el tratamiento intramuscular fue de  $10.49 \pm 2.477$ , coeficiente de variación de 21.26% y una mediana de 12.00 lechones vivos (ver cuadro 4).

Para los lechones nacidos muertos, los resultados aportados dieron un promedio de  $0.45 \pm 0.51$  de natimortos, un coeficiente de variación del 113.43% para el tratamiento intravulvar; y  $0.51 \pm 0.827$  de natimortos, un coeficiente de variación del 165.43% en el tratamiento intramuscular (ver cuadro 4). Para los lechones nacidos vivos y muertos, con la prueba de  $\chi^2$  no se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.97$ ) entre los tratamientos.

Así mismo, el número de lechones totales para el tratamiento intravulvar reveló un promedio  $11.80 \pm 3.318$ , un coeficiente de variación 28.12% y una mediana de 11.00 lechones; para el tratamiento intramuscular con un promedio de  $13.10 \pm 2.654$ , un

coeficiente de variación 20.26% y una mediana de 13.00 lechones. La prueba reveló que no hubo diferencia estadística significativa ( $P>0.5$ ) entre lechones nacidos totales. (ver cuadro 5). Con la prueba de Wilcoxon reveló que no hubo diferencia estadística significativa ( $P>0.5$ ) entre lechones nacidos totales. Con un 90.25% de natalidad y 3.81% de mortalidad para el tratamiento intravulvar y de un 88.93% de natalidad y un 3.81% de mortalidad para el tratamiento intramuscular (ver figura 2). Lima y cols. (1993) reportaron

lechones nacidos vivos en un promedio de  $9.25 \pm 0.82$  y nacidos muertos  $0.25 \pm 0.16$  con un 85.33% de natalidad y 14.67% de mortalidad; en tanto que Pérez Guzmán (2001) reportó un 92.92% natalidad y un 7.08% de mortalidad. Similar a lo encontrado en el presente estudio. (24,30)

#### ❖ **Análisis económico entre la relación costo-beneficio**

Los resultados del análisis costo-beneficio se presentan en el cuadro 6 (ver anexos) se encontró una tasa de retorno marginal del 2.10% a favor del tratamiento en la sincronización del parto por vía intravulvar en las cerdas inducidas con el análogo de prostaglandina  $F_{2\alpha}$  (d-cloprostenol). Lawrence *et al* (1992) lograron inducir el parto aplicando vía intravulvosumucosa en 32 cerdas multíparas con 112 días de gestación una dosis efectiva de 0.0625 mg de cloprostenol que redujeron en un 75% en costo por concepto de inducción del parto. (24)

## VII. CONCLUSIONES

1. No hubo ningún efecto negativo sobre la presencia de signos de parto, ya que existió la manifestación de signos en las cerdas inducidas en un 100% en ambos tratamientos.
2. No se halló una diferencia estadística significativa en la variable del tiempo de inducción del parto ( $P>0.57$ ) en horas entre los dos tratamientos.
3. Para la variable de duración del parto no se encontró diferencia estadística significativa ( $P>0.30$ ) en horas entre tratamientos.
4. En la variable tipo de parto el 95% se llevo a cabo con normalidad entre los tratamientos.
5. Para la variable del número de lechones nacidos vivos y muertos no hubo diferencia estadística significativa ( $P>0.97$ ) en ambos tratamientos.
6. El porcentaje de lechones nacidos vivos del 90.25% en el tratamiento A y del 88.93% para el tratamiento B; y un 3.81% de mortalidad para ambos tratamientos.
7. La tasa de retorno marginal fue del 2.10% a favor del tratamiento intravulvar.
8. El porcentaje de cerdas inducidas fue del 75% en ambos tratamientos entre 18-32 horas postaplicación del análogo de la prostaglandina.
9. La utilización de la dosis reducida (0.5 ml) de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  (d-cloprostenol) es efectiva para inducir el parto en cerdas a partir del día 112 de preñez y representa un beneficio económico al compararlo con la vía intramuscular.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

1. Se debe continuar las investigaciones haciendo comparaciones entre varios productos, para determinar la eficacia entre los mismos por la vía intravulvar submucosa.
2. Verificar cuidadosamente los registros de cada cerda para elegir adecuadamente el día de la inducción para la sincronización del parto.
3. Utilizar la vía intravulvar porque baja costos en la sincronización del parto hasta de un 50% con respecto a la vía intramuscular, además es segura, eficaz y provoca menos molestias al administrar el producto a las cerdas preñadas.

## IX. RESUMEN

**Morales, FJ. 2004. Evaluación de la aplicación de prostaglandina  $F_{2\alpha}$  en dosis reducida (0.5 ml) vía intravulvar *vs.* dosis completa (1.0 ml) vía intramuscular en la sincronización de partos en cerdas. Tesis Med. Vet. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 57 p.**

En la presente investigación se realizó una comparación entre dos tratamientos A (intravulvar) y B (intramuscular), de la aplicación de inyección de un análogo de prostaglandina  $F_{2\alpha}$  en dosis reducida (0.5 ml) vía intravulvar y dosis completa (1.0 ml) vía intramuscular. Se trabajó con una muestra total de 40 cerdas preñadas de 112 días, en las cuales 20 cerdas fueron inyectadas con el tratamiento A y las 20 cerdas restantes fueron inyectadas con el tratamiento B. Las variables analizadas fueron manifestación de signos de parto, tiempo de inducción del parto, duración del parto, tipo de parto, número de lechones vivos y muertos, también el análisis del costo-beneficio a través de la tasa marginal de retorno.

Para la variable signos de partos el 100% de las cerdas manifestaron signos en los dos tratamientos.

En el tiempo de inducción del parto no hubo diferencia estadística significativa ( $P>0.57$ ) en horas y el 75% se produjo en horario laboral entre tratamientos.

En la duración del parto tampoco hubo diferencia estadística significativa ( $P>0.30$ ) en horas en ambos tratamientos.

El tipo de parto fue del 95% en las cerdas con normalidad entre los dos tratamientos.

En el número de lechones nacidos vivos y muertos no hubo diferencia estadística significativa ( $P>0.97$ ) entre el tratamiento A y B.

El porcentaje de lechones nacidos vivos fue del 90.25% en el tratamiento A y del 88.93% para el tratamiento B; y un 3.81% de mortalidad para ambos tratamientos.

El análisis costo beneficio reveló una tasa de retorno marginal del 2.10% a favor del tratamiento por vía intravulvar.

La utilización de la dosis reducida (0.5 ml) de  $PGF_{2\alpha}$  (d-cloprostenol) es efectiva para inducir el parto en cerdas a partir del día 112 de preñez y representa un beneficio económico al compararlo con la vía intramuscular.

## X. BIBLIOGRAFÍA

1. Arias, T; Alonso, R; Hernández, D; González, JA; Cama, M; Alvarez, X; Ortega, U. 1994. Uso de plexaprost como inductor y sincronizador del parto en cerdas (en línea). Consultado 19 mar. 2004. Disponible en <http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/publicaciones/rccpn/rev21/TERE.htm>
2. Barrera, R. 2000-2004. Las prostaglandinas: Estrategia farmacológica (en línea). Consultado 23 abr. 2004. Disponible en <http://www.porcicultura.com/articulos/manejo/man033.php>
3. Briante, J. 2001. Ayuda hormonal para las cerdas (en línea). Consultado 15 abr. 2004. Disponible en <http://www.e-campo.com/sections/news/display.php/uuid.09EB7A08-E12D-4D9B-A154BCE2-C9711633/>
4. Campero, S. 2002. Pruebas de campo porcino: Nuevo programa en la sincronización de partos (en línea). Consultado 15 abr. 2004. Disponible en <http://www.fatro.it/fatro-gb/News/vetupdates/Files/Doc/RESULTADO.Doc>
5. Cano Martínez, M. 2002. Manejo del periparto (en línea). Consultado 26 mar. 2004. Disponible en <http://www.pzca.ve/vp/articulos/vp50p38.html>
6. Chifflet, B. 1999. Ventajas en la sincronización de partos en cerdas (en línea). Consultado 19 mar. 2004. Disponible en <http://www.cibergamo.com/labotica-upb/04servi-bolet05.htm>
7. Coma, J. 1997. Avances en la alimentación del ganado porcino: Reproductoras (en línea). Consultado 26 mar. 2004. Disponible en [http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/97CAP\\_IX\\_11.pdf](http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/97CAP_IX_11.pdf)
8. Committee For Veterinary Medicinal Products. 1999. Carazolol (en línea). Consultado 7 jul. 2004. Disponible en <http://www.eudra.org/emea.html>

9. Davies, P. 1996. Improving prediction of day of farrowing (en línea). Consultado 26 mar. 2004.. Disponible en [http://www.ncsu.edu/HealthyHogs/book1996/book96\\_9.htm](http://www.ncsu.edu/HealthyHogs/book1996/book96_9.htm)
10. Daza A, A. 1992. Manejo de la reproducción en el ganado porcino. España, Aedos. 160 p.
11. García Carrasco, D. 2001. Alternativas terapéuticas en cerdos: área de maternidad (en línea). Consultado 19 mar. 2004. Disponible en <http://www.virbac.com.mx/alternativas2.htm>
12. Goodman Gilman, A; Rall, TW; Nies, AS; Taylor, P. 1993. Las bases farmacológicas de la terapéutica. Trad. Médica Panamericana. 8 ed. México, Panamericana. p.588-602,886,913-914
13. Gordon, I. 1999. Reproducción controlada del cerdo. Trad. A Callén Mora. Zaragoza, ES, Acribia, S. A. p.125-151
14. Hafez, ESE. 1999. Reproducción e inseminación artificial en animales. 6 ed. México, McGraw-Hill-Interamericana. 542 p.
15. Hembra infecunda: Causas de manejo con repercusión hormonal, fracaso reproductivo porcino. 2002. (en línea). Consultado 15 abr. 2004. Disponible en <http://www.canal-h.net/webs/sgonzalez002/Patrepro/HINFECUNDA.htm>
16. Holtz, W; Schmidt-Baulain, R; Meyer, H; Welp, C. 1990. Control of prostaglandin-induced parturition in sows by injection of the beta-adrenergic blocking agent carazolol or carazolol and oxytocin (en línea). Consultado 7 jul. 2004. Disponible en <http://www.jas.faa.org/cgi/content/abstract/68/12/3967>
17. Hormonas de la reproducción. 2004. (en línea). Consultado 15 abr. 2004. Disponible en [http://www.agrobit.com.ar/Info\\_tecnica/Ganaderia/porcinos/GA000014po.htm](http://www.agrobit.com.ar/Info_tecnica/Ganaderia/porcinos/GA000014po.htm)



18. Imaz, MA. 1998. Uso práctico de las prostaglandinas en el ganado. Anaporc, Revista de Porcinocultura. 18(180): 62-75
19. Inducción del parto para que se produzca durante el día. 2003. (en línea). Consultado 26 mar. 2004. Disponible en <http://www.agrodigital.com/plartStd.asp?CodArt=28735>
20. Intervención hormonal en el manejo de hembras. 1999? (en línea). Consultado 15 abr. 2004. Disponible en <http://www.engormix.com/nuevo/prueba/areadeporcicultura1.asp?valor=123>
21. Kelly, T. 1999-2000. Estrumate (en línea). Consultado 30 abr, 2004. Disponible en <http://www.vetmedpub.com>
22. Kirkwood, RN. 1999. Pharmacological intervention in swine reproduction: swine health and production. The Official Journal of the American Association of Swine Practitioners. 7(1):29-35
23. \_\_\_\_\_; Cassar, G; Friendship, P. 2003. New farrowing induction methods designed to beat the clock (en línea). Consultado 26 mar. 2004. Disponible en <http://www.thepigsite.com/LatesNews/default.asp?AREA=LatestNews&display=6301>
24. Lima H, FJ; Anchondo, G; Estrada, BE. 1993. Efecto de diferentes niveles de cloprostenol por vía intravulvosubmucosa sobre la inducción del parto y comportamiento reproductivo de cerdas multíparas (en línea). Consultado 19 mar. 2004. Disponible en <http://www.uasnet.mx/centro/profesional/emvz/51-60.htm#pp56>
25. McDonald, LE; Pineda, MH. 1991. Endocrinología veterinaria y reproducción. Trad. E Cazenave Isoard. 4 ed. México, Interamericana, McGraw-Hill. p. 490-507
26. Mora, J. 1998. Estrategias para evitar mortalidad perinatal. Anaporc, Revista de Porcinocultura. 18(181): 24-40

27. Ocean Consulting C. A. 2002. Hormonales: Lutalyse (en línea). Consultado 19 mar. 2004. Disponible en <http://www.pharmaciaah.com.ve/pcompania/prodvet2.asp?producto=Lutalyse>.
28. Owen, W. 2003. Lutalyse® (Dinoprost trometamine) (en línea). Consultado 30 abr. 2004. Disponible en [http://www.lutalyse.com/product\\_detail.asp?country=US&lang=EN&species=sw&drug=LT](http://www.lutalyse.com/product_detail.asp?country=US&lang=EN&species=sw&drug=LT)
29. Pérez, JF; Pérez y Pérez, F. 1998. Tocoginecología : Parto inducido, programación del parto (en línea). Consultado 30 abr. 2004. Disponible en [http://www.colvet.es/infovet/dic98/ciencias\\_v/articulo1.htm#PARTO%20INDUCIDO](http://www.colvet.es/infovet/dic98/ciencias_v/articulo1.htm#PARTO%20INDUCIDO)
30. Pérez Guzmán, I. 2001. Cloprostenol (en línea). Consultado 26 mar. 2004. Disponible en <http://www.pcca.com.ve/vp/articulos/vp41p10.htm>
31. Provis, PHF. 2003. Induced farrowings: are you in control? (en línea). Consultado 26 mar. 2004. Disponible en <http://www.baffpork.ca/proc/2003pdf/16cprovis.pdf>
32. Rojas Gamboa, LE. 2003. Comparación del efecto de tres análogos de Prostaglandina F<sub>2α</sub> (Dinoprost trometamina, Tiaprost, Cloprostenol) vía intravulvar, en dosis reducidas, para la inducción del celo en ganado lechero especializado. Tesis Med. Vet. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 62 p.
33. Rutter, B. 2002. Drogas ecbólicas (en línea). Consultado 7 jul. 2004. Disponible en <http://www.portalveterinaria.com/sections.php?op=viewarticle&artid=127>
34. Sumano López, HS; Ocampo Camberos, L. 1997. Farmacología Veterinaria. 2 ed. México, McGraw-Hill Interamericana. p.515-518,538-545
35. Trujillo Ortega, ME. 2003. Manejo de la hembra: Sanidad, bienestar y su influencia en la productividad (en línea). Consultado 26 mar. 2004. Disponible en [http://www.vet.ufg-br/palestra2\\_Mortega.PDF](http://www.vet.ufg-br/palestra2_Mortega.PDF)

36. Uribe, J. 1998-2004. Ganado porcino: Inducción y sincronización del parto con Ilirén (en línea). Consultado 15 abr. 2004. Disponible en <http://www.ceba.com.co/porcino.htm>
37. Veteglan® (d-Cloprostenol). 2004. (en línea). Consultado 27 may. 2004. Disponible en <http://www.calier.es>
38. Whittemore, C. 1996. Ciencia y práctica de la producción porcina. Trad. P Ducar Maluenda. Zaragoza, ES, Acribia, S. A. p.85-91,101-108

# **XI. ANEXOS**

**Cuadro 1: Resumen de resultados de manifestaciones de signos y tipo de parto en las cerdas.**  
Evaluación de la aplicación de prostaglandina  $F_{2\alpha}$  en dosis reducida (0.5 ml) vía intravulvar *vs.* dosis completa (1.0 ml) vía intramuscular en la sincronización de partos en cerdas. Guatemala, noviembre 2004.

Tratamiento	Signos de parto (%)	Tipo de parto (%)	
		Normal	Difícil
Intravulvar	100	95	5
Intramuscular	100	95	5

**Cuadro 2: Valores según la inducción del parto en horas.** Evaluación de la aplicación de prostaglandina  $F_{2\alpha}$  en dosis reducida (0.5 ml) vía intravulvar *vs.* dosis completa (1.0 ml) vía intramuscular en la sincronización de partos en cerdas.

	Tratamiento	
	Intravulvar	Intramuscular
<b>Media (horas)</b>	25.68	26.48
<b>Desviación Estándar (horas)</b>	8.72	6.87
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>	33.94	25.93
<b>Mediana (horas)</b>	26.71	27.66

Fuente: (Morales y cols. Guatemala, noviembre 2004).

**Cuadro 3: Valores según la duración del parto en horas.** Evaluación de la aplicación de prostaglandina  $F_{2\alpha}$  en dosis reducida (0.5 ml) vía intravulvar *vs.* dosis completa (1.0 ml) vía intramuscular en la sincronización de partos en cerdas.

	Tratamiento	
	Intravulvar	Intramuscular
<b>Media (horas)</b>	2.1	2.38
<b>Desviación Estándar (horas)</b>	0.981	0.998
<b>Coefficiente de Variación (horas)</b>	47.33	42.02
<b>Mediana (horas)</b>	2.08	2.28

Fuente: (Morales y cols. Guatemala, noviembre 2004).

**Cuadro 4: Valores de lechones nacidos vivos y muertos por tratamiento.** Evaluación de la aplicación de prostaglandina  $F_{2\alpha}$  en dosis reducida (0.5 ml) vía intravulvar *vs.* dosis completa (1.0 ml) vía intramuscular en la sincronización de partos en cerdas.

	Tratamiento			
	Intravulvar		Intramuscular	
	Vivos	Muertos	Vivos	Muertos
<b>Media (lechones)</b>	10.65	0.45	11.65	0.5
<b>Desviación Estándar (lechones)</b>	3.31	0.51	2.48	0.827
<b>Coefficiente de variación (%)</b>	31.11	113.43	21.26	165.43
<b>Mediana (lechones)</b>	10	0	11	0

Fuente: (Morales y cols. Guatemala, noviembre 2004).

**Cuadro 5: Valores de lechones nacidos totales por tratamiento.** Evaluación de la aplicación de prostaglandina  $F_{2\alpha}$  en dosis reducida (0.5 ml) vía intravulvar *vs.* dosis completa (1.0 ml) vía intramuscular en la sincronización de partos en cerdas.

	Tratamiento	
	Intravulvar	Intramuscular
<b>Media (lechones)</b>	11.8	13.1
<b>Desviación Estándar (lechones)</b>	3.318	2.654
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>	28.12	20.26
<b>Mediana (lechones)</b>	11	13

Fuente: (Morales y cols. Guatemala, noviembre 2004).

**Cuadro 6: Resumen de ingresos brutos, costos variables y beneficios netos, según cada tratamiento.**  
 Evaluación de la aplicación de prostaglandina F<sub>2α</sub> en dosis reducida (0.5 ml) vía intravulvar *vs.* dosis completa (1.0 ml) vía intramuscular en la sincronización de partos en cerdas.

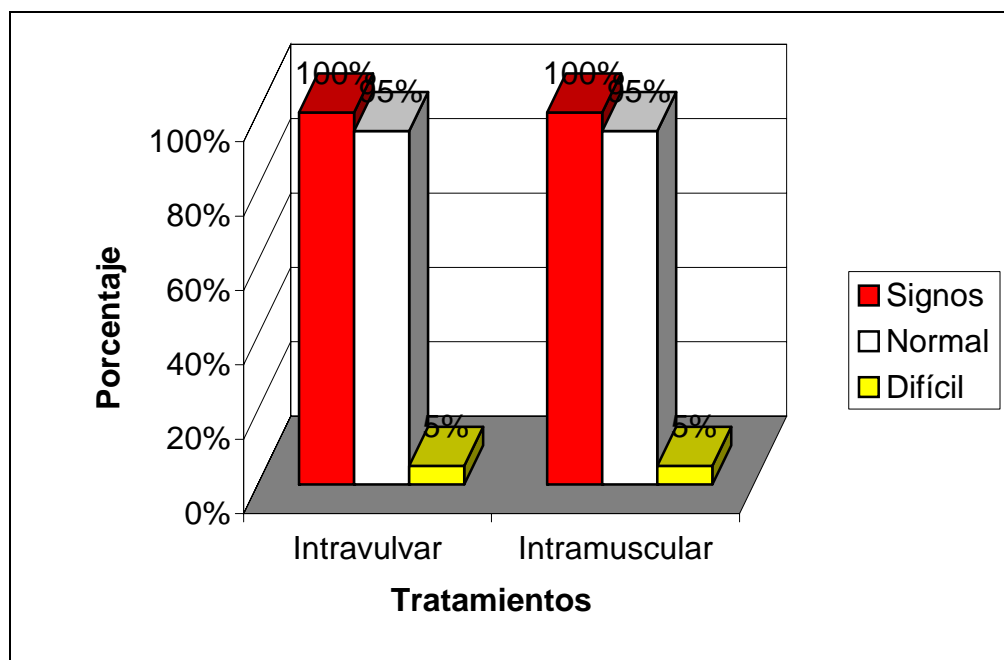
Tratamiento	Ingresos brutos	Costo variable	Beneficio neto
Intravulvar	Q. 12,545.70	Q. 118.00	Q. 12,427.70
Intramuscular	Q. 12,661.22	Q. 236.00	Q. 12,425.22
Diferencia	-115.52	-118.00	-2.48

Fuente: (Morales y cols. Guatemala, Noviembre 2004).

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

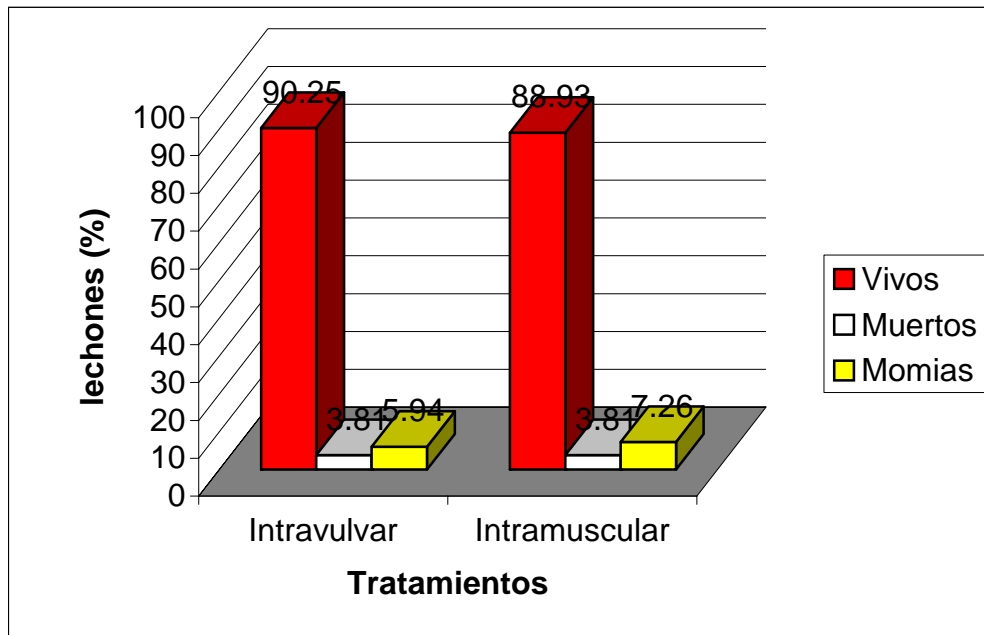
Tasa marginal de Retorno: del 2.10 % a favor del tratamiento Intravulvar.

**Figura 1: Manifestaciones de signos y el tipo de parto de las cerdas en los tratamientos A y B con análogo de PGF<sub>2α</sub> (d-cloprostenol).** Evaluación de la aplicación de prostaglandina F<sub>2α</sub> en dosis reducida (0.5 ml) vía intravulvar *vs.* dosis completa (1.0 ml) vía intramuscular en la sincronización de partos en cerdas.



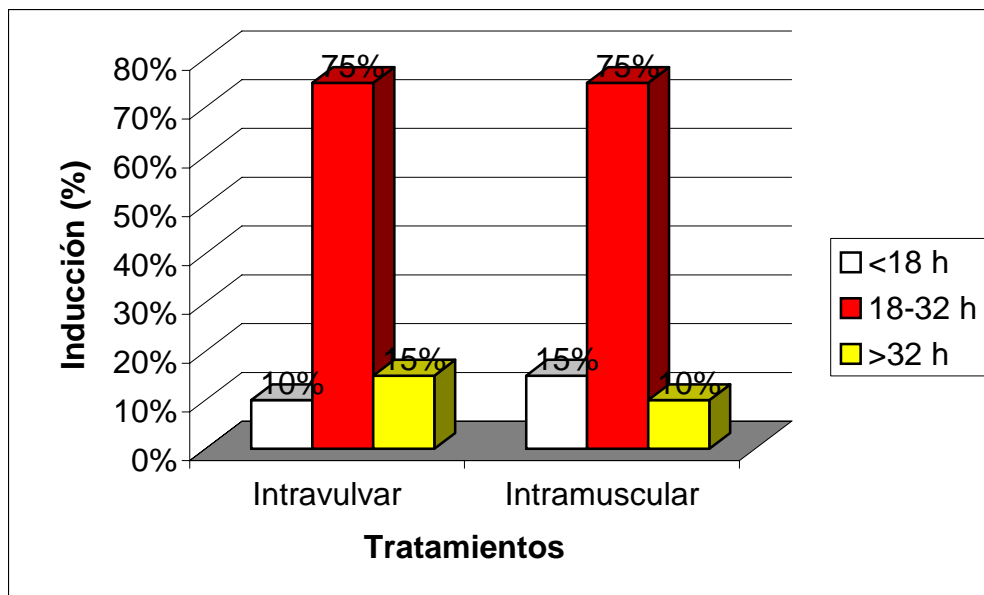
Fuente: (Morales y cols. Guatemala, noviembre 2004).

**Figura 2: Porcentaje de lechones vivos y muertos, para ambos tratamiento.** Evaluación de la aplicación de prostaglandina  $F_{2\alpha}$  en dosis reducida (0.5 ml) vía intravulvar *vs.* dosis completa (1.0 ml) vía intramuscular en la sincronización de partos en cerdas.



Fuente: (Morales y cols. Guatemala, noviembre 2004).

**Figura 3: Porcentaje de inducción del parto en cerdas, entre los tratamientos.** Evaluación de la aplicación de prostaglandina  $F_{2\alpha}$  en dosis reducida (0.5 ml) vía intravulvar *vs.* dosis completa (1.0 ml) vía intramuscular en la sincronización de partos en cerdas.



Fuente: (Morales y cols. Guatemala, noviembre 2004).



