

01672 2  
72ej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia  
División de Estudios de Posgrado

**EFFECTO DEL CIPIONATO DE ESTRADIOL  
SOBRE LA LONGITUD Y PESO UTERINO  
Y EL NUMERO DE EMBRIONES IMPLAN-  
TADOS EN CERDAS PRIMERIZAS.**

**TESIS DE MAESTRIA  
EN PRODUCCION ANIMAL**

Por:

**YOLANDA ARROYO VIEYRA**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Marzo de 1990



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	5
2.1. FACTORES QUE AFECTAN EL TAMAÑO DE LA CAMADA EN LA CERDA.....	5
2.1.1. Genéticos.....	5
2.1.2. Edad.....	8
2.1.3. Nutrición.....	10
2.1.4. Temperatura.....	14
2.1.5. El semental y el momento de la inseminación.....	16
2.1.6. Endócrinos.....	21
2.1.7. Capacidad Uterina.....	24
2.2. METODOS PARA PRODUCIR UN INCREMENTO DEL TAMAÑO DE LA CAMADA EN LA CERDA.....	27
2.2.1. Tratamiento hormonal.....	27

3.	MATERIAL Y METODOS.....	35
3.1.	Animales Experimentales.....	35
3.2.	Grupos Experimentales.....	36
3.3.	Procedimiento Experimental.....	37
3.3.1.	Inducción a la Pubertad.....	37
3.3.2.	Colección y Dilución del semen.....	38
3.3.3.	Momento y Técnica de la Inseminación...	38
3.3.4.	Tratamiento.....	39
3.3.5.	Variables Evaluadas.....	39
3.3.6.	Análisis Estadístico.....	41
4.	RESULTADOS.....	44
5.	DISCUSION.....	56
6.	LITERATURA CITADA.....	63

## RESUMEN

APROYO VIEYRA YOLANDA. Efecto del cipionato de estradiol sobre la longitud y peso uterino y el número de embriones implantados en cerdas primerizas. (Bajo la dirección de JAVIER VALENCIA MENDEZ, JOAQUIN BECERRIL ANGELES, LEONEL AVENDAÑO REYES, y ALEJANDRO MENDOZA ARIAS).

Se utilizaron 75 cerdas primerizas híbridas provenientes de las razas Yorkshire, Hampshire, Duroc y Landrace de aproximadamente cinco meses de edad y con un peso promedio de 90 Kg. Se emplearon dos sementales de la raza Yorkshire entrenados para la obtención del semen y un macho vasectomizado como recelador. Las cerdas se agruparon en grupos de 15 por corral. Se hicieron dos experimentos; el primero formado por dos grupos de 15 cerdas, un grupo testigo y uno tratado con 2mg de cipionato de estradiol por vía intramuscular en los días 12 y 13 de su primer ciclo estral, estos dos grupos fueron sacrificados al segundo día de su segundo celo. El experimento II se utilizaron tres grupos de cerdas, un testigo y dos tratados (2 y 3 mg) con cipionato de estradiol por vía intramuscular en los días 12 y 13 de su primer ciclo estral. Los tres grupos fueron inseminados en su segundo calor con doble inseminación utilizando semen diluido con un volumen de 80 ml y con una concentración de espermatozoides/ml de  $5 \times 10^6$ . Las cerdas de los tres grupos se sacrificaron a los 30 días de gestación. En el experimento I las cerdas tratadas presentaron promedios estadísticamente superiores ( $P < 0.05$ ) que las cerdas testigo en las variables peso, longitud y ancho uterino. El peso uterino fue de  $0.515 \pm 0.08$  kg contra  $0.449 \pm 0.06$ , la longitud

uterina de  $2.23 \pm 0.46$  m contra  $1.85 \pm 0.34$ , el ancho uterino del cuerno derecho de  $5.86 \pm 0.72$  cm contra  $4.82 \pm 0.48$ , y el cuerno izquierdo de  $5.86 \pm 0.85$  contra  $4.92 \pm 0.37$  para el grupo tratado y testigo respectivamente. En el experimento II el peso de los ovarios, número de cuerpos lúteos y ancho del útero no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en los tres grupos, sin embargo el peso al sacrificio si fue significativo ( $P < 0.05$ ) en los tres grupos en el peso de los ovarios y ancho uterino, lo que significa que cerdas de mayor peso al sacrificio presentaron mayor peso sus ovarios y mayor ancho uterino, la longitud uterina fue superior ( $P < 0.05$ ) en el grupo tratado con 2mg comparado con el testigo, pero fue similar al de 3mg ( $3.78 \pm 0.18$  m,  $3.16 \pm 0.19$  y  $3.71 \pm 0.18$  respectivamente).

El porcentaje de fertilidad fue de 93%, 86.66% y 80% en los grupos de 2mg, testigo y de 3mg. El promedio de embriones implantados fue de  $11.59 \pm 0.53$ ,  $11.48 \pm 0.52$  y  $10.76 \pm 0.51$  para el de 2mg, testigo y 3mg, la diferencia fue de 0.11 embriones más para el grupo tratado con 2mg comparado con el testigo y de 0.83 comparado con el de 3mg. La tasa de mortalidad embrionaria fue de 2.12% para el de 2mg, 7.27% para el testigo y 7.08% para el de 3mg, lo que representa una sobrevivencia embrionaria a los 30 días de gestación de 97.88%, 92.73% y 92.91% respectivamente. Sin embargo ninguno de estos valores fue estadísticamente significativo.

Los resultados obtenidos indican que las cerdas del experimento I tratadas sus promedios fueron mejores en las variables peso, ancho y longitud uterina comparado con el grupo testigo ( $P < 0.05$ ).

El porcentaje de fertilidad, mortalidad embrionaria y

sobrevivencia embrionaria, en promedio fue mejor en las cerdas del experimento II tratadas con 2mg comparado con el grupo testigo y el tratado con 3mg, pero sin diferencias estadísticamente significativas.

## I. INTRODUCCION

La producción de cualquier granja porcina se mide por el número de lechones nacidos por hembra por año, ya sea en el momento del destete para las explotaciones productoras de lechones, o bien en granjas destinadas a ciclo completo (50). Por lo tanto el tamaño de la camada es la variable más importante en la prolificidad de la cerda, de aquí la importancia de incrementarla

Para incrementar la productividad de la cerda es necesario aprovechar al máximo la edad productiva de ésta y tratar de obtener el mayor número de lechones nacidos vivos por hembra/año. De esta manera el tamaño de la camada y el número de lechones nacidos vivos por parto son algunos de los factores importantes que redituan ganancias en una explotación porcina, por eso es importante económicamente, conocer los mecanismos que regulan la mortalidad embrionaria y fetal (105).

La industria porcina está encaminada principalmente a la producción de carne y para que ésta se vea incrementada es necesario tratar de aumentar la eficiencia reproductiva de las hembras destinadas para pie de cría, principalmente las primerizas, ya que el tamaño de la camada es mas pequeño en la primera gestación en comparación con el de la cerda adulta (20,50). La cerda primeriza tiene un índice de ovulación menor que el de la hembra adulta (50).

Hay un gran número de factores que afectan el tamaño de la camada en la cerda, entre los que se encuentran los siguientes: genéticos, edad, medio ambiente, nutrición, el semental y el momento del servicio, infecciosos y la capacidad uterina (20,33,89).

La preñez en la cerda puede iniciarse con la presencia de 14 a 16 embriones viables, pero debido a la mortalidad embrionaria solamente 9 a 10 de los embriones llegan a nacer (73).

Esto indica que la causa principal de la reducción en el tamaño de la camada es debido a la pérdida embrionaria, que ocurre en los primeros 30 días de gestación (33,75).

La pérdida embrionaria es un factor importante que limita la capacidad reproductiva de la cerda. Cuando menos el 40% de los embriones mueren antes de nacer y la mayor mortalidad ocurre principalmente en el primer tercio de la gestación. Dentro de los primeros 18 días de preñez, la mortalidad embrionaria alcanza un 7%, incrementándose hasta un 40% entre el día 25 a 30 de la gestación (44,73).

Estas pérdidas embrionarias son provocadas principalmente por ciertos factores como son : endócrinos, la capacidad uterina, las enfermedades y el medio ambiente (20,68,89).

Dentro de los factores que provocan la mortalidad embrionaria se encuentra la competencia por el espacio uterino (insuficiencia placentaria) entre los embriones (21), así como también la competencia por sustancias uterinas como proteínas (uteroferrin, fosfatasa ácida y lisosina leucina aminopeptidasa), vitaminas (riboflavina y vitamina A), esteroides (sulfato de estrona y

progesterona), prealbumina, calcio y electrolitos (potasio y sodio) (11,41,42), que se encuentran en cantidades limitadas y son indispensable para que los embriones continuen con su desarrollo (50,73).

Las pérdidas embrionarias y fetales están estrechamente relacionadas con la capacidad del útero, lo cual es importante para la sobrevivencia embrionaria y para el desarrollo fetal (56,67,105). Por consiguiente es un factor limitante en el tamaño de la camada. Por esta razón es necesario encontrar algún método que permita incrementar la capacidad del útero y de esta forma disminuir las pérdidas embrionarias y fetales en la cerda primeriza con el propósito de aprovechar de una forma adecuada el potencial biológico de la hembra durante su primera etapa productiva.

Para incrementar el tamaño de la camada mediante el crecimiento uterino, se han empleado una serie de técnicas. Entre éstas está la administración de hormonas esteroides por vía parenteral, principalmente los estrógenos. (73,74,76). Se postula que éstos regulan la producción y secreción de proteínas uterinas, elevan el contenido de calcio (41,76), producen incorporación de aminoácidos (101) y provocan un aumento en la longitud uterina (74), también están relacionados en la implantación y en el reconocimiento de la gestación (42,73). Además los estrógenos causan la liberación de histamina, la cual junto con éstos están involucrados en la migración intrauterina de los embriones (75).

Por lo anterior la importancia que ejercen los estrógenos durante el reconocimiento y establecimiento de la gestación ha

sido el factor principal para suponer que la administración de estrógenos exógenos podría incrementar la sobrevivencia embrionaria y fetal.

La administración de estrógenos exógenos al principio de la gestación (día 12 y 13), dependiendo de la dosis, ha tenido resultados satisfactorios en lo referente a la longitud uterina, sobrevivencia embrionaria (73) y en el incremento del tamaño de la camada al nacimiento (59,104).

Por lo tanto el uso de estrógenos exógenos (cipionato de estradiol) administrado a cerdas primerizas no preñadas en los días 12 y 13 de su primer ciclo estral se realizó con la finalidad de investigar si éstos mantienen su efectividad en forma retardada estimulando al útero sobre el siguiente ciclo estral y si se producía una sensibilización uterina a los estrógenos endógenos (de origen embrionario) en la próxima gestación.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto que ejercen los estrógenos exógenos (cipionato de estradiol) administrados en los días 12 y 13 del primer ciclo estral sobre la longitud y peso uterino. Asimismo se evaluó el efecto de la administración de estrógenos en los días 12 y 13 del primer ciclo estral sobre el número de embriones implantados 30 días después de inseminar durante el segundo estro.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. FACTORES QUE AFECTAN EL TAMAÑO DE LA CAMADA EN LA CERDA.

#### 2.1.1. GENETICOS

Se ha demostrado en varias ocasiones que independientemente de las razas, el cruzamiento entre razas distintas origina cerdas que alcanzan la madurez sexual más rápidamente que las cerdas de raza pura (50).

Existen pocas dudas en cuanto a las diferencias que presentan las distintas razas de cerdos en lo que se refiere al índice ovulatorio. Por lo general las razas de color blanco presentan mayor número de ovulaciones que las razas de color oscuro (47).

Ciertas razas como la Yorkshire tienen mayor número de ovulaciones, mientras que en las razas Poland China o Duroc el número de ovulaciones es menor (50,60). Estas diferencias en la ovulación al parecer son provocadas por variaciones inherentes a los niveles hormonales, o bien a diferencias en la sensibilidad ovárica a las gonadotropinas circulantes (50).

En ciertas cruces de raza blanca como la Chester White, Yorkshire y Landrace, la sobrevivencia embrionaria es mayor que en

las cruzas de raza oscura ( Duroc, Hampshire y Berkshire) (47).

Además las razas oscuras tienen mayor mortalidad embrionaria en comparación con las razas blancas (53).

Los índices de ovulación están influenciados también por el hibridismo y la consanguinidad. Independientemente de la raza, las madres híbridas producen mayor número de embriones vivos que las hembras de raza pura (26,47,53,77). Las cerdas híbridas de primer parto destetan 1.24 lechones más que las de raza pura (106).

Se han realizado estudios donde se analizan los efectos del cruzamiento en líneas consanguíneas de cerdas y se llegó a la conclusión que los individuos resultante del cruzamiento tenían menor mortalidad embrionaria en comparación con los de la misma línea (77). Las hembras híbridas tienen mejores parámetros reproductivos en lo que se refiere a lechones nacidos vivos, lechones destetados, peso de la camada al nacimiento y peso de la camada al destete (47).

Otros estudios de More O' Farral et al. (64), demostraron que las camadas obtenidas de dos líneas consanguíneas eran mayores a los 56 días de edad (16.5 %). Asimismo si se cruzan tres líneas consanguíneas y si la madre es híbrida se obtienen 20% más lechones a los 56 días de edad.

Durham et al. citados por Quintana y Robinson (77), encontraron un incremento promedio de 0.91 animales por camada en lechones híbridos comparado con animales de raza pura. En otros estudios similares se demostró que las camadas provenientes de cruce de razas como la Yorkshire y Landrace eran mejores por su

capacidad de sobrevivencia en comparación con las camadas de animales puros (85). En este mismo estudio se encontró que las cruzas de ambas razas tenían 5 % más lechones al destete.

Según algunos autores las cerdas híbridas de primer parto presentan menos fallas reproductivas (porcentajes de ovulación, fertilización, concepción y sobrevivencia embrionaria) que las hembras de raza pura, destetando 17.9% más lechones en promedio (54,68). Estos mismos autores demostraron que las cerdas híbridas tienen camadas más numerosas en cualquier número de parto y destetan un número mayor de lechones, presentando 7.78 % más capacidad de sobrevivencia embrionaria que las de raza pura (106).

También los machos híbridos presentan superioridad sobre los sementales de raza pura en lo referente al tamaño testicular, volumen y concentración espermática por eyaculado (83).

Se ha demostrado que los machos híbridos presentan mejores porcentajes de concepción (7.99%) en comparación con los de raza pura (77).

Potapov y Astakhova citados por Quintana y Robinson (77) mencionan que el macho influye en el comportamiento de la camada, ya que las camadas de los machos híbridos son más grandes que las camadas de los sementales de raza pura.

La heterosis juega un papel en la sobrevivencia embrionaria, sin embargo cuando ésta se presenta en la madre es más importante que cuando se presenta en los lechones (53). Puede obtenerse 0.45 (6%) más lechones en promedio por heterosis directa y 0.85 (11%) lechones más por heterosis de la madre (83).

Los efectos que presentan todas las cruzas son positivos cuando la madre es híbrida, sin embargo no todos los cruzamientos tienen la misma ventaja, por ejemplo las cruzas de Hampshire y Yorkshire son mejores que las cruzas de Duroc con Yorkshire, ya que producen mayor número de embriones vivos (53,47). También las cruzas entre razas como la Yorkshire y Landrace son buenas presentando un 5 % más de lechones al destete (85).

La consanguinidad puede ejercer un efecto negativo sobre la tasa ovulatoria, ya que se presenta una reducción de 0.6 a 1.7 óvulos por 10 % de consanguinidad. Asimismo produce efectos nocivos sobre la fertilización, sobrevivencia embrionaria, peso de la camada al nacimiento y al destete y aumenta la incidencia de anomalías hereditarias (1,92).

En el cerdo la consanguinidad de la madre contribuye más a la reducción del tamaño de la camada que la consanguinidad del embrión (44,89).

Otras de las causas importantes de pérdidas embrionarias son los defectos genéticos dentro del propio embrión y estos factores letales parecen ser los responsables del 50 % de las pérdidas en estado de blastocisto (50).

### 2.1.2. EDAD

Según Hughes y Varley (50) existen tres factores relacionados con la edad y que influyen sobre los índices de ovulación:

- a) EDAD CRONOLOGICA ( Edad de la cerda )
- b) EDAD SEXUAL ( Número de celos )
- c) PARIDAD ( Número de partos )

La tasa de ovulación aumenta conforme se va incrementando la edad cronológica de la hembra. Cuando la edad a la concepción aumenta, el tamaño de la camada se incrementa también (20).

Brook y Smith citados por Clark y Leman (20) , llevaron a cabo un experimento con dos grupos de cerdas primerizas, un grupo de 198 días de edad y el otro con 237 días. El grupo de cerdas de mayor edad produjeron en promedio 0.9 lechones más por camada al parto en comparación con las cerdas jóvenes.

Sin embargo Hughes y Varley (50) sugieren que la mayoría de las diferencias en los índices de ovulación son debidas principalmente a la edad sexual y no a la edad cronológica, aunque ésta si influye pero en menor porcentaje. Estos mismos autores mencionan una tasa de ovulación de 13.5 para la cerda joven y de 21.4 para la adulta.

Los efectos que ejerce la edad sexual sobre la ovulación estan demostrados, ya que los índices de ovulación son bajos en el estro puberal y se va incrementando conforme aumentan los ciclos estrales (50,87,89). El número de ovulaciones en el tercer y cuarto celo después de la pubertad son significativamente mayores que en el primero y segundo celo (4,20).

Según Vagen (84) el número de óvulos liberados aumenta conforme va incrementándose la edad sexual de la cerda. Se menciona que para el primer estro es de 8 a 10 óvulos hasta llegar a 12 o 14 en el tercer calor, asimismo las cerdas adultas pueden llegar a ovular de 15 a 20 huevos normalmente. Otros autores

mencionan que para el primer calor el número de óvulos liberados es de 12.7, incrementándose a 14.5 en el tercer calor (6). Se han encontrado tasas de ovulación de 9.5, 11.1, 13.1 en el primero, segundo y tercer ciclo estral respectivamente (3).

La paridad o número de partos también influye sobre la ovulación. Las cerdas en el segundo parto producen un promedio de 0.68 crías más que en el primero, debido a que el índice de ovulación va aumentando en forma considerable conforme se incrementa el número de partos, alcanzando una meseta en el sexto parto (50,87).

### 2.1.3. NUTRICION

Una de la prácticas más importantes dentro del manejo es la alimentación, la cual influye ya sea en forma positiva o negativa en la productividad de la cerda.

La nutrición juega un papel primordial en el aspecto reproductivo de la cerda, ya que ésta interviene en la presentación rápida del estro, en porcentajes altos de ovulación tanto en cerdas primerizas como en adultas, en la sobrevivencia embrionaria y en la producción de semen en el macho (28,86,96).

La alimentación en la especie porcina debe de ser balanceada para obtener buenos reproductores, ya que muchos problemas nutricionales relacionados con la reproducción son provocados por una sobrealimentación o subalimentación, debido a que si hay un exceso o deficiencia de alimento la producción será afectada. Si

hay un exceso provocará un efecto negativo sobre la tasa de ovulación, fertilización, concepción, partos distócicos y aumento en retenciones placentarias (13,18,68,92). Asimismo es más frecuente que los animales sobrealimentados tengan problemas de patas y piernas lo que reflejará una disminución de la libido (13,68).

Aunque la sobrealimentación es mas grave, la subalimentación es más frecuente, ésta última provoca retraso en la pubertad, disminuye la producción de espermatozoides y libido en el macho, baja la tasa de ovulación por estro en las cerdas en crecimiento, provoca la presentación de estros silenciosos, prolonga los periodos de anestro, hay absorciones embrionarias, retención de placenta y el nacimiento de lechones débiles o retrasados (13,28,89).

Es muy importante que las cerdas primerizas y las adultas (destinadas para pie de cría) sean alimentadas con raciones adecuadas en calidad y en cantidad para que la reproducción sea exitosa. Algunos autores recomiendan el sistema de alimentación restringida con raciones balanceadas . Esto asegura que cada cerda reciba su requerimiento diario de alimento sin que consuma energía en exceso (25).

Una alimentación excesiva en cerdas jóvenes y adultas durante la gestación, además de ocasionar un gasto innecesario por alimentación, podría reducir el tamaño de la camada, debido a los transtornos reproductivos antes mencionados. Una subalimentación también es perjudicial, por lo que se debe de tener mucho cuidado

en la dieta de las hembras destinadas para pie de cría (18).

Lo conveniente en cuanto a la alimentación de la cerda joven es darle una ración que le permita un crecimiento rápido sin dar lugar a una excesiva acumulación de grasa.

La alimentación excesiva en cerdas primerizas desde el inicio de la pubertad producirá mayor mortalidad embrionaria en comparación con aquellas alimentadas en forma restringida (1,18).

Una de las prácticas actualmente utilizadas es la sobrealimentación por períodos cortos (flushing) la cual consiste en dar una ración extra de alimento aparte de su ración normal de 2 kg. Se puede dar tanto a cerdas primerizas como a las destetadas; se administra una vez destetadas las cerdas y se suprime al momento de la monta, este sistema tiene algunas variantes, a veces se administra dando 900 g. de alimento extra en la ración diaria, o bien alimentando ad libitum por 2 o 3 días antes de presentarse el calor. En la cerda primeriza se administra de 10 a 14 días antes del servicio y se suspende una vez dada la monta o inseminación artificial (13,92,96).

Este sistema tiene varias finalidades:

- a) Aumentar el porcentaje de ovulación y por lo tanto incrementar el tamaño de la camada
- b) Provocar que las cerdas presenten el calor en un período mas corto.
- c) Que las cerdas destetadas recuperen el peso perdido durante la lactación (13,66,92).

Según Dziuk y Bellows (28) una gran cantidad de alimento (flushing) dado a la cerda una semana antes del estro provoca

mayor número de ovulaciones. Otros autores mencionan que administrando el flushing un solo día antes del estro puede producir un incremento en la tasa ovulatoria (50).

También se ha visto que dietas altas durante la última etapa de la gestación provocan efectos benéficos sobre la reproducción. Estos efectos son sobre el desarrollo fetal, peso al nacimiento, aumento en la calidad y cantidad de leche materna, reducción de la hipoglucemia en los lechones y por lo tanto una disminución en la mortalidad (28,31,89). Por lo tanto el flushing produce beneficios siempre y cuando se realice en el momento indicado.

De esta manera la alimentación en cerdas gestantes juega un papel muy importante en su vida productiva. Cuando se proporciona una alimentación inadecuada habrá cerdas flacas y obesas, lo que ocasionará problemas durante la gestación y el parto. En condiciones alimenticias normales, las cerdas de segundo parto o más deberán de aumentar en relación al tamaño de la camada entre 34 y 38.5 kg de peso durante la gestación y las cerdas jóvenes de 45 a 55 kg (28,89).

Algunas investigaciones acerca del efecto que produce la alimentación sobre la sobrevivencia embrionaria y fetal en cerdas primerizas demostraron un alto porcentaje ( 67 % ) de sobrevivencia embrionaria en cerdas alimentadas en forma restringida, comparado con 43 % de sobrevivencia embrionaria en cerdas alimentadas ad libitum (89).

También Dutt y Chaney, citados por Stone (89) reportaron un incremento en la sobrevivencia embrionaria en cerdas primerizas cuando la alimentación se restringía al día siguiente de la monta.

#### 2.1.4. TEMPERATURA

El cerdo es un animal que se reproduce en cualquier época del año, sin embargo, la temperatura puede ejercer una variación en su fertilidad.

Cabe mencionar que la especie porcina tiene un mecanismo termorregulador poco eficiente, por lo que las variaciones térmicas le afectan en forma considerable principalmente las altas temperaturas.

La exposición de las cerdas a temperaturas elevadas ocasiona una reducción en el comportamiento reproductivo, esto es muy importante en las zonas tropicales y subtropicales donde el estrés por calor puede presentarse durante varios meses del año (103).

En contraste las bajas temperaturas no ejercen una influencia negativa dentro de los procesos reproductivos del cerdo, al menos que sean mucho muy bajas, ocasionando en este caso retraso en la pubertad (68). Se ha observado que las cerdas expuestas a temperaturas bajas no muestran cambios adversos sobre la presentación de su primer ciclo estral, y aparentemente temperaturas moderadamente bajas pueden facilitar la presentación temprana de la pubertad en la cerda (49,50).

Las altas temperaturas son perjudiciales y provocan trastornos reproductivos. Los daños que ejercen las temperaturas elevadas en la cerda se ve reflejada en ciclos estrales

irregulares, ciclos estrales cortos, estros silenciosos y ovulación retrasada o suprimida (13).

Si la temperatura es muy elevada se presentan también daños en los espermatozoides que están en la fase de capacitación en el aparato femenino, así como también daños en el ovocito después de la ovulación. Este daño en los gametos no impide la fertilización, pero sí provoca mortalidad embrionaria antes de la implantación (13), también ocasiona una disminución en el número de cerdas fecundadas (92).

Se han realizado varios estudios para evaluar la influencia que tiene la temperatura elevada sobre los índices de ovulación; en un trabajo en el que se estudiaron los efectos de tres temperaturas ( 26.7, 30, 33.3°C ) los resultados demostraron que la ovulación se redujo significativamente a medida que aumentaba la temperatura, con índices de ovulación de 14.1, 13.7, y 13.1 respectivamente. Se observó también un aumento considerable en el número de cerdas jóvenes que retornaron al estro a medida que aumentaba la temperatura (49,50).

Un incremento en la temperatura durante la implantación produce efectos nocivos, ya que produce muerte y absorción de gran parte o de todos los embriones, provocando con esto reducción en el tamaño de la camada o bien retorno al estro. Algunos estudios indican que estos trastornos se manifiestan con tan solo exponer a la hembra 2 horas al día en los primeros 3 días después de la monta con temperaturas de 40°C, provocando una reducción del 35 al 40% en la sobrevivencia embrionaria (25,68).

El estrés térmico en la fase embrionaria sigue siendo

perjudicial, ya que provoca una mortalidad elevada. El período más crítico es en los primeros 5 días después de la monta, pues ocasiona una reducida camada al nacimiento (20).

Según Stone (89), el calor prolongado en los primeros 8 días después de la monta, provoca cambios en los niveles plásmaticos de las hormonas esteroideas, las cuales participan en el establecimiento y reconocimiento de la gestación, estos cambios hormonales provocan alta mortalidad embrionaria en la cerda.

#### 2.1.5. EL SEMENTAL Y EL MOMENTO DE LA INSEMINACION ARTIFICIAL.

El cerdo es el animal que presenta el mayor volumen de eyaculado dentro de las especies domésticas, ya que va de 100 a 500 ml y además una cantidad de espermatozoides que varía de 30 a  $80 \times 10^9$  por eyaculado (87,93,95).

El semental tiene una influencia del 50% sobre la camada tanto genéticamente como en productividad; pero si es considerado como individuo independiente el aporte de él es de 15 a 25 veces mayor que el de la cerda, por lo que es indudable que el macho juega un papel importante en la productividad de la cerda (14,15).

El verraco es una de las principales causas de variación en la fertilidad de la cerda, ya que ejerce un efecto en la concepción y en la sobrevivencia embrionaria y de este modo sobre el número de lechones nacidos.

Por lo mismo es necesario evaluar a los sementales

periódicamente dentro de una explotación para determinar su fertilidad; empezando desde un examen físico, el cual incluye examen general y de la libido, así como también un análisis del semen y de sus características morfológicas, esto con el objeto de tratar de aumentar al máximo la productividad de la cerda manteniendo la fertilidad en los machos (15,57).

La libido del verraco está estrechamente unida a la fertilidad, de tal manera que muchas causas de infertilidad están relacionadas a una pobre libido, esta relación ha dado como resultado que muchos sementales sean sobretrabajados, lo que origina una disminución en su capacidad reproductiva, al trabajarlos adecuadamente el resultado es un alto índice en la fertilización (51).

Para mantener su capacidad fecundante se recomienda no más de 2 a 3 montas por semana para machos adultos y para jóvenes un intervalo de 4 días entre cada colección (51,90).

Cuando se incrementa el uso de los sementales tanto jóvenes como adultos, se va afectando en forma gradual el volumen del eyaculado, el número de espermatozoides y también se incrementan las anormalidades, estos factores actúan conjuntamente para disminuir la probabilidad de obtener el 100 % de fertilización (50,51).

Estudios hechos por Kennedy y Wilkins (55), han demostrado que los eyaculados de machos jóvenes, menores de 8 meses de edad, presentan una disminución en el volumen, así como también baja concentración espermática y que conforme aumenta la edad del animal, aumenta también el volumen y la concentración del eyaculado.

Se ha determinado que los sementales con índices de concepción bajos a veces son animales jóvenes que se sobretrabajan antes de los 8 meses de edad. El examen del semen de estos animales revela una baja concentración, menor volumen del eyaculado, motilidad reducida y alta incidencia de anormalidades, lo que ocasiona reducción en la tasa de concepción y por lo tanto en el tamaño de la camada (84).

Por lo tanto el semen debe de ser evaluado para predecir la capacidad reproductiva del macho y para diagnosticar trastornos reproductivos en él, ya que hay una relación muy estrecha entre la fecundidad y la calidad del semen.

Las características del semen están altamente correlacionadas con la tasa de concepción; de esta manera la calidad del semen juega un papel importante en el proceso de fertilización del óvulo (16,60,65).

La fertilidad de la cerda está influenciada por el porcentaje de anormalidades espermáticas, las cuales están correlacionadas con un decremento en la concepción, estas características son de gran importancia para la evaluación de la capacidad reproductiva del macho (9,15).

Dentro de la morfología del semen se observan las siguientes anormalidades más comúnmente encontradas dentro del porcentaje normal :

a) Anormalidades en la cabeza	5 %
b) Colas enrolladas	5 %
c) Cabezas desprendidas	5 %
d) Gota citoplasmática proximal menor del	10 %

El total de espermatozoides normales debe de ser mayor del 85% . Las gotas citoplasmáticas están asociadas con defectos en la parte media del espermatozoide y están relacionadas a su vez con degeneración testicular en el macho, lo que produce esterilidad y una calidad deficiente del semen, ocasionando una disminución en la capacidad fecundante de éste (15,79,102).

El plasma seminal del verraco influye al momento de la inseminación sobre la tasa de fertilización y concepción, debido a que produce una relajación en la actividad de la musculatura del útero y de los oviductos, la disminución de la actividad muscular del istmo facilita el transporte del semen dentro de los oviductos (35,98,99).

También la motilidad del semen es muy importante pero no es fundamental en su transporte para llegar al lugar de la fertilización, ya que en un estudio se comprobó que tanto el semen vivo como el muerto se encontraron en ese sitio pocas horas después de su aplicación (8,97). Esto demuestra que el aparato genital de la hembra tiene sus propios mecanismos de transporte espermático por medio de movimientos peristálticos de la musculatura uterina, contracciones de los pliegues de la mucosa y movimientos ciliares (50).

Un aspecto muy importante para obtener porcentajes de concepción altos y camadas de buen tamaño es la presencia de espermatozoides en el aparato reproductor de la cerda en el momento óptimo. Está comprobado que el factor principal para aumentar la fertilidad y por lo tanto el tamaño de la camada, es la relación que existe entre el tiempo de la inseminación

artificial o monta con el tiempo de la ovulación.

Existe una relación entre las anomalías cromosómicas y la mortalidad embrionaria particularmente en el cerdo (44).

En los cerdos las anomalías más comunes durante la fertilización son :

a) POLISPERMIA. Es la penetración de dos o más espermatozoides en el óvulo, tomando parte en la fertilización, produciendo un triploide.

b) POLIGINIA O DIGINEA. Se encuentran dos pronúcleos femeninos causado por una falla en la emisión del segundo cuerpo polar del óvulo, ya que no se efectúa la segunda división meiótica, ocasionando un cigoto triploide (7,23).

Estas anomalías en la fertilización se deben principalmente a un servicio tardío, es decir que las cerdas fueron servidas después de la ovulación. Se ha observado que las cerdas pueden durar en calor 12 a 24 horas después de ovular. La confrontación entre espermatozoides normales y óvulos viejos es lo que lleva a producir las anomalías en la fertilización antes mencionadas (7). Cuando las cerdas son servidas 36 horas después del celo, los embriones presentan más del 20 % de diginea (7,51).

La inseminación artificial ( I.A. ) o monta natural debe realizarse 12 horas después del inicio del calor, ya que la ovulación acontece entre 36 a 42 horas después del comienzo del celo, por lo tanto los espermatozoides deben de estar en ese lugar ( aparato reproductor femenino ) entre 10 a 12 horas antes de la ovulación (51,80).

Cuando es utilizada la I.A. puede disminuir los índices de

concepción de un 10 a 25 % comparado con la monta natural. Probablemente estos porcentajes tan elevados sean provocados por falta de conocimiento en realizar una buena y oportuna I.A. (50).

Para optimizar la I.A. se recomienda dar 2 inseminaciones, la primera 12 horas después de iniciado el celo y la segunda 12 horas después de la primera aplicación (51).

Algunos datos sugieren que al dar 2 servicios se incrementa 0.7 el tamaño de la camada (20).

En otros estudios reportan, que aplicando a las cerdas 3 inseminaciones o montas, se obtiene un incremento de 0.5 lechones más que cuando se dan dos servicios (78). Estudios similares reportan 1.3 cerditos más por camada cuando a las hembras se les aplica 3 servicios con monta natural (91).

Por lo tanto el momento del servicio juega un papel primordial y definitivo sobre el tamaño de la camada de aquí la importancia de realizarlo en el momento oportuno.

#### 2.1.6. ENDOCRINOS

Cuando los índices de ovulación son normales, al parecer no hay un efecto del número de ovulaciones sobre las pérdidas en la fertilización. Algunos trabajos afirman que cuando se ovula una excesiva cantidad de óvulos hay un descenso en la probabilidad de que éstos se desarrollen normalmente. (50).

Es importante mencionar que las contracciones musculares del aparato reproductor femenino y las condiciones bioquímicas, como

el pH de los líquidos uterinos y de los oviductos, afectan la motilidad y el transporte de los espermatozoides dentro del aparato genital de la cerda, interviniendo de esta manera en la actividad espermática y en su función flagelar (73,93), provocando con esto disminución en su capacidad fecundante.

Después de la fertilización los embriones comienzan a descender a través del oviducto y pasan por la unión uterotubárica hacia el útero. Los embriones del cerdo viajan aproximadamente 27.5 cm hasta el útero, en un periodo de 48 a 50 horas después de la ovulación y entran al útero en estado de mórula (2,62).

El transporte de los óvulos está dado por la combinación de varios factores como son :

- a) Las contracciones de la musculatura lisa de la pared del oviducto.
- b) Contracciones de la unión uterotubal y la unión ampolla istmo.
- c) Secreciones del oviducto.

Estos factores están controlados por los niveles plasmáticos de estrógenos y progesterona, cualquier desequilibrio en esta relación hormonal hace que los embriones aceleren o retrasen su transporte hacia el útero (2,50).

Para que el embrión sobreviva es fundamental que su transporte a través del oviducto no sea demasiado rápido, ya que durante el celo el útero se distiende y proporciona un medio favorable a los espermatozoides, pero es inadecuado para los embriones; no es sino hasta un día después por lo menos cuando el medio uterino se vuelve tolerable para el embrión (62).

Si no existe sincronización entre el desarrollo del embrión y

el medio ambiente uterino pueden presentarse fallas en la implantación (73).

De las especies politocas la cerda es la que presenta la mayor pérdida embrionaria ( 30 - 40% ) la cual ocurre en los primeros 30 días después del servicio, cuando los embriones ya se encuentran en el útero (73,95). Durante este tiempo acontecen cambios muy importantes como es la implantación de los embriones, la formación del mesodermo, la elongación de los blastocistos, el reconocimiento materno de la gestación y la producción de las proteínas endometriales específicas para el embrión (5,6).

Existe aún la duda de las causas de la mortalidad embrionaria temprana. Acerca de esto se han planteado varias hipótesis : según algunos autores existe una competencia embrionaria de alguna manera desconocida. Esto explicaría como el útero limita el número de embriones viables antes de su implantación y antes de que el espacio uterino sea una limitante (33,73).

Se ha demostrado que cuando son transferidos embriones de una cerda a otra y los embriones transferidos son más jóvenes que los propios de la cerda receptora, los embriones transferidos son incapaces de competir y mueren. Se supone que esto es debido a la competencia por sustancias bioquímicas del útero que son indispensables y que proporcionan un sistema precoz de selección natural para los embriones más desarrollados (33,50,73).

Al parecer el útero contiene una proteína que comienza a elevarse alcanzando su máximo en el día 15 del ciclo estral, disminuyendo en el día 17, esto está estrechamente relacionada con la actividad luteínica (5,50,73).

## 2.1.7. CAPACIDAD UTERINA

Uno de los factores principales que limitan el tamaño de la camada es la capacidad que tiene el útero para anidar un número determinado de embriones (33).

La capacidad uterina está determinada por el desarrollo de las membranas fetales y por el espacio uterino, los cuales son los responsables de la sobrevivencia embrionaria y fetal (58,100).

Una vez dentro del útero, los embriones tienen que encontrar el lugar adecuado para desarrollarse. Durante los primeros días los embriones se desplazan dentro de los cuernos uterinos y es común la migración transcornual, esta migración ocurre principalmente entre los días 7 a 12 de gestación (29,73), coincidiendo con la elongación de los blastocistos (5,73).

Los blastocistos sufren una transformación rápida, de forma esférica a tubular, de tubular a filamentosa y de filamentosa a elongados. La migración intrauterina de los blastocistos es con el propósito de que todos alcancen una distribución uniforme y no se sobrepongan sus membranas filamentosas, además es una característica inherente de las especies politocas para disminuir la mortalidad embrionaria (5,73,101).

La distribución uniforme de los embriones en todo el útero se debe principalmente a las contracciones de la musculatura uterina y al alargamiento de los cuernos uterinos. Estos mecanismos están controlados por los estrógenos de origen embrionario (73,75,100).

Los blastocistos ya elongados ocupan una gran proporción de los cuernos uterinos, ocurriendo la elongación junto con el reconocimiento de la gestación. También esta etapa de desarrollo el blastocisto del cerdo tiene la capacidad de sintetizar estrógenos, lo que se supone que constituye la señal para el reconocimiento materno de la gestación; si no existe una sincronización entre el desarrollo morfológico del embrión y el medio ambiente uterino puede presentarse fallas en la implantación (7,37,40,67).

Una vez concluida la migración, los embriones se acomodan de una forma equitativa a lo largo del útero, cuya longitud varía de 1.60 a 3.30 m. Esta distribución es fundamental permitiendo una mejor utilización de la superficie endometrial y asegura la sobrevivencia embrionaria (73,74,75).

Si los embriones no están uniformemente distribuidos a lo largo de los cuernos uterinos en el momento de la elongación, puede haber fallas en la gestación. Algunos estudios indican que cuando el útero contiene más de 5 fetos en cada cuerno uterino la mortalidad fetal se incrementa. Además los fetos encontrados en los extremos de los cuernos alcanzan un peso mayor que los fetos encontrados en la parte media, quizás se deba a que éstos últimos no tienen el espacio suficiente para continuar con su desarrollo (27,70). La mortalidad también se incrementa cuando hay una gran cantidad de fetos en los cuernos uterinos (50).

La habilidad del útero para sostener solamente un número limitado de embriones va a determinar la capacidad uterina, así como también la cantidad de tejidos uterinos puede limitar esta capacidad (33,37,46).

La capacidad uterina regula el tamaño de la camada y cuando se rebasa esa capacidad se puede ocasionar una mortalidad embrionaria temprana. En relación a esto, algunos trabajos de superovulación y transferencia de embriones han demostrado que si el número de embriones es muy grande en comparación con la capacidad del útero, la sobrevivencia embrionaria durante el primer mes no se ve tan afectada, pero después se incrementa debido a la insuficiencia placentaria, provocando con esto la muerte de algunos embriones, o bien la disminución del crecimiento fetal (33,73,101).

La insuficiencia uterina es una de las causas principales en el aumento de la mortalidad embrionaria y en la disminución del crecimiento fetal (46,56).

## 2.2. METODOS PARA PRODUCIR UN INCREMENTO EN EL TAMAÑO DE LA CAMADA EN LA CERDA.

### 2.2.1. TRATAMIENTO HORMONAL

Las hormonas más utilizadas para incrementar el tamaño de la camada en la cerda son los estrógenos y la progesterona.

Ambas hormonas han sido usadas desde hace muchos años. Desde 1956 Sammelwitz et al. (80) experimentaron en cerdas, a las cuales les aplicaron dosis de 50, 100, 200 y 400 mg de progesterona diariamente durante 26 días después del servicio, obteniendo resultados satisfactorios en el tamaño de la camada.

Mas tarde en 1958 Reddy et al. citados por Wildt et al (104) indicaron un incremento significativo en el tamaño de la camada en el día 53 de gestación después de administrar estrógenos y progesterona durante 10 días en la tercera y cuarta semana de gestación.

También De Sea et al. (24) afirman que la combinación de ambas hormonas incrementan el tamaño de la camada en la cerda.

Los mecanismos por los cuales los esteroides exógenos ejercen un efecto sobre el tamaño de la camada no son muy claros, pero se postula lo siguiente : estas dos hormonas conjuntamente son capaces de estimular la secreción de las proteínas uterinas las cuales estan relacionadas con el crecimiento del blastocisto (88,104), aumentan la irrigación sanguínea en el útero,

incrementan el pH uterino, además está comprobado que ambas producen un aumento en el desarrollo de la placenta (76).

Al parecer la elevación máxima de las proteínas uterinas coincide con la concentración máxima de progesterona. Se han descubierto dos fracciones de proteínas específicas en el útero, que aparecen en los días 7 a 16 del ciclo estral. Se cree que existe una correlación entre las proteínas del útero y el número de cuerpos lúteos (50,76). Asimismo los estrógenos y la progesterona estimulan la elaboración e incorporación de aminoácidos durante la preimplantación, provocan un aumento del pH e incrementan la concentración de proteínas uterinas y la osmosis de los fluidos fetales (76,104).

Según Zavy et al. (107) los estrógenos y la progesterona producen un efecto de hipertrofia en el endometrio ya que actúan sobre el DNA endometrial. En un estudio en ratas ovariectomizadas, a las cuales se les aplicó  $17\text{-}\beta$  estradiol, se logró inducir una elevada mitosis en la superficie del epitelio glandular, se llegó a la conclusión de que los estrógenos aceleran la mitosis y la síntesis del DNA. Estos mismos autores demostraron que los estrógenos inducen la aparición de receptores para la progesterona en el endometrio, por lo que esta última hormona para que pueda producir su efecto el útero debe de haber sido expuesto previamente a los estrógenos. A un grupo de cerdas se les aplicaron ambas hormonas en los días 12 y 13 del ciclo estral, incrementándose en un 50 % el largo de los cuernos uterinos en el día 15, este incremento puede observarse también en cerdas gestantes tratadas con dichas hormonas (107).

Cuando son administrados estrógenos y progesterona en los días 20 a 30 de la gestación, se produce un aumento en el tamaño de la placenta, ya que estas dos hormonas intervienen en la formación y en el desarrollo placentario (21).

Lo anterior es de importancia primordial para la sobrevivencia embrionaria y fetal, ya que un incremento en la capacidad de la placenta reducirá las pérdidas embrionarias y fetales debido a insuficiencia placentaria sobre todo en el último tercio de la gestación.

Normalmente los blastocistos porcinos sintetizan estrógenos entre los días 11 y 14 de la gestación (10,42,45). El blastocisto puede sintetizar estradiol y estrona a partir del colesterol (11,45) o de la progesterona (36,38,69).

La síntesis de estrógenos por el embrión está asociada con la elongación de éstos, con el reconocimiento materno de la gestación y con el desarrollo uterino (42).

Bazer et al. (11) mencionan que el endometrio contiene enzimas que transforman a la progesterona y a los andrógenos en estrógenos.

Un factor muy importante para que se lleve a cabo el crecimiento y desarrollo del embrión está en el balance y en la proporción de estrógenos-progesterona. Ambas hormonas afectan al embrión en forma directa o indirecta por vía oviducto y útero. Por lo tanto si éstas son administradas cerca del período de ovulación pueden interferir en el transporte de los embriones (67).

El desbalance entre estas dos hormonas provoca un acelerado

descenso de los embriones a través del oviducto y como consecuencia hay una migración prematura de éstos hacia el útero (67).

Una ovulación excesiva producirá gran cantidad de progesterona lo que provocará también un transporte prematuro de los embriones hacia el útero (67).

El desequilibrio en este balance hormonal provocará pérdidas embrionarias y fetales debido a la falta de sincronización en la entrada de los embriones hacia el útero, produciendo efectos críticos para su crecimiento y desarrollo (67,73).

Mc Govern et al. (81) demostraron que el equilibrio entre estrógenos y progesterona controla la secreción de las proteínas endometriales provocando con esto un incremento en la sobrevivencia embrionaria.

El tamaño de la camada en la cerda puede tener un efecto sobre los niveles de estrógenos. Se han realizado estudios donde se ha reducido el número de fetos y a consecuencia de esto bajan los niveles de dicha hormona. El nivel relativo de estrógenos puede permitir una estimación del tamaño de la camada en los días 20 a 28 pero no después (48).

En cerdas gestantes las concentraciones de estradiol y estrona en la arteria y vena uterina son diferentes, para el estradiol la mayor concentración se encuentra entre los días 10 a 13 (75) y para la estrona en el día 15. El contenido de ambos esteroides en el útero es mayor en cerdas gestantes que en no gestantes, alcanzando su máximo nivel en el día 13. Este incremento del flujo sanguíneo uterino es muy importante ya que el estradiol está involucrado en la migración intrauterina de los

embriones, debido a que estimula las contracciones miométriales (37,87).

Según Horne et al. (48) los estrógenos y sus conjugados se pueden detectar en la sangre y orina de la cerda gestante en el día 17 de la gestación, alcanzando un pico por el día 28. Estos esteroides son independientes de los ovarios y de la pituitaria, por lo que están asociados con el feto y la placenta.

La proporción en la secreción total de estrógenos en la orina de la cerda en el día 27 de la gestación, al parecer está correlacionada positivamente con el tamaño de la camada, asimismo los niveles totales de estrógenos en el plasma durante el final de la preñez están correlacionados con el tamaño de la camada (48).

Se ha demostrado que la aplicación de estrona y progesterona a principio de la gestación (días 20 y 30) produce un crecimiento uterino y placentario, por lo que puede reducir secundariamente las pérdidas embrionarias y fetales provocadas por insuficiencia placentaria (21).

De Sea et al. (24) postulan que los estrógenos (12.5ug) y la progesterona (25mg) administrados en los días 16 y 17 después del servicio, incrementan el tamaño de la camada en un 22 a 28 % .

La administración de estrona y progesterona con dosis de 12.5mg y 25mg en los días 12 y 14 de preñez provoca un aumento en el tamaño de la camada de 1.5 (104).

También se puede incrementar el tamaño de la camada administrando 25 a 50 mg de progesterona en el día 14 después del servicio (82).

Otros autores señalan que la inyección de progesterona en

dosis de 50mg por día o menos en los días 15 a 21 de gestación provoca un incremento en el promedio de lechones nacidos de 10.4 para las cerdas tratadas contra 8.7 para las testigo (71).

Según Dalton y Knight (21) la administración de progesterona (0.55mg/Kg) en los días 20 a 30 de la gestación causa un aumento considerable en la formación y crecimiento de la placenta.

Esto es muy importante ya que según Wrathall, citado por Dalton y Knight (21), una de las causas de la mortalidad prenatal en la cerda es debido a la competencia del espacio uterino entre los embriones (insuficiencia placentaria) durante la segunda y tercera semana de gestación, esto influye también en el desarrollo fetal y por lo tanto en el tamaño de la camada.

En otros estudios se evaluó el 17- $\beta$  estradiol, utilizando diferentes dosificaciones entre 2 a 8 mg por día, y su efecto sobre el embrión, los mejores resultados fueron observados cuando el tratamiento se aplicó al principio de la gestación (días 12 y 13), se obtuvo más del 85 % de sobrevivencia embrionaria a los 30 días de preñez (72).

Pope y First (73) demostraron que el 17- $\beta$  estradiol (2mg) administrado en los días 12 y 13 del ciclo estral en cerdas no preñadas, produjo un incremento en el tamaño uterino. Cuando este mismo tratamiento fue realizado en cerdas gestantes aplicado en los días 12 y 13 de gestación, los resultados obtenidos demostraron un aumento en los cuernos uterinos comparado con las cerdas testigo.

Estudios similares a éstos, muestran que el 17- $\beta$  estradiol administrado en los días 12 y 13 después del servicio y con dosis de 2mg en cerdas jóvenes incrementaba la fertilidad, así como

también el tamaño de la camada (74).

Estudios como el de Martínez et al. (59) muestran resultados positivos, ya que al administrar cipionato de estradiol con dosis de 0.5mg en los días 9 y 12 después del servicio, se observó un incremento significativo en el tamaño de la camada a término.

En otra investigación Estrada (32) aplicó cipionato de estradiol (1mg) en los días 12 y 13 de gestación, obteniendo un promedio de embriones implantados a los 35 días de 11.6 para las cerdas tratadas y de 10.23 para el grupo testigo, con una tasa de mortalidad embrionaria de 13.68 y 23.54 respectivamente, lo que significa el 86.35 y 76.46 % en la sobrevivencia embrionaria. Sin embargo estos resultados no fueron estadísticamente significativos.

Pleumsam et al. (76) indican que el estradiol (1.25ug) presenta mejores resultados en comparación con la estrona, cuando es aplicado en los días 16 y 17 de gestación y es combinado con la progesterona (25mg), obteniendo un incremento en el total de lechones por camada que llega hasta un 22.6 % y un 17.9 % de lechones nacidos vivos por camada. Cuando es utilizada la estrona (12.5ug) en lugar del estradiol combinada con la progesterona (25mg) y aplicado en los mismos días de la gestación, se ve incrementado el tamaño de la camada pero en menor proporción, ya que es de un 9.7 % .

El uso de estas hormonas se debe hacer en forma moderada con dosis bajas, ya que altas dosis o aplicadas por varios días ocasionan trastornos reproductivos en la cerda. Según Zavy et al. (107) altas dosis de estradiol (5mg) administradas en los días 11 a 16 después del ciclo estral, provoca un estado de

pseudogestación en la cerda. De Sea et al. (24) mencionan que altas dosis de estrona (18.75ug) disminuyen en un 8.7% el tamaño de la camada al nacimiento.

Cuando se administran dosis altas de progesterona antes de la ovulación se provoca una reducción en la fertilización, debido a anomalías en el transporte y en la capacitación del espermatozoide. Sin embargo cuando se administra la progesterona después de la ovulación y fertilización al parecer no tiene un efecto detrimental en el desarrollo embrionario (67).

En algunas investigaciones se ha observado que cuando se aplican dosis altas de progesterona, se ejerce un efecto nocivo sobre el embrión antes de que se implante (23).

Nieman et al. (67) afirman que los estrógenos y la progesterona exógenos no producen un efecto sobre las características del feto, únicamente en la placenta.

Sin embargo la administración de grandes dosis de 700 a 3000 mg por día de progesterona, provoca altos porcentajes de embriones retrasados o degenerados (67).

### 3. MATERIAL Y METODOS

La presente investigación se realizó en las instalaciones de la Granja Experimental Porcina Zapotitlán de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicada en el Km 21.5 de la carretera México-Tulyehualco. Su localización geográfica es de  $19^{\circ}18'$  de latitud norte y  $99^{\circ}2'3''$  longitud oeste del meridiano de Greenwich, a una altura de 2224m sobre el nivel del mar, con una presión de 558mm de Hg. con clima templado y lluvias en verano (39).

#### 3.1. ANIMALES EXPERIMENTALES

Se utilizaron 75 cerdas híbridas provenientes de las razas Yorkshire, Hampshire, Duroc y Landrace de aproximadamente cinco meses de edad y con un peso promedio de 90 Kg.

Se emplearon dos sementales de la raza Yorkshire entrenados en la granja para la obtención del semen y un macho vasectomizado utilizado como recelador.

Todos los animales se mantuvieron en total confinamiento con el régimen de manejo y alimentación establecido en la granja.

Una vez agrupadas las cerdas fueron vacunadas contra cólera porcino.

### 3.2. GRUPOS EXPERIMENTALES

La agrupación de las cerdas fue utilizando la tabla de dígitos aleatorios (22) para asegurar que su distribución fuera completamente al azar.

Las cerdas se asignaron en grupos de 15 por corral y se formaron 5 grupos. La identificación fue por medio de muescas en las orejas utilizando el sistema Hampshire.

Los diseños y grupos experimentales se muestran en los cuadros I y 2.

CUADRO I RELACION DE GRUPOS Y TRATAMIENTOS UTILIZADOS EN EL EXPERIMENTO I.

Grupo	Tratamiento	Animales	Dosis Tratamiento/día	Días Tratamiento
Testigo	—	15	—	—
Experimental	E.C.P.*	15	2.0 mg	12 - 13

\* Cipionato de Estradiol ( Upjohn, Tuco S. A. )

En este experimento el grupo testigo formado por cerdas primerizas se sacrificó 24 horas después de iniciado el segundo celo.

En el grupo experimental las cerdas se trataron con Cipionato de Estradiol en los días 12 y 13 de su primer ciclo estral y se sacrificaron al segundo día de su segundo calor.

CUADRO 2 RELACION DE GRUPOS Y TRATAMIENTOS UTILIZADOS EN EL EXPERIMENTO II.

Grupo	Tratamiento	Animales	Dosis Trata- miento/día	Días Trata- miento
Testigo	—	15	—	—
Experimental A	E.C.P.	15	3.0 mg	12 - 13
Experimental B	E.C.P.	15	2.0 mg	12 - 13

En este experimento II las cerdas primerizas del grupo testigo se inseminaron en el segundo calor y fueron sacrificadas a los 30 días de gestación.

En los grupos experimentales A y B las cerdas se trataron con Cipionato de Estradiol con distintas dosis y se inseminaron en su segundo calor, sacrificándose a los 30 días de gestación. La aplicación del tratamiento fue en los días 12 y 13 de su primer ciclo estral.

### 3.3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

#### 3.3.1. INDUCCION A LA PUBERTAD.

Una vez agrupadas las cerdas se procedió a la inducción de la pubertad mediante la exposición de éstas a un macho vasectomizado, la cual se llevó a cabo dos veces al día (la primera a las 08:00 y la segunda a las 18:00 horas) todos los días durante 20 minutos hasta que presentaron su primer calor.

### 3.3.2. COLECCION Y DILUCION DEL SEMEN.

El semen utilizado se colectó a partir de dos verracos mediante la técnica manual (52). Los criterios para su utilización fueron los siguientes:

Motilidad mayor de 70%

Concentración Espermática mayor de  $200 \times 10^6$ /ml

Morfología menor del 10 % de anomalías (13,52).

El semen fue diluido en solución Betsville Thawing Solution (BTS), con una concentración de  $5 \times 10^9$  espermatozoides por dosis en 80 ml de diluyente.

Una vez diluido el semen se almacenó en una caja de poliuretano a una temperatura de 15 a 18°C. No se utilizaron dosis después de 48 horas de diluido.

### 3.3.3. MOMENTO Y TECNICA DE LA INSEMINACIÓN

Para la detección de calores, las cerdas fueron observadas dos veces al día, utilizando el macho vasectomizado. El inicio del celo se consideró cuando la hembra aceptaba ser montada por el macho recelador, o bien presentaba inmovilidad a la prueba de cabalque (78). Se realizaron dos inseminaciones según el siguiente criterio: si la cerda entraba en calor en la mañana del día 1, la primera inseminación se efectuaba por la tarde de ese mismo día y

la segunda inseminación en la mañana del día 2. Si la cerda entraba en celo en la tarde del día 1, la primera inseminación se realizaba en la mañana del día 2 y la segunda en la tarde de ese mismo día .

La inseminación artificial fue intracervical mediante la técnica de Melrose utilizando un cateter de hule latex (63).

#### 3.3.4. TRATAMIENTO.

El Cipionato de Estradiol ( E.C.P.) fue administrado en los días 12 y 13 del primer ciclo estral, por vía intramuscular en los dos experimentos. En el experimento I, formado por un grupo testigo y un tratado con 2mg, el experimento II formado por 3 grupos, un testigo y dos tratados con 2 y 3 mg respectivamente.

#### 3.3.5. VARIABLES EVALUADAS

En el experimento I, las variables evaluadas fueron las siguientes : peso de los ovarios, número de cuerpos lúteos, peso, longitud y ancho uterino. En el experimento II las variables evaluadas fueron las mismas que en el experimento I, con la diferencia de dos variables más que fueron peso uterino con embriones y número de embriones.

Los aparatos reproductivos de las cerdas fueron identificados y colocados en bolsas de plástico dentro de cajas de poliuretano

para su evaluación, la cual se realizó de la siguiente manera :

Mediante una disección se obtuvieron los ovarios, los cuales fueron pesados y observados para determinar el número de cuerpos lúteos, asumiéndose que el total de cuerpos lúteos representó el número de ovulaciones.

El útero fue separado del oviducto y ligamentos para su pesaje. Su longitud se obtuvo midiendo cada cuerno uterino desde la unión uterotubárica hasta la unión con el cervix a lo largo de sus curvaturas naturales.

La longitud de los dos cuernos se sumó para obtener el total y el promedio. La anchura de cada cuerno uterino se determinó en seis puntos diferentes para evaluar su promedio.

Asimismo una disección a lo largo del útero permitió quitar los embriones y así obtener el número de éstos.

### 3.3.6. ANALISIS ESTADISTICO.

#### EXPERIMENTO I

En el primer experimento, las variables de respuesta se analizaron mediante un diseño completamente al azar bajo un arreglo factorial 2X2, siendo el primer factor la edad de las cerdas al sacrificio; la cual se dividió en sacrificadas antes y después de cumplir 250 días, el segundo factor fue el tratamiento, que se dividió en tratadas y testigo.

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente :

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + T_j + (ET)_{ij} + e_{ijk}$$

Donde

$Y_{ijk}$  = Representa la k-ésima observación de la variable de respuesta analizada en el j-ésimo tratamiento con la i-ésima edad al sacrificio.

$\mu$  = Es el promedio de cada variable de respuesta.

$E_i$  = Es el efecto de la i-ésima edad de la cerda  $i=1,2$ .

$T_j$  = Es el efecto del j-ésimo tratamiento  $j=1,2$ .

$(ET)_{ij}$  = Es el efecto de la interacción edad con tratamiento.

$e_{ijk}$  = Es el error aleatorio que se supone normal e independientemente distribuido con media cero y varianza

$\sigma_e^2$

Las diferencias entre los promedios se analizaron mediante la utilización de contrastes ortogonales (17,19,88).

## EXPERIMENTO II.

En el segundo experimento las variables de respuesta se evaluaron mediante un análisis de covarianza bajo un diseño completamente al azar, siendo su modelo estadístico el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_1 X_{ij} + e_{ij}$$

Donde

$Y_{ij}$  = Representa la j-ésima observación de la variable de respuesta dentro del i-ésimo tratamiento, con el efecto lineal de la covariable peso al sacrificio.

$\mu$  = Es el promedio poblacional de cada variable de respuesta.

$T_i$  = Es el efecto del i-ésimo tratamiento  $i = 1, 2, 3$ .

$\beta_1$  = Es el coeficiente de regresión lineal de la covariable peso al sacrificio.

$X_{ij}$  = Es la covariable peso de la cerda al sacrificio.

$e_{ij}$  = Es el error aleatorio que se supone normal independientemente distribuido con media cero y varianza

$$\sigma_e^2.$$

En el experimento I, en ambos grupos los resultados fueron divididos por edad al sacrificio. En el experimento II se dividieron de acuerdo al peso al sacrificio.

En el experimento II, no fue posible utilizar la edad al sacrificio como en el experimento I, debido a que las edades de las cerdas no fueron homogéneas y no permitieron su clasificación en grupos, por lo tanto se utilizó como covariable el peso al sacrificio.

Los modelos utilizados en ambos experimentos se procesaron mediante el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) por medio de los procedimientos ANOVA (Analysis of Variance) y GLM (General Linear Models) (58,81).

Las variables fertilidad y mortalidad embrionaria se analizaron mediante una prueba de Homogeneidad por medio del estadístico Ji-Cuadrada (22,30).

## 4. RESULTADOS

### 4.1. EXPERIMENTO I

#### 4.1.1. PESO DE LOS OVARIOS.

Los promedios del peso de los ovarios, derecho, izquierdo como el peso total, se muestran en el cuadro 3, donde se observa que estas 3 variables no difieren significativamente por los efectos de edad, tratamiento y su interacción ( $P > 0.05$ ).

CUADRO 3. MEDIAS Y DESVIACIONES ESTANDAR DEL PESO DE LOS OVARIOS (g).

Grupo	Edad al sacrificio (días)	Ova Der	Ova Iz	Total
Testigo	Antes de 250	3.6 ± 0.85 <sup>a</sup>	4.10 ± 1.0 <sup>a</sup>	7.8 ± 1.7 <sup>a</sup>
	Después de 250	5.6 ± 2.10 <sup>a</sup>	5.20 ± 2.0 <sup>a</sup>	10.8 ± 3.7 <sup>a</sup>
Tratado	Antes de 250	5.0 ± 1.50 <sup>a</sup>	6.00 ± 2.0 <sup>a</sup>	11.0 ± 3.2 <sup>a</sup>
	Después de 250	4.9 ± 1.15 <sup>a</sup>	5.20 ± 1.4 <sup>a</sup>	10.1 ± 2.4 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> No resultaron estadísticamente diferentes ( $P > 0.05$ ).

#### 4.1.2. NUMERO DE CUERPOS LUTEOS.

Los promedios del número de cuerpos lúteos por ovario derecho, izquierdo y el número total en ambos ovarios se muestran en el cuadro 4, donde se observa que en estas 3 variables no hubo una diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) por los efectos de edad, tratamiento y su interacción.

CUADRO 4. MEDIAS Y DESVIACIONES ESTANDAR DEL NUMERO DE CUERPOS LUTEOS.

Grupo	Edad al sacrificio (días)	Ova Der	Ova Iz	Total
Testigo	Antes de 250	5.6 ± 2.2 <sup>a</sup>	5.3 ± 1.8 <sup>a</sup>	10.9 ± 3.5 <sup>a</sup>
	Después de 250	5.8 ± 2.3 <sup>a</sup>	5.0 ± 2.2 <sup>a</sup>	10.8 ± 2.8 <sup>a</sup>
Tratado	Antes de 250	5.8 ± 2.4 <sup>a</sup>	6.5 ± 1.9 <sup>a</sup>	12.3 ± 3.4 <sup>a</sup>
	Después de 250	6.3 ± 2.2 <sup>a</sup>	6.4 ± 1.5 <sup>a</sup>	12.7 ± 1.9 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Promedios estadísticamente similares ( $P > 0.05$ ).

#### 4.1.3. PESO UTERINO

Los promedios de peso del útero son mostrados en el cuadro 5, donde se aprecia que las cerdas divididas antes y después de 250 días al sacrificio, presentaron promedios estadísticamente similares ( $P > 0.05$ ), mientras que las cerdas tratadas (2mg)

presentaron promedios estadísticamente superiores ( $P < 0.05$ ) que las hembras testigo.

La interacción entre estos efectos no fue estadísticamente significativos ( $P > 0.05$ ).

CUADRO 5. MEDIAS Y DESVIACIONES ESTANDAR DEL PESO UTERINO. (kg).

Grupos		Media $\pm$ D S
Grupo	Testigo	0.449 $\pm$ 0.064 <sup>b</sup>
	Tratado	0.515 $\pm$ 0.069 <sup>a</sup>
Edad	Antes de 250	0.469 $\pm$ 0.082 <sup>a</sup>
	Después de 250	0.475 $\pm$ 0.085 <sup>a</sup>

Promedios con distintas literales son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

#### 4.1.4. LONGITUD UTERINA.

Los promedios de longitud uterina, se muestran en el cuadro 6, en donde se observa que las cerdas del grupo tratado presentaron medias estadísticamente superiores ( $P < 0.05$ ), que las cerdas testigo, en lo que se refiere a la longitud tanto del cuerno uterino derecho, como del izquierdo y del total. Los efectos de edad y la interacción edad-tratamiento no fueron significativas ( $P > 0.05$ ).

CUADRO 6. MEDIAS Y DESVIACIONES ESTANDAR DE LA LONGITUD UTERINA (m)

Grupo	Edad al sacrificio (días)	Derecho	Izquierdo	Total
Testigo	Antes de 250	0.815±0.11 <sup>b</sup>	0.815±0.117 <sup>b</sup>	1.59±0.25 <sup>b</sup>
	Después de 250	0.907±0.15 <sup>b</sup>	0.948±0.188 <sup>b</sup>	1.85±0.34 <sup>b</sup>
Tratado	Antes de 250	1.020±0.24 <sup>a</sup>	1.027±0.250 <sup>a</sup>	2.05±0.49 <sup>a</sup>
	Después de 250	1.120±0.19 <sup>a</sup>	1.144±0.239 <sup>a</sup>	2.23±0.46 <sup>a</sup>

Promedios con distintas literales son estadísticamente diferentes (P<0.05).

#### 4.1.5. ANCHO DEL UTERO

Los promedios del ancho uterino del cuerno derecho e izquierdo se muestran en el cuadro 7, donde se indica que las cerdas del grupo tratado presentaron longitudes estadísticamente superiores que las observadas en el grupo testigo (P<0.05).

Los efectos de edad al sacrificio y la interacción edad-tratamiento no fueron estadísticamente significativas (P>0.05).

CUADRO 7. MEDIAS Y DESVIACIONES ESTANDAR DEL ANCHO UTERINO (cm)

Grupo	Edad al sacrificio (días)	Cuerno Der	Cuerno Iz
Testigo	Antes de 250	4.82±0.48 <sup>b</sup>	4.92±0.37 <sup>b</sup>
	Después de 250	4.87±0.84 <sup>b</sup>	4.99±0.88 <sup>b</sup>
Tratada	Antes de 250	5.86±0.72 <sup>a</sup>	5.86±0.85 <sup>a</sup>
	Después de 250	5.62±0.88 <sup>a</sup>	5.65±1.01 <sup>a</sup>

Promedios con distintas literales son estadísticamente diferentes (P<0.05).

#### 4.2. EXPERIMENTO II.

##### 4.2.1. PESO DE LOS OVARIOS.

Los promedios del peso de los ovarios, derecho, izquierdo y peso total, son presentados en el cuadro 8, observandose que en los pesos del ovario izquierdo y el peso total no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (P>0.05) entre los grupos tratados y el testigo; sin embargo en el peso del ovario derecho en el grupo testigo fue mayor (P<0.05) que en el grupo tratado con 3mg, pero similar al tratado con 2mg. Los pesos entre los 2 grupos tratados fueron estadísticamente similares (P>0.05).

La covariable peso al sacrificio fue significativa (P<0.05) para las tres variables, lo que indica que animales con mayor peso al sacrificio presentaron mayor peso sus ovarios.

CUADRO 8. PROMEDIOS Y ERRORES ESTANDAR DE PESO DE LOS OVARIOS. (g).

Grupo	Ovario Der media $\pm$ e. e.	Ovario Iz media $\pm$ e. e.	Total media $\pm$ e. e.
Testigo	7.95 $\pm$ 0.43 <sup>a</sup>	7.13 $\pm$ 0.41 <sup>a</sup>	15.09 $\pm$ 0.84 <sup>a</sup>
Tratado(2mg)	6.94 $\pm$ 0.42 <sup>a,b</sup>	6.63 $\pm$ 0.40 <sup>a</sup>	13.58 $\pm$ 0.62 <sup>a</sup>
Tratado(3mg)	6.67 $\pm$ 0.41 <sup>b</sup>	7.19 $\pm$ 0.39 <sup>a</sup>	13.85 $\pm$ 0.62 <sup>a</sup>

Promedios en columnas con distinta literal son estadísticamente diferentes (P<0.05).

#### 4.2.2. NUMERO DE CUERPOS LUTEOS.

Los promedios de cuerpos lúteos del ovario derecho, izquierdo y el número total, se observan en el cuadro 9, donde se aprecia que los grupos tratados y el grupo testigo no presentaron diferencias significativas (P>0.05) respecto a estas tres variables.

La covariable peso al sacrificio no afectó significativamente a las variables antes mencionadas (P>0.05).

CUADRO 9. PROMEDIOS Y ERRORES ESTANDAR DEL NUMERO DE CUERPOS LUTEOS.

Grupo	Ovario Der Media $\pm$ e.e.	Ovario Iz Media $\pm$ e.e.	Total Media $\pm$ e.e.
Testigo	6.67 $\pm$ 0.58 <sup>a</sup>	5.46 $\pm$ 0.50 <sup>a</sup>	12.38 $\pm$ 0.56 <sup>a</sup>
Tratado(2mg)	6.14 $\pm$ 0.48 <sup>a</sup>	5.70 $\pm$ 0.56 <sup>a</sup>	11.84 $\pm$ 0.55 <sup>a</sup>
Tratado(3mg)	5.92 $\pm$ 0.56 <sup>a</sup>	5.66 $\pm$ 0.49 <sup>a</sup>	11.58 $\pm$ 0.54 <sup>a</sup>

Promedios en columna con la misma literal son estadísticamente similares ( $P > 0.05$ ).

#### 4.2.3. PESO UTERINO.

Los promedios del peso uterino con y sin embriones se muestran en el cuadro 10, donde se observa que los grupos tratados y el grupo testigo presentaron pesos estadísticamente similares ( $P > 0.05$ ), lo que indica que no hubo un efecto de tratamiento. Asimismo la covariable peso al sacrificio no fue significativa en relación a las dos variables antes mencionadas ( $P > 0.05$ ).

CUADRO 10. PROMEDIOS Y ERRORES ESTANDAR DEL PESO UTERINO.  
(Kg)

Grupo	Utero con Embriones Media $\pm$ e. e.	Utero sin Embriones Media $\pm$ e. e.
Testigo	3.65 $\pm$ 0.30 <sup>a</sup>	1.39 $\pm$ 0.12 <sup>a</sup>
Tratado(2mg)	3.01 $\pm$ 0.29 <sup>a</sup>	1.42 $\pm$ 0.12 <sup>a</sup>
Tratado(3m)	2.77 $\pm$ 0.29 <sup>a</sup>	1.38 $\pm$ 0.11 <sup>a</sup>

Promedios en columnas con la misma literal son estadísticamente similares ( $P > 0.05$ ).

#### 4.2.4. LONGITUD UTERINA.

Los promedios de longitud uterina, del cuerno derecho, izquierdo y el total, se muestran en el cuadro 11, donde se observa que el grupo testigo y el tratado con 3mg presentaron longitudes estadísticamente similares en el cuerno derecho, izquierdo y el total. ( $P > 0.05$ ), sin embargo, el grupo tratado con 2mg presentó una longitud promedio superior ( $P < 0.05$ ) que el grupo testigo en el cuerno derecho y en la longitud total, siendo estadísticamente similar en la longitud del cuerno izquierdo. Los grupos tratados con 2mg y 3mg fueron estadísticamente similares en las longitudes izquierda, derecha y total del útero ( $P > 0.05$ ). La covariable peso al sacrificio no afectó significativamente a ninguna de estas tres variables.

CUADRO 11. PROMEDIOS Y ERRORES ESTANDAR DE LONGITUD UTERINA.  
(cm)

Grupo	Cuerno Der Media $\pm$ e.e.	Cuerno Iz Media $\pm$ e.e.	Total Media $\pm$ e.e.
Testigo	1.54 $\pm$ 0.10 <sup>b</sup>	1.59 $\pm$ 0.09 <sup>a</sup>	3.16 $\pm$ 0.19 <sup>b</sup>
Tratada(2mg)	1.92 $\pm$ 0.09 <sup>a</sup>	1.83 $\pm$ 0.09 <sup>a</sup>	3.76 $\pm$ 0.18 <sup>a</sup>
Tratada(3mg)	1.83 $\pm$ 0.09 <sup>ab</sup>	1.85 $\pm$ 0.09 <sup>a</sup>	3.71 $\pm$ 0.18 <sup>ab</sup>

<sup>b</sup> Promedios estadísticamente diferentes (P<0.05).

#### 4.2.5. ANCHO UTERINO.

Los promedios del ancho uterino del cuerno derecho e izquierdo se indican en el cuadro 12, donde se observa que en los 3 grupos analizados presentaron anchuras estadísticamente similares (P>0.05).

La covariable peso al sacrificio afectó en forma significativa (P<0.05) el ancho uterino lo que indica que los úteros más anchos fueron de cerdas de mayor peso.

CUADRO 12. PROMEDIOS Y ERRORES ESTANDAR DEL ANCHO (cm).

Grupo	Cuerno Der Media $\pm$ e. e.	Cuerno Iz Media $\pm$ e. e.
Testigo	9.88 $\pm$ 0.46 <sup>a</sup>	10.01 $\pm$ 0.49 <sup>a</sup>
Tratado(2mg)	9.43 $\pm$ 0.45 <sup>a</sup>	9.43 $\pm$ 0.48 <sup>a</sup>
Tratado(3mg)	9.92 $\pm$ 0.45 <sup>a</sup>	10.09 $\pm$ 0.47 <sup>a</sup>

Promedios en columnas con la misma literal son estadísticamente similares ( $P > 0.05$ ).

#### 4.2.6. NUMERO DE EMBRIONES.

Los promedios del número de embriones en el cuerno uterino derecho, izquierdo y el número total, se muestran en el cuadro 13, donde se observa que los tres grupos presentaron promedios estadísticamente similares ( $P > 0.05$ ) para estas tres variables.

La covariable peso al sacrificio no fue significativa ( $P > 0.05$ ) en ninguna de las tres variables antes mencionadas.

CUADRO 13. PROMEDIOS Y ERRORES ESTANDAR DE NUMERO DE EMBRIONES.

Grupo	Cuerno Der	Cuerno Iz	Total
Testigo	6.01 ± 0.43 <sup>a</sup>	5.47 ± 0.35 <sup>a</sup>	11.48 ± 0.53 <sup>a</sup>
Tratado(2mg)	6.18 ± 0.42 <sup>a</sup>	5.40 ± 0.34 <sup>a</sup>	11.59 ± 0.53 <sup>a</sup>
Tratado(3mg)	5.68 ± 0.41 <sup>a</sup>	4.58 ± 0.34 <sup>a</sup>	10.78 ± 0.52 <sup>a</sup>

Promedios en columnas con la misma literal son estadísticamente similares (P>0.05).

#### 4.2.7. PORCENTAJE DE FERTILIDAD

El porcentaje de fertilidad en los tres grupos de cerdas que formaron el experimento II se muestra en el cuadro 14, donde se observa que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tres promedios (P>0.05).

CUADRO 14 PORCENTAJE DE FERTILIDAD EN CERDAS PRIMERIZAS TRATADAS CON CIPIONATO DE ESTRADIOL.

GRUPO	CERDAS INSEMINADAS	CERDAS GESTANTES	% DE FERTILIDAD
Test.	15	13	86.66 <sup>a</sup>
Trat.(2mg)	15	14	93.00 <sup>a</sup>
Trat.(3mg)	15	12	80.00 <sup>a</sup>

Porcentajes con la misma literal son estadísticamente similares (P>0.05)

#### 4.2.8. PORCENTAJE DE MORTALIDAD EMBRIONARIA

El porcentaje de mortalidad embrionaria en los tres grupos de cerdas que formaron el experimento II se muestra en el cuadro 15, donde se observa que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tres promedios ( $P > 0.05$ ).

CUADRO 15 PORCENTAJE DE MORTALIDAD EMBRIONARIA EN CERDAS PRIMERIZAS TRATADAS CON CIPIONATO DE ESTRADIOL

GRUPO	CERDAS GEST.	CUERPOS LUTEOS	EMBRIONES	MORTALIDAD EMBRIÓNARIA %	SOBREVIVENCIA EMBRIÓNARIA
Test.	13	12.38 <sup>a</sup>	11.46 <sup>a</sup>	7.27 <sup>a</sup>	92.73 <sup>a</sup>
(2mg)	14	11.84 <sup>a</sup>	11.59 <sup>a</sup>	2.12 <sup>a</sup>	97.88 <sup>a</sup>
(3mg)	12	11.56 <sup>a</sup>	10.76 <sup>a</sup>	7.06 <sup>a</sup>	92.91 <sup>a</sup>

Porcentajes y promedios con la misma literal son estadísticamente similares ( $P > 0.05$ ).

## 5. DISCUSION.

### EXPERIMENTO I

La administración de estrógenos exógenos (cipionato de estradiol) a las cerdas primerizas no afectó en forma significativa el peso de los ovarios, ni el número de cuerpos lúteos, pero sí tuvo un efecto positivo sobre el peso, la longitud y el ancho uterino, que fueron estadísticamente significativos en comparación con el grupo de cerdas que no se trataron.

Esto es apoyado por Pope y First (73), obtuvieron resultados similares, afirman que administrando 17- $\beta$  estradiol en los días 12 y 13 del ciclo estral en cerdas vacías se produce un incremento en el la longitud uterina de 50 cm.

Estos resultados plantean que los estrógenos exógenos sí provocan un efecto sobre útero, pero no así en el ovario, ya que no afectan la tasa ovulatoria, por lo tanto tampoco el número de cuerpos lúteos ni el peso ovárico, de tal manera que los estrógenos exógenos no intervienen en el proceso ovulatorio del siguiente ciclo estral. Sin embargo no hay trabajos que respalden lo antes dicho y donde mencionen el efecto de los estrógenos exógenos sobre el ancho y peso uterino cuando se administran a cerdas no gestantes en los días 12 y 13 del ciclo estral, ya que la mayoría de los trabajos se han realizado en cerdas gestantes y pocas son las investigaciones realizadas en cerdas no preñadas, es

decir que no hayan sido sometidas a monta o inseminación artificial.

## EXPERIMENTO II

El peso de los ovarios izquierdo y el peso total, los estrógenos no ejercieron un efecto significativo entre los grupos de cerdas tratadas (2 y 3mg) y el grupo testigo; sin embargo el ovario derecho tuvo un peso mayor en el grupo testigo y en el tratado con 2mg en comparación con el de 3mg. Esto fue causado porque la mayoría de las ovulaciones acontecieron en este ovario, por lo que presentó un mayor número de cuerpos lúteos y por lo tanto su peso fue mayor que el del ovario izquierdo.

Se observó también que las cerdas de mayor peso al sacrificio sus ovarios presentaron pesos más elevados. Quizás esto sea debido a que conforme se va incrementando el peso corporal y la edad, la cerda presenta mayor número de ovulaciones. Como en el caso anterior, al aumentar la tasa ovulatoria el número de cuerpos lúteos es mayor también, ocasionando un incremento en el peso de los ovarios.

El número de cuerpos lúteos y el peso uterino (con y sin embriones) tampoco fue afectado por los estrógenos en ninguno de los tres grupos. Esto no coincide con los resultados obtenidos en el experimento I, ya que en éste sí hubo un efecto positivo en el peso uterino por acción de los estrógenos exógenos, lo que no ocurrió en el II. Quizás esto fue debido a que cuando se analizaron las variables del experimento I, aún continuaba el efecto de los estrógenos, ya que las hembras se sacrificaron 9 a 10 días después del tratamiento, mientras que las cerdas del experimento II fueron sacrificadas 30 días después del servicio,

cuando habían pasado alrededor de 40 días desde la administración de los estrógenos.

La longitud uterina si se incrementó por la acción de los estrógenos en el cuerno derecho y en la longitud total y fue en las cerdas tratadas con 2mg comparado con el grupo testigo, sin embargo en los dos grupos tratados sus longitudes fueron estadísticamente similares. Estos resultados son semejantes a los expuestos por Pope y First (73) obteniendo un incremento uterino significativo tanto en cerdas vacías como en gestantes aplicando 17- $\beta$  estradiol en los días 12 y 13 del ciclo estral. Estos resultados parecen ser contradictorios ya que el incremento de la longitud no estuvo acompañado por un aumento del peso uterino. Esto podría indicar que el útero se alargó modificando su composición, de tal manera que el peso por unidad de volumen de tejido fuera menor.

Por otra parte el ancho uterino únicamente se afectó por el peso de la cerda al sacrificio y no por la acción de los estrógenos, ya que las cerdas de mayor peso tuvieron úteros más anchos que aquellas cerdas que presentaron pesos menores.

El número de embriones implantados fue mayor en las cerdas tratadas con 2mg, aunque estadísticamente no fue significativo. De esta manera las diferencias entre las medias de embriones es de 0.11 embriones más en las tratadas con 2mg comparado con las cerdas testigo y de 0.83 embriones más comparado con el grupo tratado con 3mg. Esto coincide con lo encontrado por Estrada (32) quien obtuvo un promedio de embriones implantados a los 35 días de gestación de  $11.63 \pm 0.8$  y  $10.23 \pm 3.58$  para el grupo tratado y

testigo, representando una diferencia entre las medias de 1.4 embriones.

La mortalidad embrionaria se presentó en menor porcentaje en las cerdas tratadas con 2mg que fue de 2.12%, para el de 3mg de 7.08% y para el testigo de 7.27%. La diferencia en la tasa de mortalidad para el grupo testigo y tratado con 2mg fue de 5.15 y el de 3mg comparado con el de 2mg de 4.96, representando un porcentaje de sobrevivencia embrionaria de 97.88%, 92.91% y 92.73% respectivamente, lo que indica un porcentaje mayor para las cerdas tratadas con 2mg comparado con los otros dos grupos, aunque estadísticamente no fue significativo. Estos resultados son apoyados por los obtenidos por Pope et al (72) quienes encontraron una sobrevivencia embrionaria mayor del 85% a los 30 días de gestación en cerdas tratadas con 17- $\beta$  estradiol. Estrada (32) menciona también un sobrevivencia embrionaria del 86.35% en cerdas tratadas con cipionato de estradiol.

La tasa de fertilidad en las cerdas tratadas con 2mg fue mayor (13%) comparado con el grupo de 3mg y mayor (6.34%) en relación al grupo testigo, aunque las diferencias no fueron significativas.

Esto es apoyado por Pope et al (74), quienes mencionan que al administrar 17- $\beta$  estradiol en cerdas jóvenes la tasa de fertilidad se incrementa. Sin embargo los resultados obtenidos por Estrada (32) señalan lo contrario, ya que obtuvo una reducción en la tasa de fertilidad en las cerdas tratadas (cipionato de estradiol) de un 10% comparado con el grupo testigo. Hay que tomar en cuenta que Estrada (32) administró los estrógenos en los días 12 y 13 de la gestación, lo que podría haber causado mortalidad embrionaria en

algunas cerdas. En cambio, en el presente trabajo los estrógenos se administraron durante el ciclo estral previo a la inseminación, por lo que pudieron afectar el desarrollo uterino sin tener un efecto directo sobre los embriones, ya que éstos aún no estaban presentes al administrarse el estrógeno.

Los grupos testigo y tratado con 2 mg, presentaron repeticiones de 2 y 1 cerda respectivamente y 3 cerdas vacías para el grupo tratado con 3mg, los aparatos reproductivos de dichas hembras fueron analizados también, en las cerdas del grupo testigo (2 cerdas) y la del grupo tratado con 2mg (1 cerda), aparentemente no tuvieron cambios macroscópicos sus aparatos reproductivos, pero las del grupo tratado con 3mg (3 cerdas) sus aparatos reproductivos presentaron cambios macroscópicos, ya que en las tres se presentó un estado de pseudogestación.

Estos resultados coinciden con lo expuesto por Zavy et al (107) quienes mencionan que al administrar dosis mayores de 5mg de estrógenos se provoca una pseudogestación en la cerda. Esto es debido a que los estrógenos actúan en forma luteotrópica (108) produciendo una continuidad y mantenimiento del cuerpo lúteo, manteniendo de esta forma la función lútea (12,109).

Ziecik et al (108) también mencionan que al administrar estrógenos durante la mitad de la fase lútea se va a prolongar la función del cuerpo lúteo.

Está demostrado que una inyección de valerato de estradiol de 5mg a cerdas primerizas entre los días 11 y 15 del ciclo estral mantiene la función lútea provocando pseudogestación (12,43).

Según Fisher et al (36) el endometrio de las cerdas primerizas

pseudogestantes puede producir cantidades de estrógenos los cuales siguen permitiendo el mantenimiento del cuerpo lúteo y por lo tanto provocando una continuidad de la pseudogestación.

Los estrógenos también provocan un aumento en el número de receptores para la LH en el tejido lúteo, provocando con esto el mantenimiento de la función lútea (109).

Al administrar benzoato de estradiol en los días 11 a 15 del ciclo estral puede extender la función lútea por 70 a 300 días (108).

Estudios similares a éstos mencionan que al administrar diariamente 5mg de valerato de estradiol en los días 11 a 15 del ciclo estral, extiende el intervalo entre estro por más de 50 días (43).

Dosis altas de benzoato de estradiol (10-25mg) producen un estado de pseudogestación, aunque una simple dosis de 5 o 10 mg puede extender la vida del cuerpo lúteo (108).

Sin embargo no todas las cerdas del grupo tratado con 3mg presentaron el fenómeno de pseudogestación ya que únicamente fueron 3, quizás las demás (12 cerdas) no fueron tan susceptibles a la acción de los estrógenos exógenos para producirles un efecto luteoprotector y de esta manera mantener el funcionamiento del cuerpo lúteo (108).

Los resultados anteriores muestran los efectos de los estrógenos exógenos. Por un lado provocan un incremento en la capacidad uterina. Así como también en el porcentaje de fertilidad, sobrevivencia embrionaria y reducción en el porcentaje de mortalidad embrionaria y por otro producen un estado de

pseudogestación cuando son administradas dosis de 3 mg en los días 12 y 13 del ciclo estral, por lo anterior se deduce que los estrógenos mantuvieron su efecto en el siguiente ciclo estral, ya que provocó un ligero incremento (no significativo estadísticamente) en las variables antes mencionadas. Sin embargo no hay trabajos similares a éste donde comparar y apoyar los resultados obtenidos en esta investigación.

Se sugiere que en investigaciones posteriores relacionadas al uso de estrógenos exógenos sean utilizadas dosis menores y un número mayor de muestra (número de cerdas) a las evaluadas en este estudio para determinar diferencias con la presente investigación. Asimismo continuar con la preñez de la cerda hasta el parto para obtener el tamaño de la camada al nacimiento y evaluar la mortalidad embrionaria a través de toda la gestación y el número de lechones nacidos vivos.

## 6. LITERATURA CITADA.

- 1.- Alba, J.J.: Reproducción Aplicada en cerdos. Reproducción Animal. México. D.F. 1985.
- 2.- Allen, W.R. : Aspects of early embryonic development in farm animal. 10th Int. Con. Anim. Reprod. Artif. Insem. IV. 1984.
- 3.- Andersson, A.M. and Einersson, S. : Studies on the estrus and ovarian activity during five successive estrus cycles in gilts. Act. Vet. Scand., 21 : 677-688 (1980)
- 4.- Anderson, L.L. and Melampy, R.M. : Factors affecting ovulation, rate in the pig. In: Pig production, edit by: Cole, D.J.A. 329-366, Butterworth. London, 1971.
- 5.- Anderson, L.D.: Grow, Protein content and distribution of early pig embryos. Anat. Rec. 190 : 143-154 1978.
- 6.- Archivong, A.E., England, D.C. and Stormshak, F. : Factors contributing to early embrionic mortality in gilts bred at first estrus. J. Anim. Sci. 64 : 474-479 (1987).
- 7.- Austin, C.R.: Células germinales y fertilización. Coor. Austin, C.R. y Short R.V. La Prensa Médica Mexicana. México, D.F. 1982
- 8.- Baker, R.D. and Degen, A.A. : Transport of live and dead boar spermatozoa within the reproductive tract of gilts. J. Reprod. Fert. 28 : 369-377 (1972)
- 9.- Basurto, V.M., Kuba, D.V.M., Heath, E. and Wagner, W.A. : Spermatozoa and test in the boar: Correlative Analysis of sperm morphologic features, seminiferous epithelial area, and test weight. J. Vet. Rec. 46 : 1328-1332 (1985)
- 10.- Bate, L.A. and King, G.J.: Production of estrone and estradiol 17B different regions of the filamentous pig blastocyst. J. Reprod. Fert. 84 : 163-169 (1988).
- 11.- Bazer, F.W. Geisert, R.D., Thatcher, W.W. and Roberts, R.M. : The establishment and maintenance of pregnancy. In: Control of pig production. edited by: Cole, D.J.A. and Foxcroft, G.R., 227-252. Butterworth. London 1982.
- 12.- Bazer, F.W., Marengo, S.R., Geisert, R.D. and Thatcher W.W.: Exocrine versus endocrine secretion of prostaglandin F<sub>2a</sub> in the control of pregnancy in swine. Anim. Reprod. Sci. 7 : 115-132 (1984).

13. - Bearden, H. J. and Fuquay, J. : Reproducción Animal Aplicada. El Manual Moderno. México, D. F., 1982.
14. - Berruecos, J. M. : Mejoramiento Genético del Cerdo. Arana. México, D. F. 1972.
15. - Bevier, G. V. and Heath, E. : Evaluating boars. Pig improvement company. University of Illinois, College of Veterinary. (1984)
16. - Cerovsky, J. : Morphology of boar spermatozoa and its importance for artificial insemination. J. Anim. Abst. 52 : 109 (1984).
17. - Cochran, W. G. and Cox, G. M. : Experimental designs. John Wiley and Son's. New York, 1957.
18. - Cole, D. J. A. : Nutrition and Reproduction. In: Control of Pig Reproduction. Edited by : Cole, D. J. A. and Foxcroft, G. R., 603-619 Butterworth, London 1982.
19. - Cox, D. R. : Planning of experiments. John Wiley and Son's. New York, 1958.
20. - Clark, L. K. and Leman, A. D. : Factors that influence litter size in pigs. Part I. Pig News Inf. 7 : 303-310 (1986).
21. - Dalton, D. L. and Knight, J. W. : Effects of exogenous progesterone and estrone on conceptus development in swine. J. Anim. Sci. 56 : 1354-1361 (1983).
22. - Daniel, W. W. : Bioestadística . Limusa. México, D. F., 1984.
23. - Day, B. N. and Polge, C. : Effects of progesterone on fertilization and egg transport in the pig. J. Reprod. Fert. 17 : 227 (1968).
24. - De Sea, W. F., Pleusaram, P., Morcom, C. B. and Dukelon, W. R. : Exogenous Steroid effects on litter size and early embryonic survival in swine. Theriogenology 15 : 245-255 (1981).
25. - Diehl, R. J.; Danion, R. J. and Thompson, H. L. : Manejo de las marranas multíparas y primerizas para una reproducción eficiente. Compendio de la industria porcina. Extensión cooperativa con la Universidad de Purdue-West Lafayette, Indiana.
26. - Dufour, J. J. and Fahmy, M. M. : Embryonic mortality and development during early pregnancy in three breeds of swine with purebred and crossbreed litter. J. Anim. Sci. 55 : 9-15 (1975).
27. - Dziuk, P. J. : The effect of migration, distribution and spacing of pig embryos on pregnancy and fetal survival. Proc. 2nd. Int. Conf. Pig. Reprod. Columbia, 22, 1985, university of Missouri (1985).
28. - Dziuk, P. J. and Bellows, R. A. : Management of reproduction of beef cattle, sheep and pigs. J. Anim. Sci. 57 : 355-370 (1983).

- 29.- Dziuk, P.J., Polge, C. and Rowson, L.E. : Intrauterine migration and mixing of embryos in swine following egg transfer. J. Anim. Sci. 23 : 37-42 (1964).
- 30.- Draper, N.R. and Smith, H. : Applied Regression Analysis. 2nd ed. John Wiley and Sons. New York, 1981.
- 31.- English, P.R. and Wilkinson. : Management of the sow and litter in late pregnancy and lactation in relation to piglet survival and growth. In. Control of pig Reproduction. Edited by: Cole, D.J.A. and Foxcroft G.R. , 479-506 Butterworth, London 1982.
- 32.- Estrada, P.E. : Efecto de la aplicación de cipionato de estradiol en los días 12 y 13 del ciclo estral y gestación sobre los niveles plasmáticos de progesterona y número de embriones en cerdas primerizas. Tesis de Posgrado. Fac. Med. Vet. Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 1988.
- 33.- Fenton, F.R., Bazer, F.W., Robinson and Ulberg, L.C. : Effect of quality of uterus on uterine capacity in gilts. J. Anim. Sci. 31: 104-106 (1970).
- 34.- First, N.L., Lohse, J.K. and Nara, B.S. : The endocrine control of parturition. In. Control of pig reproduction. Edited by: Cole, D.J.A. and Foxcroft, G.R. 311-342 Butterworth , London 1982.
- 35.- First, N.L., Startman, F.W. and Casida, L.E. : Effect of sperm age on embryo survival in swine. J. Anim. Sci. 12 : 135-138 (1963).
- 36.- Fisher, H.E., Bazer, F.W. and Fields, M.J. : Steroid metabolism by endometrial and conceptus tissues during early pregnancy and pseudopregnancy in gilts. J. Reprod. Fert. 75 : 69-78 (1985).
- 37.- Ford, S.P., Christenson, R.K. and Ford, J.J. : Uterine blood flow and uterine arterial, venous and luminal concentrations of oestrogens on days 11, 13 and 15 after oestrus in pregnant and nonpregnant sows. J. Reprod. Fert. 64 : 185-190 (1982).
- 38.- Gadsby, J.E., Burton, R.D., Heap, R.B. and Perry, J.S. : Steroid metabolism and synthesis in early embryonic tissue of pig, sheep and cow. J. Endocri. 71: 45-46 (1976).
- 39.- García, E.: Modificaciones al sistema de clasificación climáticas de Koeppen. Instituto de Geografía, U.N.A.M. México, D.F. 1973.
- 40.- Geisert, R.D., Bookbank, J.W., Roberts, R.M. and Bazer, F.W. : Establishment of pregnancy in the pig : II. Cellular remodeling of the porcine blastocyst during elongation on day 12 of pregnancy. Biol. Reprod. 27 : 941-955 (1982).
- 41.- Geisert, R.D., Thatcher, W.W., Roberts, R.M. and Bazer, F.W. : Establishment of pregnancy in the pig : III. Endometrial secretory response to estradiol valerate administered on day 11 of the estrous cycle. Biol. Reprod. 27: 957-965 (1982).

- 42.- Geisert,R.D., Renegar,R.H., Michael,R.R. and Bazer,F.W. : Establishment of pregnancy in the pig : I Interrelationship between preimplantation development of the pig blastocyst and uterine endometrial secretions. Biol. Reprod. 27 : 925-939 (1982).
- 43.- Geisert,R.D., Zavy,M.T., Wettermann,R.P. and Biggers,B.G. : Length of pseudopregnancy and pattern of uterine protein release as influenced by time and duration of oestrogen administration in the pig. J. Reprod. Fert. 79 : 163-172 (1987).
- 44.- Haffes,E.S.E. : Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. Interamericana, México D.F., 1985.
- 45.- Heap,R.B., Flint,A.P.F., Gadsby,J.E. and Rice,C. : Hormones the early embryo and the uterine environment. Reprod. Fert. 55: 267-275 (1979).
- 46.- Hentzel,M.D. and Dziuk,P.K.: Relationships between uterine length and number fetuses and prenatal mortality in pigs. J. Anim. Sci. 65 : 782-770 (1987).
- 47.- Hill,W.G. and Weeb,A.J. : Genetics of Reproduction in the pig. In. Control of pig reproduction. Edited by: Cole,D.J.A. and Foxcroft, G.R. 541-563 Butterworth, London 1982.
- 48.- Horne,C., Chew,B.P., Wisema,B.S. and Dziuk,P.J. : Relationship between the level of estrone sulfate in the plasma and the number of fetuses during pregnancy in the gilts, Biol. Reprod. 29 : 56-62 (1983).
- 49.- Hughes,P.E. : Factors affecting the natural attainment of puberty in the gilt. In. Control of pig reproduction. Edited by: Cole, D.J.A. and Foxcroft,G.R. 517-537 Butterworth, London 1982.
- 50.- Hughes, P.E. and Varley,M.A. : Reproducción del cerdo. Acribia España. 1984.
- 51.- Hunter,R.H.F. : Physiological components of fertility in domestic pigs. School of Agriculture University of Edinburgh. 15-26 1983.
- 52.- Hurlen,J., Grabo,B. and Leman,A.D. : Fertility examination of boars. Proc. Ann.Meet. Soc. for Theriogenology. St. Minnesota. Nebraska. 1977.
- 53.- Johnson,R.H. : Crossbreeding in swine. J. Anim. Sci. 52: 906-923 (1981).
- 54.- Johnson,P.K. and Omtvedt, J.T. : Maternal heterosis in swine reproductive performance and dam productivity. J. Anim. Sci. 40: 29 (1975).
- 55.- Kennedy, B.W. and Wilkins,J.N. : Boar breed and environmental factors influencing semen characteristics of boars used in artificial insemination. Can. J. Anim. Sci. 64 : 833-843 (1984).

- 56 - Knight, J. W., Bazer, F. W., Tatcher, W. W. and Wallace, H. D. : Conceptus development in intact and unilaterally hysterectomized-ovariectomized gilts. Interrelation between hormonal status placentar developmental, fetal fluids and fetal growth. J. Anim. Sci. 44 : 620-637 (1977).
- 57 - Larsson, K. and Einarsson, S. : Influence of boars on the relationship between fertility and post thawing sperm quality of deep frozen boar spermatozoa. Act. Vet. Scand. 17 : 74-82 (1976).
- 58 - Martínez, G. A. : Introducción al SAS. 2da Ed. Control de estadística y cálculo. Colegio de Posgraduados. México, 1983.
- 59 - Martínez, G. R., Becerril, A. J., Haro, T. M. y Navarro, F. R. : Efecto del ciónato de estradiol en cerdas gestantes sobre el número de lechones nacidos total, nacidos vivos y fertilidad. XXI Reunión Nacional, Asociación Mexicana de Veterinarios Especialistas en cerdos (1986) A. M. V. E. C. Puebla-Tlaxcala. México 1986.
- 60 - Mc Donald : Reproducción y Endocrinología Veterinarias. Interamericana. México, D. F., 1983.
- 61 - Mc Govern, P. T., Morcon, C. B., De Sea, W. F. and Dukelow, W. R. : Chorionic surface area in conceptuses from sows treated with progesterone and oestrogen during early pregnancy. J. Reprod. Fert. 61 : 439-442 (1981).
- 62 - Mc Laren, A. : El embrión. Desarrollo embrionario y fetal. Coor. Autin y Short. La Prensa Médica Mexicana. México D. F. 1982.
- 63 - Melrose, D. R. : A review of progress and of possible development in artificial insemination of pig. Vet. Rec. 78 : 159-167 (1966).
- 64 - More O Ferral, G. J., Hetzer H. O. and Gaines J. A. : Heterosis in postweaning traits of swine. J. Anim. Sci. 27 : 17 (1968).
- 65 - Moroz, L. G., Koben, N. V. and Shaprev, I. : Evaluation of boar semen and prediction of its fertilizing ability. Pig. News Inf. 4 115 (1983).
- 66 - Murray, F. A., Bazer, F. W., Wallace, H. D. and Warnick, A. C. : Quantitative and qualitative variation in the secretion of protein by the porcine uterus during the estrous cycle. Biol. Reprod. 7 : 314-320 (1972).
- 67 - Nieman, H. and Elsaesser, F. : Uptake and effect of ovarian steroids in the early pig embryo : in vitro in vivo studies. Theriogenology. 21 : 84-102 (1984).
- 68 - Pairo, J. S. y Carmenes, P. : Transtornos de la reproducción en el ganado porcino. Proc. of Inter. Pig. Vet. Soc. Con. Barcelona España (1986).

69. - Perry, J.S., Heap, R.B. and Amoroso, E.C. : Steroid hormone production by pig blastocyst. Nature, 245 : 45-47 (1973).
70. - Perry, J.S. and Rowell, J.C. : Variations in foetal weight and vascular supply along the uterine horn of the pig. J. Reprod. Fert. 19 : 527-534 (1969).
71. - Piper, E.L., Leach, D. and Noland, P.R. : Effects of progesterone administration during implantation on litter size in gilts. J. Anim. Sci. 53 : (supple) 358 (1981).
72. - Pope, W.F., Boyd, R.D., Foote, R.H. and First, N.L. : Dose-response shift in the resistance of maturing porcine blastocyst to exogenous estradiol-17B. Proc. 2do Int. Conf. Pig. Reprod. Columbia 1985, 48. University of Missouri Columbia (1985).
73. - Pope, W.F. and First, N.L. : Factors affecting the survival of pig embryos. Theriogenology, 23 : 91-105 (1985).
74. - Pope, W.F., Lawyer, M.S. and First, N.L. : The effect of exogenous estradiol on litter size in a typical swine herd. Theriogenology, 28 : 9-13 (1987).
75. - Pope, W.F., Maurer, R.R. and Stormshak, F. : Intrauterine migration of the porcine embryo : Influence of estradiol 17B and histamine. Biol. Reprod. 27 : 575-579 (1982).
76. - Pleumsam, P., Morcom, C.B. and Dukelow, W.R. : Exogenous steroid affects on litter size and early embryonic survival in swine. Theriogenology 15 : 245-255 (1981).
77. - Quintana, F.G. and Robinson, O.W. : Efectividad del cruzamiento de razas en cerdos. Estudio recapitulativo. Veterinaria U.N.A.M. México, D.F. 11 : 23-30 (1980).
78. - Reed, H.C.B. : Artificial Insemination. In control of pig reproduction. edited by: Cole, D.J.A. and Foxcroft, G.R. 65-90. Butterworth, London 1982.
79. - Rojima, Y. : Intracellular vacuoles or vesicles and invagination in boar spermatozoa. Anim. Breed. Abs. 50 : 112 (1982).
80. - Sammelwitz, P.H., Dziuk, P.J. and Nalvandov, A.V. : Effect of progesterone on embryonal mortality of rats and swine. J. Anim. Sci. 15 : 1211 (1956).
81. - S A S Institute Inc. : SAS for linear models. A guide to the ANOVA and GLM procedures. Cary, North Carolina. SAS Institute Inc., 1980.
82. - Schlegel, W., Heurich, L. and Heinze, A. : Effect of different doses of progesterone used in early pregnancy and fertility in gilts and sow. Pig News Inf. 7 : 41 (abstrac) (1986).

- 83.- Sellier, P. : The basis of crossbreeding in pigs. A review. Prod. Sci. 3 : 203-226 (1976).
- 84.- Slechta, J. : Semen production of boars from 5 months of age, and their use in insemination. Pig News Inf. 4 : (3) (1983).
- 85.- Smith, C. and King, J.W.B. : Crossbreeding and litter production in british pig. Anim. Prod. 6 : 265 (1964).
- 86.- Smirnov, U.S. and Korol'ko, A.P. : Productivity of sows under different condition. Pig News Inf. 4 : 103 (1983).
- 87.- Sorensen, M.A. : Reproducción Animal. Principios y Prácticas. Mc. Graw Hill México D.F. 1982.
- 88.- Steel, R.G. and Torrie, J.H. : Principles and procedures of statistics. 2nd. ed Mc. Graw Hill, New York. 1980.
- 89.- Stone, B.A. : Determinants of embrionic mortality in the pig. Pig News Inf. 8 : 279-284 (1987).
- 90.- Swierstra, E.e. and Dyck, G.W. : Influence of the boar and ejaculation frequency on pregnancy rate and embryonic survival in swine. J. Anim. Sci. 42 : (2) (1976).
- 91.- Tinton, J.E. and Cole, D.J.A. : Effect of triple versus double mating on sow productivity. Anim. Prod. 34 : 279-282 (1982).
- 92.- Trujillo, O.M.E. y Flores, C.J. : Producción Porcina. Fac. Med. Vet. Zoot. U.N.A.M. México, D.F. 1988.
- 93.- Valencia, M.J.J. : Fisiología de la Reproducción Porcina. Trillas, México D.F. 1986.
- 94.- Vangen, O. : Problems and possibilities for selection for fecundity in multiparous species. Pig News Inf. 2 : 257-263 (1981).
- 95.- Vatti, G. : Ginecología y Obstetricia Veterinaria. Hispanoamericana, México, D.F. 1980.
- 96.- Velarde, G.F., Quiroz, M.I. and Barrera, W.M.A. : Prácticas de manejo en el ganado porcino. S.A.R.H. México, D.F. 1980.
- 97.- Viring, S. : Distribution of live and dead espermatozoa in the genital tract of gilts at different time after insemination. Act. Vet. Scand. 21 : 587-597 (1980).
- 98.- Viring, S. and Einarsson, S. : Effect of boar seminal plasma on uterine and oviductual motility in oestrous gilts. Act. Vet. Scand. 21 : 607-616 (1980).
- 99.- Viring, S. and Einarsson, S. : Influence of boar seminal plasma on the genital tract of gilts. Act. Vet. Scand. 21 : 598-606 (1980).

100. - Webel, S.K. and Day, B.N. : The control of ovulation. In control of pig reproduction. Edited by: Cole, D.J.A. and Foxcroft, G.R., 197-210 Butterworth, London (1982).
101. - Webel, S.K. and Dziuk, P.J. : Effect of stage of gestation and uterine space on prenatal survival in the pig. J. Anim. Sci. **38** : 960-963 (1974).
102. - Wekerle, L. : Laboratory examination of boar semen with particular reference to sperm morphology. Pig News Inf. **4** : 115 (1985).
103. - Wetterman, R.P., Bazer, F.W., Thatcher, W. and Hoogland, T.A. : Environment influence on embryonic mortality. 10th Int. Con. Anim. Reprod. Artif. Insem. IV 1984.
104. - Wildt, D.F., Culvert, A.A., Mocom, C.B. and Dukelow, R.W. : Effect of administration of progesterone and oestrogen on litter size in pigs. J. Reprod. Fert. **48** : 209-211 (1976).
105. - Wu, M.C., Hentzel, M.D. and Dziuk, P.J. : Relationships between uterine length and number of fetuses and prenatal mortality in pigs. J. Anim. Sci. **65** : 762-770 (1987).
106. - Young, L.D., Johnson, R.K. and Omlvedt, I.T. : Reproductive performance of swine bred to produce purebred and two breedcross litter. J. Anim. Sci. **42** : 1133 (1976).
107. - Zavy, M.T., Geisert, R.D., Buchanan, D.S. and Norton, S.A. : Estrogen induced pseudopregnancy in gilts: its use in estrus synchronization and subsequent influence on litter response. Theriogenology, **30** : 721-732 (1988).
108. - Zlecik, A., Doboszynska, T. and Dusza L. : Concentration of LH, prolactin and progesterone in early pregnant and estradiol-treated pigs. Anim. Reprod. Sci. **10** : 215-224 (1986).
109. - Zlecik, A., Shaw, H.J. and Flint, A.P.F. : Luteal LH receptors during the oestrous cycle and early pregnancy in the pig. J. Reprod. Fert. **60** : 129-137 (1980).