

01673



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Crecimiento Uterino por Gestación Temporal en Cerdas Primerizas, y su Efecto Sobre el Desarrollo Embrionario y el Tamaño de Camada

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

TESIS

Que para obtener el grado de:

MAESTRO EN PRODUCCION ANIMAL

Presenta:

J. JESUS CONEJO NAVA

Asesores:

MVZ. MSc. JOAQUIN BECERRIL ANGELES

MVZ. Phd. LUIS ZARCO QUINTERO

Junio 1992.



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.

INDICE DE MATERIAS

RESUMEN.....	VI
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
1. Prolificidad y productividad en la especie porcina.....	3
2. Prolificidad en cerdas jóvenes y adultas.....	5
3. Factores que limitan la prolificidad en cerdas jóvenes.....	7
3.1. Tasa ovulatoria.....	7
3.2. Tasa de fertilización.....	16
3.3. Tasa de mortalidad embrionaria y fetal.....	17
4. Espacio uterino y mortalidad prenatal.....	19
5. Bases fisiológicas para la manipulación del crecimiento uterino.....	23
5.1. Desarrollo del útero del nacimiento a la pubertad.....	23
5.2. Cambios morfológicos y fisiológicos del útero durante el ciclo estral.....	24
5.3. Cambios morfológicos y fisiológicos del útero durante la gestación.....	26
5.4. Cambios morfológicos y fisiológicos del útero durante la lactación.....	28
5.5. Cambios morfológicos y fisiológicos del útero durante el intervalo destete a primer calor.....	29
5.6. Intentos de manipulación del crecimiento uterino.....	30
III. MATERIAL Y METODO.....	33
1. Localización.....	33
2. Animales experimentales.....	33
3. Grupos y diseño experimental.....	33
4. Procedimiento.....	34
5. Análisis estadístico.....	37
IV. RESULTADOS.....	39
V. DISCUSION.....	49
VI. CONCLUSIONES.....	58
VII. LITERATURA CITADA.....	59

INDICE DE CUADROS Y FIGURA

Cuadro	Página
1 Promedios de prolificidad y productividad de la cerda en México.....	4
2 Prolificidad promedio de las cerdas primerizas y adultas en varios países.....	6
3 Promedios del tamaño de camada al nacer en cerdas primerizas y multiparas en razas chinas..	6
4 Tasa ovulatoria en cerdas jóvenes y adultas....	7
5 Tasa ovulatoria de la cerda a la pubertad y en los estros sucesivos.....	10
6 Tamaño de la primera camada en cerdas jóvenes apareadas en la pubertad y en los estros sucesivos.....	10
7 Efecto de las hormonas exógenas administradas en la fase folicular del ciclo estral sobre la tasa ovulatoria y la sobrevivencia embrionaria en cerdas jóvenes.....	13
8 Tasa ovulatoria en cerdas jóvenes después del tratamiento con <i>Allyl Trenbolone</i> (AT) en varios experimentos.....	14
9 Efecto del <i>Allyl Trenbolone</i> en el tamaño de camada al nacer en cerdas jóvenes y adultas....	15
10 Tasa de fertilización en cerdas jóvenes y adultas.....	16
11 Longitud y peso de los cuernos uterinos en cerdas jóvenes.....	25
12 Experimento I: Fertilidad de las cerdas primerizas servidas durante el segundo estro postpuberal sometidas previamente a gestación temporal.....	39
13 Experimento I: Grados de libertad (GL) y cuadrados medios (CM) del análisis de varianza para tasa ovulatoria, prolificidad (a 30 días), longitud y peso del útero y áreas de la superficie uterina.....	40

14	Experimento I: Coeficientes de regresión lineal simple por efectos de la edad de gestación sobre las variables estudiadas.....	41
15	Experimento I: Medias de mínimos cuadrados ajustadas por edad de gestación para las variables estudiadas.....	42
16	Experimento I: Matriz de coeficientes de correlación lineal para las variables en estudio.....	45
17	Experimento I: Grados de libertad (GL) y cuadrados medios (CM) para las variables relacionadas con el desarrollo embrionario.....	45
18	Experimento I: Medias de mínimos cuadrados \pm e.e. para las variables relacionadas con el desarrollo embrionario.....	46
19	Experimento I: Coeficientes de correlación lineal para las variables relacionadas con el desarrollo embrionario.....	46
20	Experimento II: Tasa de partos en cerdas primerizas servidas durante el segundo estro postpuberal sometidas a crecimiento uterino por gestación temporal.....	47
21	Experimento II: Grados de libertad (GL) y cuadrados medios (CM) del análisis de varianza para tamaño y peso de la camada al nacer.....	47
22	Experimento II: Medias de cuadrados mínimos para tamaño y peso de camada al nacer en cerdas sometidas a crecimiento uterino por gestación temporal.....	48
23	Experimento II: Coeficientes de correlación lineal para tamaño y peso de la camada al nacer.....	48

FIGURA

1	Distribución de la mortalidad embrionaria y fetal en cerdas.....	18
---	--	----

RESUMEN

CONEJO NAVA J. JESUS. Crecimiento uterino por gestación temporal en cerdas primerizas y su efecto sobre el desarrollo embrionario y el tamaño de camada. (Bajo la asesoría de: Joaquín Becerril Angeles y Luis Zarco Quintero).

Con el objeto de evaluar el efecto del crecimiento uterino producido por una gestación temporal sobre el desarrollo embrionario y el tamaño de la primera camada se utilizaron 61 cerdas prepúberes en el primer experimento y en el segundo experimento 50, las cuales eran genotipos híbridos de las razas Yorkshire, Landrace, Duroc y Hampshire. En el experimento I se conformaron dos grupos aleatoriamente. El grupo 1, testigo, se formó con 30 cerdas inseminadas al segundo ciclo estral y las que quedaron gestantes fueron sacrificadas a un promedio de 30.2 días postinseminación. El grupo 2, experimental, se formó con 31 cerdas inseminadas al primer calor puberal y a las que quedaron gestantes se les aplicó 5 mg de $PgF_2\alpha$ a los 25 días postinseminación para inducir el aborto y se inseminaron nuevamente al primer estro postaborto. Las cerdas que quedaron gestantes después de este tratamiento se sacrificaron a un promedio de 29 días de preñez. En el experimento II se conformaron aleatoriamente dos grupos de 25 cerdas cada uno. El grupo 3, testigo y el grupo 4, experimental, fueron tratados de manera similar a las cerdas del experimento I, excepto en que para inducir el aborto en las cerdas del grupo 4 se utilizó una dosis de 10 mg de $PgF_2\alpha$ y a las cerdas de ambos grupos se les permitió llegar al parto para determinar el tamaño y peso de la camada al nacer. Los porcentajes de fertilidad se analizaron mediante la prueba de χ^2 y las variables relacionadas con el desarrollo embrionario y el tamaño de camada se analizaron según la metodología de mínimos cuadrados.

En el experimento I se encontró una tasa de concepción de 86.1 y 78.3% para los grupos 1 y 2 respectivamente, sin diferencias significativas ($P>0.05$). Tampoco hubo diferencias estadísticas ($P>0.05$) en: número de cuerpos lúteos, 14.1 ± 0.45 y 14.3 ± 0.53 ; embriones totales, 11.4 ± 0.55 y 12.1 ± 0.65 ; embriones vivos, 10.9 ± 0.61 y 11.1 ± 0.73 ; embriones muertos 0.6 ± 0.22 y 0.9 ± 0.27 ; porcentaje de sobrevivencia embrionaria, 77.6 ± 4.11 y 77.8 ± 4.96 ; longitud uterina, 373.1 ± 13.11 y 365 ± 15.65 cm; diámetro uterino 17.4 ± 0.67 y 18.2 ± 0.78 cm; área total de la superficie endometrial, 3233.7 ± 182.0 y 3351.2 ± 212.4 cm²; área de la superficie uterina/feto, 322.2 ± 24 y 322.2 ± 28 cm²; peso del útero con embriones, 3351.3 ± 249.02

y 3275.4 ± 297.3 g y peso del útero vacío 1099.6 ± 67.79 y 1299.2 ± 80.88 g para los grupos 1 y 2 respectivamente.

Con respecto a las variables relacionadas con el desarrollo embrionario, con excepción de la longitud de placentas, no se detectaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los grupos 1 y 2, en ese orden, las medias de mínimos cuadrados ($X \pm E.E.$) fueron: longitud del embrión 24.5 ± 0.15 y 24.1 ± 0.17 cm; peso del embrión, 1.6 ± 0.07 y 1.7 ± 0.07 g; volumen de líquidos fetales, 142.3 ± 2.19 y 146.1 ± 2.47 ml; longitud de placentas, 44.3 ± 1.0 y 41.1 ± 1.18 cm ($P \leq 0.05$); peso de placentas, 22.7 ± 0.37 y 22.0 ± 0.42 cm; área de placentas, 449.4 ± 4.1 y 450.7 ± 5.19 cm².

En el experimento II no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) en la tasa de partos, 92 y 91.6%; número de lechones nacidos, 8.98 ± 0.57 y 9.83 ± 0.56 ; número de lechones nacidos vivos, 8.55 ± 0.52 y 9.38 ± 0.51 ; número de lechones nacidos muertos, 0.43 ± 0.18 y 0.44 ± 0.18 , peso de la camada al nacer, 12.36 ± 0.58 y 11.82 ± 0.57 Kg, pero sí en el peso individual al nacer, 1.47 ± 0.06 y 1.30 ± 0.06 Kg ($P \leq 0.05$), para los grupos 3 y 4 respectivamente.

Se concluye que las cerdas púberes sometidas a gestación temporal y aborto subsecuente, son capaces de iniciar una nueva preñez sin detrimento de su fertilidad y prolificidad. Asimismo, este procedimiento no logró incrementar de manera significativa el tamaño de la camada de la cerda primeriza.

I. INTRODUCCION

El número de lechones destetados por cerda al año es un indicador de la eficiencia económica de una explotación porcina y está determinado por el tamaño de la camada y el número de partos por cerda al año. Por ésta razón el tamaño de la camada es uno de los aspectos más importantes para el criador de cerdos.

La cerda primeriza tiene un fuerte impacto sobre la productividad de la piara en su conjunto, y consecuentemente en los márgenes de utilidad de la empresa. En algunos casos el 28% (192) ó 30% (25) del hato puede estar constituido por cerdas jóvenes que reemplazan a igual número de hembras de desecho. Desafortunadamente la cerda joven en su primer parto tiene un tamaño de camada más pequeño que la cerda multipara (31,89). Por ello es conveniente encontrar algún procedimiento que permita mejorar su comportamiento reproductivo.

Durante las últimas tres décadas, investigadores de diversos países han tratado de encontrar algún método que permita aprovechar el potencial biológico que tiene la cerda al momento de la ovulación, para producir un mayor tamaño de camada (total de lechones nacidos) que el logrado hasta ahora; no obstante, los resultados obtenidos no corresponden a la magnitud de los esfuerzos realizados.

Uno de los factores que limitan el tamaño de la camada de la cerda primeriza es la capacidad uterina, definida como la habilidad que tiene el útero para albergar un número limitado de embriones (63). Desde 1956, se sugirió que el insuficiente espacio intrauterino es un factor que reduce la tasa de sobrevivencia embrionaria (58). Varios investigadores han sometido a prueba ésta hipótesis, concluyendo que efectivamente una reducción del espacio uterino disminuye el tamaño de camada (59,63,98,188). La mortalidad por falta de espacio uterino ocurre entre el día 40 y 100 de la gestación y no antes. Sin embargo, Knigh et al. (98) precisan que si bien el número de embriones vivos no se ve afectado por el insuficiente espacio uterino en los primeros 30 días de la gestación, es necesario que en este periodo se produzca el mayor desarrollo posible de las membranas fetales a fin de disminuir una posterior mortalidad de los fetos debido a insuficiencia placentaria. Es decir, una disminución de las pérdidas fetales en los últimos dos tercios de la preñez va a depender de un fenómeno que ocurre en la preñez temprana: el crecimiento de las placentas, el que a su vez depende en parte del espacio con que las placentas cuentan para su desarrollo.

Por su parte, Wu et al. (197) encontraron que la longitud del útero está estrechamente correlacionada con la mortalidad prenatal y el tamaño de la camada al nacer, concluyendo que la

longitud uterina puede ser un factor limitante de la prolificidad.

Recientemente, Pope y First (143) lograron estimular con éxito el crecimiento uterino utilizando 17- β estradiol y sugirieron que tal vez se pueda aumentar el tamaño de la camada al nacer a través de la selección de cerdas que posean grandes cuernos uterinos o que tengan un alto potencial para alargarse.

Sin embargo, durante la gestación temprana el embrión produce o induce la producción de varias sustancias además del estradiol (14,72,78,86), por lo que el efecto de estimulación del crecimiento uterino inducido por estradiol puede ser menos marcado que el que se produce durante el inicio de una gestación.

Por ello, la presente investigación tiene como objetivo evaluar si el crecimiento del útero producido por una gestación temporal tiene algún efecto en el desarrollo embrionario (fetos, placentas y líquidos fetales) y el tamaño de la primera camada.

II. REVISION DE LITERATURA.

1. Prolificidad y productividad de la especie porcina.

El cerdo doméstico (Sus scrofa domesticus) es una especie que se caracteriza por su alta prolificidad, la cual se define como el tamaño de la camada al nacer (104). Se considera que esta variable, junto con el número de partos, son los componentes más importantes que determinan la productividad de la cerda, entendida como el total de lechones destetados por hembra al año (38,89). Los análisis económicos indican que existe una drástica reducción en las ganancias de una empresa porcina en la medida que la cerda baja su rendimiento de 22 a 14 lechones destetados al año. Esto representa un uso ineficiente de los recursos y consecuentemente una elevación de precios de la carne al consumidor (89).

Durante los últimos años se ha observado un incremento en la productividad de la cerda en algunos países desarrollados. Por ejemplo, en Holanda, el número de lechones destetados por hembra al año aumentó de 14.9 en 1970, a 17.4 en 1984 (181). Tales resultados se debieron principalmente a avances en el manejo que redundaron en reducción del intervalo entre partos y de la mortalidad predestete (104, 181). Una situación similar ocurrió en otros países de Europa y Norteamérica. Sin embargo, el tamaño de la camada al nacer ha permanecido constante desde 1960 en Estados Unidos de América (31), Inglaterra (89) y durante los últimos veinticinco años en Francia (11).

En México, durante el presente siglo, pero particularmente a partir de 1950, se observó un incremento en la productividad de la cerda debido a dos factores: a) aumento en la prolificidad y b) mejoramiento en el manejo (alojamiento, alimentación, higiene y sanidad, etc.) de la cerda. El aumento del tamaño de la camada al nacer se debió a la introducción de nuevo material genético, procedente, principalmente de los Estados Unidos de Norteamérica y en menor grado de Europa. Las importaciones de cerdos se dieron desde el inicio del presente siglo (66) pero fueron mucho mayores y de manera continua a partir de 1950 (161), lo que ha conducido a un proceso de sustitución de los cerdos nativos (cuino y pelón mexicano) (66). De esta manera la prolificidad se incrementó de 7.3 lechones en cerdo pelón mexicano a 9.5 lechones en las razas introducidas y sus cruzas (cuadro 1).

Por otro lado, la intensificación en los sistemas de producción porcina trajo como consecuencia una disminución de la mortalidad de los lechones durante la lactancia y un ligero incremento en el número de partos por hembra al año (cuadro 1).

Por consiguiente, la productividad anual de las cerdas en los hatos porcinos de México se incrementó en casi 10 lechones; de 7.2 a 17 lechones destetados por cerda al año.

CUADRO 1. PROMEDIOS DE PROLIFICIDAD Y PRODUCTIVIDAD DE LA CERDA EN MEXICO.

VARIABLE	PELON MEXICANO		RAZAS
	EE ¹ .	PRT ² .	IMPORTADAS ³ Y SUS CRUZAS ³
Tamaño de camada al nacer	7.8	-	9.5
Lechones nacidos vivos	6.8	6.7	9.0
Mortalidad predestete (%)	20.2	40.3	12.9
Tamaño de camada al destete	5.45	4.0	7.93
Intervalo entre partos(días)	-	203.0	175.3
No. partos /hembra/año	-	1.8	2.15
Lechones destetados/cerda/año	-	7.2	17.0

- 1.EE: Promedios calculados a partir de información procedente de estaciones experimentales (30,43,155,158,184).
- 2.PRT: Promedios calculados con informes procedentes de evaluaciones del sistema de Producción Rural de Traspatio (78,79,154).
3. Véase la referencia 87 de la literatura citada.

Así, mediante la importación de material genético y la adquisición de nuevas técnicas para la explotación intensiva, México logró abastecer su creciente demanda interna de carne de cerdo. Entre 1960 y 1980 el crecimiento de la industria porcina fue vertiginoso y desde 1974 la carne bovina es desplazada por la de cerdo, constituyéndose en la principal carne roja consumida por la población mexicana (131).

Empero, en las siguientes décadas, la industria porcina nacional se verá sometida a grandes transformaciones, si desea seguir abasteciendo el mercado interno. En efecto, un estudio reciente (1) prevee que para los próximos 20 años de no haber cambios respecto de las tendencias del pasado, el consumo interno de carne de cerdo será el que mayor crecimiento experimente. Se estima que entre 1985 y 2010, el consumo interno podría duplicarse y hasta cuadruplicarse, de 1'293,000 a 5'339,000 toneladas anualmente.

Así, en el futuro inmediato el reto para la industria porcina es enorme, y de no conseguirse avances tecnológicos que permitan éstos incrementos, el país se verá obligado a continuar con importaciones cuantiosas, o en el mejor de los casos, habrá cambios sobre la estructura de consumo por tipo de

carne y esta podría orientarse aún más hacia las carnes blancas.

El estudio citado agrega que para lograr una mayor producción, se debe poner atención en tecnologías que tiendan a incrementar el número de crías nacidas por parto y a reducir las tasas de mortalidad.

Por ello, y ante el enorme potencial biológico que tiene la especie porcina para producir un mayor tamaño de camada al nacer, se debería intentar desarrollar procedimientos para aumentar la prolificidad de las cerdas.

Desde hace por lo menos tres décadas, en algunos países existen grupos de investigación que con diversas estrategias están intentando alcanzar este objetivo. De acuerdo con Noguera y Legault (120) para los noventas, el obtener 30 lechones destetados por cerda al año puede ser un objetivo realista.

2. Prolificidad en cerdas jóvenes y adultas.

En numerosas investigaciones (cuadro 2) se ha indicado que el tamaño de la camada al parto es menor en cerdas primerizas en comparación con las hembras multiparas; siendo las diferencias de 1.4 y 1.0 lechones para el total de lechones nacidos y el número de lechones nacidos vivos, respectivamente, en las razas occidentales. Para el caso de las razas chinas, caracterizadas por una mayor prolificidad, se observa que las cerdas multiparas paren 2.94 lechones más, en promedio, que las primerizas (cuadro 3).

Se debe mencionar aquí la opinión de French et al. (70) en el sentido de que las diferencias observadas anteriormente son un efecto de la edad y no del número de parto. Independientemente de ésta discusión, existe un hecho evidente: la mayor prolificidad de la cerda multipara. En consecuencia se debería investigar algún procedimiento que permita aumentar el tamaño de la primera camada en cerdas jóvenes.

CUADRO 2. PROLIFICIDAD PROMEDIO DE LAS CERDAS PRIMERIZAS Y ADULTAS EN VARIOS PAISES.

AUTORES Y AÑO	n	PRIMERIZA		MULTIPARA	
		TLN	LNV	TLN	LNV
Patron, 1966	-	8.2		8.7	
Rasbech, 1969	5320	8.7		11.8	
Penny, 1971	108	7.4		9.2	
Rodeffer <i>et al.</i> 1975	-	8.9		10.5	
Wrathall, 1977	-	10.4		11.5	
Kroes y Van Male, 1979	1500	9.7		11.5	
Hughes y Varley, 1982	-	9.5		11.0	
Brooks, 1982	-	9.9		11.5	
Segura, 1988	740	8.8		9.8	
Franz <i>et al.</i> 1989	>40000	9.5		10.0	
Skjervold, 1986	70312		9.6		11.2
Rybalco, 1986	6004		8.4		9.8
Hyllier, 1980	10420		9.2		10.2
Joo y Kang, 1986	1011		7.8		9.5
Paterson <i>et al.</i> 1986	-		9.5		9.4
Esbenshade <i>et al.</i> 1986	224		8.6		9.0
González <i>et al.</i> 1988	461		8.5		9.5
Promedio General		9.1	8.8	10.5	9.8

TLN = total de lechones nacidos; LNV: lechones nacidos vivos.

CUADRO 3. PROMEDIOS DEL TAMAÑO DE CAMADA AL NACER EN CERDAS PRIMERIZAS Y MULTIPARAS EN RAZAS CHINAS^{195,199}.

RAZA	PRIMERIZA	MULTIPARA
Taihu	12.14	15.2
Northeast Min Zhu	12.2	15.5
Hetao Daer Zhu	8.45	10.11
Jiangchuhai Zhu	10.37	12.91
Erhulian	12.42	15.30
Jiashing Hei Zhu	10.82	15.02
Jinhua Zhu	10.56	14.22
Dawei zi Zhu	9.78	13.45
Neijiang Zhu	9.35	10.40
Promedio General	10.63	13.57

Un análisis de las causas que afectan la prolificidad en la cerda joven podría dar alguna orientación sobre el camino a seguir.

3. Factores que limitan la prolificidad de las cerdas jóvenes.

En revisiones de literatura recientes (31,176) se identificaron once factores que afectan el tamaño de la camada en cerdos, sus efectos se expresan a través de la tasa ovulatoria, la tasa de fertilización y la mortalidad embrionaria. A continuación se analizan los factores mencionados.

3.1. Tasa ovulatoria.

La tasa ovulatoria se define como el número de óvulos liberados durante un periodo del estro (89) y determina el límite máximo del tamaño de camada que potencialmente se puede alcanzar (7,89,100). Existen varios informes (cuadro 4) que indican que la tasa ovulatoria en cerdas jóvenes es menor a la de las adultas, siendo de 7 a 16 óvulos para las primeras y de 10 a 25 para las segundas.

CUADRO 4. TASA OVULATORIA EN CERDAS JOVENES Y ADULTAS.

AUTORES Y AÑO	JOVENES		MULTIPARAS		PAIS
	Rango	\bar{X}	Rango	\bar{X}	
Pomeroy, 1960	--	13.9	--	16.5	Inglaterra
Newman, 1963	--	14.5	--	21.4	Canada
Penny <u>et al.</u> 1971	--	9.4	--	13.3	Australia
Penny <u>et al.</u> 1971	--	10.6	--	14.0	Australia
Diedrich y Ellendorff, 1972	10-15	12.5	10-25	17.5	RDA
Hughes y Varley, 1982	7-16	13.5	15-25	12.4	Inglaterra
Vangen, 1981	12-14	13.0	15-20	17.5	Noruega
Valencia, 1985	8-10	9.0	15-20	17.5	México

A partir de una revisión de literatura, Hughes y Varley (89) concluyen que la tasa ovulatoria no es un factor que comúnmente limite la prolificidad de las cerdas adultas, pero en el caso de las cerdas jóvenes, sobre todo cuando sus tasas ovulatorias se encuentran en los niveles inferiores del rango mencionado, es probable que sí sea la limitación primaria.

No obstante, en algunos países, como Australia, la tasa ovulatoria es el factor más importante que limita el tamaño de la camada al nacer no sólo en hembras jóvenes, sino también en las cerdas adultas. Por ello, Penny et al. (130) recomiendan que no se preste mucha atención a los factores medio ambientales y de manejo que tiendan a incrementar la prolificidad, cuando el factor que la limita es la baja tasa ovulatoria. En éstas circunstancias, se deberían establecer programas de selección

para tasa ovulatoria o introducir al país, en forma cuidadosa, razas más prolíficas.

Volviendo a centrar la atención en la cerda joven, Hunter (92) indica que ésta libera menor número de óvulos, por lo cual tiende a producir camadas más pequeñas que las cerdas multiparas. Por su parte, Newman (118) observó que las cerdas adultas de la raza Lacombe liberaron 6.9 óvulos más que las hembras jóvenes. Así pues, la diferencia en el tamaño de camada se explica, en parte, por un incremento en el número de óvulos liberados en las cerdas multiparas.

Por lo anterior, resulta interesante poder determinar cuál es la tasa ovulatoria óptima de tal manera que el tamaño de camada de la cerda joven no se vea afectado. Hughes y Varley (89) sugirieron que la tasa ovulatoria óptima es de 12 a 14 óvulos. Sin embargo, de acuerdo con el informe de Blichfeldt y Almid (18) parece ser que la cifra es más alta; ellos encontraron que el máximo número de embriones producidos se alcanzaba a los 18.1 óvulos liberados; de tal manera que tasas ovulatorias por abajo de esta cifra limitarán la prolificidad de la cerda al primer parto. Por ello, vale la pena intentar incrementar la liberación de óvulos hasta los niveles indicados anteriormente; más allá de los cuales existe poco que ganar.

3.1.1. Métodos utilizados para incrementar la tasa ovulatoria en la cerda joven.

El problema de la baja producción de óvulos en la cerda joven se ha intentado resolver mediante el empleo de algunas prácticas de manejo, la utilización de hormonas exógenas y el establecimiento de programas de selección para tasa ovulatoria.

3.1.1.1. Prácticas de manejo.

Según Christenson (36), los procedimientos de manejo utilizados para incrementar el número de óvulos son:

- 1) Elegir una raza prolífica y evitar la consanguinidad en los cruzamientos.
- 2) Dejar que la naturaleza siga su curso y permitir que la cerda joven alcance la madurez sexual y,
- 3) Incrementar el consumo de energía dos semanas antes del apareamiento.

En las razas porcinas occidentales existe poca variación en cuanto a la tasa ovulatoria. En una revisión de literatura (89) se encontró que las razas blancas tienden a producir más óvulos que las razas de capa oscura, siendo la diferencia de 2.5 óvulos en promedio.

En cambio, las razas chinas presentan una mayor variabilidad; así, las razas Northeast Min Zhu y la Jinhua Zhu tienen una alta tasa ovulatoria; de 18.9 óvulos y 21.2 óvulos, respectivamente, en comparación con las razas Jiasheng Hei Zhu, Daweizi Zhu y la Neijiang Zhu, que producen 12.8, 12.0 y 12.2 óvulos, respectivamente (105,199). Se considera que las diferencias en la tasa de ovulación se deben a variaciones en los niveles hormonales y/o a la sensibilidad del ovario a las gonadotropinas circulantes.

Por otra parte, la tasa ovulatoria se ve afectada de manera negativa por la consanguinidad. Se calcula que existe una reducción de 0.7 a 1.7 óvulos por cada 10 % de incremento en la consanguinidad. Sin embargo, el procedimiento opuesto, es decir los cruzamientos entre razas, aunque tienen efectos positivos, no siempre están asociados a un aumento en la tasa ovulatoria (89).

Con respecto a la madurez sexual, se sabe que el desarrollo fisiológico de la cerda joven no se ha completado aún en el momento de la pubertad; como lo muestra la tendencia de aumentar el número de óvulos en los estros sucesivos. En efecto, al promediar los valores citados por varios autores (4,5,7,89) se ha encontrado que en el tercer estro se producen 1.8 óvulos más en comparación con el estro puberal (cuadro 5). Pocos trabajos se han realizado hasta el cuarto o quinto estro postpubertal, por lo que las opiniones sobre este período no son concluyentes.

Warnick et al., citado por Hughes y Varley (89) prácticamente no observaron cambios significativos de la tasa ovulatoria entre el tercer y cuarto estros (11.9 Vs 12.0 óvulos respectivamente); por el contrario, Anderson y Einarsson (4) encontraron un incremento significativo de 11.1 óvulos a 13.1 óvulos del tercero al quinto celo.

CUADRO 5. TASA OVULATORIA DE LA CERDA A LA PUBERTAD Y EN LOS ESTROS SUCESIVOS

AUTORES Y AÑO	N U M E R O D E E S T R O				
	1	2	3	4	5
Robertson <u>et al.</u> 1951	11.0	12.4	---	---	---
Robertson <u>et al.</u> 1951	9.8	11.8	---	---	---
Warnick <u>et al.</u> 1951	10.0	10.8	11.9	12.0	---
Haines <u>et al.</u> 1959	11.3	12.3	---	---	---
Andersson y Einarsson, 1980	9.5	---	11.1	---	13.1
Paterson y Lindsay, 1980	9.6	10.9	11.4	---	---
Archivong <u>et al.</u> 1987	---	14.3	---	---	---

Modificado de Hughes y Varley (1989).

El incremento de la tasa ovulatoria conforme la cerda joven va madurando sexualmente se expresa en un mayor tamaño de camada al nacer (cuadro 6).

CUADRO 6. TAMAÑO DE LA PRIMERA CAMADA EN CERDAS JOVENES APAREADAS EN LA PUBERTAD Y EN LOS ESTROS SUCESIVOS.

AUTORES Y AÑO	ESTRO AL APAREAMIENTO		
	1	2	3
Brooks y Cole, 1973	8.8	-	9.9
Pay y Davis, 1973	7.9	-	9.3
Macpherson <u>et al.</u> 1977	8.4	9.8	10.4
Veermer y Slijkhuis, 1990	9.7	10.2	-

Este aumento de la prolificidad se debe no solo a una mayor tasa ovulatoria en los estros sucesivos a la pubertad, sino también es un efecto de un aumento en la sobrevivencia embrionaria. Archivong et al. (8) encontraron que además, la sobrevivencia embrionaria fue del 78.1% y 66.7% a los 15 días y 30 días postapareamiento en cerdas púberes e inferior a la obtenida por hembras servidas al tercer calor, que fue del 95.1% y del 89.4% de gestación.

Así, la baja tasa ovulatoria en la cerda púber está acompañada por una alta mortalidad embrionaria (22 a 34%) (192). Por su parte, Young y King (186) encontraron una mayor tasa de concepción en cerdas servidas al tercer estro postpuberal con respecto a las servidas a la pubertad (77.4 Vs 69.6%).

La recomendación de retrasar el apareamiento hasta el segundo o tercer calor solamente es aceptada cuando la pubertad se alcanza a una edad temprana (5 a 7 meses). En cerdas que llegan a la pubertad a una edad mayor (8 a 10 meses) el efecto de la madurez sexual desaparece (36).

Finalmente, desde 1951 se conoce que el nivel de energía de la dieta afecta significativamente la tasa ovulatoria en cerdas jóvenes (89). Posteriormente, en 1955 Self et al. (Citados por Hughes y Varley 89) demostraron que una dieta alta en energía suministrada durante tres semanas, entre el primero y segundo calor puberal, produjo 2.8 óvulos más que en las cerdas testigo. Anderson y Melampy, en 1972 revisaron 33 tratamientos en los cuales el consumo de alimento o energía en exceso (6000 a 10000 Kcal/día) a cerdas jóvenes y adultas produjo en promedio 1.3 óvulos más que sus controles. Además, la mejor respuesta se obtuvo cuando esta dieta se proporcionó por un periodo de 11 a 14 días antes de la monta (4).

Con respecto al efecto de la proteína sobre la tasa ovulatoria la información es limitada. Hay escasas evidencias de que los consumos de proteína extremadamente altos (32%) de dietas con alto contenido de lisina (15% de PC + 0.25% de lisina) resulten en aumentos en la tasa ovulatoria (47). En otro informe (48), el incremento del nivel de proteína, de 210-315 g para la etapa de 40-75 Kg de peso vivo y de 260-380 g para la etapa de 70-75 Kg de peso vivo no causó efecto sobre la tasa ovulatoria.

Un balance general de las prácticas de manejo como estimuladoras de la tasa ovulatoria indica que sus efectos son limitados, puesto que con tales procedimientos solamente se ha podido obtener un aumento de 1 a 3 óvulos y es probable que la ganancia no sea suficiente para mejorar de manera importante la prolificidad de la cerda joven al primer parto. Por ello se han explorado otras alternativas, como el uso de hormonas exógenas y el establecimiento de programas de selección para tasa ovulatoria.

3.1.1.2. Utilización de hormonas exógenas.

La administración de hormonas exógenas para inducir altas tasas de ovulación (superovulación) en cerdos es una técnica que ha sido estudiada durante varios años.

La gonadotropina de suero de yegua preñada (PMSG) fue el primer producto hormonal usado en cerdas púberes ciclando, sola o en combinación con la gonadotropina coriónica humana (HCG), precedida o no por un tratamiento con un progestágeno sintético (*Methallibure*) sincronizador del estro.

Hunter (90) encontró que cuando la dosis de PMSG se fue elevando paulatinamente de 500 a 1500 UI, la tasa ovulatoria aumentó en 1.9 óvulos adicionales por cada 100 UI de la gonadotropina administrada.

En otros trabajos se ha confirmado la efectividad de la PMSG para producir superovulación, pero ello no ha representado un incremento significativo en el tamaño de camada debido a las altas tasas de mortalidad embrionaria asociadas con el tratamiento hormonal (cuadro 7).

Además, con excepción del trabajo de Deneke y Day (46), en los experimentos realizados la mayoría de las cerdas jóvenes sometidas al tratamiento han sido sacrificadas a los 30 días de gestación, lo que hace suponer que el ligero aumento observado en el tamaño de camada hasta este momento, puede perderse en el curso de la gestación (cuadro 7). Sólo se han observado incrementos moderados en cerdas multiparas con historia previa de baja producción (163).

El uso de la HCG o de la hormona foliculo estimulante (FSH) no ha sido igual de efectivo que la PMSG para producir superovulación. Dziuk y Baker (56) inyectaron HCG en niveles de 250-2000 UI después de que las cerdas jóvenes se trataron con un progestágeno sintético, y concluyeron que la hormona es capaz de inducir la ovulación pero no causa ningún incremento en la tasa ovulatoria.

Por otro lado, Day et al., citados por Anderson y Melampy (5) encontraron un ligero incremento en el número de ovulaciones después de que las cerdas jóvenes fueron inyectadas con FSH durante la fase folicular del ciclo estral; 10.2 óvulos para las cerdas control y 11.6 óvulos para las cerdas tratadas. Por su parte, el factor liberador de gonadotropinas (GnRH) fue capaz de incrementar la tasa ovulatoria en cerdas púberes, pero esto no estuvo asociado a una mayor sobrevivencia embrionaria o un aumento del tamaño de camada a los 30 días de gestación (7).

Recientemente, Cox et al. (32) informaron que la tasa de ovulación se incrementó de 14.6 para el grupo control a 17.0 para el grupo tratado con la aplicación intravenosa de 0.1 UI de insulina, pero el número de embriones no fue afectado por el tratamiento.

Desde 1976 varios investigadores (39,189) han evaluado la sincronización estral con un nuevo progestágeno sintético oralmente activo, denominado *allyl trenbolone*. Los datos de la literatura (cuadro 8) muestran que el *allyl trenbolone* tiende a incrementar la tasa de ovulación en 1.5 cuerpos lúteos con respecto a las cerdas control.

La dosis diaria minima para evitar la presentación de quistes foliculares y consecuentemente una disminución de las tasas de concepción, es de 12.5 mg (20) y parece ser que un aumento desde 12.5 hasta 20 mg produce a su vez un ligero ascenso en la tasa ovulatoria (19).

CUADRO 7. EFECTO DE LAS HORMONAS EXOGENAS ADMINISTRADAS EN LA FASE FOLICULAR DEL CICLO ESTRAL SOBRE LA TASA OVULATORIA Y LA SOBREVIVENCIA EMBRIONARIA EN CERDAS PRIMERIZAS.

TRATAMIENTO	N	TASA OVULA- TORIA	EMBRIONES VIVOS	PORCENTAJE SOBREVIV. EMBRIONARIA REF.	
TESTIGO	13	10.7	8.8	82	(77)
TRATAMIENTO A	5	23.8	11.8	50	
TRATAMIENTO B	8	35.4	17.0	48	(91)
TESTIGO	19	10.4	8.4	80.8	(42)
TRATAMIENTO C	22	12.6	9.5	75.4	
TESTIGO	15	11.6	8.8	75.9	
TRATAMIENTO A	18	21.4	10.4	53.0	
TESTIGO	22	13.2	10.6	80.3	(35)
TRATAMIENTO D	23	25.5	17.0	66.7	
TRATAMIENTO E	57	28.3	15.0	53.0	
TESTIGO	24	11.4	8.6	75.4	(46)
TRATAMIENTO D	24	24.4	11.1	45.5	
TRATAMIENTO D	28	19.1	-	-	(9)
TESTIGO	10	12.1	10.5	83.9	(8)
TRATAMIENTO F	10	14.5	10.9	74.7	
TESTIGO	18	14.6	12.0	85.0	(32)
TRATAMIENTO G	18	17.0	11.6	69.0	

Tratamientos:

- A) 1200 UI, PMSG y 500 UI HCG
- B) 1500 UI PMSG
- C) 1000 UI PMSG y 500 UI HCG
- D) *Methallibure* y 1500 UI PMSG
- E) *Methallibure*, 1500 UI PMSG y 500 UI HCG;
- F) 200 µg GnRH y
- G) 0.1 UI de Insulina/Kg pv, cada 6 horas.

CUADRO 8. TASA OVULATORIA EN CERDAS JOVENES DESPUES DEL TRATAMIENTO CON ALLYL TRENBOLONE EN VARIOS EXPERIMENTOS

AUTORES	AÑO	n	DOSIS (mg)	TASA testigo	OVULATORIA tratada
Knight <i>et al.</i>	1976	-	12.5	15.0	16.9
Davis <i>et al.</i>	1979	34	12.5	11.4	15.6
O'Reilly <i>et al.</i>	1979	16	12.5	10.0	12.5
O'Reilly <i>et al.</i>	1979	16	15.0	11.0	12.9
Boland y Gordon	1981	17	15.0	14.1	14.3
Redmer y Day	1981	9	15.0	12.1	11.4
Boland y Gordon	1981	18	20.0	14.1	15.4
Boland y Gordon	1982		---	12.8	14.5

En el cuadro 9 se aprecia que el tamaño de la camada al nacer tiende a aumentar por efecto del *allyl trenbolone* tanto en cerdas primerizas como multiparas. Sin embargo los resultados son poco consistentes, ya que con excepción de los informes de Webel (189) y Pursel *et al.* (149), las diferencias no son estadísticamente significativas.

Además, la combinación del prostágeno con gonadotropinas (PMSG y/o HCG) o GnRH no mejoró significativamente la tasa ovulatoria (20) ni el tamaño de camada (189) en comparación con las cerdas tratadas con el progestágeno únicamente, aunque, se aprecia una tendencia de incremento de ambas variables.

Davis *et al.* (40) realizaron dos experimentos en granjas diferentes, encontrando en una de ellas un aumento significativo en la prolificidad de las cerdas sometidas a una combinación de *allyl trenbolone* y "flushing", en comparación con cerdas testigo y con cerdas tratadas con *allyl trenbolone* solamente. En la otra granja, el tamaño de camada al nacer no difirió entre cerdas tratadas con el progestágeno o con el tratamiento combinado mencionado anteriormente, pero sí entre estos y los testigos (cuadro 9); se concluye que el *allyl trenbolone* puede incrementar el tamaño de camada de cerdas apareadas a la pubertad.

Otro esteroide oralmente activo inhibidor de la síntesis de progesterona denominado *epostane*, ha sido probado recientemente con el objeto de conocer su efecto en la tasa ovulatoria, sobrevivencia embrionaria y parámetros hormonales en el plasma de la cerda joven ciclando. La tasa ovulatoria fue de 15.8 en las cerdas control y de 20.9 para las cerdas tratadas con *epostane*. No obstante, el número de fetos vivos en las cerdas tratadas no se incrementó de manera significativa a los 30 días de gestación, pero el tamaño de camada tendió a ser más numeroso que el de las cerdas control. Asimismo, el

epostane inhibió la síntesis de progesterona y con ello produjo una reducción del mecanismo de retroalimentación negativa. Consecuentemente se observó un aumento de la frecuencia de los impulsos de LH y un incremento de las concentraciones basales (26).

CUADRO 9. EFECTO DEL ALLYL TRENBOLONE EN EL TAMAÑO DE CAMADA AL NACER EN CERDAS JOVENES Y ADULTAS.

AUTORES Y AÑO (DOSIS)	n	TAMAÑO DE CAMADA		
		T	AT	TC
Webel, 1978 (15 mg)	138	10.0	11.3	--
Webel, 1978 (12.5 mg)	160	8.2	9.0	9.3*
Pursel <u>et al.</u> 1981 (12.5mg)	126	9.1	10.5	--
Boland y Gordon, 1982 (ni)	69	8.0	9.3	10.4**
Davis <u>et al.</u> 1987 (15 mg)	91	8.9	8.7	10.5***
Davis <u>et al.</u> 1987 (15 mg)	138	8.7	9.9	9.5***
Johard <u>et al.</u> (20 mg)	320	10.0	10.7	--
Persyn, 1988 (20 mg)	150	8.8	9.1	--

T: Testigo; AT: allyl trenbolone; TC: Tratamiento combinado:
 * allyl trenbolone +(PMSG+HCG); ** allyl trenbolone + PMSG;
 *** allyl trenbolone +"flushing".

3.1.1.3. Programas de selección para tasa ovulatoria.

Los primeros estudios de selección para tasa ovulatoria fueron realizados en ratones, encontrándose una heredabilidad de 0.10 a 0.33, pero no hubo incremento alguno en el tamaño de la camada al nacer (182).

En cerdos la heredabilidad para tasa ovulatoria es de 0.52 (200) y 0.42 (33) para las primeras cinco y nueve generaciones, respectivamente. Sin embargo, aunque se encontró una diferencia de 3.71 cuerpos lúteos a favor de las cerdas seleccionadas por tasa ovulatoria, hasta la novena generación, ello no se manifestó en un aumento del tamaño de camada al nacer, probablemente debido a una disminución de la tasa de fertilización y/o de la sobrevivencia embrionaria (200). Lo anterior sugiere una correlación negativa entre la tasa ovulatoria y la sobrevivencia embrionaria, ya que si la primera aumenta la segunda disminuye. Wrathall (192) ha calculado una disminución de la sobrevivencia embrionaria de 1.24% por cada unidad de incremento en la tasa de ovulación.

En Francia, en lugar de usar un criterio de selección indirecto (121) tal como la tasa ovulatoria, han identificado en grandes poblaciones (39% de las cerdas del país), cerdas excepcionalmente prolíficas, y aplicando una fuerte presión de

selección (0.3 al 3%). De esta manera los genetistas lograron obtener una nueva línea denominada "cerdas hiperprolíficas" de la raza Large White. Estas cerdas tienen 1.2 lechones más por camada que sus contemporáneas, y la alta prolificidad es el resultado de una mayor tasa ovulatoria (22.9 óvulos), aunque está acompañada de una elevada mortalidad embrionaria (40.9%) (104).

3.2. Tasa de Fertilización.

Después de la tasa ovulatoria, otro factor que determina el tamaño de la camada al nacer es la proporción de óvulos liberados que son fertilizados (tasa de fertilización).

Cuando el apareamiento de las cerdas se realiza en el momento óptimo la tasa de fertilización generalmente es alta (cuadro 10) y aunque Polge (137) sugiere que en las cerdas adultas la fertilización es un proceso más eficiente que en las cerdas jóvenes, en otros trabajos no se han apreciado diferencias (89,134).

Por lo anterior, se considera que este proceso fisiológico no es un factor que limite de manera importante, la prolificidad de la cerda tanto joven como adulta (7,89).

Empero, no se debe menospreciar la existencia de una pérdida de la capacidad prolífica de la hembra durante la fertilización, ya que aunque pequeña (5 a 10 %) la falla en la fertilización está presente de manera constante.

CUADRO 10. TASAS DE FERTILIZACION DE OVULOS DESPRENDIDOS EN CERDAS JOVENES Y ADULTAS.

AUTORES Y AÑO	n	TASAS DE FERTILIZACION	TIPO DE CERDA
Perry y Rowlands, 1962	40	95.5	adulta
Rich <u>et al.</u> , 1968	12	90-92	joven
Polge, 1978	388	95.0	joven
Hughes y Varley, 1982	-	90-100	ambos
Hunter, 1980	54	91-95	joven
Anderson, 1984	-	90	ambos
Archivong <u>et al.</u> , 1987	36	98-100	joven

3.3. Tasa de mortalidad embrionaria y fetal.

El tercer factor que determina la prolificidad de la cerda es la muerte de embriones y fetos durante la gestación (mortalidad prenatal). La disminución en el tamaño de la camada al parto ocasionada por esa razón es muy drástica en comparación con la producida por las bajas tasas ovulatoria o de fertilización. En una revisión reciente se encontró una mortalidad prenatal total del 40 al 50% (143).

El problema de la mortalidad embrionaria fue detectado desde 1914 por Hammond, y desde entonces se ha constituido, quizás, en el problema más importante sin solucionar que influye sobre el tamaño de camada en la especie porcina (27).

Se pueden dividir las pérdidas durante la gestación de acuerdo al periodo de preñez en que se producen: 1) del apareamiento a los 40 días de gestación (mortalidad embrionaria) y 2) de los 40 días de gestación a término (mortalidad fetal). La mortalidad prenatal ha sido suficientemente estudiada mediante la comparación del número de cuerpos lúteos y embriones. Pope y First (143) en su revisión indican que la mayor parte de los embriones mueren dentro de los primeros 40 días de gestación, seguidos por una reducción adicional del 10-20% al término de la misma.

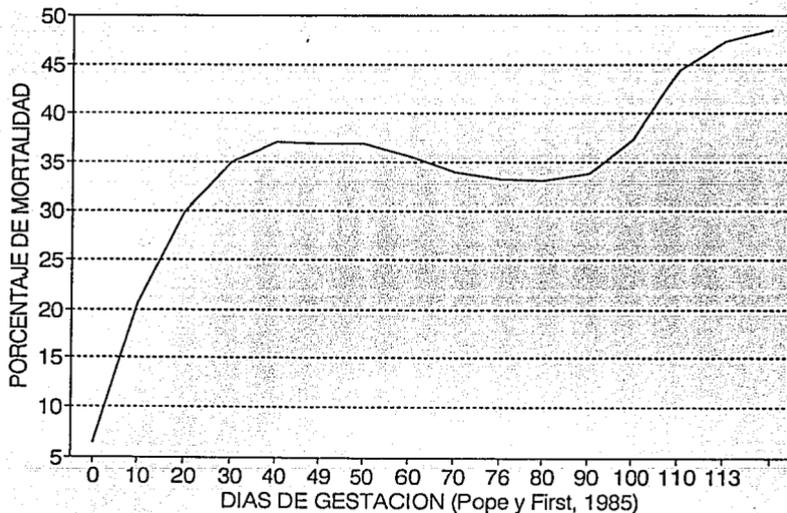
En la figura 1, construida con los datos de la revisión de Pope y First (143), se presenta la curva de mortalidad prenatal en cada tercio de la gestación; se observa que en el primer tercio de la gestación ocurre la mayor mortalidad embrionaria; durante el segundo tercio la mortalidad prácticamente no existe y es en el último tercio de la gestación donde se vuelve a presentar un segundo pico.

En México este problema ha sido poco estudiado. En un informe (132) se encontraron tasas de mortalidad embrionaria del 27.4, 31.8% y 36.7% para el primero, segundo y tercer tercio de gestación. Este resultado, junto con una baja tasa ovulatoria (11.2 cuerpos lúteos) permite concluir a los autores que la prolificidad de la cerda en México es baja, y por ello plantean la necesidad de realizar investigación sobre los factores que influyen en la tasa ovulatoria y la pérdida embrionaria en las cerdas reproductoras en México.

La pérdida embrionaria y fetal afecta a la cerda joven y adulta aparentemente en la misma proporción (65, 176). Por su parte, Archivong et al. (7) encontraron que las cerdas apareadas en el estro puberal tienen una mayor mortalidad embrionaria que las hembras servidas al tercer estro postpuberal razón por la cual el tamaño de la camada al nacer es inferior en las primeras.

Varios factores están relacionados con la pérdida de embriones y fetos durante la gestación y esto ha sido motivo de extensas revisiones (65,89,96,143,162,176,192). En todas ellas, un factor que siempre se ha mencionado es la reducida capacidad uterina, definida como la habilidad que tiene el útero para albergar un número limitado de embriones (63). Por ser este el tema que nos ocupa, se procederá a un análisis más amplio.

FIG.1.DISTRIBUCION DE LA MORTALIDAD EMBRIONARIA Y FETAL EN CERDAS



Ecuación de la Curva:

$$\hat{Y} = 6.37 + 1.71(X) - 0.03(X)^2 + 0.00016(X)^3$$

4. Espacio uterino y mortalidad prenatal.

Al inicio de la gestación y de manera natural la cerda intenta reducir el apiñamiento de los embriones por medio de su distribución uniforme a lo largo de ambos cuernos (3). Este espaciamiento se efectúa mediante dos mecanismos aún no corocidos totalmente: la migración embrionaria y el alargamiento del útero (143).

El primer proceso ocurre entre los días 7 a 11 de la gestación (52,57) y está asociado con el incremento de la actividad en miometrio (142) y la síntesis de estrógenos e histamina (141); mientras que un alargamiento importante del útero se ha observado entre los días 6 y 18 de la preñez (134).

No obstante esto, se presenta una alta mortalidad embrionaria, principalmente durante la gestación temprana, presumiblemente debida a un insuficiente espacio uterino, entre otras razones.

Desde 1956, Rathnasabapathy et al., citados por Dziuk (58) plantearon la hipótesis de que la aglomeración de los embriones puede ser una posible causa de la baja tasa de sobrevivencia embrionaria.

Con el objeto de estudiar los efectos del espacio uterino sobre la mortalidad prenatal se realizaron varios experimentos que consistieron en producir un amontonamiento de embriones en el útero por dos métodos:

- 1) Aumento del número de embriones por superovulación (cuadro 7) o superinducción (transferencia de embriones a cerdas gestantes) (13,58,140).
- 2) Una reducción del espacio uterino ya sea por extirpación de un ovario y un cuerno uterino (ovariorhisterectomía unilateral) (97) o por ligamiento de cuernos uterinos a diferentes regiones del mismo (58).

Como ya se mencionó anteriormente, los trabajos sobre superovulación (cuadro 7) indicaron que las altas tasas de ovulación van acompañadas de una elevada mortalidad embrionaria. Una situación similar fue observada en trabajos donde se realizó superinducción.

Así, Bazer et al. (13) encontraron a los 90 días de gestación, un tamaño de camada de 8.8, 8.5 y 9.9 en los grupos de cerdas jóvenes que recibieron 16, 22 y 28 embriones respectivamente. Estos valores no difirieron significativamente entre ellos, ni con los obtenidos en los dos grupos control (9.9 y 8.2). Lo anterior apoya la hipótesis de que bajo

condiciones de apiñamiento ocurren altas tasas de mortalidad prenatal.

Por otro lado, cuando se realiza la remoción de un cuerno uterino junto con el ovario adyacente; el ovario que permanece realiza una función compensatoria en términos de su tasa ovulatoria (23,37,63,97,114); de tal manera que la producción de óvulos en una hembra ovariectomizada unilateralmente es igual a la de las cerdas intactas, pero el espacio uterino se limita a un solo cuerno. En tales condiciones la reducción del espacio uterino disminuye el tamaño de la camada.

Sin embargo, ésta reducción no se observó antes del día 30 de gestación (58,63,114,188) pero sí entre el día 40 y 100 postapareamiento (99,192). Knight *et al.* (99), demostraron que una disminución de la superficie del endometrio inhibió el desarrollo de la placenta y en su momento produjo un aumento de la mortalidad fetal, así como fetos más pequeños y de menor peso.

La pérdida prenatal después del día 40 del servicio se explica de la manera siguiente: Bajo condiciones normales, el peso y la longitud de las membranas fetales se incrementan rápidamente entre los días 20 y 30 de la preñez y terminan su desarrollo al día 60, precisamente en el momento en que el feto inicia su periodo de crecimiento vertiginoso (99,111,116). De esta manera, el crecimiento y sobrevivencia del feto dependerá del grado de desarrollo alcanzado por la placenta entre el día 20 y 30 de la gestación y éste a su vez se verá afectado por el área disponible en la superficie endometrial (99).

El papel de la placenta sobre el desarrollo y la sobrevivencia fetal fue estudiado con anterioridad por Pomeroy (138) y Waldorf *et al.* (187). Por su parte, Famhy (62) y Hafez (84) encontraron que el espacio y peso de la placenta están altamente correlacionados con el peso del feto. Además, el crecimiento y la sobrevivencia fetal bajo condiciones de un reducido desarrollo de placentas no está limitado a las especies que gestan camadas. Así por ejemplo, se han observado pérdidas fetales en especies monovulares, tales como humanos (60), bovinos (12) y equinos (2,44), cuando se presentan gestaciones gemelares.

Parece ser que en el cerdo silvestre de Europa, la capacidad uterina durante el último tercio de la preñez no es un factor que limita la prolificidad y peso de los lechones al nacer, como ocurre en las razas occidentales. Ello se debe a que el útero del cerdo silvestre tiene mayor capacidad de crecer durante la preñez tardía que el útero de las cerdas Yorkshire. En efecto, al comparar la longitud de los cuernos uterinos entre el día 80 y 110 de gestación se observó, en el cerdo silvestre, un crecimiento en una proporción del 48%,

mientras que en la raza Yorkshire el alargamiento fue solamente del 3%. Lo anterior se tradujo en un mayor espacio uterino por feto para el cerdo silvestre al día 110 de la preñez, pero ello no se manifestó en un mayor peso de los fetos (85).

Por su parte, Perry y Rowell (135) encontraron que en úteros con más de 5 fetos por cuerno existía una mortalidad fetal más elevada, lo que está de acuerdo con otro informe, en donde se indica que la incidencia de lechones nacidos muertos aumenta con el incremento en el tamaño de la camada (139).

Además los fetos de los extremos tienen mayor peso que los intermedios. Probablemente ello se deba a que los fetos localizados a la mitad del cuerno uterino tienen un espacio más pequeño, en comparación con sus compañeros localizados en los extremos de los cuernos (139).

Así pues, el amontonamiento y la competencia por la superficie endometrial disponible son de considerable importancia en la pérdida fetal. Sin embargo, cuando una muerte ocurre, el feto muerto generalmente permanece intacto dentro del útero hasta el parto, desconociéndose sus efectos sobre los sobrevivientes. Hasta ahora no se han encontrado evidencias que sugieran que los productos de descomposición de los fetos muertos retarden el crecimiento y desarrollo de los fetos que permanecen vivos (89).

El embrión o feto muerto deja un espacio a los fetos adyacentes y como resultado, cambia la posición relativa de los embriones que permanecen vivos dentro del útero, cambia. Las consecuencias de esta situación son contradictorias; por un lado se han observado variaciones en el tamaño y peso de los fetos (85,135) pero también se informa que no hay evidencias que indiquen que el crecimiento de los fetos vecinos haya mejorado (89).

Los estudios citados anteriormente concuerdan en que la mayor pérdida prenatal en los cerdos es embrionaria, ya que ocurre antes del día 25 ó 30 de la preñez. Al mismo tiempo confirman una pérdida fetal (del día 40 al término de la gestación), de menor magnitud a la ocurrida en preñez temprana.

Sin embargo, Wu et al., (197) estudiaron la influencia de la longitud del útero disponible para cada embrión al inicio de la preñez, sobre su subsecuente desarrollo y sobrevivencia, encontrando que cuando cada embrión dispuso solamente de 5 cm del cuerno uterino, la tasa de sobrevivencia a los 20, 25 y 50 días de gestación fue del 65%, 12% y 8%, respectivamente; fue del 82%, 72%, y 89% respectivamente, para los embriones a los que no se les restringió el espacio uterino y dispusieron de 44 cm por individuo.

En un segundo experimento, realizado por los mismos investigadores, se encontró que la tasa de sobrevivencia fetal aumentó de manera significativa conforme la longitud inicial del útero por cada embrión potencial se incrementó desde 5 hasta 30 cm. Estos resultados apoyan el concepto de que un mayor espacio uterino disponible para cada feto al inicio de la preñez puede aumentar el tamaño de camada, y concluyen que cada feto requiere por lo menos de 36 cm de longitud uterina inicial para su sobrevivencia y desarrollo.

En otro informe se encontró una correlación positiva, significativa, entre el número de fetos y la longitud del útero, concluyéndose que esta variable es un factor importante que limita el tamaño de la camada conforme se incrementa el número de ovulaciones (194). Además, se ha observado un incremento en la incidencia de momias en camadas grandes, y ésto a su vez estuvo asociado a un espacio uterino limitado (139,196).

Como se ha indicado con anterioridad, las cerdas chinas son más prolíficas que las occidentales. Wu et al. (194) sugirieron que una posible explicación debería encontrarse en el tamaño del útero. En efecto, se ha calculado que al momento de la pubertad los cuernos uterinos de las cerdas Erhaultian son más largos en un 40% que en las Yorkshire (55).

Sin embargo, se ha reportado una baja tasa ovulatoria (14.9 Vs 16.2) y un útero más corto (199 Vs 281 cm) para las cerdas Meishan en comparación con las Large White. No obstante, la sobrevivencia embrionaria fue mayor en las cerdas Meishan, y ello estuvo asociado a un desarrollo embrionario más rápido y uniforme entre el día 8 y 14 de la preñez, y se ha sugerido que los factores que regulan el desarrollo embrionario pueden determinar la prolificidad en cerdos (15,16).

Estos trabajos ponen de manifiesto que la importancia del espacio uterino puede variar de una raza porcina a otra y es el resultado de la estrategia adoptada por la línea porcina para aumentar el tamaño de camada. Botte et al. (21) concluyen que el procedimiento seleccionado por la cerda Meishan para aumentar la sobrevivencia embrionaria estuvo asociado a un desarrollo embrionario más rápido y uniforme mientras que en las cerdas Large White hiperprolíficas se asoció a una alta tasa ovulatoria y una mayor capacidad uterina en las diversas etapas de la preñez.

Por lo tanto, una de las posibles alternativas para aumentar el tamaño de la camada en cerdas primerizas, sería el de encontrar un mecanismo que estimule el crecimiento uterino, con la esperanza de obtener un subsecuente aumento en la sobrevivencia fetal y en el tamaño de la camada al nacer.

5. Bases morfológicas y fisiológicas para la manipulación del crecimiento uterino.

5.1. Desarrollo del útero del nacimiento a la pubertad.

Se han identificado cuatro etapas en el desarrollo de los órganos reproductores de las cerdas; del nacimiento a los 70 días; de los 70 a los 140 días; un intervalo de tiempo variable justo antes de la pubertad (periodo prepuberal); y los cambios asociados con la pubertad (55).

Durante los primeros 70 días de vida es poco el crecimiento del útero en la cerdita. El peso del útero se incrementa de 0.3 a 3 g y la longitud de 10 a 14 cm por cuerno uterino (54). Al nacimiento las capas del útero no están diferenciadas, pero durante el primer mes se diferencian las glándulas, epitelio y miometrio (55). Aparentemente el crecimiento que experimenta el útero en este periodo es independiente de la presencia de los ovarios (195).

En la segunda fase, particularmente entre los días 70 y 80 de edad, hay un rápido incremento en el peso (20 g) y en la longitud (29 cm) de los cuernos uterinos (54,55), y el grosor de las capas de la pared uterina aumenta de una manera lineal entre los días 70 y 90 de edad.

El desarrollo de las glándulas uterinas, endometrio y miometrio prácticamente han culminado a los 120 días de edad (83). Estos cambios probablemente están asociados a un incremento de la producción de estrógenos ováricos (54), ya que al día 70 de edad aparecen los primeros folículos de 1 a 3 mm, y a los 84 días estos folículos invaden todo el ovario junto con un número pequeño de folículos mayores a los 3 mm (55).

Durante la tercera fase (prepuberal) no hay cambios significativos en la longitud, pero sí en el peso del útero (55). Esto último puede ser el resultado de un aumento de los pliegues de la mucosa, los que continúan desarrollándose después de que las demás estructuras de la pared uterina han terminado su crecimiento (83).

A la pubertad (172 días de edad), el peso y la longitud del útero crecen dramáticamente (54), probablemente como resultado del estímulo producido por el incremento de los niveles de estrógeno en plasma, que ocurre justamente antes del estro (166).

En síntesis, el útero de las cerdas Yorkshire tienen una longitud de 10 y 112 cm y un peso de 0.3 g y 180 g, al nacimiento y a la pubertad respectivamente.

La longitud y/o peso de los cuernos uterinos de las cerdas jóvenes están influenciados por las diferencias genéticas existentes dentro de las razas occidentales (53), dentro de las razas chinas (199) y entre cerdas occidentales y chinas (16). Aparentemente no existe un efecto significativo de la edad a la pubertad sobre la longitud de los cuernos uterinos.

Chertkov (34) encontró a los 188, 197 y 200 días de edad cuernos uterinos con 80.5, 59.5 y 99.4 cm de longitud. Sin embargo, en este mismo trabajo, la correlación entre el tamaño de la primera camada de las hermanas de las cerdas sacrificadas y la longitud de los cuernos uterinos fue altamente significativa ($r=0.64$; $P \geq 0.01$). En otro estudio realizado en granjas de engorda de Polonia, al análisis dentro de granja, no se encontraron efectos del peso corporal en la longitud del útero, pero sí hubo diferencias significativas entre granjas; las cerdas de granjas pequeñas presentaron úteros más largos que las cerdas de las granjas grandes (22).

A partir de la información del cuadro 11 se calculó para las razas occidentales una longitud promedio de 107 cm y un peso de 214 g por cuerno uterino en cerdas jóvenes.

Se considera que a la pubertad el útero de las cerdas aún no alcanza su total desarrollo (4,7). Esta es una razón más por la cual no se recomienda servir en ese momento a las cerdas jóvenes sino hasta el segundo o tercer calor (4). En efecto, el útero después de la pubertad continúa creciendo. Dyck (53) encontró un incremento significativo en el peso del órgano, de 401 g a 473 g para el primer y segundo estro, respectivamente, y luego ya no se observaron cambios.

5.2. Cambios morfológicos y fisiológicos del útero durante el ciclo estral.

El útero de las cerdas jóvenes y adultas experimenta cambios en las diversas fases del ciclo estral. En un estudio realizado en cerdas de 9 meses de edad se encontró una longitud de 51.0, 79.3, 111.5 y 50 cm y un peso de 30.4, 165.7, 192.6 y 36.4 g para el proestro, estro, metaestro y diestro respectivamente (102). El aumento en la longitud y peso del útero observado en el estro y metaestro, es un efecto de los estrógenos ováricos (108,171).

A nivel microscópico, los cuernos uterinos también presentan variaciones cíclicas; el endometrio es más grueso durante la fase lútea, particularmente en el diestro (160). La altura de las células de la mucosa epitelial es significativamente mayor en el estro y metaestro; mientras que la altura de las células epiteliales de las glándulas uterinas, es significativamente más grande en metaestro y diestro (175).

No se observaron cambios en la proporción de células secretoras y ciliares entre los días 3 y 9 del ciclo estral, como ocurre en el oviducto, lo que puede interpretarse como la existencia de una sensibilidad variable del epitelio del aparato reproductor a las hormonas ováricas, tal como ha sido observada en humanos, conejos y monos *Rhesus* (198).

Tales variaciones morfológicas a nivel macro y microscópicos van acompañadas de cambios en la función, ya que las secreciones del útero varían, tanto en cantidad

CUADRO 11. LONGITUD Y PESO DE LOS CUERNOS UTERINOS EN CERDAS JOVENES.

Autores y año	Genotipo	Edad a pubertad o sacrificio (días)	Longitud y peso uterino	
			cm	g*
Dyck, 1971	Yorkshire	285 (5o celo)	---	464
	Lacombe	285 (5o celo)	---	508
	Y X La**	285 (5o celo)	---	503
Dyck y Swierstra, 1983.	Yorshire	172	112	----
Walton, <u>et al.</u> , 1983.	Yorkshire	180	---	535
Huang <u>et al.</u> , 1987.	LW X L**	171	114	261
Bazer <u>et al.</u> 1988.	Meishan	91	199*	414
	Large White	192	281*	640
Fragoso <u>et al.</u> , 1989.	YXDXLXH**	2do. celo	195	335
Casiano <u>et al.</u> , 1989	YXDXLXH**	2do. celo	118.5	345

* Valores de ambos cuernos uterinos ** : Y = Yorkshire; La = Lacombe; D = Duroc; L = Landrace; H = Hampshire y LW = Large White.

como en composición, durante el ciclo estral (117,172). Murray et al. (117) encontraron que la cantidad de proteína recuperable en las secreciones uterinas se incrementa ligeramente entre los días 2 y 8 del ciclo estral, pero a partir del día 12 hay un ascenso marcado y al día 15 del ciclo se alcanzan las máximas concentraciones (50 mg).

Los niveles máximos de proteína en las secreciones uterinas coinciden con la mayor concentración de progesterona circulante en el plasma sanguíneo (173) y posteriormente, al día 17, ambas sustancias han caído a los niveles más bajos (117,172).

5.3. Cambios morfológicos y fisiológicos del útero durante la gestación.

El útero de la cerda gestante tiene que desarrollarse para albergar a los embriones. El crecimiento del órgano es gradual a medida que avanza la gestación, pero en las primeras dos o tres semanas experimenta una marcada expansión. Un estudio reveló que los cuernos uterinos tienen un promedio de 190 cm de longitud al tercer día de gestación, cuando los cigotos aún se encuentran en los oviductos, empero, a los 13-18 días de la preñez se observó una longitud de 360 cm, aunque el 50% de ese alargamiento ocurre entre el segundo y sexto día postapareamiento (134).

Por su parte, Bázer et al. (16) observaron un aumento continuo de la longitud uterina entre el día 8 y 14 de la preñez, tanto en cerdas Large White como Meishan. Asimismo, Holness (88) encontró que los cuernos uterinos tienen una longitud de 307 cm a los 30 días de preñez.

El útero de las cerdas puede continuar creciendo en etapas avanzadas de la gestación, aunque de manera más lenta, o simplemente ya no sufrir ningún cambio y mantener hasta el parto el tamaño alcanzado en la preñez temprana; ello va a depender de la línea genética (40,85) y del número de embriones que alberga en su interior (195).

En el primer caso, el útero de las cerdas silvestres tiene mucha mayor capacidad de alargamiento entre el día 80 y 110 de preñez, que el de las cerdas Yorkshire, cuyos cuernos prácticamente no sufrieron cambios en ese período (85).

En el segundo caso, Wu y Dziuk (195) informaron que por cada feto adicional el útero es 10 cm más largo, independientemente del estado de gestación. Es decir, la etapa de gestación no influye sobre la longitud uterina, sino más bien sobre el número de fetos.

Wu y Dziuk (195) encontraron un incremento de la longitud uterina del día 40 al 80 de gestación en cerdas con seis fetos o más, pero no ocurrió lo mismo en cerdas con cinco fetos o menos.

Los resultados expuestos con anterioridad ponen de manifiesto la existencia de tres mecanismos mediante los cuales se estimula el crecimiento del útero durante la preñez.

En un primer momento, durante el transporte de los cigotos hacia el útero y la migración embrionaria, parece ser que el estímulo se debe a la acción de factores de crecimiento presentes en los tejidos del útero y en el blastocisto. Simmen y Simmen (168) han identificado dos factores de crecimiento denominados ULFM (Uterine Luminal Fluid Mitogen) y IGF-I (Insuline-Like Growth Factor I).

Parece ser que el IGF-I tiene una doble función: actúa en forma autócrina o parácrina para estimular el crecimiento del útero, así como la transformación y diferenciación de los blastocistos. Por su parte el ULFM puede ejercer su acción temporalmente cuando las concentraciones de estrógenos embrionarios en plasma son todavía, relativamente bajos.

Se desconoce aún la función que pueda jugar el ULFM en la preñez, pero probablemente sea similar a la IGF-I (169). Carlson (28), menciona que el factor de crecimiento epitelial estimula el crecimiento de cultivos de células epiteliales de esófago, uréter, conducto deferente, tráquea, útero, vagina, etc. Otros factores de crecimiento de origen embrionario y/o uterino han sido identificados, pero su función no se ha dilucidado (169).

En un segundo momento, durante la elongación de los blastocitos (días 10 a 14) y la implantación (días 13 a 18), el crecimiento del útero se debe a la acción de los estrógenos embrionarios (14,143,178). Se sabe que los estrógenos estimulan el crecimiento, por hipertrofia e hiperplasia, de los tejidos uterinos y además producen un aumento de peso por retención de sodio y agua (edema) (108,171).

En el cerdo, los cambios morfológicos en el blastocisto de forma esférica a tubular y filamentososa, ocurren entre el día 10 y 12 de preñez (6,73,134). Los blastocistos alcanzan una longitud de 60 a 100 cm al día 14 de la gestación. La síntesis de estrógenos embrionarios se inicia cuando los blastocistos han adoptado la forma tubular y filamentososa (10.5 a 12 días de gestación)(14,72,86,178). En efecto al día 12 de preñez los blastocistos poseen el sistema enzimático capaz de sintetizar estrona y estradiol a partir de pregnenolona y progesterona (71,178).

Por su parte, el endometrio tiene las enzimas necesarias para transformar a la progesterona y los andrógenos en estrógenos sulfatados, y ponerlos a la disposición de los blastocistos (14).

Fisher *et al.* (64) encontraron que tanto el tejido endometrial como los embriones son capaces de sintetizar estrona y estradiol a partir de progesterona. Además, los blastocistos también pueden utilizar el colesterol como

precursor en la síntesis de estrógenos (14,86). La producción de estrógenos embrionarios es temporal, alcanza su máximo nivel cuando la mayoría de los blastocistos adquieren la forma filamentososa y luego declina al día 14 de la gestación (156).

Los estrógenos embrionarios además de inducir los cambios morfológicos del útero también están relacionados con el reconocimiento materno de la gestación (76,108) y el estímulo de las secreciones uterinas (14,74,75).

Finalmente, en un tercer momento relacionado con el período de placentación (día 18 a 30 de gestación) y con la terminación del crecimiento de la placenta (al día 60), se produce el estímulo debido a la presión ejercida por el feto y sus envolturas, llenas de líquido, sobre la superficie endometrial (14,99).

Como resultado de las diversas gestaciones, el útero de la cerda adulta es más largo y más pesado que el de la hembra joven (53,111,119). Así, en la cerda pluripara son comunes los cuernos uterinos con 1.5 m de longitud aún en ausencia de gestación (119).

Debido a la complejidad de los estímulos en el crecimiento uterino durante la gestación, es difícil que se puedan imitar estos efectos mediante la administración exógena de hormonas u otros factores, por lo que posiblemente la mejor forma de estimular el crecimiento uterino sea mediante el establecimiento de una gestación temporal.

5.4. Cambios morfológicos del útero durante la lactación.

Después del parto y al inicio de la lactación hay una rápida disminución en la longitud y peso del útero, de 2725 g y 237 cm, respectivamente, al día uno postparto a 970 g y 120 cm al día 28, y las dos variables permanecen relativamente sin cambios en el resto de la lactación (125). A este proceso se le ha denominado como involución uterina.

A nivel microscópico, el epitelio uterino muestra degeneración inmediatamente después del parto, pero al séptimo día se inicia una rápida regeneración, la cual se completa aproximadamente al día 14 a 21 postparto (124).

Los trabajos de Palmer et al. (124,125) ponen de manifiesto que la involución y regeneración uterinas se han completado morfológicamente a la tercera semana postparto. Sin embargo, fisiológicamente parece ser que no es así. Segerson y Murray (164), encontraron que las cerdas examinadas al día 60 postparto exhibieron mayor concentración de proteínas específicas uterinas que las cerdas examinadas a los 27 días postparto, concluyendo que el útero aún no es completamente

funcional a las 3 o 4 semanas postparto. Además, se considera que cuando las lactaciones son muy cortas (≤ 7 días) la involución uterina aún no se ha completado y existe un retraso en la reparación de los tejidos y ello está asociado a un aumento de las tasas de mortalidad embrionaria en una gestación subsecuente (89).

5.5. Cambios morfológicos y fisiológicos del útero durante el intervalo destete a primer calor.

Quando el periodo de lactación es largo (≥ 56 días) el útero de la cerda vuelve a experimentar un aumento significativo en su longitud en los primeros cuatro días después del destete, de 110 cm al primer día a 156 cm al cuarto día postdestete (124). Además, se aprecia un aumento en el tamaño de las células epiteliales y un mayor desarrollo de las glándulas uterinas; ello, como reflejo de un aumento del nivel de estrógenos circulantes, que a su vez es consecuencia de un mayor desarrollo folicular (125).

Las lactaciones cortas también afectan la morfología del útero en el periodo postdestete. Así, cuando se comparan marranas que tienen cuatro días de destetadas con marranas lactando, se encuentra que el endometrio de las primeras se repara mucho más rápido que el de las segundas. Svagr *et al.* (179) están de acuerdo con los anteriores hallazgos.

La longitud de los cuernos uterinos al primer servicio postdestete después de lactaciones de 7, 21 y 42 días, fue de 247, 302 y 305 cm, respectivamente, existiendo diferencias significativas para el primer tratamiento con respecto a los otros dos, pero no entre éstos últimos (183).

Lo anterior pudiera interpretarse en el sentido de que después de lactaciones cortas, el útero no está aún suficientemente preparado para responder al estímulo de los estrógenos producidos por los folículos, que han iniciado un crecimiento vertiginoso inmediatamente después del destete. Asimismo, la lactación corta estuvo asociada a una mayor mortalidad embrionaria, que las lactaciones de 21 y 42 días (183).

En algunas razas como la Lacombe, el peso del útero de las cerdas adultas se incrementa del primer al tercer estro postdestete (626 Vs 794 g); en cambio, en las cerdas Yorkshire el peso del órgano permaneció constante en los tres ciclos estrales después del destete (53).

En resumen, la presente revisión sobre los cambios en la forma y función del útero durante el crecimiento, el ciclo estral, la gestación, la lactación y el intervalo del destete

a esto, pone de manifiesto que este órgano es uno de los más dinámicos del aparato reproductor y quizá, de todo el organismo animal. Es sorprendente que hasta ahora haya existido poco interés por conocer los mecanismos que controlan su crecimiento y desarrollo con el deliberado propósito de manipularlo.

5.6. Intentos de manipulación del crecimiento uterino y el desarrollo placentario.

5.6.1. Administración de hormonas esteroides a cerdas gestantes.

Las investigaciones sobre el uso de esteroides exógenos en cerdas gestantes con el objetivo de aumentar la sobrevivencia embrionaria, pusieron de manifiesto que dichas hormonas actúan estimulando el desarrollo de las membranas fetales.

McGovern et al. (109) y Morcom et al. (115) concluyeron que la administración diaria de 25 mg de progesterona y 12.5 µg de estrona entre los días 14 a 23 de gestación producen un incremento del 15% de la superficie placentaria y un aumento en el volumen del líquido alantoideo en los días 30 a 35 de la preñez. Asimismo, Lee-Dalton y Knight (103) encontraron que la administración de progesterona y estrona entre los días 20 a 30 o 25 a 30 de la gestación está asociada con un crecimiento significativo de las placentas al día 50 de la preñez, y sugieren que ello pudiera reducir la pérdida fetal, debido a insuficiencia placentaria.

Más recientemente Pope y First (143) comprobaron que la administración de 2 mg de 15 β-estradiol a cerdas vacías en los días 12 y 13 del ciclo estral, produjo un alargamiento del útero en comparación con las cerdas testigo (150.7 cm Vs 100.1 cm). Cuando aplicaron este mismo tratamiento a cerdas gestantes en los días 12 y 13 postservicio, la longitud de los cuernos uterinos para los grupos tratados y testigo fue de 163.7 cm y 128.9 cm, respectivamente.

Con base en estos resultados los investigadores sugirieron que si se desea aumentar el tamaño de la camada tal vez pueda lograrse si se pusiera más atención a cerdas que poseen grandes cuernos uterinos o un alto potencial para alargarse. Trabajos realizados en México han confirmado estas observaciones pero utilizando cipionato de estradiol, en dosis de 2 mg, aplicados los días 12 y 13 de gestación (10,29).

La función de los esteroides exógenos va a depender del momento de la preñez en que son aplicados. Así, cuando se administran estrógenos exógenos en los días 12 y 13 después del apareamiento, se observa un alargamiento de los cuernos uterinos. Posteriormente, cuando se utiliza una combinación de estrógenos y progesterona en el periodo de implantación o

placentación, se produce un estímulo en el crecimiento de las membranas fetales.

Empero, las funciones de los estrógenos en la preñez temprana son más amplias. En efecto, también están asociados a una elevación en la secreción de proteínas uterinas (14,117) y con un aumento de la liberación de la histamina, lo que induce a un incremento de la permeabilidad vascular del endometrio (141), prerequisite indispensable para inducir la implantación en la mayoría de las especies (49). Además, los estrógenos están involucrados con la prolongación de la vida de los cuerpos lúteos (14).

Es probable que los tratamientos con esteroides exógenos pudieran desencadenar total o parcialmente algunas de estas funciones. Ello explicaría la disminución de la mortalidad embrionaria y al mismo tiempo, el incremento en el número de embriones implantados (144,190) o del número de lechones al parto (45,107,145,167), aunque éste último efecto, no siempre ha sido constante.

5.6.2. Gestación temporal

Desde hace tiempo se conoce que es posible interrumpir la gestación temprana en la cerda mediante la administración de prostaglandina $F_2\alpha$, y que después del aborto, se produce un estro fértil. Este método se ha utilizado para sincronizar estros, ya que se puede aplicar $PgF_2\alpha$ a un grupo de cerdas que se encuentran en diferentes días de la gestación y obtener un estro sincronizado para que inicien la nueva gestación juntas.

Así, Guthrie y Polge (82) obtuvieron una sincronización efectiva del estro 4 a 7 días después de la aplicación intramuscular de 0.5 a 1.0 mg de un análogo de $PgF_2\alpha$ (cloprostenol) a cerdas jóvenes entre los días 12 y 40 de gestación. Luego las cerdas fueron inseminadas y obtuvieron 85% de fertilidad.

Por otra parte, Diehl y Day (51) observaron que una inyección intramuscular de 5 mg de $PgF_2\alpha$, entre el día 25 y 30 de la preñez produjo una marcada declinación de las concentraciones de progesterona plasmática 12 horas después del tratamiento, seguido por aborto 24 a 32 horas postratamiento y la expresión de la conducta de estro 3 a 4 días después.

Tomando en cuenta este efecto de las prostaglandinas y el conocimiento sobre la estimulación del desarrollo uterino que se produce durante la gestación temprana, se ha propuesto el método de Gestación Temporal, como una alternativa para inducir el desarrollo uterino. El método consiste en servir a las cerdas en el primer calor puberal e interrumpir la gestación

mediante la administración de 10 mg de $PgF_2\alpha$ en el día 25 postapareamiento. Las cerdas así tratadas son inseminadas al segundo calor puberal o primer calor postratamiento.

Sobre estas bases, Fragoso et al. (67) evaluaron con éxito la gestación temporal como un método para estimular el crecimiento del útero en cerdas jóvenes. En efecto, días después del aborto inducido los cuernos uterinos de las hembras tratadas presentaron mayor longitud (287 Vs 195 cm) y peso (442 Vs 335 g) que los correspondientes a las cerdas testigo.

El aborto inducido por la $PgF_2\alpha$ al día 25 de la preñez no produjo daño en el epitelio de revestimiento. En el miometrio del 30% de las cerdas tratadas se apreció alargamiento de núcleos y fibras musculares, lo cual fue atribuido al tratamiento administrado; concluyéndose que las hembras que abortaron estarían en condiciones de iniciar una nueva gestación sin detrimento en el tamaño de la siguiente camada (68).

Sin embargo, aún quedaba la duda sobre si el alargamiento del útero producido por una gestación temporal, tiene algún efecto sobre el desarrollo embrionario y el tamaño de la primera camada. El presente trabajo, tiene como objetivo intentar dar respuesta a esta interrogante.

III. MATERIAL Y METODO

1. Localización.

El presente trabajo fue realizado en la Granja Experimental Porcina Zapotitlán, dependiente de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, la cual está ubicada a la altura del Km 21.5 de la carretera México-Tulyehualco, en la calle Manuel M. López, s/n, dentro del perímetro del pueblo de Zapotitlán, Delegación Tláhuac, D. F.

2. Animales experimentales.

Se utilizaron 61 cerdas en el primer experimento y 50 cerdas en el segundo, las cuales eran genotipos híbridos de las razas Yorkshire, Landrace, Duroc y Hampshire, con 165 días de edad en promedio. Tres verracos de las razas Duroc, Hampshire y Landrace fueron utilizados para la obtención del semen.

Asimismo, dos verracos adultos con criptorquidismo bilateral y un macho vasectomizado de la raza Yorkshire se utilizaron como receladores.

Todos los animales se mantuvieron en confinamiento con el régimen de manejo y alimenticio establecido en la granja rutinariamente. Las hembras fueron alojadas en grupos de 15 por corral, vacunadas contra fiebre porcina clásica a su ingreso e identificadas por medio de aretes.

3. Grupos y diseño experimental.

Experimento I.

Se formaron dos grupos con 31 y 30 cerdas, respectivamente. La asignación de las hembras para cada uno de los grupos fue al azar.

GRUPO 1. Considerado como testigo, se formó con 30 cerdas inseminadas al segundo ciclo estral, y las que quedaron gestantes fueron sacrificadas a los 30.2 ± 1.82 días postinseminación.

GRUPO 2. Considerado como experimental, se formó con 31 cerdas inseminadas al primer calor puberal, y a las que quedaron gestantes se les aplicaron 5 mg de $PgF_2 \alpha$ a los 25 días postinseminación para inducir el aborto. Posteriormente fueron nuevamente inseminadas al primer estro exhibido inmediatamente después del aborto (5.52 ± 1.97 días postaborto). Las cerdas que quedaron gestantes después de este tratamiento fueron sacrificadas a los 29.0 ± 3.0 días de preñez.

Las variables estudiadas en ambos grupos fueron: tasa de concepción, número de cuerpos lúteos, número de embriones totales, número de embriones vivos, número de embriones muertos, tasa de sobrevivencia embrionaria, volumen de los líquidos fetales, longitud y peso de los embriones, longitud y peso de las membranas placentarias, longitud del útero, peso del útero con embriones y peso del útero vacío, diámetro de los cuernos uterinos, área total de la superficie endometrial y área de la superficie endometrial por feto.

Experimento II.

Se integraron los grupos 3 (testigo) y 4 (experimental) con 25 cerdas prepúberes cada uno de 165 días de edad, recibiendo el mismo manejo que se les dió a las hembras de los grupos 1 y 2, respectivamente. En este caso, a las cerdas del grupo 4 que quedaron gestantes en el primer estro postpuberal se les aplicaron 10 mg de $PgF_2\alpha$ a los 25 días postinseminación. Presentaron estro a los 6.24 ± 2.2 días posaborto y fueron inseminadas nuevamente. A las cerdas que quedaron gestantes después de este tratamiento se les permitió llegar al parto, al igual que a las del grupo testigo. Los parámetros evaluados fueron: tasa de partos, tamaño de camada al nacer, número de lechones nacidos vivos, número de lechones nacidos muertos, peso individual y por camada al parto.

4. Procedimiento.

4.1. Inducción de la pubertad

Una vez conformados los grupos e identificadas las cerdas, éstas fueron expuestas a partir de los 160 días de edad, dos veces al día (08:00 y 18:00 horas) a un verraco criptorquideo o vasectomizado, durante un lapso de 20 minutos por exposición, hasta que presentaron el primer calor puberal, el cual ocurrió a los 93.1 ± 11.6 y 99.4 ± 15.7 Kg de peso vivo en los grupos 1 y 2 y a los 101.8 ± 11.4 y 104.1 ± 11.5 Kg, en los grupos 3 y 4.

4.2. Colección y dilución del semen

La colección del semen se realizó utilizando la técnica manual y la evaluación incluyó: motilidad progresiva, concentración y morfología espermáticas. Solamente se utilizaron eyaculados con más de 70% de motilidad progresiva, 200 millones de espermatozoides por ml y con menos de 10% de anomalías (113).

El semen se diluyó en BTS¹ de tal forma que cada dosis de 100 ml contenía 5X10⁷ espermatozoides. El semen diluido se almacenó en una caja de poliuretano a una temperatura de 18 a 20 C. No se utilizó el semen con más de 48 horas postcolección.

4.3. Detección de calores y momento de la inseminación

Todas las cerdas fueron observadas para la detección de su primer y segundo estros dos veces al día (08:00 y 18:00 horas), utilizando los machos receladores. Se consideró como inicio del celo al momento en que las hembras exhibieron la reacción de inmovilidad a la prueba de cabalque. Se efectuaron dos inseminaciones por cerda. La primera inseminación se realizó a 12:00 horas y la segunda 24:00 horas después del inicio del estro (151). El semen fue depositado en el cérvix por medio de un catéter tipo Melrose, en presencia de un verraco recelador.

4.4. Inducción del aborto.

A las cerdas de los grupos 2 y 4 (experimentales) que no habían retornado a estro 25 días después de la primera inseminación se les administraron 5 y 10 mg de PgF₂ α (Dinoprost²) respectivamente por vía IM. Posteriormente, en el primer calor postaborto fueron nuevamente inseminadas siguiendo el mismo procedimiento descrito con anterioridad.

4.5. Sacrificio de cerdas y colección de los órganos reproductores

Las cerdas de los grupos 1 y 2 fueron sacrificadas en el rastro; los órganos reproductivos fueron recogidos en bolsas de plástico, las que se identificaron y se transportaron dentro de cajas de poliuretano hasta las instalaciones de la granja Zapotitlán para su estudio inmediato.

Por observación y disección se determinó el número de cuerpos lúteos (CL) que presentaron los dos ovarios y se asumió que el total de CL existentes, representó el número potencial de embriones.

Los cuernos uterinos fueron separados de sus respectivos ovarios, oviductos y tejidos conectivo para su medición. El útero con los productos de la gestación fue pesado en una báscula y la determinación de su longitud se realizó con una cinta métrica, midiendo cada cuerno uterino desde la unión

¹ Beltsville Thawing Solution

² Lutalyse (Laboratorios Upjohn). México, D.F.

útero-tubárica hasta la unión del cuerpo uterino con el cérvix, a lo largo de sus curvaturas naturales. La longitud de ambos cuernos uterinos se sumó para obtener el total y el promedio.

Por medio de una disección se abrieron los cuernos uterinos a lo largo del borde mesometrial y cada embrión fue removido intacto y colocado sobre una charola de metal inoxidable y limpia. Inmediatamente se procedió a la determinación del volumen de los líquidos fetales (amniótico y alantoideo); para ello se realizó una punción en las placentas y ambos líquidos se colectaron en una probeta para su cuantificación.

Para la medición de los embriones, se liberó cada uno de ellos de sus respectivas membranas fetales y luego se determinó su longitud mediante el procedimiento descrito por Marrable y Ashdow (110) y se pesaron de manera individual en una balanza granataria.

Una vez extraídos los líquidos y separados los embriones, se procedió a determinar la longitud y peso de las placentas. Para determinar la longitud, cada membrana fue colocada sobre la mesa de disección, y procurando no estirla se realizó la medición con una cinta métrica. Inmediatamente después se determinó su peso en una balanza granataria.

Después de remover todo el contenido de cada cuerno uterino se obtuvo el peso del útero vacío. El diámetro uterino de cada cuerno se determinó en seis puntos diferentes seleccionados al azar, con cuyos valores se obtuvieron los promedios.

El área total de la superficie endometrial (ATSE) se calculó multiplicando el promedio del ancho uterino por la longitud del útero. El área de la superficie uterina por feto (ASUF) se determinó dividiendo el área total de la superficie endometrial entre el número de fetos.

Cada embrión fue examinado. Se contó el número total de embriones, el número de embriones vivos y el número de embriones muertos. Se consideró como embrión muerto a aquel que presentó alteraciones anatómicas en el color del embrión y de los líquidos fetales, grado de irrigación de las membranas fetales y grado de adherencia de los embriones a las placentas. Se consideró que el resto de los embriones estaban vivos al momento del sacrificio de la cerda.

El porcentaje de sobrevivencia embrionaria se determinó dividiendo el número de embriones vivos entre el número de cuerpos lúteos, multiplicado por cien. A las cerdas de los grupos 3 y 4 se les permitió que terminaran la gestación y al parto se determinó el número total de lechones nacidos, número

de lechones nacidos vivos, número de lechones nacidos muertos, peso individual y peso de la camada.

5. Análisis estadístico.

Los porcentajes de fertilidad fueron analizados mediante pruebas de Ji-cuadrada (174). El resto de las variables dependientes se analizaron estadísticamente según la metodología de mínimos cuadrados y con el apoyo del paquete estadístico SAS (170).

Para las variables dependientes: número de cuerpos lúteos, número de embriones totales, número de embriones vivos, número de embriones muertos, porcentaje de sobrevivencia embrionaria, longitud, diámetro y peso del útero, área de la superficie endometrial total y por feto, se utilizó el modelo siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta(X_i) + E_{ij}$$

donde:

Y_{ij} = una observación, correspondiente a una variable dependiente

μ = media general

T_i = efecto del tratamiento

β = Coeficiente de regresión parcial para el efecto lineal de el día de la gestación (X_i) al que fueron sacrificadas las cerdas (grupo testigo = 26 a 33 días; grupo experimental = 22 a 34 días)

E_{ij} = error aleatorio asociado a cada observación; con E_{ij} $NID(0, \sigma^2)$

Para las variables: longitud del embrión, peso del embrión, volumen de líquidos fetales, longitud de las placentas y área de placentas, se utilizó un modelo de efectos anidados en el que se consideró el tratamiento como efecto principal y a la cerda como bloque dentro de tratamiento, tal como se describe a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + C_e(T_i) + \beta_i(X_i) + E_{ij};$$

donde:

Y_{ij} = Una observación correspondiente a cada una de las variables dependientes

μ = Media general

T_i = Efecto del tratamiento

$C_e(T_i)$ = Efecto de la cerda dentro de tratamiento

$\beta_i(X_i)$ = Coeficiente de regresión parcial para los efectos lineales de peso del embrión, volumen de líquidos fetales, longitud de placentas, peso de placentas y área de placentas, consideradas como covariables, según análisis previo de correlación simple con las variables dependientes en discusión

E_{ij} = Error aleatorio, asociado a cada observación; con $E_{ij} \sim NID(0, \sigma^2)$

En el experimento II, las variables dependientes: Tamaño de camada al nacer, número de lechones nacidos vivos, número de lechones nacidos muertos, peso individual al nacer y peso de la camada al nacer; fueron analizadas mediante un modelo que incluyó al tratamiento como efecto principal y el peso de la cerda al segundo calor (PSC) como covariable, tal como sigue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_i(PSC_i) + E_{ij}; \text{ donde:}$$

Y_{ij} = Una observación correspondiente a cada una de las variables dependientes

μ = Media general

T_i = Efecto del tratamiento

β_i = Coeficiente de regresión parcial para el peso al segundo calor (PSC)

E_{ij} = Error aleatorio asociado a cada observación; con $E_{ij} \sim NID(0, \sigma^2)$

En todos los casos se asumió un nivel de significancia ≤ 0.05 .

IV. RESULTADOS

Experimento I.

En el grupo 2, de las 31 cerdas inseminadas al primer calor puberal, 27 quedaron gestantes y al ser inyectadas con 5 mg de PgF_2 , α solamente abortaron 25; dos mantuvieron la gestación hasta llegar al parto y dos más permanecieron en anestro después del aborto, de tal manera que solamente 23 hembras retornaron a estro en un lapso de 5.52 ± 1.97 días postaborto y por lo tanto fueron servidas por segunda vez.

Al segundo estro, las cerdas del grupo 2 estuvieron un poco más pesadas que las del grupo 1 (108.8 ± 14.35 Vs 103.1 ± 10.58 kg), pero no hubo diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$). La tasa de concepción durante el segundo estro postpuberal fue de 86.7 para las cerdas testigo y de 78.3% para las cerdas tratadas, sin diferencias significativas ($P \geq 0.05$; cuadro 12).

CUADRO 12. EXPERIMENTO I: TASA DE CONCEPCION DE LAS CERDAS PRIMERIZAS SERVIDAS DURANTE EL SEGUNDO ESTRO POSTPUBERAL SOMETIDAS PREVIAMENTE A GESTACION TEMPORAL.

VARIABLE	GRUPO 1 (testigo)	GRUPO 2 (experimental)
Cerdas inseminadas al segundo calor postpuberal	30	23
Cerdas gestantes	26 ^a	18 ^a
Tasas de concepción (%)	86.7 ^a	78.3 ^a

a: Las diferencias no son significativas ($P > 0.05$).

En el cuadro 13 se muestran los resultados del análisis de varianza para determinar el efecto de la gestación temporal y de la edad de la gestación al sacrificio sobre diferentes variables. Ninguna de las variables estudiadas fue afectada significativamente por el tratamiento (gestación temporal).

En el cuadro 14 se muestran los resultados del análisis de regresión de cada variable en relación a la edad de la gestación a la que se produjo el sacrificio.

En el cuadro 15 se muestran las medias ajustadas de las variables para los grupos testigo y experimental.

CUADRO 13. EXPERIMENTO I: GRADOS DE LIBERTAD (GL) Y CUADRADOS MEDIOS (CM) DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA TASA OVULATORIA, PROLIFICIDAD (a 30 Dias) LONGITUD Y PESO DEL UTERO Y AREAS DE LA SUPERFICIE UTERINA.

VARIABLE	TRATAMIENTO		EDAD GEST.		ERROR		R ²
	GL	CM	GL	CM	GL	CM	
CL	1	0.41	1	2.82	38	4.66	0.02
CLD	1	0.15	1	24.31*	38	5.53	0.11
CLI	1	1.05	1	43.07**	38	6.01	0.18
ET	1	3.75	1	33.75*	38	7.01	0.14
ECD	1	0.54	1	1.82	38	2.07	0.83
ECI	1	1.43	1	19.91*	38	2.82	0.19
EV	1	0.67	1	28.04	38	8.76	0.08
EVD	1	0.13	1	0.92	38	2.34	0.01
EVI	1	1.37	1	18.53*	38	3.06	0.17
EM	1	1.25	1	0.26	38	0.23	0.04
EMD	1	1.19	1	0.13	38	0.79	0.05
EMI	1	0.0007	1	0.03	38	0.61	0.001
SE	1	0.26	1	701.32	38	406.82	0.05
LU	1	533.98	1	20353.86*	38	4041.61	0.13
LCD	1	513.52	1	6363.08*	38	1003.91	0.17
LCI	1	0.20	1	3956.16	38	1217.41	0.08
DU	1	6.05	1	0.23	38	10.25	0.02
DCD	1	1.92	1	0.13	38	2.63	0.02
DCI	1	1.15	1	0.02	38	3.47	0.009
PUCE	1	60431.68	1	36172115.10	38	1457533.68	0.07
PUV	1	377299.38	1	333572.30*	38	102020.03	0.12
ATSE	1	129364.16	1	1487681.92	38	748077.05	0.05
ASUF	1	0.00008	1	72363.55*	38	13006.76	0.14

*(P≤0.05); ** (P≤0.01).

CL:cuerpos luteos; CLD:cuerpos luteos derechos; CLI:cuerpos luteos izquierdos; ET:embriones totales; ECD:embriones cuerno derecho; ECI:embriones cuerno izquierdo; EV:embriones vivos; EVD:embriones vivos derechos; EVI:embriones vivos izquierdos; EM:embriones muertos; EMD:embriones muertos derechos; EMI:embriones muertos izquierdos; SE:sobrevivencia embrionaria; LU:longitud uterina; LCD:longitud de cuerno derecho; LCI:longitud de cuerno izquierdos; DU:diámetro uterino; DCD:diámetro de cuerno derecho; DCI:diámetro de cuerno izquierdo; PUCE:peso útero con embriones; PUV:peso de útero vacío; ATSE: Area total de la superficie endometrial y ASUF:área total de la superficie uterina por feto.

A continuación se describe la relación de las variables dependientes respecto del tratamiento, de la edad de gestación y entre si mismas.

Cuerpos Lúteos. Los valores medios para los grupos testigo y tratado fueron estadísticamente similares (14.1 Vs 14.3). Se observó una mayor tasa ovulatoria en los ovarios izquierdos (7.15 ± 0.51 y 7.49 ± 0.60) en los grupos testigo y tratado en comparación con los ovarios derechos (6.98 ± 0.49 y 6.85 ± 0.58). El número total de cuerpos luteos estuvo correlacionado en forma significativa ($P \leq 0.05$) con el número de cuerpos luteos en el ovario derecho ($r=0.34$) y en el izquierdo ($r=0.49$). El coeficiente de correlación entre el número de cuerpos luteos en el ovario derecho e izquierdo fue significativo ($r=0.65$).

CUADRO 14. COEFICIENTES DE REGRESION LINEAL SIMPLE POR EFECTOS DE LA EDAD DE GESTACION SOBRE LAS VARIABLES ESTUDIADAS.

VARIABLES	COEF. REGRESION
Cuerpos luteos	- 0.15 ^{NS}
Cuerpos luteos derechos	0.29*
Cuerpos luteos izquierdos	- 0.39*
Embriones totales	- 0.34*
Embriones cuerno derecho	- 0.08 ^{NS}
Embriones cuerno izquierdo	- 0.26*
Embriones vivos	- 0.31 ^{NS}
Embriones vivos derechos	- 0.06 ^{NS}
Embriones vivos izquierdos	- 0.25*
Embriones muertos	- 0.03 ^{NS}
Embriones muertos derechos	- 0.02 ^{NS}
Embriones muertos izquierdos	- 0.009 ^{NS}
Sobrevivencia embrionaria	- 1.56 ^{NS}
Longitud uterina	8.44*
Longitud de cuerno derecho	4.72*
Longitud de cuerno izquierdo	3.72 ^{NS}
Diámetro uterino	0.03 ^{NS}
Diámetro de cuerno derecho	0.02 ^{NS}
Diámetro de cuerno izquierdo	0.08 ^{NS}
Area total superficie endometrial	72.55 ^{NS}
Area superficie uterina/feto	16.0*
Peso del útero con embriones	112.47 ^{NS}
Peso del útero vacío	34.15 ^{NS}

NS: No significativo; *: $P \leq 0.05$

Embriones totales. La variable incluye a los embriones vivos y muertos observados en ambos cuernos uterinos. No hubo diferencias significativas ($P \geq 0.05$) entre los grupos, y aunque se encontró un mayor número de embriones en los cuernos uterinos derechos (5.99 ± 0.29 y 6.24 ± 0.35) en comparación con los observados en los cuernos izquierdos (5.42 ± 0.35 y 5.81 ± 0.41) para los grupos

testigo y tratado, respectivamente, no hubo diferencias significativas ($P \geq 0.05$; cuadro 15).

Embriones vivos. Los valores medios de la variable para ambos grupos no difirieron entre si ($P \geq 0.05$; cuadro 15). La tendencia observada en embriones totales en favor de la posición derecha se vuelve a repetir para embriones vivos. El número de embriones vivos estuvo asociado (Cuadro 16) a cuerpos lúteos totales, embriones totales, embriones en el cuerno derecho y embriones en el cuerno izquierdo, variables con las que tuvo coeficientes de correlación de 0.40 ($P \leq 0.01$), 0.93 ($P \leq 0.01$), 0.74 ($P \leq 0.01$) y 0.85 ($P \leq 0.01$).

Embriones muertos. Aunque se observó un mayor número de embriones muertos en las cerdas sometidas a gestación temporal, la diferencia no fue significativa con respecto a las hembras testigo (cuadro 15). Posiblemente en ello influyó la tendencia, registrada en cuanto al número de embriones totales, cuyo promedio fue de 0.7 embriones más ($P \geq 0.05$) en el grupo experimental.

CUADRO 15. EXPERIMENTO I: MEDIAS DE MINIMOS CUADRADOS ($\bar{X} \pm E.E.$) AJUSTADAS POR EDAD DE GESTACION PARA LAS VARIABLES ESTUDIADAS

VARIABLES	GRUPO TESTIGO		GRUPO EXPERIMENTAL	
Cuerpos lúteos totales	14.1 ±	0.45 ^a	14.3 ±	0.53 ^a
Embriones totales	11.4 ±	0.55 ^a	12.1 ±	0.65 ^a
Embriones vivos totales	10.9 ±	0.61 ^a	11.1 ±	0.73 ^a
Embriones muertos totales	0.6 ±	0.93 ^a	0.9 ±	0.27 ^a
% de sobrevivencia embrionaria	77.6 ±	4.16 ^a	77.8 ±	4.96 ^a
Longitud del útero (cm)	373.1 ±	13.11 ^a	365.6 ±	15.65 ^a
Diámetro del útero (cm)	17.4 ±	0.67 ^a	18.2 ±	0.78 ^a
Area total de la superficie endometrial (cm ²)	3233.7 ±	182.03 ^b	3351.2 ±	212.42 ^b
Area superficie uterina por feto (cm ²)	322.2 ±	24.0 ^a	322.2 ±	28.0 ^a
Peso útero con embriones (g)	3355.3 ±	249.02 ^a	3275.4 ±	297.13 ^a
Peso del útero vacío (g)	1099.6 ±	67.79 ^a	1299.2 ±	80.88 ^a

a: Las diferencias entre grupos testigo y experimental no son significativas ($P \geq 0.05$).

Porcentaje de sobrevivencia embrionaria. Los valores medios para ambos grupos fueron similares (cuadro 15). Estos resultados, desde la perspectiva opuesta, corresponden a una mortalidad embrionaria de 22.4 y 22.2 % para los grupos 1 y 2 respectivamente. La tasa de sobrevivencia embrionaria estuvo estrechamente asociada al número de embriones totales y número de embriones vivos, con valores de correlación de 0.68 ($P \leq 0.01$) y 0.82 ($P \leq 0.01$), respectivamente (Cuadro 16). La edad de gestación no afectó la sobrevivencia embrionaria (Cuadro 13).

Longitud del útero. No se encontraron diferencias entre los grupos 1 y 2 (cuadro 15), ni de acuerdo con la posición derecha o izquierda. Así, la longitud de los cuernos uterinos derechos en las cerdas testigo y tratadas fue de 189.05 ± 6.54 Vs 181.69 ± 7.79 cm y para los cuernos uterinos izquierdos de 184.01 ± 7.20 Vs 183.86 ± 8.59 cm, en los grupos respectivos. La longitud uterina fue independiente del número total de embriones y del número de embriones vivos. La edad de la gestación afectó la longitud uterina, encontrándose un coeficiente de regresión significativo ($8.44, P \leq 0.05$), indicando que, dentro del período estudiado, por cada día que avanza la gestación la longitud total del útero aumentó en 8.44 cm (Cuadro 14).

Diámetro del útero. En el grupo experimental los cuernos uterinos tendieron a ser de mayor diámetro que los del grupo testigo, pero las diferencias no fueron importantes, como tampoco por su posición, en cuyo caso los promedios para los cuernos uterinos derecho e izquierdo del grupo testigo fueron de 8.70 ± 0.34 y 8.65 ± 0.39 mientras que en el grupo tratado fueron de 9.15 ± 0.39 y de 9.0 ± 0.45 , respectivamente (Cuadro 15). El diámetro del útero estuvo asociado (Cuadro 16) al número total de cuerpos lúteos ($r = 0.40, P \leq 0.01$), número total de embriones ($r = 0.51, P \leq 0.05$), número de embriones vivos ($r = 0.50, p \leq 0.01$) y el % de sobrevivencia embrionaria ($r = 0.42, P \leq 0.01$). La edad de la gestación no afectó el diámetro uterino (Cuadro 13).

Area total de la superficie endometrial. El grupo tratado registró el área un poco mayor que el grupo testigo pero sin diferencias ($P \geq 0.05$; cuadro 15). La variable se asoció significativamente con el peso del útero con embriones ($r = 0.64 P \leq 0.01$) y peso del útero vacío ($r = 0.45, P \leq 0.01$), entre otras (Cuadro 16). No se encontró relación con la edad de gestación (Cuadro 13).

Area de la superficie uterina por feto. Se encontró que cada embrión dispone de 322 cm^2 de superficie uterina en ambos grupos de cerdas (Cuadro 15). La edad de la gestación tuvo un efecto significativo ($P \leq 0.05$) sobre el área de la superficie uterina por feto (cuadro 13), cuantificado por regresión en 16.0 cm^2 (cuadro 14, $P \leq 0.05$), que es el incremento en la superficie uterina por embrión por cada día que avanza la gestación.

Como se observa en el cuadro 16 el área disponible por cada embrión se reduce al aumentar el número de embriones totales ($r = -0.66, P \leq 0.01$), el número de embriones vivos ($r = -0.69, P \leq 0.01$) y la sobrevivencia embrionaria ($r = -0.67 P \leq 0.01$). Como es de esperarse el área disponible por embrión aumenta al aumentar la longitud total del útero ($r = 0.53, P \leq 0.01$) o el diámetro del útero ($r = 0.37, P \leq 0.05$).

Peso del útero con embriones. Se encontró una diferencia de 80 g a favor de las cerdas testigo (cuadro 15), pero no fue significativa ($P \geq 0.05$). No se encontró efecto de la edad de la gestación sobre el peso del útero con productos, mismo que estuvo asociado (Cuadro 16) significativamente ($P \leq 0.05$) al número de cuerpos lúteos ($r = 0.32$), número de embriones ($r = 0.31$), número de embriones vivos ($r = 0.31$), longitud del útero ($r = 0.32$) y diámetro del útero ($r = 0.67$).

Peso del útero vacío. Se encontró una diferencia no significativa ($P \geq 0.05$) de 200 g a favor del grupo tratado (cuadro 13 y 15). Hubo un efecto significativo ($P \leq 0.05$) de la edad de la gestación sobre el peso del útero vacío (cuadro 14). el cual estuvo asociado (Cuadro 16) con el número de cuerpos lúteos ($r = 0.51$, $P \leq 0.01$), número de embriones en cuerno derecho ($r = 0.37$, $P \leq 0.05$), diámetro del útero ($r = 0.34$, $P \leq 0.05$) y peso del útero con embriones ($r = 0.45$, $P \leq 0.01$).

Para las variables relacionadas con el desarrollo embrionario los resultados del análisis de varianza (cuadro 17) muestran los siguientes efectos: La longitud del embrión se vio afectada ($P \leq 0.01$) por la cerda dentro de tratamiento y por el área de la placenta; el peso del embrión por la cerda dentro de tratamiento y el peso de la placenta ($P \leq 0.01$); el volumen de los líquidos fetales por la cerda dentro de tratamiento, longitud del embrión peso y área de la placenta ($P \leq 0.01$); la longitud de la placenta por el tratamiento ($P \leq 0.05$), la cerda dentro de tratamiento, peso y área de la placenta ($P \leq 0.01$); el peso de la placenta por la cerda dentro de tratamiento, el volumen de líquidos fetales, la longitud y área de la placenta ($P \leq 0.01$).

Finalmente, el área de la placenta se vio influida por la cerda dentro de tratamiento, el volumen de líquidos fetales, la longitud y peso de la placenta ($P \leq 0.01$). Los R^2 fueron de 0.45 a 0.87 y en este análisis la edad de la gestación se excluyó dado que al interactuar con los efectos del tratamiento, de la cerda dentro del tratamiento y las covariables, disminuía notablemente la capacidad de explicación de los modelos.

CUADRO 16. MATRIZ DE COEFICIENTES DE CORRELACION LINEAL PARA LAS VARIABLES EN ESTUDIO: EXPERIMENTO I.

	CLD	CLI	ET	ECD	ECI	EV	EVD	EVI	SE	LU	LCD	LCI	DU	DCD	DCI	PUCE	PUV	ATSE	ASUF	EG
CL	0.34*	0.49**	0.51**	0.41**	0.46**	0.40**	0.35	0.37*	-0.18	-0.05	-0.11	-0.01	0.40**	0.02	0.36*	0.32*	0.51**	0.22	0.10	-0.15
CLD		0.65**	0.01	0.07	-0.03	0.09	0.23	-0.03	-0.06	0.45**	0.41**	0.45**	0.20	0.24	0.14	0.24	0.27	0.44**	0.21	0.33*
CLI			0.39*	0.26	0.40*	0.24	0.06	0.33*	-0.09	-0.46**	-0.47**	0.41**	0.14	0.09	0.16	0.03	0.17	-0.23	-0.28	-0.43**
ET				0.82**	0.89**	0.93**	0.79**	0.87**	0.68**	-0.13	-0.19	-0.07	0.51*	0.45**	0.49**	0.31*	0.29	0.25	-0.66**	-0.37*
ECD					0.47**	0.74**	0.81**	0.54**	0.54**	0.005	0.02	-0.01	0.48**	0.47**	0.42**	0.30	0.37*	0.32*	-0.49**	0.17
ECI						0.85**	0.57**	0.92**	0.62**	-0.21	0.31	-0.10	0.41**	0.32*	0.43**	0.24	0.15	0.14	-0.62**	-0.43**
EV							0.87**	0.92**	0.82**	-0.05	-0.11	0.01	0.50**	0.46**	0.46**	0.31*	0.23	0.29	-0.69**	-0.39
EVD								0.60**	0.72**	0.04	0.01	0.06	0.49**	0.54**	0.37*	0.33	0.25	0.34*	-0.55**	-0.10
EVI									0.75**	-0.11	-0.19	-0.03	0.42**	0.31	0.45**	0.24	0.18	0.20	-0.67**	-0.41**
SE										0.002	-0.03	-0.03	0.32*	0.28	0.30	0.17	0.09	0.21	-0.67**	0.22
LU											0.96**	0.96**	0.11	0.10	0.10	0.32*	0.31	0.76**	0.53**	0.35*
LCD												0.83**	0.11	0.07	0.13	0.31	0.30	0.73**	0.54**	0.40*
LCI													0.11	0.12	0.07	0.30	0.30	0.72**	0.49**	0.29
DU														0.91**	0.93**	0.67**	0.34*	0.62**	0.005	-0.001
DCD															0.69**	0.65**	0.32*	0.66**	-0.04	0.007
DCI																0.59*	0.30	0.67**	0.05	-0.008
PUCE																	0.45**	0.64**	0.09	0.25
PUV																		0.45**	0.16	0.20
ATSE																			0.37*	0.22
ASUF																				0.37*

*: $P \leq 0.05$; **: $P \leq 0.012$

CL:cuerpos luteos; CLD:cuerpos luteos derechos; CLI:cuerpos luteos izquierdos; ET:embriones totales; ECD:embriones cuerno derecho; ECI:embriones cuerno izquierdo; EV:embriones vivos; EVD:embriones vivos derechos; EVI:embriones vivos izquierdos; SE:sobrevivencia embrionaria; LU:longitud uterina; LCD:longitud de cuerno derecho; LCI:longitud de cuerno izquierdos; DU:diámetro uterino; DCD:diámetro de cuerno derecho; DCI:diámetro de cuerno izquierdo; PUCE:peso útero con embriones; PUV:peso de útero vacío; ATSE: Área total de la superficie endometrial y ASUF:área total de la superficie uterina por feto.

CUADRO 17. GRADOS DE LIBERTAD (GL) Y CUADRADOS MEDIOS (CM) DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA LAS VARIABLES RELACIONADAS CON EL DESARROLLO EMBRIONARIO.

VARIABLE	TRATAMIENTO		Co(t)		LE		VLF		LP		PP		AP		E R R O R		R ²
	GL	CM	GL	CM	GL	CM	GL	CM	GL	CM	GL	CM	GL	CM	GL	CM	
	Longitud del embrión (LE)	1	10.1	39	248.6**	-	-	-	-	-	-	-	-	1	179.3**	412	
Peso del embrión (PE)	1	0.7	39	5.3**	1	23.7**	-	-	-	1	5.3*	-	-	435	1.0	0.54	
Volumen líquidos fetales (VLF)	1	1030.3	39	24102.9**	110036.6**	-	-	-	-	1	27528.4**	1	39972.9**	408	915.6	0.83	
Longitud de placentas (LP)	1	817.20*	38	528.8**	-	-	-	-	-	1	3775.5**	-	1	1879.7**	399	205.9	0.45
Peso de placentas (PP)	1	53.3	38	634.8**	-	-	1	922.5**	1	462.7**	1	1602.0**	397	25.7	0.85		
Área de placentas (AP)	1	148.1	35	29008.4**	-	-	269147.1**	159694.3**	1	441354.6**	-	-	360	3717.8	0.84		

*: $P \leq 0.05$; ** $P \leq 0.01$.

Las medias de mínimos cuadrados derivadas de los modelos de análisis se presentan en el cuadro 18.

Los coeficientes de correlación lineal entre éstas variables se presentan en el cuadro 19, indicando que todas ellas observaron valores medianos de correlación con la edad de gestación, pero altamente significativos ($P \leq 0.01$). Esa misma tendencia se registró entre las variables del desarrollo embrionario, excepto en peso del embrión con el volumen de líquidos fetales y con la longitud de la placenta, cuyos valores no fueron significativos.

CUADRO 18. EXPERIMENTO I: MEDIAS DE MÍNIMOS CUADRADOS \pm E.E. PARA LAS VARIABLES RELACIONADAS CON EL DESARROLLO EMBRIONARIO.

VARIABLE	GRUPO TESTIGO		GRUPO EXPERIMENTAL	
	\bar{X}	\pm e.e	\bar{X}	\pm e.e
Longitud el embrión (mm)	24.5	0.15 ^a	24.1	0.17 ^a
Peso del embrión (g)	1.6	0.07 ^a	1.7	0.07 ^a
Volumen de líquidos fetales (ml)	142.3	2.19 ^a	146.1	2.47 ^b
Longitud de placentas (cm)	44.3	1.0 ^a	41.1	1.18 ^b
Peso de placentas (g)	22.7	0.35 ^a	22.0	0.42 ^a
Area de placentas (cm ²)	449.4	4.10 ^a	450.7	5.19 ^a

a,b: Para una determinada variable (renglón) promedios con distinta literal son diferentes ($P \leq 0.05$).

CUADRO 19. EXPERIMENTO I: COEFICIENTES DE CORRELACION LINEAL PARA LAS VARIABLES RELACIONADAS CON EL DESARROLLO EMBRIONARIO.

VARIABLE	LE	PE	VLF	LP	PP	AP
EG	0.55**	0.37**	0.31**	0.34**	0.58**	0.45**
LE		0.57**	0.50**	0.41**	0.57**	0.54**
PE			0.12ns	0.09ns	0.12**	0.18**
VLF				0.53**	0.62**	0.68**
LP					0.62**	0.65**
PP						0.75**

** : $P \leq 0.01$; ns: No significativa.

EG: edad de gestación; LE: longitud del embrión; PE: peso del embrión; VLF: volumen de líquidos fetales; LP: longitud de placentas; PP: peso de placentas; AP: área de placentas.

Experimento II.

De un total de 25 cerdas para cada grupo, 24 del grupo tratado quedaron gestantes después de ser inseminadas a la pubertad, mismas que respondieron positivamente a 10 mg de $PgF_{2\alpha}$. Las 24 cerdas que abortaron retornaron a estro en un lapso de 6.2 ± 2.2 días y fueron inseminadas de acuerdo al procedimiento descrito con anterioridad. Para la tasa de partos no se encontraron diferencias ($P \geq 0.05$), siendo de 92% para el grupo testigo y de 91% para el tratado (Cuadro 20).

CUADRO 20. EXPERIMENTO II: TASAS DE PARTOS DE LAS CERDAS PRIMERIZAS SERVIDAS DURANTE EL SEGUNDO ESTRO POSTPUBERAL SOMETIDAS A CRECIMIENTO UTERINO POR GESTACION TEMPORAL.

VARIABLE	GRUPO 3 TESTIGO	GRUPO 4 EXPERIMENTAL
Cerdas servidas en el 2do. calor postpuberal	25	24
Cerdas paridas	23 ^a	22 ^a
Tasas de partos	92 ^a	91.6 ^a

a: Valores, entre grupos, sin diferencias ($P > 0.05$)

El análisis de varianza para las características relacionadas con el tamaño y peso de la camada al nacer (cuadro 21) sólo mostró efectos del tratamiento ($P \leq 0.05$) sobre el peso individual al nacer y los coeficientes de determinación fueron consistentemente bajos.

CUADRO 21. EXPERIMENTO II: GRADOS DE LIBERTAD (GL) Y CUADRADOS MEDIOS (CM) DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA TAMAÑO Y PESO DE LA CAMADA AL NACER.

F. DE V.	GL	CUADRADOS			MEDIOS.	
		TCN	LVN	LNM	PIN	PCN
Tratamientos	1	7.12	7.01	0.0004	0.308 [*]	2.85
Peso al segundo servicio	1	8.36	5.17	0.3824	0.031	0.54
Error	38	0.68	5.43	0.68	0.074	6.75
R^2 :		0.05	0.05	0.02	0.10	0.02

*: $P \leq 0.05$

El tamaño de la camada al nacer fue superior en el grupo tratado, pero la diferencia no fue significativa, respecto del testigo (9.83 Vs 8.98; cuadro 22). El promedio de lechones nacidos vivos también fue superior en el grupo tratado, pero sin diferencias ($P \geq 0.05$) respecto al testigo (9.38 Vs 8.55). El promedio de lechones nacidos muertos fue igual en ambos grupos (cuadro 22).

CUADRO 22. EXPERIMENTO II. MEDIAS DE CUADRADOS MINIMOS \pm E.E. PARA TAMAÑO Y PESO DE CAMADA AL NACER, EN CERDAS SOMETIDAS A CRECIMIENTO UTERINO POR GESTACION TEMPORAL.

VARIABLE	GRUPO 3 TESTIGO		GRUPO 4 EXPERIMENTAL	
	\bar{X}	\pm e.e.	\bar{X}	\pm e.e.
Tamaño de camada (TCN)	8.98	0.57a	9.83	0.56 ^a
Lechones nacidos vivos (LNV)	8.55	0.52a	9.38	0.51 ^b
Lechones nacidos muertos (LNM)	0.43	0.18a	0.44	0.18 ^a
Peso individual al nacer (PIN)	1.47	0.06a	1.30	0.06 ^b
Peso de camada al nacer (PCN)	12.36	0.58a	11.82	0.57 ^a

a, b: Valores por hilera con distinta literal, son diferentes ($P \leq 0.05$).

El peso individual promedio al nacer fue más bajo ($P \leq 0.01$) en los lechones de las cerdas tratadas respecto de las testigo (1.3 Vs 1.47 Kg), aunque esto estuvo correlacionado ($P \leq 0.01$) con el tamaño de camada ($r = 0.15$), con lechones nacidos vivos ($r = 0.55$) (cuadro 23).

El peso de la camada al nacimiento fue de 12.4 Kg para el grupo testigo y de 11.8 Kg para el tratado, sin diferencias ($P \geq 0.05$). Se encontraron correlaciones significativas ($P \leq 0.01$) del peso de la camada con el tamaño de camada al nacer ($r = 0.76$), el número de lechones nacidos vivos ($r = 0.71$) y el número de lechones nacidos muertos ($r = 0.34$) (cuadro 23).

CUADRO 23. EXPERIMENTO II: COEFICIENTES DE CORRELACION LINEAL PARA TAMAÑO Y PESO DE CAMADA AL NACER.

VARIABLE	LNV	PIN	PCN
Tamaño camada (TCN)	0.95**	-0.15**	0.76**
Lechones nacidos vivos (LNV)		-0.55**	0.71**
Peso individual al nacer (PIN)			0.15ns

** ≤ 0.01 ; ns: no significativa.

V. DISCUSION

En el presente trabajo el comportamiento reproductivo posterior al aborto de las cerdas tratadas con $PgF_2\alpha$ (grupos 2 y 4) fue superior al observado por Pressing et al (148) cuando usaron una sola dosis de 20 mg del mismo fármaco e igual a los resultados de Guthrie y Polge (82) y Podany et al (136), en términos de tasa de abortos, tasa de retorno a estro postaborto y tasa de concepción y partos postaborto.

Cuando se usó una sola dosis de 5 mg de $PgF_2\alpha$ para inducir el aborto se presentaron dos complicaciones en las cerdas del experimento I. En primer lugar, la dosis no fue capaz de inducir el aborto en dos (7.5%) de las 27 cerdas tratadas. Es probable que la respuesta de las cerdas gestantes a la $PgF_2\alpha$ dependa no solamente de la dosis sino también de la etapa de la preñez a la que son tratadas. Así lo sugieren los resultados del presente trabajo, ya que cuando se empleó en el segundo experimento la dosis de 10 mg el 100% de las cerdas, con 25 días de preñez, abortaron. En cambio, cuando Pressing et al (148) administraron 20' mg, en dosis única, a cerdas con 60-90 días de preñez la tasa de abortos fue del 36.4% solamente. Cuando los mismos autores dividieron la dosis en 10 mg c/u y la aplicaron con un intervalo de 24 horas, la tasa de abortos inducida fue del 100%.

En segundo lugar, solamente el 90% de las cerdas que abortaron con la dosis de 5 mg de $PgF_2\alpha$ retornaron al estro. Al respecto, Pressing et al. (148) mencionan que por alguna razón aún desconocida, en las cerdas en anestro posaborto el eje hipotálamo-hipófisis no es capaz de secretar una cantidad suficiente de gonadotropinas y por consiguiente, de estimular el desarrollo folicular. Esta suposición se fundamenta en el hecho de que cuando a este tipo de cerdas se les aplicó PMSG entraron en calor y fueron capaces de quedar preñadas después del apareamiento (148).

El intervalo aborto-estro obtenido en este trabajo fue muy similar al registrado en otros estudios, en donde usaron el mismo fármaco (112) o análogos de $PgF_2\alpha$ (82,136,148).

La tasa de concepción en las cerdas de los grupos 1 y 2 del experimento I, y de partos en las hembras de los grupos tres y cuatro del experimento II, no mostraron diferencias significativas, coincidiendo con los resultados de Guthrie y Polge (82) en el sentido de que la fertilidad de las cerdas jóvenes no se vió afectada por el aborto inducido con $PgF_2\alpha$ durante el primer tercio de la preñez; incluso con estudios en los que el aborto fue inducido en el segundo o tercer tercio de la preñez (112,136); contrario a los hallazgos de Pressing et al (148) quienes obtuvieron una menor fertilidad al parto, en varios grupos de cerdas.

El efecto deseado de aumentar la prolificidad mediante un previo estímulo del crecimiento uterino no fue observado en el presente trabajo. El tratamiento no logró producir un aumento significativo en el número de embriones implantados. En cambio, las variables embriones totales, longitud del útero, peso del útero vacío y área de la superficie uterina por feto fueron afectadas significativamente por el día de la gestación en el que las cerdas fueron sacrificadas (cuadro 13).

Originalmente se había planeado sacrificar a todas las hembras a los 30 días de preñez, pero no fue posible. Por ello, en el experimento I se incluyó en el análisis estadístico de la información el día de la gestación como un efecto lineal. Así, a medida que avanza la gestación (del día 22 al 34) el número de embriones disminuye de manera significativa ($P \leq 0.05$) en menos 0.39 por cien, lo cual está de acuerdo con la revisión de Pope y First (143). Por su parte, la longitud del útero, el peso del útero vacío y el área de la superficie uterina incrementan diariamente su longitud, peso y área en 8.44 cm, 34.15 g y 16.0 cm² respectivamente conforme avanza la preñez (del día 22 al 34) (cuadro 15).

Al respecto, varios estudios afirman que el útero gestante comienza a crecer a partir de la segunda semana posapareamiento (15,16,134). El crecimiento del órgano en el segundo y tercer tercio de la preñez va a depender del genotipo de la cerda (40,85) y el número de embriones o fetos que albergue en su interior (194).

Los valores de R^2 fueron bajos para tasa ovulatoria, características relacionadas con prolificidad y variables relacionadas con el crecimiento uterino. Bereskin y Frobish (17) encontraron una situación similar para las características de la camada.

La tasa de ovulación fue igual en los grupos 1 y 2 del experimento I. Ambos valores coinciden con los resultados de Newman (118), pero son superiores con respecto a la mayoría de los informes sobre cerdas jóvenes, citados en la revisión de literatura del presente trabajo (cuadro 4).

El número de embriones tendió a ser mayor en las cerdas tratadas, en 0.7 embriones, con respecto a las testigo; tendencia similar a la observada en el experimento II en lo referente al número total de lechones nacidos. No obstante, en ambos experimentos la diferencia a favor de las cerdas tratadas no fue significativa ($P \geq 0.05$).

En el experimento II el número total de lechones nacidos se reflejó en un mayor número de lechones nacidos vivos. En cambio en el experimento I el mayor número de embriones totales no se reflejó en un mayor número de embriones viables debido a

que en ese experimento las cerdas sometidas a gestación temporal tuvieron un mayor número de embriones muertos en comparación con las cerdas del grupo testigo (0.9 Vs 0.6; P \geq 0.05).

Contrario a lo que se esperaba, las cerdas sometidas a gestación temporal no mostraron una mayor longitud uterina a los 30 días de la gestación subsecuente al aborto que las testigo. Empero, ello no significa que la gestación temporal no haya sido capaz de producir un estímulo del crecimiento uterino. En efecto, Wu et al. (194), encontraron que los cuernos uterinos gestantes fueron más largos en un 40% que los cuernos no grávidos entre los días 18 a 27 de preñez. Asimismo, Fragoso et al. (67) registraron que los úteros sometidos a gestación temporal (25 días) registraron una longitud de 287.4 \pm 41.8 cm en el tercer o cuarto día del calor postaborto, mientras que sólo fue de 195.5 \pm 97.8 cm para los órganos de cerdas que no habían estado gestantes temporalmente. De acuerdo al trabajo de Fragoso et al. (67) los úteros sometidos a una gestación temporal son más largos que los no grávidos y mantienen este alargamiento hasta que se presente el estro postaborto, lo que significa que el órgano no involuciona dentro del intervalo aborto-estro con la misma rapidez con que lo hace durante la primera semana de lactancia (194).

Por lo anterior, es difícil pensar que en el presente trabajo no se logró estimular el crecimiento uterino; lo que posiblemente sucedió es que la diferencia inicial en el tamaño de los cuernos debida a la gestación temporal ya no existió a los 30 días de la siguiente gestación debido a que los úteros de las cerdas testigo ya habían estado también expuestas al estímulo de la gestación. La presencia de un número más elevado de embriones en las cerdas tratadas (grupo 2) apoya la opinión de que en éstas al inicio de la gestación el espacio uterino fue más amplio que en las cerdas testigo.

Desde esta perspectiva, si se considera que los cuernos uterinos en las cerdas sometidas a gestación temporal tienen una longitud de 287.4 cm (67) y que cada embrión requiere de 20 cm para sobrevivir y desarrollarse (194), existía espacio al inicio de la gestación para albergar un total de 14.4 embriones vivos. Sin embargo, cabría preguntarse por qué solamente lograron sobrevivir 11.1 embriones.

Una primera explicación pudiera ser que la tasa ovulatoria no fue suficiente para aprovechar el mayor espacio disponible en el útero de las cerdas tratadas. En síntesis, una mayor longitud uterina al inicio de la gestación no fue suficiente para mantener vivos por lo menos a todos los embriones implantados originalmente (12.1) lo que apoya la idea acerca de la existencia de otros factores que al interactuar con espacio

uterino, determinan el tamaño de camada tanto en cerdas jóvenes como en adultas.

Por otra parte, al no presentarse una mayor implantación y sobrevivencia embrionaria, los úteros de las cerdas tratadas no se vieron forzados a un mayor alargamiento y placentación del día 18 al 25 de preñez.

Contrariamente, Pope y First (143) lograron estimular la longitud del útero de cerdas gestantes al administrar 2 mg de 17- β estradiol los días 12 y 13 de la preñez. A los 15 días de gestación cada cuerno uterino de las cerdas tratadas midió 163.7 cm y 128.9 cm en las cerdas controles, siendo la diferencia significativa ($P \leq 0.05$). De esta manera se explica por qué, en el presente trabajo los úteros de las cerdas sometidas a gestación temporal tienen la misma longitud que las testigo (361.1 Vs 373.1 cm).

La longitud uterina en ambos grupos de cerdas del experimento I está dentro de los rangos de 300 a 380 cm, citados en varios informes publicados (cuadro 11), referido a hembras con 30 días de preñez.

En el presente trabajo los embriones y embriones vivos estuvieron asociados significativamente ($P \leq 0.05$) a cuerpos lúteos totales en 0.51 y 0.40 respectivamente, lo cual coincide con los trabajos de Wrathall (192) y Holness (88). Empero, no se observó correlación significativa entre longitud del útero y el total de embriones, así como entre longitud del útero y embriones vivos, tal como se ha informado en estudios anteriores (88, 194). Estos resultados indican que el tamaño de camada a los 30 días de preñez estuvo restringido a la tasa ovulatoria pero no con longitud uterina.

En concordancia con los anteriores resultados las tasas de sobrevivencia embrionaria calculadas por la diferencia existente entre el número de cuerpos lúteos y el número de embriones vivos, no difirieron entre tratamientos (77.6 Vs 77.8 para los grupos 1 y 2), lo cual coincide con estudios previos. Así, Wrathall (193) encontró una tasa de sobrevivencia embrionaria del 65 a 70%; Holness (88) del 76.5%; Day et al (42) del 80.8%; Christenson et al (37) del 80.3%; Deneke y Day (46) del 75.4% y Archibong et al. (7) del 83%, al día 25 a 30 de gestación.

De acuerdo con Wrathall (192) uno de los factores primarios que regulan la sobrevivencia prenatal en la especie porcina es el área de la superficie endometrial disponible durante la placentación. Desde este punto de vista se esperaba que la gestación temporal incrementara la longitud y el diámetro uterinos y consecuentemente el área total de la superficie endometrial y el área de la superficie uterina por

feto. Empero, no se lograron observar diferencias significativas entre los valores de las variables mencionadas para las cerdas tratadas y controles respectivamente.

Los valores del diámetro uterino para ambos tratamientos (17.4 Vs 18.3; para los grupos 1 y 2) fueron ligeramente menores a los citados por Arroyo et al (10) en cerdas con 30 días de preñez. Mientras que en el presente trabajo los promedios para el área total de la superficie endometrial y el área de la superficie uterina por feto fueron más elevados que los indicados por Knight et al. (99) quienes encontraron 2276 y 225 cm² respectivamente en cerdas intactas a los 30 días de preñez.

Es interesante resaltar la asociación de cuerpos lúteos totales con embriones, embriones vivos y diámetro uterino, lo que significa que al aumentar la tasa ovulatoria tiende a elevarse el tamaño de camada y consecuentemente el diámetro uterino. Además, el hecho de que el área total de la superficie endometrial esté asociada con embriones del cuerno derecho y embriones vivos derechos indica que una mayor presencia de éstos estimulan el crecimiento uterino.

Las correlaciones lineales del área de la superficie uterina por feto con el número de embriones, el número de embriones vivos y la sobrevivencia embrionaria fueron negativas y altamente significativas ($P \leq 0.01$). Es decir, conforme se incrementa el número de embriones y su sobrevivencia, disminuye el área de la superficie endometrial correspondiente a cada embrión.

Las correlaciones positivas ($P \leq 0.05$) del área de la superficie uterina por feto con longitud del útero y área total de la superficie endometrial indican que a medida que aumenta la longitud uterina y el área de la superficie endometrial se incrementa la superficie uterina disponible para cada embrión.

Los promedios para el peso del útero con embriones y peso del útero vacío no difirieron entre tratamientos y los valores, para la primera variable, están de acuerdo con un informe de la literatura (10); situación que se repite con el peso del útero vacío cuyos valores coinciden con los resultados de Knight et al. (99).

Con respecto a las variables relacionadas con el desarrollo embrionario se encontró un efecto de la cerda dentro del tratamiento. Es decir, hubo cerdas en las que las variables mencionadas respondieron positivamente a la gestación temporal. Empero, el no haber encontrado diferencias con los valores de las cerdas testigo, sugiere que en éstas también existieron individuos que sin haber recibido el tratamiento previo,

también lograron un desarrollo semejante al obtenido por las cerdas del grupo experimental.

En este trabajo las medias para longitud del embrión y peso del embrión coinciden con los resultados de Knigh et al (99) quienes a los 30 días de preñez encontraron embriones con 2.5 cm de longitud y 1.5 g de peso.

Asimismo, Huang et al (93) informan que a los 30 días de preñez la longitud de peso de los embriones fue de 2.9 cm y 2.2 g. Empero, en este último estudio las cerdas jóvenes fueron servidas hasta el tercer estro y su mayor edad y peso corporal pudo reflejarse en los valores de variables indicadas.

En otro estudio realizado en cerdas adultas se encontraron embriones con una longitud de 2.7 cm y un peso de 2.0 g a los 30 a 35 días de preñez (109). Estos valores indican que durante el primer tercio de preñez, el crecimiento de los embriones porcinos no es muy significativo.

En el presente trabajo el concepto líquidos fetales incluye al líquido amniótico y alantoideo, ya que en el primer caso, las cantidades eran tan pequeñas que no valía la pena realizar por separado las mediciones; además, el estudio no exigía hacer esa consideración.

Las medias para el volumen de los líquidos fetales (amniótico y alantoideo), de 142.3 ml para el grupo control y de 146.1 ml para el grupo experimental no difirieron entre sí ($P \geq 0.05$) y fueron superiores a los de Pomeroy (138), estimados en menos de 100 ml a los 30 días de

preñez, pero coinciden con los de McGovern et al (109) cuantificados en 151.9 ml (30 a 35 días de preñez) y son inferiores a los valores de Knight et al. (99) y Huang et al (93), estimados en 210 y 241 ml, respectivamente.

Marrable (111) menciona que los líquidos fetales, a pesar de sus múltiples funciones, ninguno es indispensable. Sin embargo, un incremento de los líquidos fetales puede a su vez estimular el desarrollo de las placentas y lograr una superficie de contacto más amplia entre membranas fetales y endometrio. Así lo sugieren los coeficientes de correlación entre el volumen de los líquidos fetales con la longitud de la placenta ($r=0.53$), peso de la placenta ($r=0.62$) y área de la placenta ($r=0.68$) que fueron altamente significativos ($P \leq 0.01$). Estas asociaciones también fueron encontradas por Knight et al. (99) aunque los valores fueron más altos. En efecto, los coeficientes de correlación entre el volumen de los líquidos fetales y la longitud y peso de la placenta fueron de 0.65 y 0.74 respectivamente a los 30 días de gestación.

En el grupo testigo las placentas fueron más largas (44.3 cm) que en el grupo experimental (41.1 cm) ($P \leq 0.05$), probablemente por la tendencia observada en el primer grupo de un número menor de embriones implantados y mayor longitud uterina. Al respecto, Eckstein et al. (1955), citado por Hafez (84) encontraron que el tamaño de la placenta está inversamente relacionado con el número de individuos en una camada. En este trabajo es probable que durante la implantación el mayor número de embriones existentes en el grupo experimental, a pesar de que no todos lograron desarrollarse, interfirieron con el alargamiento de las placentas. La longitud de las membranas fetales en ambos grupos de cerdas fue menor a la encontrada por Huang et al. (93) de 46.9 cm a los 30 días de preñez y al valor de 49.6 cm citado por Knight et al. (99), a los 35 días de gestación.

El peso promedio de las placentas no difirió ($P \geq 0.05$) entre el grupo testigo y el experimental y los valores fueron inferiores a los 27.7 g observados por Pomeroy (138) a los 31 días de gestación así como con los resultados de Huang et al. (93) quienes encontraron placentas con un peso de 32.1 g. En otro estudio (109) se informa que las placentas presentaron un peso de 29.0 g entre los 30 a 35 días de preñez.

Con respecto al área de las placentas, tampoco se observaron diferencias significativas ($P \geq 0.05$) entre los grupos testigo y experimental y sus valores promedios fueron mayores a los 281.5 cm² encontrados a los 35 días de preñez (99), pero inferiores a los 528 cm² encontrados en otro estudio a los 30 a 35 días de gestación (109).

El hecho de no haber encontrado diferencias significativas en la longitud y peso de los embriones, volumen de líquidos fetales, longitud y área de las placentas, indica que el estímulo del crecimiento uterino por gestación temporal no fue un método efectivo para permitir un mayor desarrollo del embrión y de sus membranas.

Probablemente debido a que las diferencias en la longitud uterina al inicio de la gestación entre los grupos testigo y experimental no se prolongaron hasta la etapa de implantación embrionaria (11 a 18 días de preñez) y la de placentación (18 a 30 días).

Para el primer caso no se tiene una respuesta ya que los cambios morfológicos del útero no fueron estudiados durante este periodo. Lo que sí se puede afirmar es que al día 30 de preñez la longitud uterina de las cerdas del grupo experimental no difirió del observado en las cerdas testigo.

Por ello queda la duda de si la dificultad para aumentar la sobrevivencia embrionaria se debió a la incapacidad del

útero para mantener su ventaja en términos de longitud hasta el momento de la implantación o fue a causa de otros factores, tales como diversidad embrionaria (147) o asincronía uterina (146).

En el experimento II se encontró una diferencia de casi un lechón en favor del grupo experimental, tanto en el tamaño de la camada al nacer como en el número de lechones nacidos vivos, sin embargo, las diferencias estadísticas con respecto al grupo testigo no fueron significativas. Los valores medios de estas variables en las cerdas testigo son similares a los obtenidos en cerdas jóvenes explotadas comercialmente (cuadro 2) pero los de las cerdas tratadas fueron superiores.

Lo anterior tiene dos significados. Por un lado se confirman los resultados de Fragoso et al. (67), quienes concluyeron que el aborto inducido con $PgF_{2\alpha}$ no produce lesiones microscópicas al útero de las cerdas tratadas a los 25 días de preñez, consecuentemente estos animales tendrían la capacidad para iniciar una nueva gestación sin detrimento de la fertilidad y el tamaño de la siguiente camada.

Por otra parte, la mayor longitud de los cuernos uterinos en las cerdas del grupo experimental, al inicio de la gestación subsecuente al tratamiento, no fue suficientemente consistente para incrementar el tamaño de la camada al nacer y el número de lechones nacidos vivos.

El peso individual al nacer fue significativamente menor en el grupo experimental pero ello no se debió a un efecto del tratamiento sino más bien, a su asociación negativa con el tamaño de la camada al nacer y con el número de lechones nacidos vivos. Es decir, conforme aumenta el tamaño de la camada al nacer disminuye el peso individual. Contrariamente el tamaño y peso de camada al nacer están asociados positivamente. Estos resultados coinciden con estudios previos (123,155,184).

Los valores de R^2 correspondientes a las variables relacionadas con el tamaño y peso de la camada al nacer fueron bajos y reflejan la alta variabilidad residual asociada a estas características. Valores similares han sido comunicados por varios autores (17,123,184).

Las correlaciones existentes entre el número de embriones totales con el área de la superficie endometrial y el área de los embriones con el volumen de líquidos fetales, peso de las placentas y área de las placentas sugieren que el espacio uterino juega un papel importante en la definición del tamaño de camada al nacer, pero no es suficiente, ni determinante. Lo más probable es que el espacio uterino interactúa con otras

variables entre las que destacan la tasa ovulatoria y asincronía útero-embionaria (146).

Lo más probable es que para lograr manipular el tamaño de la camada se deban controlar varios factores en lugar de uno sólo. Sin embargo, el estudio parcial e independiente de cada una de las variables que afectan la prolificidad de las cerdas, contribuirá a definir con mayor precisión la función que desempeña cada una de ellas.

VI. CONCLUSIONES

Las cerdas jóvenes sometidas a gestación temporal y aborto subsecuente con $PgF_{2\alpha}$, son capaces de iniciar una nueva preñez sin detrimento de la fertilidad y prolificidad.

Las cerdas jóvenes sometidas previamente a gestación temporal no mostraron un mayor crecimiento uterino a los 30 días de la preñez subsecuente.

Tampoco se observaron diferencias en el número de embriones implantados, ni en el grado de desarrollo de los embriones, placentas y el volumen de los líquidos fetales, con respecto a las cerdas testigo.

La gestación temporal, no logró incrementar de manera significativa el tamaño y peso de la camada al nacer en cerdas primerizas.

Estudios ulteriores deberían de realizarse para precisar si la ventaja en la longitud uterina al inicio de la gestación en las cerdas tratadas, persiste hasta la elongación e implantación embrionaria, período en el cual, la longitud uterina sería crucial. También es necesario conocer con mayor precisión las tasas de crecimiento uterino y los mecanismos que lo regulan durante la gestación temprana.

XI. LITERATURA CITADA.

1. Alonso, C.A. y Mejía, A.G.: Los futuros del sector pecuario: Una Prospectiva del Sector Alimentario Mexicano y sus Implicaciones para la Ciencia y la Tecnología. 95-168. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México, D.F., 1988.
2. Allen, W.E.: Causes of pregnancy failure. In: Fertility and Obstetrics in the Horse. 94-98. Blackwell Scientific Publications. Great Britain, 1988.
3. Anderson, L.L.: Cerdos. En: Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. Editado por: Hafez, E.S.E., 341-368. Nueva Editorial Interamericana. México, D.F., 1984.
4. Andersson, A.M. and Einersson, S.: Studies on the estrus and ovarian activity during five successive estrous cycles in gilts. Acta Vet. Scand., 21: 677-688 (1980).
5. Anderson, L.L. and Melampy, R.M.: Factors affecting ovulation rate in the pig. In: Pig Production. Edited by: Cole, D.J.A., 329-366, Butterworths, London, 1971.
6. Andersson, L.L.: Growth protein content and distribution of early pig embryos. Anat. Rec., 190: 143-154 (1978).
7. Archivong, A.E., England, D.C. and Stormshak, F.: Factors contributing to early embryonic mortality in gilts bred at first estrus. J. Anim. Sci., 64: 474-478 (1987).
8. Archivong, A.E., England, C. and Stormshak, F.: Ovulation and embryonic survival in pubertal gilts treated with gonadotropin releasing hormone. J. Sci., 65: 752-755 (1987).
9. Arias, T., Morales, G., Canibó, E. y del Toro, Y.: Sincronización del estro y ovulación en cochinitas púberes con Methallibure y gonadotropina sérica (PMSG). Proceeding 10th Congress International Pig Veterinary Society. Rio de Janeiro. 1988. 287. Int. Pig. Vet. Soc., Rio de Janeiro, Brasil (1988).
10. Arroyo, V.Y., Valencia, M.J., Becerril, A.J., Avendaño Reyes, L. y Mendoza, A.A.: Efecto del cipionato de estradiol sobre la longitud y peso uterino en cerdas primerizas. Memorias del XXV Congreso Nacional AMVEC-90. Pto. Vallarta, Jal., 71-74. Asoc. Mex. Vet. Espec. Cerdos. México. (1990).

11. Aumaitre, A. and Dagorn, J.: Sow litter recording: Importance, procedure for and utilization for improving the productivity. World Review of Animal Production, **15**: 41-46 (1979).
12. Bath, D.L., Dickinson, F.N., Tucker, H.A. y Appleman, R.D.: Problemas de manejo asociados a la reproducción. En: Ganado Lechero: Principios, prácticas, problemas y beneficios., 293-308. Nueva Editorial Interamericana. México, D.F. 1982.
13. Bazer, F. W., Robison, O. W. and Ulberg, L. C.: Uterine capacity at two stages of gestation in gilts following embryo superinduction. J. Anim. Sci., **20**:30-33 (1969).
14. Bazer, F.W, Geisert, R.D., Thatcher, W.W. and Roberts, R.M.: The establishment and maintenance of pregnancy. In: Control of Pig Reproduction. Edited by: Cole, D.J.A. and Foxcroft, G.R., 227-252, Butterworth, London. 1982.
15. Bazer, F.W., Thatcher, W.W., Botte, M.F. and Terqui, M.: Conceptus and uterine development in Large White (LW) and prolific Chinese Meishan (MS) gilts. J. Anim. Sci., **65** (suppl. 1): 381 (abstr.)(1987).
16. Bazer, F.W., Thatcher, W.W., Botte, M.F. and Terqui, M.: Sexual maturation and morphological development of the reproductive tract in Large White and prolific Chinese Meishan pigs. J. Reprod. Fert., **83**: 723-728 (1988).
17. Bereskin, B. and Frobish, L. T.: Some genetic and enviromental effects on sow productivity. J. Anim. Sci., **53**:601-610 (1981).
18. Blichfeldt, T. and Almlid, T.: The relationship between ovulation rate and embryonic survival in gilts. Theriogenology, **18**: 615-620 (1982).
19. Boland, M.P. and Gordon, I.: Attempts to control the oestrus cycle in the gilt. Ir. Vet. J., **35**: 82-85 (1981).
20. Boland, M.P. and Gordon, I.: Synchronization of oestrus as an aid to management in pig production. World Review of Animal Production. **18**: 31-36 (1982).
21. Botte, M.F., Bazer, F.W: and Terqui, M.: Embryonic survival mechanisms in Chinese Meishan (MS) and Hyperprolific Large White (LWh) gilts. Proceeding Third International Conference on Pig Reproduction. University of Nottingham, **32**, Loughborough, 1989.

22. Branny, A. and Kaczmarczyk, J. : The comparison of the development of the genitalia in gilts fattened under intensive and traditional conditions. Anim. Breed. Abstr., 49 : 770 (1981).
23. Brinkley, H.J., Wickersham, E.W., First, N.L. and Casida, I.E.: Effect of unilateral ovariectomy on the structure and function of the corpora lutea of the pig. Endocrinology, 74: 462-467 (1964).
24. Brooks, P.H. and Cole, D.J.A.: Meat production from pigs which have farrowed. 1. Reproductive performance and food conversion efficiency. Anim. Prod., 17: 305-317 (1973).
25. Brooks, P.H.: The gilt for breeding and for meat. Control of Pig Reproduction. Edited by: Cole D.J.A. and Foxcroft, G.R., 211-224, Butterworth, London. (1982).
26. Buttler, W.R., Fu, S.L. Rhodes, L. and Keister, D.M.: Increased ovulation rate in gilts following oral administration of Epostane. Proceeding Third International Conference on Pig Reproduction, University of Nottingham, 32, Loughborough, 1989.
27. Carrol, W.E., Krider, J. L. y Andrews, F. N.: Explotación del cerdo. Acribia. Zaragoza, España. 1967.
28. Carlson, J.R.: Reguladores del crecimiento. En: Desarrollo y Nutrición Animal. Editado por: Hafez, E.S.E. y Dier, I.A., 172-193. Acribia. Zaragoza, España. 1972.
29. Casiano, V.A., Becerril, A.J., Conejo, N.J., Valencia, M.J. y Avendaño, R.L.: Efecto de los estrógenos exógenos (cipionato de estradiol) sobre la longitud del utero en cerdas jóvenes. Memorias XXIV Congreso Nacional AMVEC-89, Morelia, Mich. 218-220, Asoc. Mex. Vet. Espec. Cerdos. México. 1989.
30. Castro, G.E.M.: Importancia que ejercen algunos factores ambientales y el efecto seminal sobre el tamaño y peso de la camada al nacimiento y al destete en el cerdo pelón mexicano. Tesis de Licenciatura. Fac. Med. Vet. y Zoot., Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1981.
31. Clark, L.K. and Leman, A.D.: Factors that influence litter size in pigs: Part 1. Pig News Infor., 7:303-310 (1986).

32. Cox, N.M., Stuart, M.J., Althen, T.G., Bennett, W.A. and Miller, H.W.: Enhancement of ovulation rate in gilts by increasing dietary energy and administering insulin during follicular growth. J. Anim. Sci., 64: 507-516 (1987).
33. Cunningham, P.J., England, M.E., Young, L.D. and Zimmerman, D.R.: Selection for ovulation rate in swine: Correlated response in litter size and weight. J. Anim. Sci., 48: 509-516 (1979).
34. Chertkov, D. D.: Development of the genital tract and litter size in gilts. Anim. Breed. Abstr. 46:720 (1978).
35. Christenson, R.K., Pope, C.E., Zimmerman-Pope, V.A. and Day, B.N.: Synchronization of estrus and ovulation in superovulated gilts. J. Anim. Sci., 36: 914-918 (1973).
36. Christenson, R.K.: Swine management to increase gilt reproductive efficiency. J. Anim. Sci., 63: 1280-1287. (1985).
37. Christenson, R.K., Leymaster, K.A. and Young, L.D.: Justification of unilateral hysterectomy - ovariectomy as a model to evaluate uterine capacity in swine. J. Anim. Sci., 65: 738-744 (1987).
38. Dagorn, J. and Aumaitre, A.: Sow Culling: reasons for and effect on productivity. Livestock Prod. Sci., 6: 167-177(1979).
39. Davis, D.L., Knight, J.W., Killian, D.B. and Day, B.N.: Control of estrus in gilts with a progestagen. J. Anim. Sci., 49: 1506-1509 (1979).
40. Davis, D.L., Stevenson, J. S., Pollman, D.S. and Allee, G.L.: Estrous and litter traits in gilts altered by altrenogest, flushing and pubertal status. J. Anim. Sci., 64: 1117-1126 (1987).
41. Davis, K.L., Robison, O.W., and Toelle, V.D.: Breed differences in uterine and ovarian measurements in gestating swine. J. Anim. Sci., 65: 685-691 (1987).
42. Day, B.N., Longenecker, D.E., Jaffe, S.C., Gibson, E.W. and Lasley, J.F.: Fertility of swine following superovulation. J. Anim. Sci., 26: 777-780 (1967).
43. De Alba, J.: Productividad de razas indigenas y exóticas del ganado porcino en América Latina. Revista Mundial de Zootecnia, 4: 25-28 (1972).

44. De Alba, J.: Reproducción aplicada a equinos. En: Reproducción Animal, 468-500. Prensa Medica Mexicana. México, D.F., 1985.
45. De Sa, W.F., Pleumsamran, P., Morcom, C.B. and Dukelow, W.R.: Exogenous steroid effects on litter size and early embryonic survival in swine. Theriogenology, 15: 246-255 (1981).
46. Deneke, W.A. and Day, B.N.: Effect of superovulation on litter size of swine at 70 days of gestation. J. Anim. Sci., 36: 1137-1138 (1973).
47. Díaz, J.: Nivel proteico en dietas de miel final para cerdas en gestación. Rev. Cub. Cienc. Agric., 14: 1-10 (1980).
48. Díaz, J. y Rivas, R.: Efecto del nivel proteico en dietas de miel final en la tasa ovulatoria y mortalidad embrionaria en cochinatas. Rev. Cub. Cienc. Agric., 15: 37-42 (1981).
49. Dickman, Z., Gupta, J.S. and Dey, S.K.: Does "blastocyst estrogen" initiate implantation?. Science, 195: 687-690 (1977).
50. Diedrich, S. y Ellendorff, F.: Endocrinología y Fisiología de la Reproducción de los Animales Zootécnicos. Acribia. Zaragoza, España. 1972.
51. Diehl, J.R. and Day, B.N.: Effect of prostaglandin F₂α on luteal function in swine. J. Anim. Sci., 39: 392-396 (1974).
52. Dhindsa, D.S., Dziuk, P.J and Norton, H.W.: Time of transuterine migration and distribution of embryos in the pig. Anat. Rec., 159: 325-329 (1967).
53. Dyck, G.W.: Ovulation rate and weight of the reproductive organs of Yorkshire and Lacombe swine. Can. J. Anim. Sci., 51: 141-146 (1971).
54. Dyck, G.W.: Normal and abnormal development and puberty in gilts and boars. In: Current Therapy in Theriogenology. Edited by: Morrow, D., 1107-1112. Saunders. Philadelphia, 1980.
55. Dyck, G.W. and Swierstra, E.E.: Growth of the reproductive tract of the gilt from birth to puberty. Can. J. Anim. Sci., 63: 81-87 (1983).

56. Dziuk, P.J. and Baker, R.D.: Induction and control of ovulation in swine. J. Anim. Sci., 21: 697-699 (1962).
57. 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).
58. Dziuk, P.J.: Effect of number of embryos and uterine space on embryo survival in the pig. J. Anim. Sci., 27: 673-676 (1968).
59. Dziuk, P.J.: The effect of migration distribution and spacing of pig embryos on pregnancy. Proceeding Second International Conference Pig Reproduction. University of Missouri, Columbia, 1985.
60. Edwards, R.G.: The vanishing twin. Res. Reprod., 15: 1-2 (1983).
61. Esbenshade, K.L., Britt, J.H., Armstrong, J.D., Toelle, V.D., and Stanislaw, G.M.: Body condition of sows across parities and relationship to reproductive performance. J. Anim. Sci., 62: 1187-1193 (1986).
62. Fahmy, H.M.: Weight of placental membranes in seven breeds of swine and its relationship with litter size and weight at birth. Can. J. Anim. Sci., 51: 247-249 (1971).
63. Fenton, F.R., Bazer, F.W., Robison, O.W. and Ulberg, L.C.: Effect of quantity of uterus on uterine capacity in gilts. J. Anim. Sci., 31: 104-106 (1970).
64. Fischer, 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. 75:45-66 (1976).
65. Flint, A. P. F., Saunders, P. T. K. and Ziecik, A. J.: Blastocyst-endometrium interactions and their significance in embryonic mortality. In: Control of Pig Reproduction. Edited by: Cole, D. J. A. and Foxcroft, G. R. 253-275. Butterworth. London, 1982.
66. Flores, M. J. A.: Sintesis histórica y breve análisis de la especie porcina en la República Mexicana. El Libro Azul. Química Hoescht, México, D. F. 1970.

67. Fragoso, S.A., Becerril, A.J., Conejo, N.J., Avendaño, R.L. y Morales, S.E.: Estimulo del crecimiento uterino por gestacion temporal en cerdas jóvenes. Memorias XXIV Congreso Nacional ANVEC-89. Morelia, Mich., 215-217. Asoc. Mex. Vet. Espec. Cerdos. México, D.F. (1989).
68. Fragoso, S.A., Becerril, A.J., Conejo, N.J., Morales, S.E. y Avendaño, R.L.: Efecto del aborto inducido con PgF_{2α} sobre la histología del útero, en cerdas jóvenes. Memorias XXIV Congreso Nacional AVEC-Morelia, Mich., 221-223. Asoc. Mex. Vet. Espec. Cerdos. México, D.F. (1989).
69. Franz, W., Schremmer, H., Engert, K. and Wegner, G.: A comparison of selected biological and management interactions on pig litter performance. Pig News Infor., 11: 739 (1989).
70. French, L.R., Rutledge, J.J. and First, N.L.: Effect of age and parity on litter size in pigs. J. Reprod. Fert., 57: 59-60 (1979).
71. 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. Endocr., 71:45-46 (1976).
72. Geisert, R.D., Renegar, R.H., Thatcher, W.W., Michael, R.R. and Bazer, F.W.: Establishment of pregnancy in the pig; I. Interrelationships between preimplantation development of the pig blastocyst and uterine endometrial secretions. Biol. Reprod., 27: 925-939 (1982).
73. Geisert, R.D., Brookbank, J.W., Roberts, M.R. 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).
74. Geisert, R.D., Thatcher, W.W., Roberts, M.R. 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).
75. Geisert, R.D., Zavy, M.T., Wettemann, R.P. and Biggers, B.G.: Length of pseudopregnancy and patterns of uterine protein release as influenced by time and duration of oestrogen administration in the pig. J. Reprod. Fert., 79: 163-172 (1987).

76. Geisert, R.D., Zavy, M.T., Gries, L.K., O'Neill, L.A. and Blair, R.M.: Embryonic steroids and establishment of early pregnancy. Proceeding Third International Conference on Pig Reproduction. University of Nottingham, Loughborough, 1989.
77. Gibson, E.W., Jaffe, S.C., Lasley, J.F. and Day, B.N.: Reproductive performance in swine following superovulation. J. Anim. Sci., 22: 858 (1963).
78. Góngora, G.S. y Berdugo, R.J.: Análisis del sistema de crianza tradicional en la ganadería de traspatio de la zona henequenera de Yucatán. Memorias del XIII Congreso Anual AMVEC-88. León, Gto., 180-182. Asoc. Mex. Vet. Espec. Cerdos. México, D.F. (1988).
79. Góngora, G.S., Richards, M. y Berdugo, R.J.: Análisis económico y social de la porcicultura rural de traspatio en los municipios de Mérida y Uman del Estado de Yucatán. Tec. Pec. Mex., 50: 115-126 (1986).
80. González, A.C., Vecchionacce, H., Díaz, I.: A comparison of some production traits in gilts and sows. Pig News Infor., 9: 1256 (1988).
81. Guthrie, H.D. and Polge, C.: Control of oestrus and fertility in gilts with accessory corpora lutea by Prostaglandin analogues ICI 79,939 and ICI 80,996. J. Reprod. Fert., 48: 427-430 (1976).
82. Guthrie, H.D. and Polge, C.: Treatment of pregnancy in gilts with a prostaglandin analogue, cloprostenol, to control oestrus and fertility. J. Reprod. Fert., 52: 271-273 (1978).
83. Hadek, R. and Getty, R.: The changing morphology in the uterus of the growing pig. Am. J. Vet. Res., 20: 573-577 (1959).
84. Hafez, E.S.E.: Symposium on growth: Physio-genetics of prenatal and postnatal growth. 779-791 (1963).
85. Hagen, D.R., Kephart, K.B. and Wangsness, P.J.: Reproduction in domestic and feral swine. II. Interrelationships between fetal size and spacing and litter size. Biol. Reprod., 23: 929-934 (1980).
86. Heap, R.B., Flint, A.P.F., Godsby, J.E. and Rice, C.: Hormones, the early embryo and the uterine environment. J. Reprod. Fert., 55: 267-275 (1979).

87. Hernández, S.E.: Determinación de parámetros productivos del ganado porcino en México: Revisión bibliográfica. Tesina de Licenciatura. Esc. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Tarimbaro, Mich., México. 1987.
88. Holness, D. H.: Ovarian morphology plasma progesterone concentration and early embryo survival in the sow. Anim. Reproduc. Sci., 5:127-133 (1982).
89. Hughes, P.E. and Varley, M.A.: Reproduction in the Pig. Butterworth, London. 1982.
90. Hunter, R.H.F.: Superovulation and fertility in the pig. Anim. Prod., 6: 189-192 (1964).
91. Hunter, R.H.F.: The effect of superovulation on fertilization and embryonic survival in the pig. Anim. Prod., 8: 457-465 (1966).
92. Hunter, R. H. F.: Physiology and Technology of Reproduction in Female Domestic Animals. Academic Press. London, 1980.
93. Huang, Y-T., Johnson, R.K. and Eckardt, G.R.: Effect of unilateral hysterectomy and ovariectomy on puberty, uterine size and embryo development in swine. J. Anim. Sci., 65: 1298-1305 (1987).
94. Hylllyer, G.M.: Body condition and reproduction in pigs. In: Recent Advances in Animal Nutrition. Edited by: Haresign, W. and Lewis, D., 69-78, Butterworth, London, 1980.
95. Joo, H.S. and Kang, B.J.: Reproductive performance on intensive swine farms in Korea. Pig News Infor., 7: 303-310 (1986).
96. Kirkwood, R.N. and Thacker, P.A.: Nutritional factors affecting embryo survival in pigs (results and speculations). Pig News Infor., 9: 15-21 (1988).
97. Knight, J.W., Bazer, F.W. and Wallace, H.D.: Effects of superovulation and unilateral ovariectomy-hysterectomy on porcine uterine protein secretions. J. Anim. Sci., 36: 62-65 (1974).
98. Knight, J.W., Davis, D.L. and Day, B.N.: Estrus synchronization in gilts with a progestagen. J. Anim. Sci., 42: 1358-1359 (1976).

99. Knight, J.W., Bazer, F.W., Thatcher, W.W., Franke, D.E. and Wallace, H.D.: Conceptus development in intact and unilateral hysterectomized-ovariectomized gilts: Interrelationships among hormonal status, placental development, fetal fluids and fetal growth. J. Anim. Sci., 44: 620-637 (1977).
100. Knott, R.E., England, D.C. and Kennick, W.H.: Estrus, ovulation, conception and embryo survival in confinement-managed gilts of three weight groups. J. Anim. Sci., 58: 281- (1984).
101. Kroes, Y. and Van Male, J.P: Reproductive lifetime of sows in relation to economy of production. Livestock Prod. Sci., 6: 179-183 (1979).
102. Lacková, D. and Stastny, P: Morphological analysis on changes in the endometrium during the oestrus cycle of gilts. Pig News Infor., 9: 235 (1988).
103. Lee-Dalton, D. and Knight, J.W.: Effects of exogenous progesterone and estrone on conceptus development in swine. J. Anim. Sci., 56: 1354-1361 (1983).
104. Legault, C.: Selection of breeds strains and individuals for prolificacy. Proceeding Second International Conference on Pig Reproduction. University of Missouri, 44. Columbia, 1985.
105. Lin, Y.W.: Pig breeds in China. Pig News Infor., 9: 407-413 (1988).
106. MacPherson, R.M., Hovell, F.D.D., Jones, A.S.: Performance of sows first mated at puberty or second or third oestrus, and carcass assessment of once-bred gilts. Anim. Prod., 24: 233-342 (1977).
107. Martinez, G.R., Becerril, A.J., Haro, T.M. y Navarro, F.R.: Efecto del cipationato de estradiol en cerdas gestantes sobre el número de lechones nacidos total, nacidos vivos y fertilidad. Memorias de la XXI Reunión de la Asociación de Veterinarios Especialistas en Cerdos. Puebla-Tlaxcala, Asoc. Mex. Vet. Espec. Cerdos. México, D.F. (1986).
108. McDonald, L.E.: Aparato reproductor de la hembra. En: Reproducción y Endocrinología Veterinarias. 235-287. Nueva Editorial Interamericana, México, D.F., 1978.

109. McGovern, P.T., Morcom, C.B., de Sa, 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).
110. Marrable, A.W. and Ashdown, R.R.: Quantitative observations on pig embryos of known ages. J. Agric. Sci., 69: 443-447 (1967).
111. Marrable, A.W.: The Embryonic Pig. A Chronological Account. Pitman-Medical, London. 1971.
112. Meeker, D. L., Rothschild, M. F. and Christina, L. L.: Breed differences in return to estrus after PgF2 α induced abortions in swine. J. Anim. Sci., 61:354-357 (1985).
113. Melrose, D.R.: A review of progress and of possible developments in artificial insemination of pigs. Vet. Rec. 78: 159-167 (1966).
114. Monk, E.L. and Erb, R.E.: Effect of unilateral ovariectomy and hysterectomy on reproductive parameters in the gilt during early pregnancy. J. Anim. Sci., 39: 366-372 (1974).
115. Morcom, C.B., Wildt, D.E. and Dukelow, W.R.: Progesterone: estrone injections during gestation in swine for increasing litter size. Proceeding Congress International Pig Veterinary Society, Ames, Iowa. 1976. 25. Int. Pig. Vet. Soc., Ames, Iowa (1976).
116. Moustgaard, J.: Nutrición fetal del cerdo. En: Nutrición de Cerdos y Aves. Editado por: Morgan, J.T. y Lewis, D., 211-231. Acribia, Zaragoza, España. 1965.
117. Murray, F.A., Bazer, F.W., Wallace, H.D and Warnick, A.C.: Quantitative and cualitative variation in the secretion of protein by the porcine uterus during the estrus cycle. Biol. Reprod. 7: 314- 317 (1972).
118. Newman, J.A.: Ovulation rates in the Lacombe breed of pigs. Can. J. Anim. Sci., 43: 285-289 (1963).
119. Noakes, D.E.: The normal breeding animal. In: Fertility and Infertility in Domestic Animals. Edited by: Laing, J.A., 5-35. Bailliere Tindall, London, 1979.
120. Noguera, J.L. and Legault, C.: Trends in productivity of sows during the last ten years in France. Pig News Infor., 5: 205-212 (1984).

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

121. Olliver, L.: Selection for prolificacy in the pig. Pig News Infor., 3:383-388.
122. O'Reilly, P.J., McCormack, M., O'Mahony, K. and Murphy, C.: Estrus synchronization and fertility in gilts using a synthetic progestagen (allyl trenbolone) and inseminated with fresh, stored or frozen semen. Theriogenology, 12: 131-137 (1979).
123. Ortega, G. R.: Fuentes de variación genéticas y ambientales sobre caracteres de tamaño y peso de la camada en cerdos. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México, 1984.
124. Palmer, W.M., Teague, H.S. and Venzke, W. G. : Histological changes in the reproductive tract of the sow during lactation and early postweaning. J. Anim. Sci., 24: 1117-1125 (1965).
125. Palmer, W.M., Teague, H.S. and Venzke, W.G.: Macroscopic observation on the reproductive tract of the sow during lactation and early potweaning. J. Anim. Sci., 24: 541-545 (1965).
126. Paterson, A.M. and Lindsay, D.R.: Induction of puberty in gilts. Anim. Prod., 31: 291-297 (1980).
127. Paterson, A.M., Barker, I. and Lindsay, D.R.: Analysis of the reproductive performance record of an intensive piggery in Australia. Pig News Infor., 7: 303-310 (1986).
128. Pay, M.G. and Davies, T.E.: Growth, food consumption and litter production of female pigs mated at puberty and at low body weights. Anim. Prod., 17: 85-91 (1973).
129. Patrón, U.C.D.: Efecto de la edad de la madre en el número de lechones nacidos y al destete en la raza Duroc-Jersey. Tesis de Licenciatura. Esc. Med. Vet. y Zoot., Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1966.
130. Penny, R.H.C., Edwards, M.J. and Mulley, R.: The reproductive efficiency of pigs in Australia with particular reference to litter size. Austr. Vet. J., 47: 194-210 (1971).
131. Pérez, E. R.: Aspectos económicos de la Porcicultura en México 1960-1985. Asociación Americana de Soya. México, D. F. 1986.

132. Pérez, M.R.E., Galina, H.C.S. y Becerril, A.J.: Estimación de la pérdida embrionaria en el porcino utilizando material de rastro. Veterinaria-México, 14: 129-132 (1983).
133. Persyn, M.: Reproduction in gilts following treatment with regumate to synchronize oestrus. Pig News Infor., 9: 235 (1988).
134. Perry, J.S. and Rowlands, I.W.: Early pregnancy in the pig. J. Reprod. Fert., 4: 175-188 (1962).
135. 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).
136. Podany, J., Vanicek, J., Stejskal, J. and Kelének: Induction of abortion with prostaglandin F_{2α} in gilts and their subsequent fertility. Theriogenology, 17:393-400 (1982).
137. Polge, C.: Fertilization in the pig and horse. J. Reprod. Fert., 54: 461-470 (1978).
138. Pomeroy, R.W.: Infertility and neonatal survival in the sow. III. Neonatal mortality and foetal development. J. Agric. Sci., 54: 31-56 (1960).
139. Pond, W.G., Roberts, S.J., Dunn, J.A. and Willman, J.P.: Late embryonic mortality and stillbirths in three breeds of swine. J. Anim. Sci., 19: 881-886 (1960).
140. Pope, C.E., Christenson, R.K., Zimmerman, D.R. and Day, B.W.: Effect of number of embryos on embryonic survival in recipient gilts. J. Anim. Sci., 35: 805-810 (1972).
141. 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).
142. Pope, W.F., Maurer, R.R. and Stormshak, F.: Intrauterine migration of the porcine embryo: Interaction of embryo, uterine flushing and indomethacin on myometrial function in vitro. J. Anim. Sci., 55: 1169-1178 (1982).
143. Pope, W.F. and First, N.L.: Factors affecting the survival of pigs embryos. Theriogenology, 23: 91-105 (1985).

144. Pope, W.F., Boyd, R.D., Foote, R.H. and First, N.L.: Dose-response shift in the resistance of maturing porcine blastocysts to exogenous estradiol-17 β . Proceeding of the Second International Conference on Pig Reproduction. University of Missouri, 29, Columbia (1985).
145. Pope, W.F., Lawywe, M.S. and First, N.L.: The effect of exogenous estradiol on litter size in typical swine herd. Theriogenology, 28: 9-14 (1987).
146. Pope, W.P.: Uterine asynchrony: A cause of embryonic loss. Biol. Reprod. 39:999-1003 (1988).
147. Pope, W. F., Xie, S., Broermann, D. M. and Nephew, K. P.: Causes and consequences of early embryonic diversity in pigs. J. Rep. Fert. Suppl. 40:251-260 (1990).
148. Pressing, A. L., Dial, G. D., Stroud, C. M., Almond, G. W. and Robinson, O. W.: Prostaglandine-induced abortion in swine: endocrine changes and influence on subsequent reproductive activity. Am. J. Vet. Res., 48:45-50 (1987).
149. Pursel, V. G., Elliott, D. O., Newman, C. W. and Staigmiller, R. B.: Synchronization with allyl trenbolone: Fecundity after natural service and insemination with frozen semen. J. Anim. Sci., 52:130-133 (1981).
150. Rasbech, N.O.: A review of the causes of reproductive failure in swine. Br. Vet. J., 125: 599-616 (1969).
151. 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.
152. Redmer, D.A. and Day, B.N.: Ovarian activity and hormonal patterns in gilts fed allyl trenbolone. J. Anim. Sci., 53: 1088-1094 (1981).
153. Rich, T.D., Turman, E.J. and Hillier, J.C.: A comparison of the ovulation rate, fertilization rate and embryo survival of hand-mated and lot-mated gilt. J. Anim. Sci., 27: 443-446 (1968).
154. Richard, E.M. and Leyva, M.C.: An example of the use economic analysis in the definition of research and of development priorities: Pig production in the henequen zone of Yucatan, México. Res. Dev. Agric. 1(2): 7-17 (1985).

155. Rivera, A. M. y Berruecos, J. M.: Análisis de la variación genética y ambiental en la población de cerdos cruzados: I. Correlaciones Fenotípicas. Tec. Pec. Mex., 24:33-40 (1973).
156. Roberts, R.M. and Bazer, F.W.: The functions of uterine secretions. J. Reprod. Fert., 82: 875-892 (1988).
157. Rodeffer, H.E., Leman, A.D. and Mueller, A.G.: Development of a record system for measuring swine breeding herd performance. J. Anim. Sci., 40: 13-18 (1975).
158. Romano, J.L., Gómez, R., Robles, A. y Martínez, L.: Establecimiento de una piara pelón mexicano. Prod. Anim. Trop., 5: 326 (1980)
159. Rybalko, V.P.: Reproductive life and age changes in the productivity of sows. Zhivotnovodstvo, 9: 56-57 (1975), citado por Clark, L.K. and Leman, A.D.: Factors that influence litter size in pigs. Pig News Infor., 7: 303-310 (1986).
160. Sánchez, Z.J.: Biopsia vaginal en cerdas y su correlación morfológica en útero y ovario. Tesis de Licenciatura. Fac. Med. Vet. y Zoot., Universidad Nacional Autónoma de México. 1981.
161. Saucedo, M. P.: Historia de la Ganadería en México. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 1984.
162. Scofield, A.M.: Embryonic mortality. In: Pig Production. Edited by: Cole, D.J.H., 367-383, Butterworth, London. (1972).
163. Schilling, E. and Cerne, F.: Induction and synchronization of oestrus in prepubertal gilts and anoestrus sows by PMS/HCG Compound. Vet. Rec., 91: 471-474 (1972).
164. Segerson, E.C. and Murray, F.A.: Uterine protein secretions in postpartum sows. J. Anim. Sci., 46: 1730-1737 (1978).
165. Segura, J.C.: Factores genéticos y ambientales que afectan la eficiencia reproductiva en una piara comercial en la Chontalpa, Tabasco. Memorias XXIII Congreso Anual AMVEC-88, León Gto., 162-165. Asoc. Mex. Vet. Espec. Cerdos. México, D.F. (1988).

166. Shearer, I.J., Purvis, K., Jenkins, G. and Haynes, N.B.: Peripheral plasma progesterone and oestradiol-17 β levels before and after puberty in gilts. J. Reprod. Fert., **30**: 347-360 (1972).
167. Sheridan, P.J., Austin, F.H., O'Connor, P.J. and Roche, J.F.: Effect of exogenous progesterone and oestrone on litter size in swine. Vet. Rec., **119**: 322-324 (1986).
168. Simmen, R.C.M. and Simmen, F.A.: Regulation of uterine and conceptus secretory activity. Proceeding Third International Conference on Pig Reproduction. University of Nottingham, Loughborough. 1989.
169. Skjervold, H.: Comparison of litter size by use of natural and by artificial mating of pigs. Pig News Infor., **7**: 303-310 (1986).
170. Spector, G. J. H., Sall, J. P. and Searle, W.: Procedures General Lineal Models. SAS/STAT guide for personal computers. 6th. edition. Edited by: Institute Inc.. North Caroline, USA (1986).
171. Spinelli, J.L.: Uso en veterinaria de las hormonas. Farmacología y Terapéutica Veterinaria. 224-245. Nueva Editorial Interamericana. México, D.F., 1982.
172. Squire, G.D., Bazer, F.W. and Murray, F.A.: Electrophoretic patterns of porcine uterine protein secretions during the estrous cycle. Biol. Reprod., **7**: 321 (1972).
173. Stabenfeldt, G.H., Akins, E.L., Ewing, L.L. and Morrisette, M.C.: Peripheral plasma progesterone levels in pigs during the oestrus cycle. J. Reprod. Fert., **20**: 443- (1969).
174. Steel, R.G.D., and Torrie, J.H. Bioestadística: Principios y Procedimientos. McGraw-Hill. México, D.F., 1985.
175. Steinbach, J. and Smidt, D.: Cyclical phenomena in the female genital tract of swine. Histological observations. J. Anim. Sci., **30**: 573-577 (1970).
176. Stone, B.A.: Determinants of embryonic mortality in the pig. Pig News Infor., **8**: 279-284 (1987).
177. Strang, G.S.: Litter productivity in Large White pigs. 1. The relative importance of some sources of variation. Anim. Prod., **12**: 225-233 (1970).

178. Stroband, H.W.J. and Vander Lende, T.: Embryonic and uterine development during early pregnancy. Proceeding Third International Conference on Pig Reproduction. University of Nottingham, Loughborough, 1989.
179. Svajgr, A. J., Hays, V. W., Cromwell, G. L. and Dutt, R. H.: Effect of lactation duration on reproductive performance of sows. J. Anim. Sci., 38:100-105 (1974).
180. Valencia, M.J.: Ciclo estral. En: Fisiología de la Reproducción Porcina. 33-54. Trillas. 1a. ed., México, D.F., 1985.
181. Van, I.T.: Pig Production in the Netherlands. Pig News Infor., 6: 439-444 (1985).
182. Vangen, O: Problems and possibilities for selection for fecundity in multiparous species. Pig News Infor., 2: 257-263 (1981).
183. Varley, M.A. and Cole, D.J.A.: Studies in sow reproduction: 5. The effect of lactation length of the sow on the subsequent embryonic development. Anim. Prod., 22: 79-85 (1976).
184. Vázquez, P.C.G., Robles, C.A. y Berruecos, J.M.: Análisis de la relación entre el número de lechones nacidos y destetados en cuatro diferentes razas en clima tropical. Tec. Pec. Mex., 23: 12-18 (1972).
185. Vermeer, H.M. and Slijkhuis, A.: Insemination of breeding sows at the first or second oestrus. Pig News Infor., 11: 807 (1990).
186. Young, L.G. and King, G.J.: Reproductive performance of gilts bred on first versus third estrus. J. Anim. Sci., 53: 19-23 (1981).
187. Waldorf, D.P., Foote, W.C., Self, H.L., Chapman, A.B. and Casida, L.E.: Factors affecting fetal pig weight late in gestation. J. Anim. Sci., 16: 976-980 (1957).
188. 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).
189. Webel, S.K: Control of ovulation in the pig. In: Control of Ovulation. Edited by: Crighton, D.G., Haynes, N.B., Foxcroft, G.R. and Lamming, G.E., 421-434. Butterworth, London, (1978).

190. 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).
191. Wildt, D.E., Culvert, A.A., Morcom, C.B. and Dukelow, W.R.: Effects of administration of progesterone and oestrogen on litter size in pigs. J. Reprod. Fert., **48**: 209-211 (1976).
192. Wrathall, A. E.: Prenatal survival in pigs. I. Ovulation rate and its influence on prenatal survival in litter size in pigs. Review series No. 9 Commonwealth Agricultural Bureau. Farnham Royal. England, 1971.
193. Wrathall, A.E.: Reproductive failure in the pig: Diagnosis and control. Vet. Rec., **100**: 230-237 (1977).
194. 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).
195. Wu, M.C., and Dziuk, P.J.: Ovarian influence on uterine growth in prepuberal gilts. J. Anim. Sci., **66**: 2893-2898 (1988).
196. Wu, M.C., Hentzel, M.D. and Dziuk, P.J.: Effect of stage of gestation, litter size and uterine space on the incidence of mummified fetuses in pigs. J. Anim. Sci., **66**: 3202-3207 (1988).
197. Wu, M.C., Chen, Z.Y., Jarrell, V.L. and Dziuk, P.J.: Effect of initial length of uterus per embryo on fetal survival and development in the pig. J. Anim. Sci., **67**: 1767-1772 (1989).
198. Zhen, H.S.A., Carlson, S.D. and First, N.L.: Scanning electron microscopic study of the porcine oviduct and uterus. J. Anim. Sci., **42**: 804-808 (1976).
199. Zhen, Y.J.: On the biological and economical traits of ten chinese indigenous breeds of pig. Pig News Infor., **6**: 301-309 (1985).
200. Zimmerman, D.R. and Cunningham, P.J.: Selection for ovulation rate in swine: Population, procedures, and ovulation response. J. Anim. Sci., **40**: 61-69 (1975).