

01673  
3  
24



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**EVALUACION DE LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA  
DE MACHOS HIBRIDOS Y PUROS EN CERDOS**

TESIS PRESENTADA ANTE LA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
DE LA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
PARA LA OBTENCION DEL GRADO DE

**MAESTRO EN PRODUCCION ANIMAL**

POR

**JAVIER FLORES COVARRUBIAS**

AGOSTO DE 1990

ASESORES:

MVZ José M. Doportó Díaz      MVZ Jorge R. López Morales  
MVZ Ricardo Navarro Fierro    MVZ Fernando Quintana Ascencio

MEXICO, D. F.

1990

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



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.

## C O N T E N I D O

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCION .....	1
2. JUSTIFICACION .....	2
3. HIPOTESIS .....	3
4. OBJETIVOS .....	4
5. REVISION DE LITERATURA .....	6
5.1 Dimensiones testiculares, peso testicular y epididimal de los cerdos .....	6
5.2 Factores que influyen sobre el inicio de la producción espermática de los porcinos .....	8
5.3 Factores que modifican los valores seminales de los verracos .....	10
5.4 Líbido y conducta de sementales porcinos en el apareamiento .....	15
5.5 Eficiencia reproductiva de cerdos machos .....	16
5.6 Efecto del grupo genético del semental sobre el comportamiento de su progenie .....	17
6. MATERIAL Y METODOS .....	22
6.1 Evaluación del efecto de la raza en las dimensiones testiculares y peso testicular y epididimal .....	23

6.2 Comparación del inicio de la producción espermática en cerdos de diferentes grupos genéticos .....	31
6.3 Evaluación del efecto de la raza en las características del eyaculado .....	32
6.4 Estudio de la conducta sexual de sementales porcinos de distintas razas .....	35
6.5 Porcentaje de concepción de cerdas cruzadas con machos de distintos grupos genéticos .....	37
6.6 Comparación de la productividad de lechones obtenidos de distintos grupos genéticos de sementales .....	38
7. RESULTADOS .....	40
7.1 Dimensiones y peso testicular y epididimal .....	40
7.1.1 Longitud y ancho testicular en vivo .....	40
7.1.2 Dimensiones y peso de testículos extirpados y peso del epidídimo .....	54
7.2 Inicio de la producción espermática .....	79
7.3 Características del eyaculado .....	83
7.4 Conducta sexual de cerdos machos .....	88
7.5 Porcentaje de concepción con distintos grupos genéticos de verracos .....	93
7.6 Productividad de lechones de diferentes grupos genéticos .....	95

	<u>Página</u>
8. DISCUSION .....	101
8.1 Dimensiones y peso testicular y epididimal.....	101
8.2 Inicio de la producción espermática .....	104
8.3 Características del eyaculado .....	105
8.4 Conducta sexual de cerdos machos .....	107
8.5 Porcentaje de concepción con distintos grupos genético de verracos .....	108
8.6 Productividad de lechones de diferentes grupos genéticos .....	110
9. LITERATURA CITADA .....	113

## 1. INTRODUCCION

Se ha logrado mejorar la productividad en los cerdos mediante el uso de la heterosis, término propuesto por Shull (citado por Manwell et al., 33) para definir el incremento en la productividad de los individuos cruzados sobre la de sus padres.

Hay casos de cruzamientos en los que los hijos resultan de menor productividad que sus progenitores, situación en la que se ha utilizado el término "heterosis negativa" (39).

Hasta hace algún tiempo, utilizar animales híbridos en la producción porcina, era una práctica limitada a las hembras del pie de cría y su producción para el abasto, dejando abierta la posibilidad de aplicar el hibridismo en sementales.

Estudios sobre el comportamiento reproductivo de sementales híbridos en Estados Unidos y Europa indican que su madurez sexual es más rápida, tienen un mayor peso testicular, volumen de eyaculado, libido y porcentaje de fecundación que los machos de razas puras (8).

En México no se tienen estudios sobre la productividad de sementales híbridos, en cuanto a desarrollo testicular, edad a la pubertad y otras características

reproductivas.

En la presente investigación, se comparan cerdos machos de 8 grupos genéticos en las variables: a) desarrollo testicular b) inicio de la producción espermática c) características seminales d) conducta sexual e) porcentaje de partos de cerdas que cubrieron y f) productividad de la progenie.

Los grupos genéticos examinados son: Duroc, Hampshire, Landrace, Yorkshire, Duroc-Hampshire, Hampshire-Duroc, Yorkshire-Landrace y Landrace-Yorkshire.

### 3. JUSTIFICACION

Aunque se sabe que por efecto de la heterosis se incrementa en los cerdos la longitud, ancho y peso de los testiculos, así como el peso epididimal (18,19,39,51), se desconoce si el comportamiento heterótico es consistente en diferentes edades y grupos genéticos.

Por otro lado, el inicio de la producción espermática de cerdos híbridos y puros aún no se ha investigado.

Si bien la conducta sexual y el porcentaje de fertilidad de sementales Duroc, Hampshire, Duroc-Hampshire y Hampshire-Duroc, no presentan heterosis significativa

(10,51) es conveniente determinar cuál es el efecto en otros grupos genéticos.

Se requiere investigar más acerca de la productividad de sementales híbridos y puros en relación al número y peso de lechones al nacer y a 21 días, puesto que se han observado resultados contradictorios, algunos indican mayor producción con verracos híbridos (5,11,25,38) y otros con machos puros (17).

### 3. HIPOTESIS

Por efecto del sistema de apareamiento (híbridos vs puros) se presenta lo siguiente en cerdos machos:

a) Hay mayor tamaño y peso testicular y peso epididimal, que se hace más marcado con el incremento en la edad del cerdo.

b) Se inicia la producción espermática a menor edad.

c) Es mayor el volumen seminal, porcentaje de motilidad espermática, concentración de espermatozoides y el tiempo de eyaculado y menor el porcentaje de espermias anormales.

d) Disminuye, en el cortejo sexual, el tiempo requerido para el primer contacto con la hembra, el lapso para montar

y el período para introducción de pene y aumenta la duración de la monta.

e) Es superior la fertilidad de machos híbridos, medida como el porcentaje de cerdas que llegan a parto, del total de servidas.

f) En cruzas en las que se utilizan verracos híbridos, se incrementa el peso individual a 21 días, el peso de camada al nacimiento y a los 21 días de edad y el número de nacidos y destetados, reduciéndose el peso individual al nacer, en comparación con sementales puros.

#### 4. OBJETIVOS

Estudiar en sementales Duroc, Hampshire, Yorkshire, Landrace, Duroc-Hampshire, Hampshire-Duroc, Yorkshire-Landrace y Landrace-Yorkshire, si existe efecto de raza del cerdo y del sistema de apareamiento sobre lo siguiente:

a) Longitud y ancho de testículos in situ y largo, ancho, peso testicular y peso epididimal en testículos extirpados a los 68, 96, 124, 156 y 180 días de edad.

b) Porcentaje de machos con producción espermática, observada en tejido testicular de cerdos con las edades mencionadas.

c) Características del eyaculado: volumen, motilidad espermática, concentración de espermias, porcentaje de anormalidades y tiempo de eyaculado.

d) Conducta sexual en el apareamiento: tiempo a primer contacto y a monta, introducción de pene y duración de la cubrición.

e) Porcentaje de fertilidad en las hembras servidas.

f) Efecto del semental (híbrido o puro) en el número de lechones nacidos, sobrevivencia a 21 días, peso al nacer y peso a las tres semanas.

## 5. REVISION DE LITERATURA

### 5.1 Dimensiones testiculares y peso testicular y epididimal de los cerdos.

En cuanto a la relación del desarrollo testicular y el corporal, se menciona que a partir de las 14 semanas de vida del feto y hasta la tercera semana después del nacimiento, el crecimiento testicular en proporción, fue mayor al crecimiento corporal. Esta situación se repite después de la séptima semana de vida (45).

Otra investigación en cerdos de siete a treinta semanas de edad, indica que el mayor crecimiento testicular ocurrió entre las 18 a 22 semanas, que coinciden con la última fase de liberación de esperamatozoides al túbulo seminífero (35).

El desarrollo testicular y epididimal de los porcinos está influenciado por la alimentación, el tamaño de la camada donde se desarrolló el macho, la selección y la heterosis, entre otros. Einarson et al. (15) mencionan que los cerdos tienen mayor desarrollo testicular, cuando son alimentados ad libitum de los 15 a los 170 días. Wilson et al. (51) indican que al parecer, es debido a que los animales con libre consumo tienen mayor crecimiento corporal, que se correlaciona positivamente con el

crecimiento testicular.

El tamaño de la camada durante la lactancia, influye sobre la longitud y el ancho testicular de los lechones cuando tienen 56 y 84 días. Son mayores en camadas con 6 ó menos lechones lactando, comparadas con las de 14 ó más, debido a que por el reducido tamaño de camada, tienen mayor peso corporal, que se asocia con el tamaño testicular (14).

La selección de hembras con base en la tasa de ovulación, incrementa el peso testicular de su progenie a los 154 días de edad (13).

Los hijos machos de hembras seleccionadas con base en el porcentaje de ovulación, tienen 10 % más pesados los testículos a los 100 kg de peso, comparados con los de hembras no seleccionadas (26).

El efecto de la heterosis incrementa el peso testicular y del epidídimo. Los cerdos híbridos Duroc-Landrace, Duroc-Spotted, Duroc-Yorkshire, Landrace-Spotted, Landrace-Yorkshire y Spotted-Yorkshire, tienen más pesados los testículos (291 g vs 243 g) la cabeza + cuerpo epididimal (31 g vs 27 g) y cola epididimal (34 g vs 31 g) que las razas de las cuales se obtuvieron (18,19).

En cerdos, el peso de los testículos se asocia en mayor grado con el peso corporal que con la edad (51) y el testículo y epidídimo izquierdos son significativamente más pesados que los derechos (15).

Los testículos de cerdos híbridos Duroc-Hampshire y Hampshire-Duroc de 225 días de edad, fueron 95 g más pesados que los de las razas de las cuales se obtuvieron. La heterosis fue de 16 % en esta característica y los testículos de Hampshire pesaron 50 g más que los de Duroc (51).

El efecto de heterosis positiva se hace extensivo a la longitud y ancho de los testículos en el cerdo y cuando son extirpados (39).

#### 5.2 Factores que influyen sobre el inicio de la producción espermática de los porcinos.

Una de las etapas que se consideran como el inicio de la pubertad en los machos, es la producción de espermatozoides y su liberación a los túbulos seminíferos. En los cerdos coincide con la fase de mayor desarrollo de los órganos genitales, que se presenta a los 3 meses de edad (21).

Se menciona que existen cinco fases de desarrollo testicular en el cerdo: la neonatal, prepuberal, puberal,

postpuberal y de madurez. El proceso espermatogénico se inicia en la prepuberal, que es cuando se observan espermocitos y espermátidas en los túbulos seminíferos. Se presenta generalmente en cerdos de 50 kg con 3 a 4 meses de edad. La etapa puberal se presenta inmediatamente después, diferenciándose de la anterior porque se observan espermatozoides libres en el lumen (21).

La producción espermática en cerdos miniatura se inicia entre los 4 y 5 meses de edad, semejante a lo que ocurre en razas comunes (35).

Las gonadotropinas, el sistema de crianza y el fotoperiodo, entre otros factores, modifican en los cerdos machos la edad y el peso corporal para alcanzar la pubertad (2,16,32,49). La heterosis modifica la edad a la pubertad en las hembras, pero en los machos aún no es claro.

Allrich et al. (2) indican que un factor involucrado en el desarrollo puberal, es el aumento en la capacidad y sensibilidad de los testículos al estímulo de las gonadotropinas.

Para evaluar el efecto del sistema de crianza sobre la pubertad, se compararon tres diferentes tipos de confinamiento para machos: a) corral con piso de tierra o de concreto. b) confinados solos o en grupo y c) mantenidos o

no en contacto con hembras. Los cerdos con piso de tierra y en grupo, alcanzaron la pubertad a los 177 días y los otros entre los 195 a 210 días. El contacto con hembras no influyó sobre la edad a la pubertad (49).

Se menciona que los fotoperíodos largos reducen la edad a la pubertad de los cerdos. En machos de 7.5 meses, se pudo colectar semen del 88 % de los cerdos complementados con iluminación artificial para alargar el fotoperíodo y en el grupo testigo solamente de 44 % (32).

### 5.3 Factores que modifican los valores seminales de los verracos.

En los cerdos, las características seminales están influenciadas por la época del año, el intervalo entre eyaculados, la edad del semental, la variación individual, y el grupo genético del cerdo. Martínez *et al.* (34) observaron efecto significativo de la época del año sobre la cantidad de espermas por eyaculado. Fue más baja en el período de febrero a mayo, que el de junio a enero. No hubo efecto en el volumen de eyaculado, concentración espermática, motilidad, porcentaje de espermatozoides vivos y porcentaje de anormales. Louda *et al.* (31) encontraron efecto del mes de colección seminal en la concentración y motilidad espermática y el porcentaje de espermatozoides anormales.

En cuanto a la técnica de colección de semen, se menciona que no hay diferencia en los valores seminales, cuando se utiliza la electroeyaculación o el procedimiento de la mano enguantada (6).

Cuando el tiempo entre una colección seminal y otra se reduce, los valores obtenidos se afectan negativamente. Swierstra (47) comparó las características seminales de eyaculados colectados con intervalos de 24 y 72 horas en las razas Yorkshire y Lacombe de 21 a 31 semanas. El número de espermatozoides por eyaculado disminuyó en colecciones a intervalos de 24 horas durante 13 días, debido a que la reserva espermática epididimal se reduce por falta de reposo sexual.

El volumen seminal, concentración y anormalidades espermáticas varían de un cerdo a otro, debido en forma indirecta a la diferencia del tamaño testicular, que se relaciona con el nivel de producción de espermatozoides (13,14).

Para determinar el efecto de raza sobre los valores seminales, Swierstra (47) evaluó cerdos Yorkshire y Lacombe de 21 y 31 semanas de edad. Los primeros fueron mejores a las 21 semanas de edad, pero a las 31 semanas no se observó diferencia significativa, lo cual indica que los machos Yorkshire maduran más rápido que los Lacombe.

Los machos Hampshire y Duroc tienen mayor concentración espermática (70 y 63 x 10<sup>6</sup>/ml respectivamente) que los cerdos de la raza Landrace, debido a que el volumen seminal afecta en forma negativa la concentración espermática por ml de eyaculado y los machos Landrace tuvieron 165 a 178 ml más de volumen que las otras razas (10).

Los valores seminales de cerdos híbridos Duroc-Hampshire y Hampshire-Duroc son mayores que los de Duroc y Hampshire (10,18,39,41,51).

La heterosis incrementa la cantidad espermática en testículo y epidídimo (39). Wilson et al. (51) indican que se debe al incremento del tamaño testicular, más que a la actividad espermatogénica, puesto que el número de espermatozoides por gramo de tejido no varió significativamente entre cerdos puros Duroc y Hampshire e híbridos Duroc-Hampshire y Hampshire-Duroc.

Sellier et al. (41) mencionan que los cerdos híbridos producen 25 % más espermias por eyaculado que las razas utilizadas para su cruzamiento.

Los cerdos Duroc y Hampshire-Duroc de 6 a 21 meses de edad, producen 78 a 94 x 10<sup>6</sup> más espermatozoides por ml que las razas Hampshire y Landrace; los Hampshire-Duroc y Landrace tienen 170 a 178 ml más de volumen seminal que los

Duroc y Hampshire (10).

Fent et al. (18) observaron que los machos híbridos de dos razas, ya sea Duroc, Yorkshire, Landrace o Spotted, tienen en promedio más espermias en testículo y epididimo que las razas utilizadas para la cruce.

En el cuadro 1, se muestra un resumen de las investigaciones acerca del efecto de la heterosis en las características del eyaculado de los verracos y se observa que los híbridos tienen más volumen seminal, mayor concentración espermática y más espermias en tejido que las razas que les dieron origen.

## CUADRO 1.

INVESTIGACIONES SOBRE EL EFECTO DEL GRUPO GENETICO DEL CERDO EN EL NUMERO DE ESPERMATOZOIDES Y VOLUMEN SEMINAL

VARIABLE	REFERENCIA	GRUPO GENETICO			
Volumen seminal	(10) (47)	L (+) Y (+)	HD (+) Lacombe	H (-) (-)	D (-)
Concentración espermática total	(41) (47)	Hibridos (+) Y	(+)	Puros (-) Lacombe (-)	
Concentración espermática/ml	(10) (47)	D (+) Y (+)	HD (+) Lacombe	H (-) (-)	L (-)
Espermas en cabeza, cuer- po y cola epididimal	(18)	Hibridos (+)		Puros (-)	
Espermas en testículo	(18) (51)	Hibridos (+) Hibridos (+)		Puros (-) Puros (-)	
Espermas por gramo de testículo	(51)	Hibridos (+)		Puros (+)	

D = Duroc H = Hampshire L = Landrace Y = Yorkshire  
(+) = Indica valor mayor (-) = Indica valor menor

#### 5.4 Líbido y conducta de sementales porcinos en el apareamiento.

El sistema de crianza y el grado en que la cerda manifiesta el celo, modifican la conducta sexual de los machos durante la monta (43,49).

Los animales en confinamiento con piso de cemento, muestran más libido que en pastoreo (16) y los que se crían en grupos a partir de las 12 semanas hasta los 10 meses de edad, presentan más libido que los alojados individualmente en el mismo periodo (49).

Los machos en corrales cercanos a cerdas en celo, presentan mayor disposición para el apareamiento y los cerdos mantenidos en proximidad con hembras, comparados con no próximos, montaron antes de 15 minutos de cortejo y su tiempo de eyaculado fue mayor (23).

La cantidad de luz que reciben los cerdos afecta el comportamiento sexual. Se ha demostrado que cerdos machos de 15 a 32 meses de edad, a los que se les proporcionaron 15 horas de luz al día, manifestaron mayor deseo de apareamiento, que el grupo control con 12 horas (24).

En otra investigación se observó que el tiempo de contacto a monta y su duración, no varían significativamente entre machos Duroc-Hampshire y Hampshire-Duroc, comparados con las razas paternas (51).

#### 5.5 Eficiencia reproductiva de cerdos machos.

Se ha evaluado el efecto de la inseminación, de las características seminales, y del grupo genético del semental, sobre el porcentaje de cerdas que quedan gestantes.

En inseminación con material colectado cada 24 horas se tiene 83 % de preñez y cuando es cada 72 horas 70 % (48).

El volumen seminal y la concentración espermática, están correlacionados positivamente con el porcentaje de fertilidad en inseminación artificial. La inseminación con 50 ml generó mayor porcentaje de fertilidad y supervivencia embrionaria que volúmenes de 10 y 20 ml, con 2.5, 5.0 y 10.0 x 10<sup>9</sup> espermatozoides respectivamente (46).

En otra investigación se observó que la motilidad y el número de espermatozoides del eyaculado, influyen en el porcentaje de concepción. En inseminación con volumen de 150 ml y distinta concentración espermática por dosis, el mayor porcentaje de preñez se obtuvo con diluciones de 7 x 10<sup>9</sup> y

con motilidad espermática de 75 % o más (37).

Wilson et al. (51) evaluaron machos Duroc, Hampshire, Duroc-Hampshire y Hampshire-Duroc y obtuvieron porcentajes de concepción diferentes, pero no significativamente, de 63.2 %, 48.6 %, 67.5 % y 60 % respectivamente.

Se evaluaron machos Hampshire-Duroc, Hampshire, Duroc y Landrace y se obtuvo heterosis positiva no significativa en el porcentaje de concepción (10, 12).

Koh et al. (28) observaron efecto de la raza del macho sobre el porcentaje de pariciones. Los machos Landrace, Minnesota 2 y Duroc tuvieron de 71.3 % a 74.3 % pariciones y los Yorkshire tuvieron 63 %; en las cruzas entre razas distintas se observó 78.2 % y razas iguales 65.4 % pariciones.

**5.6 Efecto del grupo genético del semental sobre el comportamiento de su progenie.**

El número de lechones por camada y el peso de la misma al parto, 21 y 42 días de edad, se incrementa con la heterosis materna y del lechón (36,42) y varían dependiendo de la raza paterna. Con verracos Duroc se tuvieron lechigadas más numerosas y pesadas que con Hampshire, pero menos que con Yorkshire (52).

Aluja y Berruecos (1) mencionan que se obtiene 10.5 y 10.3 lechones por parto con machos Yorkshire y Hampshire respectivamente.

Kennedy y Moxley (27) indican que en la cruce con sementales Lacombe se tienen 1.5 menos nacidos que con Yorkshire y Landrace.

Kuhlers et al. (29) señalan que las camadas obtenidas de padres Duroc, son más numerosas que las de Hampshire y éstas más que las de Spot a las 3 semanas de edad.

En cruzamientos con verracos híbridos se obtienen más lechones al parto (5,11,25,38) y a los 21 días (5,11,38) en comparación con sementales de una raza.

Por el contrario, Fahmy y Holemann (17) mencionan que las lechigadas obtenidas con las razas paternas Yorkshire Landrace y Duroc, son 0.4 más numerosas y 0.14 más pesadas al nacimiento, así como 0.2 más numerosas y 1.4 más pesadas a las tres semanas, que las de híbridos Landrace-Yorkshire, Duroc-Yorkshire y Duroc-Lacombe.

Los machos híbridos Large White-Landrace, Landrace-Large White, Hampshire-Large White o Hampshire-Landrace, comparados con sementales de una raza, no difieren

significativamente, en cuanto a cerdos nacidos vivos, nacidos muertos, sobrevivencia a los 35 días, peso individual y de camada al nacer y al destete (30).

En otra investigación no hubo diferencia significativa en el peso y número de lechones paridos, cuando se utilizaron sementales híbridos o de una raza (3).

Ruiz (40) mediante un modelo de predicción para comparación de diferentes alternativas de cruzamiento, determinó que las cruzas en las que las razas Yorkshire-Landrace se encuentran en el lado materno y las Duroc-Hampshire en el paterno, son en las que se predice un número mayor de animales producidos, así como un mayor índice económico.

En los cuadros 2 y 3 se resume la información sobre las investigaciones citadas. Se observa que la raza del padre influye en las variables analizadas y el efecto de la heterosis del verraco no es claro en número de nacidos, destetados y peso de la lechigada al nacer; es negativo en peso a 21 días y no hay diferencia en peso y sobrevivencia a 35 días.

## CUADRO 2.

## INVESTIGACIONES SOBRE EL EFECTO DE RAZA PATERNA EN EL TAMAÑO DE CAMADA.

VARIABLE Y REFERENCIA	GRUPO GENETICO DEL PADRE		
Cerdos por camada:			
Nacidos			
(1)	Y (+)	H (-)	
(27)	Y (+)	L (+) Lacombe (-)	
(52)	Y (++)	D (+) H (-)	
(3,30)	Híbridos (+)	Puros (+)	
(5,11,25,38)	Híbridos (+)	Puros (-)	
(17)	Híbridos (-)	Puros (+)	
A 21 días			
(29)	D (++)	H (+)	Spot (-)
(52)	Y (++)	D (+)	H (-)
(5,11,38)	Híbridos (+)	Puros (-)	
(17)	Híbridos (-)	Puros (+)	
A 35 días (30)	Híbridos (+)	Puros (+)	
A 42 días (52)	Y (++)	D (+)	H (-)

D = Duroc    H = Hampshire    L = Landrace    Y = Yorkshire

(++)=Valores mayores (+)=Valores medios (-)=valores menores

## CUADRO 3.

INVESTIGACIONES SOBRE EL EFECTO DE RAZA PATERNA EN EL PESO  
DE CAMADA

VARIABLE Y REFERENCIA	GRUPO GENETICO DEL PADRE		
Peso de camada:			
Al nacer			
(52)	Y (++)	D (+)	H (-)
(3,30)	Híbridos (+)	Puros (+)	
(17)	Híbridos (-)	Puros (+)	
A 21 días			
(52)	Y (++)	D (+)	H (-)
(17)	LY,DY,DL, (-)	Y,L,D (+)	
A 35 días			
(30)	LWL,LLW,HLW,HL (+)	Puros (+)	
A 42 días (52)	Y (++)	D (+)	H (-)

D = Duroc    H = Hampshire    Y = Yorkshire    L = Landrace  
 LW = Large White (++) = Valores mayores (+) = Valores medios  
 (-) = valores menores

## 6. MATERIAL Y METODOS

El trabajo se llevó a cabo en la Granja Experimental Porcina de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México.

La granja se encuentra en la parte sureste de la cuenca del Valle de México. Geográficamente se localiza a  $19^{\circ} 18'$  de latitud norte y  $99^{\circ} 2' 30''$  de longitud oeste del meridiano de Greenwich; a una altura de 2242 m sobre el nivel del mar y presión de 588 mm de Hg. La temperatura media es de 17 C con mínimas y máximas de 12 y 20 C . La precipitación pluvial promedio anual es de 741.16 mm. Los vientos dominantes son del sureste y noroeste (50).

Se realizó del 1<sup>o</sup> de octubre de 1980 al 1<sup>o</sup> de noviembre de 1982. Se utilizaron cerdos de las razas Duroc (D), Hampshire (H), Yorkshire (Y) y Landrace (L), a los que se les denominó puros, y las cruzas DH, HD, YL y LY, a los que se les clasificó como híbridos. Se determinó el efecto del sistema de cruce (promedio de híbridos vs promedio de puros) del grupo genético (entre puros o entre híbridos) y la edad de los cerdos sobre largo, ancho y peso testicular y epididimal a los 68, 96, 124, 152 y 180 días. Se comparó entre los grupos genéticos la frecuencia de cerdos con producción espermática en las mismas edades. Una vez que

alcanzaron su capacidad reproductiva, se evaluó el efecto del sistema de cruce y del grupo genético en las características del eyaculado y conducta sexual a la monta. Se midió su fertilidad servicio-parto y se evaluó el comportamiento de su progenie.

#### 6.1 Evaluación del efecto de la raza en las dimensiones testiculares y peso testicular y epididimal.

La evaluación se dividió en dos fases experimentales. En la primera se midió la longitud testicular (LTV) y ancho testicular (ATV) en el animal. Se hizo a los 68, 96, 124, 152 y 180 días.

Los animales experimentales fueron los mismos desde el inicio del trabajo, de modo que el número de ellos se redujo al castrar algunos para la segunda fase o cuando murieron o se desecharon por alguna causa. La cantidad de animales utilizados se muestra en el cuadro 4.

Los cerdos se pesaron en cada medición testicular, con el fin de ajustar el tamaño testicular al peso corporal.

## CUADRO 4.

## NUMERO DE MEDICIONES DE TESTICULOS EN VIVO

GRUPO GENETICO	EDAD (DIAS)				
	68	96	124	152	180
Duroc	60	58	53	46	35
Hampshire	47	43	38	32	27
Yorkshire	38	32	30	26	19
Landrace	21	21	20	20	17
Yorkshire-Landrace	29	26	27	25	16
Landrace-Yorkshire	46	45	44	41	23
Hampshire-Duroc	57	51	49	44	37
Duroc-Hampshire	30	23	22	18	13
Total	328	299	283	252	187

Se utilizaron dos modelos estadísticos para analizar la información, en un principio se analizaron las mediciones del testículo izquierdo y derecho por separado, pero se encontraron resultados iguales en ambos y se decidió analizar el promedio (izquierdo + derecho)/2.

Los modelos incluyen las evaluaciones testiculares y epididimales en cerdos enteros. Las variables dependientes son longitud y ancho testicular.

#### Modelo A.

Se usó para estimar el efecto del sistema de cruce (híbridos vs puros).

$$Y_{ijklm} = \mu + H_i + R_j(H)_i + A_k + BP_1 + (HA)_{ik} + B_i P_1 + (RA(H)_i)_{jk} + B_j P_1(H_i) + E_{ijklm}$$

Donde:

$Y_{ijklm}$  = Una observación de longitud o ancho testicular

$\mu$  = Media general

$H_i$  =  $i$ -ésimo efecto del sistema de cruce

$R_j(H)_i$  =  $i$ -ésimo efecto de raza anidada en el  $j$ -ésimo nivel del sistema de cruce

$A_k$  =  $k$ -ésima edad de evaluación

$BP_1$  = Efecto lineal del peso a la medición empleado como covariable

$(HA)_{ik}$  =  $ik$ -ésima interacción del efecto del sistema de cruce y la edad a la medición

- $B_i P_1$  = Diferencia de pendiente entre cerdos híbridos y puros para el efecto del peso a la medición
- $(RA(H)_i)_{jk}$  =  $j_k$ -ésima interacción de la raza del cerdo y la  $k$ -ésima edad de evaluación, anidada en el  $i$ -ésimo efecto del sistema de cruce
- $B_j P_1(H_i)$  = Diferencias de pendiente entre las razas de cerdos anidado en el nivel del sistema de cruce para peso a la medición
- $E_{ijklm}$  = Error aleatorio  $(0, S^2)$

#### Modelo B.

Se usó para estimar el efecto del grupo genético. Se aplicó por separado para los cuatro grupos puros (D, H, Y, L) y para los cuatro híbridos (YL, LY, HD, DH).

$$Y_{ijkl} = \mu + R_i + A_j + (RA)_{ij} + BP_k + B_j(P)_k + E_{ijkl}$$

Donde:

- $Y_{ijkl}$  = Una observación de largo o ancho testicular
- $\mu$  = Media general
- $R_i$  =  $i$ -ésima raza del cerdo
- $A_j$  =  $j$ -ésima edad de evaluación
- $(RA)_{ij}$  = Interacción de la raza del cerdo con la edad de evaluación
- $BP_k$  = Efecto lineal del peso del animal, empleado como covariable

$\delta_j(P)_k$  = Diferencia de pendiente entre las distintas edades para el efecto de peso a la medición

$E_{ijkl}$  = Error aleatorio (0,  $\sigma^2$ )

En la segunda fase se midieron testículos y epidídimos extirpados de cerdos de 68, 96, 124, 152 y 180 días de edad. Se midió largo (LT), ancho (AT) y peso (PT) de testículo y el peso epididimal (PE). El número de cerdos castrados para la fase dos se indica en el cuadro 5. Los cerdos se pesaron cuando se castraron, con el fin de ajustar el tamaño testicular, peso testicular y peso epididimal al peso corporal.

Con los dos modelos 1 y 2 se analizaron los resultados de los testículos y epidídimos extirpados, considerando como variables dependientes el promedio de ambos testículos para peso epididimal, peso testicular, largo y ancho testicular.

**CUADRO 5.**  
**NUMERO DE ANIMALES CASTRADOS**

GRUPO GENETICO	EDAD ( DIAS )				
	68	96	124	152	180
Duroc	5	9	3	3	13
Hampshire	7	5	4	3	7
Yorkshire	5	3	3	4	11
Landrace	3	5	4	3	5
Yorkshire-Landrace	5	2	2	5	8
Landrace-Yorkshire	8	1	4	6	18
Hampshire-Duroc	4	2	3	9	21
Duroc-Hampshire	6	2	2	4	7
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>29</b>	<b>25</b>	<b>37</b>	<b>90</b>

**Modelo 1.**

Se usó para estimar el efecto del sistema de cruce  
(híbridos vs puros)

$$Y_{ijklm} = \mu + H_i + A_j + (HA)_{ij} + S_k + BP_1 + (AS)_{jk} + B_i P_1 + B_j P_1 + E_{ijklm}$$

Donde:

$Y_{ijkl}$  = Una observación de peso testicular o epididimal o de largo o ancho testicular

$\mu$  = Media general

$H_i$  =  $i$ -ésimo efecto del sistema de cruce

$A_j$  =  $j$ -ésima edad de evaluación

$(HA)_{ij}$  =  $ij$ -ésima interacción del efecto del sistema de cruce y edad de evaluación

$S_k$  =  $k$ -ésimo efecto del padre del cerdo

$BP_1$  = Efecto lineal del peso a la castración empleado como covariable

$(AS)_{jk}$  =  $jk$ -ésima interacción de la edad de evaluación y padre del cerdo

$B_i P_1$  = Diferencia de pendiente entre cerdos híbridos y puros para el efecto del peso a la castración

$B_j P_1$  = Diferencia de pendiente entre las distintas edades para el efecto del peso a la castración

$E_{ijklm}$  = Error aleatorio  $(0, i^2)$

**Modelo 2.**

Empleado para comparar los distintos grupos genéticos en forma específica. Se aplicó por separado para los cuatro grupos puros (D, H, Y y L) y para los cuatro híbridos (YL, LY, HD y DH)

$$Y_{ijkl} = \mu + R_i + A_j + (RA)_{ij} + BP_k + \beta_i P_k + \beta_j P_k + E_{ijkl}$$

Donde:

$Y_{ijkl}$  = Una observación de peso testicular o epididimal o de largo o ancho testicular

$\mu$  = Media general

$R_i$  =  $i$ -ésima raza del cerdo

$A_j$  =  $j$ -ésima edad de evaluación

$(RA)_{ij}$  = Interacción de la raza del cerdo con la edad de evaluación

$BP_k$  = Efecto lineal del peso a la castración, empleado como covariable

$\beta_i P_k$  = Diferencia de pendiente entre las distintas razas de los cerdos para el efecto del peso a la castración

$\beta_j P_k$  = Diferencia de pendiente entre las distintas edades a la evaluación en el efecto lineal del peso a la castración

$E_{ijkl}$  = Error aleatorio ( 0,  $\sigma^2$  )

Para la comparación múltiple de promedios entre razas o grupos de híbridos se utilizó la prueba de Tukey (20).

## 6.2 Comparación del inicio de la producción espermática en cerdos de diferentes grupos genéticos.

Se tomó una muestra de testículo derecho de cerdos castrados a los 68, 96, 124, 152 ó 180 días de edad en promedio, con peso de 15, 33, 46, 68 y 94 kg respectivamente. El número de cerdos castrados es igual al del cuadro 5.

La muestra de tejido se depositó en formol al 10% y después de 24 horas se hizo la inclusión de tejidos.

Los cortes histológicos se observaron al microscopio para determinar el desarrollo espermatogénico, considerando las fases neonatal y puberal. Se consideró que en la primera se observan cordones testiculares con gonocitos, células de soporte y túbulos seminíferos cerrados. En la segunda se presentan túbulos seminíferos en proceso de luminización, con espermatoцитos primarios y se inicia la espermátogenesis; o se observa lumen en los túbulos seminíferos y espermatozoides libres.

Se obtuvo el porcentaje de animales en pubertad en cada grupo genético, para comparar a cerdos híbridos vs puros, y las razas entre sí.

Se utilizó la prueba exacta de Fisher para la comparación de cerdos híbridos contra puros y la prueba de Cochran-Mantel-Haenszel para comparar entre los cuatro grupos de cerdos puros y entre los de cerdos híbridos (16).

### 6.3 Evaluación del efecto de la raza del individuo en sus características del eyaculado.

Para la obtención de semen se utilizó la técnica de monta en maniquí y el procedimiento para colección seminal descrito por Hancock y Hovell (22).

Se entrenaron 50 machos a partir de los 6 meses de edad, solamente se obtuvo respuesta de 27 animales.

Los 27 cerdos se utilizaron para la evaluación seminal de los 8 a los 12 meses, haciendo la colección de eyaculados por las mañanas y con intervalos de 72 horas. El número de sementales evaluados por grupo, se indica en el cuadro 6.

## CUADRO 6.

## NUMERO DE COLECCIONES SEMINALES POR GRUPO GENETICO

GRUPO	N. SEMENTALES	N. COLECCIONES
Duroc	3	16
Hampshire	3	17
Yorkshire	3	14
Landrace	3	14
Yorkshire-Landrace	3	14
Landrace-Yorkshire	5	16
Hampshire-Duroc	5	21
Duroc-Hampshire	2	10

En el semen se midió la concentración espermática total y por ml, la motilidad y la proporción de anomalías, de acuerdo al procedimiento descrito por Stratman y Self (46), además del volumen seminal y el tiempo de eyaculado.

Se utilizó el siguiente modelo estadístico, en el cual se incluye como covariable la edad a la colección del semen, puesto que no es constante en los sementales.

$$Y_{ijkl} = M + A_i + S_j(A_i) + C_k(S_j) + \beta_1 T_{ijkl} + \beta_2 T_{ijkl}^2 + \beta_3 T_{ijkl}^3 + E_{ijkl}$$

En donde:

$Y_{ijkl}$  =  $i$ -ésima observación seminal, de la  $k$ -ésima evaluación del cerdo, del  $j$ -ésimo semental, de la  $i$ -ésima raza del semental.

$M$  = Medial general

$A_i$  =  $i$ -ésima raza del semental

$S_j(A_i)$  =  $j$ -ésimo semental aleatorio dentro de la  $i$ ésima raza del semental.

$C_k(S_j)$  =  $k$ -ésima colección dentro del  $j$ -ésimo semental

$\beta_1$  = Efecto lineal de la edad de colección seminal ( $T_{ijkl}$ ).

$\beta_2$  = Efecto cuadrático de la edad de colección seminal.

$\beta_3$  = Efecto cúbico de la edad de colección seminal.

$E_{ijkl}$  = Error aleatorio NID  $(0, \sigma^2)$ .

Se utilizó el modelo para comparación de cerdos puros vs híbridos, dentro de puros y dentro de híbridos. Para la comparación múltiple de promedios entre razas o grupos de híbridos se utilizó la prueba de Tukey (20).

#### 6.4 Estudio de la conducta sexual de sementales porcinos de distintas razas.

Se utilizaron 26 machos de 9 a 12 meses de edad, el número de cerdos por grupo genético y evaluaciones se indica en el cuadro 7.

CUADRO 7.

#### NUMERO DE EVALUACIONES DE COMPORTAMIENTO SEXUAL

GRUPO GENETICO	SEMENTALES	EVALUACIONES
Duroc	4	17
Hampshire	3	22
Yorkshire	2	3
Landrace	2	7
Yorkshire-Landrace	2	7
Landrace-Yokshire	3	10
Hampshire-Duroc	7	31
Duroc-Hampshire	3	15

Durante el cortejo sexual se midió el tiempo a primer contacto, el tiempo para montar, el tiempo para introducción de pene y la duración de la monta.

En el modelo utilizado, para evaluar esta información, se incluyó como covariable la edad al momento de la monta.

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + S_j(A_i) + C_k(S_j) + B_1 T_{ijkl} + B_2 T_{ijkl}^2 + B_3 T_{ijkl}^3 + E_{ijkl}$$

En donde:

$Y_{ijkl}$  = 1-ésima observación, de la  $k$ -ésima evaluación del semental, del  $j$ -ésimo semental, de la  $i$ -ésima raza del semental.

$\mu$  = Media general

$A_i$  =  $i$ -ésima raza del semental

$S_j(A_i)$  =  $j$ -ésimo semental aleatorio dentro de la  $i$ -ésima raza de semental.

$C_k(S_j)$  =  $k$ -ésima evaluación dentro del  $j$ -ésimo semental

$B_1$  = Efecto lineal de la edad de evaluación ( $T_{ijkl}$ ).

$B_2$  = Efecto cuadrático de la edad de evaluación.

$B_3$  = Efecto cúbico de la edad de evaluación.

$E_{ijkl}$  = Error aleatorio NID (  $0, \sigma^2$  )

Se utilizó el modelo para comparación de cerdos puros vs híbridos, dentro de puros y dentro de híbridos. Para la comparación múltiple de promedios entre razas o grupos de híbridos se utilizó la prueba de tukey (20).

**6.5 Porcentaje de concepción de cerdas cruzadas con machos de distintos grupos genéticos.**

En este caso solamente se evaluaron sementales Duroc, Hampshire, Duroc-Hampshire y Hampshire-Duroc, usando los machos disponibles de la fase anterior y otros recién incorporados al trabajo. Se aparearon con cerdas híbridas primerizas Yorkshire-Landrace y dieron dos montas por hembra en cada celo, una por la mañana y otra por la tarde o viceversa. El período de reposo sexual de los verracos fue de 5 a 7 días. El número de cerdos que se utilizó y las hembras servidas, se indican en el cuadro 8.

**CUADRO 8.**

**NUMERO DE SERVICIOS Y SEMENTALES DE CADA GRUPO GENETICO**

GRUPO	SEMENTALES	HEMBRAS
Duroc	5	17
Hampshire	6	21
Hampshire-Duroc	6	32
Duroc-Hampshire	4	15

Se calculó el porcentaje de cerdas que repitieron el celo y se comparó entre puros, entre híbridos y puros vs híbridos. Se analizó la información mediante la prueba exacta de Fisher (16).

**6.6 Comparación de la productividad de lechones  
obtenidos de distintos grupos genéticos de sementales.**

En el parto de las cerdas que se sirvieron en la etapa anterior, se evaluó el número de lechones nacidos vivos y muertos por camada, el peso promedio individual y de camada, la sobrevivencia a 21 días y el peso individual y de camada a las 3 semanas. El número de camadas evaluadas se indica en el cuadro 9.

**CUADRO 9.**

**NUMERO DE CAMADAS Y SEMENTAL EN CADA GRUPO GENETICO.**

GRUPO	TOTAL DE SEMENTALES	TOTAL DE CAMADAS
Duroc	6	10
Hampshire	5	13
Hampshire-Duroc	5	15
Duroc-Hampshire	4	9

Para determinar el efecto de la raza paterna sobre las variables descritas se utilizó el siguiente modelo estadístico.

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + S_j(A_i) + C_k(S_j) E_{ijkl}$$

En donde:

$Y_{ijkl}$  = 1-ésima observación de camada, del  $k$ -ésimo servicio del semental, del  $j$ -ésimo semental, de la  $i$ -ésima raza del semental

$\mu$  = Media general

$A_i$  =  $i$ -ésima raza del semental

$S_j(A_i)$  =  $j$ -ésimo semental aleatorio, dentro de la  $i$ -ésima raza del semental.

$C_k(S_j)$  =  $k$ -ésimo servicio del semental dentro del  $j$ -ésimo semental

$E_{ijkl}$  = Error aleatorio NID  $(0, \sigma^2)$

Se utilizó el modelo para comparación de cerdos puros vs híbridos, dentro de puros y dentro de híbridos. Para la comparación múltiple de promedios entre razas o grupos de híbridos se utilizó la prueba de tukey (20).

## 7. RESULTADOS

### 7.1 Dimensiones y peso testicular y epididimal

#### 7.1.1 Longitud y ancho testicular en vivo.

En el análisis estadístico de la longitud y ancho de testículos, se observó que los efectos de las variables independientes sobre las medidas del testículo derecho fueron similares a los encontrados del lado izquierdo, por lo que se analizó el promedio de ambos testículos.

En el análisis del modelo A no se observó efecto del sistema de cruce (híbridos vs puros) sobre la longitud y el ancho testicular ( $P > 0.05$ ). La longitud testicular tuvo efecto de la edad, peso del animal y de la interacción de raza del cerdo con el efecto anidado de sistema de cruce dentro de edad ( $P < 0.01$ ). El ancho testicular tuvo efecto ( $P < 0.01$ ) de la edad, el peso del animal, efecto de raza anidado en sistema de cruce y se observó efecto de interacción de raza del cerdo con el efecto anidado del sistema de cruce dentro de edad, además se observó diferencia de pendiente entre las razas de cerdos anidado en el sistema de cruce para el peso del animal.

Aunque no hubo diferencia significativa los cerdos híbridos tuvieron mayor longitud y ancho testicular que los cerdos puros ( $P > 0.05$ ) (cuadro 10) y (gráficas 1 y 2).

En la comparación de longitud y ancho testicular entre cerdos puros se observó efecto de raza, edad, interacción raza-edad, peso del cerdo y diferencia de pendiente entre edades para peso del animal ( $P < 0.01$ ). Los promedios más altos de largo y ancho testiculares fueron de la raza Yorkshire y los más bajos de la raza Hampshire con diferencia significativa ( $P < 0.01$ ) (cuadros 11 y 12) (gráficas 3 y 4).

En el grupo de cerdos híbridos se observó efecto ( $P < 0.01$ ) de raza, edad, interacción raza-edad, peso del animal y se observó diferencia de pendiente entre edades para peso del animal ( $P < 0.05$ ) en la longitud y ancho testiculares. El promedio más alto fue el de los cerdos Yorkshire-Landrace en longitud y ancho testiculares, que tendió a igualarse a los 180 días de edad (cuadros 13 y 14) (gráficas 5 y 6).

Los cuadrados medios del análisis de las variables de testículos en vivo se muestran en la tabla 1.

TABLA.1 CUADRADOS MEDIOS PARA DIMENSIONES TESTICULARES EN VIVO

COMPARACION ENTRE HIBRIDO Y PUROS

FUENTE DE VARIACION	GL	LONGITUD	ANCHO
SC	1	1.43	0.01
RAZA DEL CERDO(SC)	6	1.43**	1.29**
EDAD	4	24.98**	7.92**
PESO	1	400.27**	61.55**
SC*EDAD	4	0.98	0.25
PESO*SC	1	0.06	0.02
RAZA DEL CERDO*EDAD(SC)	24	1.88**	1.12**
PESO*RAZA DEL CERDO(SC)	6	0.58	0.99**

COMPARACION ENTRE PUROS

FUENTE DE VARIACION	GL	LONGITUD	ANCHO
RAZA DEL CERDO	3	58.82**	12.17**
EDAD	4	10.02**	2.41**
RAZA DEL CERDO*EDAD	12	3.58**	1.02**
PESO	1	296.41**	42.85**
PESO*EDAD	4	6.32**	0.64**

COMPARACION ENTRE HIBRIDOS

FUENTE DE VARIACION	GL	LONGITUD	ANCHO
RAZA DEL CERDO	3	15.92**	4.93**
EDAD	4	7.21**	2.43**
RAZA DEL CERDO*EDAD	12	1.47**	1.09**
PESO	1	195.61**	28.17**
PESO*EDAD	4	2.24*	0.56*

SC=EFECTO DEL SISTEMA DE CRUZA ( HIBRIDOS vs PUROS)  
 \* INDICA EFECTO SIGNIFICATIVO (P<0.05)  
 \*\* INDICA EFECTO SIGNIFICATIVO (P<0.01)  
 GL=GRADOS DE LIBERTAD

CUADRO 10

PROMEDIO Y DESVIACION ESTANDAR DE TESTICULOS MEDIDOS IN SITU DE CERDOS HIBRIDOS Y PUROS

EDAD (días)		68		96		124		152		180	
VARIABLE	GRUPO	X	S	X	S	X	S	X	S	X	S
LONGITUD TESTICULO (cm)	PUROS	5.79	0.77	7.73	1.12	9.89	1.57	11.95	1.64	13.80	1.44
	HIBRIDOS	6.10	0.78	8.48	1.12	10.92	1.30	13.09	1.49	14.89	1.27
ANCHO TESTICULO (cm)	PUROS	2.34	0.41	2.92	0.42	3.89	0.71	5.07	0.74	6.11	0.72
	HIBRIDOS	2.46	0.47	3.07	0.44	4.21	0.72	5.53	0.72	6.50	0.53

NO SE OBSERVO DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA (P:0.05)

X = PROMEDIO S = DESVIACION ESTANDAR

CUADRO 11

LONGITUD DE TESTICULOS EN LOS DISTINTOS GRUPOS DE CERDOS PUROS (cm)

EDAD (días)	68		96		124		152		180	
RAZA	X	S	X	S	X	S	X	S	X	S
DURC <sup>a</sup>	6.14	0.80	8.24	1.05	10.48	1.48	12.69	1.42	14.28	1.11
HAMPSHIRE <sup>b</sup>	5.39	0.67	6.77	0.76	8.32	1.05	9.97	1.07	12.23	1.25
YORKSHIRE <sup>ac</sup>	5.72	0.71	8.00	1.01	10.53	0.92	12.64	0.77	14.33	0.63
LANDRACE <sup>a</sup>	5.82	0.56	7.88	0.86	10.36	1.43	12.53	1.04	14.75	0.98

LÍTEPAL DISTINTA EN LA COLUMNA DE RAZA INDICA DIFERENCIA ESTADÍSTICA SIGNIFICATIVA (P<0.01)

X = PROMEDIO

S = DESVIACION ESTANORR

CUADRO 12

ANCHO DE TESTICULOS EN LOS DISTINTOS GRUPOS DE CERDOS PUROS (cm)

EDAD (días)	68		96		124		152		180	
	X	S	X	S	X	S	X	S	X	S
DUROC <sup>b</sup>	2.48	0.35	3.07	0.37	4.04	0.64	5.31	0.60	6.34	0.55
HAMPSHIRE <sup>a</sup>	2.15	0.46	2.63	0.38	3.15	0.44	4.17	0.61	5.35	0.62
YORKSHIRE <sup>b</sup>	2.37	0.40	2.99	0.37	4.36	0.52	5.59	0.51	6.56	0.50
LANDRACE <sup>b</sup>	2.35	0.37	2.98	0.43	4.20	0.49	5.27	0.46	6.35	0.46

LITERAL DISTINTA EN LA COLUMNA DE RAZA INDICA DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA (P<0.01)

X = PROMEDIO      S = DESVIACION ESTANDAR

CUADRO 13

LONGITUD DE TESTICULOS EN CERDOS DE LOS GRUPOS GENETICOS HIBRIDOS (cm)

RAZA	6 8		9 6		124		152		180	
	X	S	X	S	X	S	X	S	X	S
Y L <sup>a</sup>	6.15	0.61	8.59	1.08	11.14	1.22	12.85	1.13	14.80	1.16
L Y <sup>b</sup>	6.58	0.72	9.30	0.88	11.92	0.79	14.19	1.34	15.45	1.20
H D <sup>c</sup>	5.73	0.72	7.82	0.89	10.11	1.13	12.41	1.35	14.69	1.39
D H <sup>cd</sup>	6.04	0.76	8.20	1.06	10.43	1.13	12.63	1.26	14.58	0.90

LITERAL DISTINTA EN LA COLUMNA DE RAZA INDICA DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA (P<0.01)

X = PROMEDIO      S = DESVIACION ESTANDAR

CUADRO 14

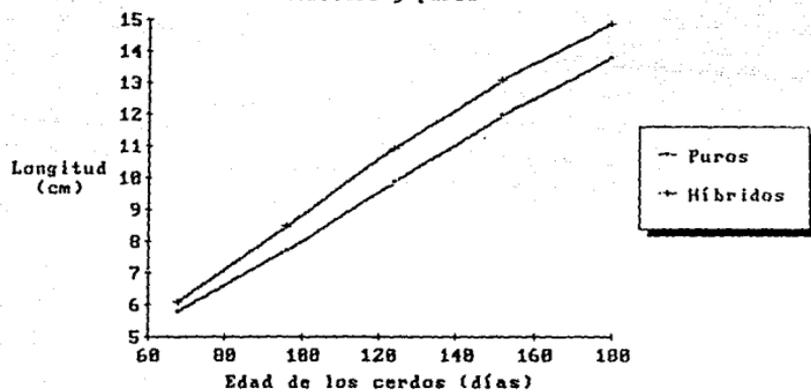
ANCHO DE TESTICULOS EN CERDOS DE LOS GRUPOS GENETICOS HIBRIDOS (cm)

EDAD (días)	68		96		124		152		180	
	X	S	X	S	X	S	X	S	X	S
Y L <sup>a</sup>	2.44	0.78	3.08	0.41	4.38	0.84	5.58	0.59	6.50	0.47
L Y <sup>b</sup>	2.58	0.36	3.37	0.36	4.81	0.40	6.12	0.55	6.65	0.44
H D <sup>c</sup>	2.32	0.31	2.84	0.36	3.71	0.51	5.06	0.55	6.33	0.52
O H <sup>cd</sup>	2.57	0.44	2.98	0.43	3.93	0.47	5.28	0.62	6.72	0.65

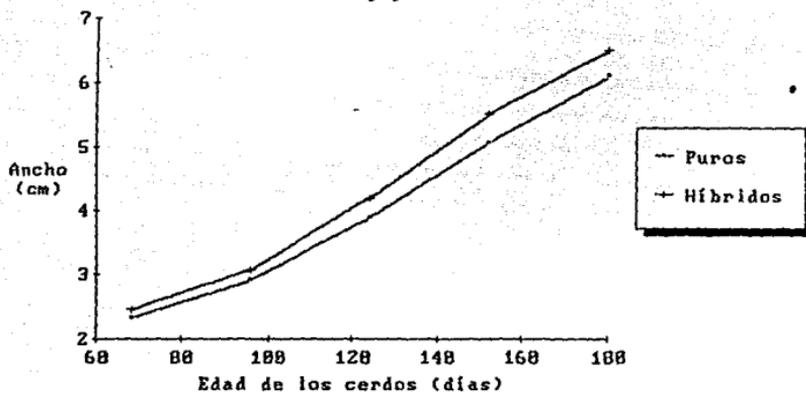
LITERAL DISTINTA EN LA COLUMNA DE RAZA INDICA DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA (P<0.01)

X = PROMEDIO S = DESVIACION ESTANDAR

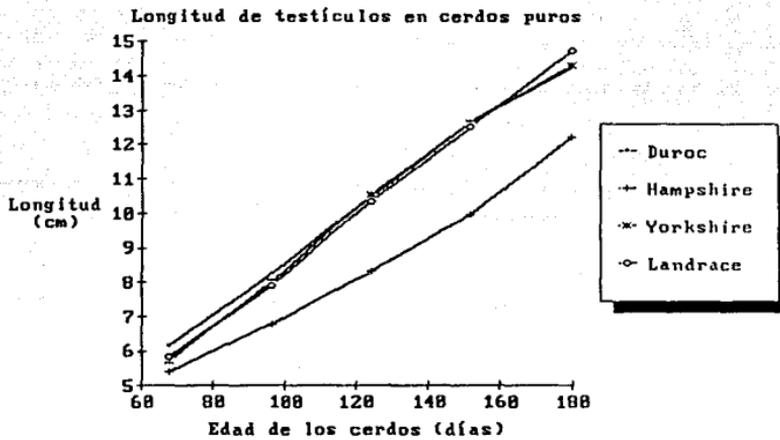
Gráfica 1.  
Longitud testicular en cerdos  
híbridos y puros



Gráfica 2.  
Ancho testicular en cerdos  
híbridos y puros

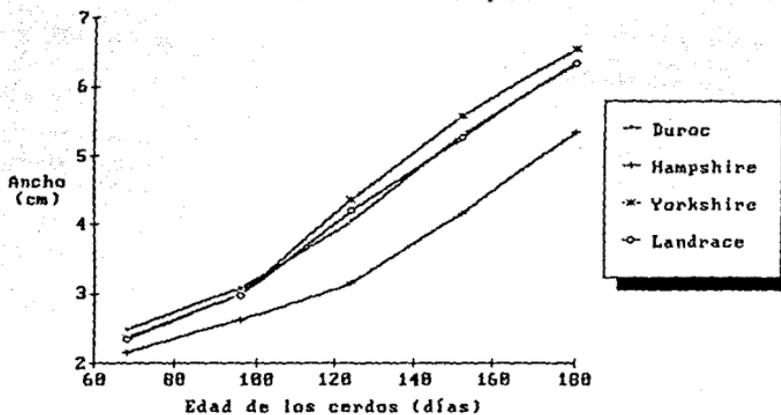


Gráfica 3.

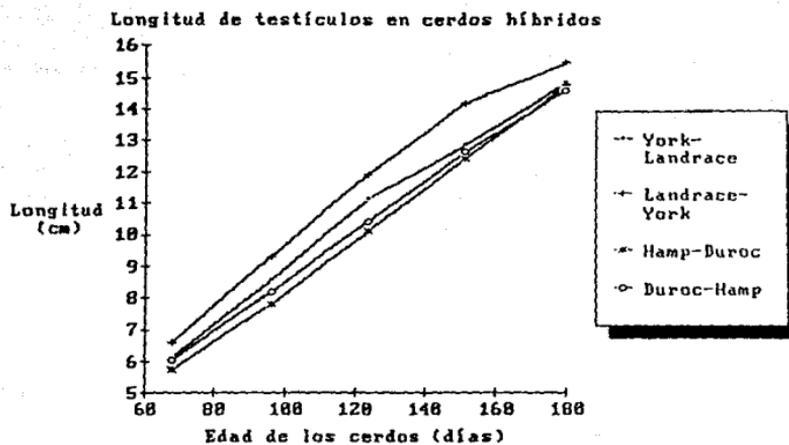


Gráfica 4.

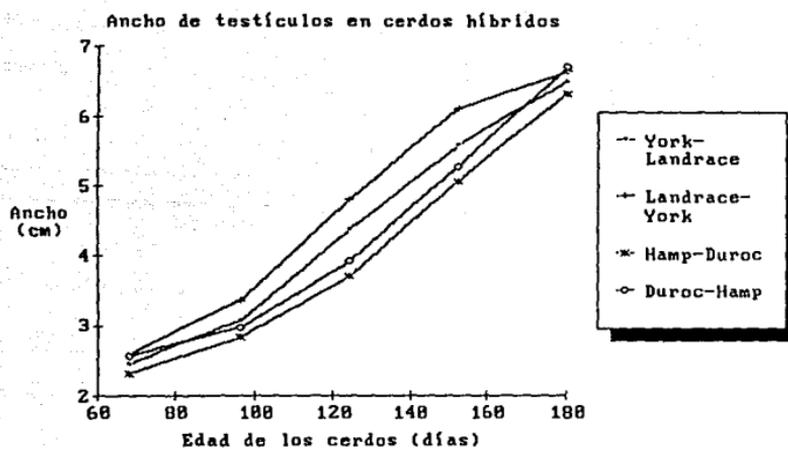
Ancho de testículos en cerdos puros



Gráfica 5.



Gráfica 6.



### 7.1.2 Dimensiones y peso de testículos extirpados y peso del epididimo.

En el análisis estadístico de la longitud, ancho y peso de testículos y peso de epididimos, se observó que los efectos de las variables independientes sobre las medidas del testículo derecho fueron similares a los encontrados del lado izquierdo, por lo que se optó por analizar el promedio de ambos testículos.

En longitud (LTE) y ancho (ATE) de testículos castrados hubo efecto significativo del sistema de cruce (híbridos vs puros) ( $P < 0.05$ ), edad de evaluación ( $P < 0.01$ ), efecto de padre ( $P < 0.01$ ) y peso a la castración ( $P < 0.01$ ). Se observó efecto estadísticamente significativo del peso a la castración en el peso del testículo (PT) ( $P < 0.01$ ) y del epididimo (PE) ( $P < 0.05$ ). Se observó efecto de interacción del sistema de cruce con la edad en LTE ( $P < 0.05$ )

La LTE y ATE fueron significativamente mayores en los cerdos híbridos ( $P < 0.05$ ) (cuadro 15). Los cerdos puros presentaron estancamiento en el desarrollo testicular entre los 96 y 124 días de edad, por el contrario en los cerdos híbridos el crecimiento fue continuo (gráficas 7 y 8).

En los cerdos híbridos el PT fue mayor que en los cerdos puros y esta diferencia se incrementó con la edad (cuadro

15) (gráfica 9). El PT presentó un crecimiento más marcado entre los 124 y 152 días (gráfica 9). El PE fue mayor en cerdos híbridos con diferencia no significativa (cuadro 15). La edad de mayor desarrollo epididimal en ambos grupos fue entre los 96 y 124 días de edad y el incremento del PE fue más acelerado en cerdos híbridos (gráfica 10).

En el análisis de los promedios dentro del grupo de cerdos puros, se observó efecto de la raza ( $P < 0.05$ ) y de peso a la castración ( $P < 0.05$ ) en la LTE; efecto del peso a la castración ( $P < 0.01$ ) en el ATE. En el PT no se observó efecto significativo de las variables independientes del modelo ( $P > 0.05$ ). En el PE se observó diferencia de pendiente entre razas para peso a la castración. En el grupo de cerdos puros el valor más alto en PT, LTE y ATE lo presentaron los cerdos Yorkshire y Landrace (cuadros 16, 17 y 18). Se observó un desarrollo testicular más marcado a partir de los 124 días de edad (gráficas 11, 12 y 13). El PE en cerdos Duroc y Yorkshire fue más alto que en cerdos Landrace y Hampshire (cuadro 19) (gráfica 14).

En los resultados del grupo de cerdos híbridos se observó efecto de la edad de castración ( $P < 0.01$ ) y de la interacción de la raza del lechón con etapa ( $P < 0.05$ ) sobre la LTE. En el ATE hubo efecto de la raza ( $P < 0.05$ ), de la edad de castración ( $P < 0.01$ ), de la interacción de raza del cerdo y edad ( $P < 0.01$ ), y del peso a la castración ( $P < 0.05$ ) y

hubo diferencia de pendiente entre razas para el peso a la castración ( $P < 0.05$ ). En el PT se encontró efecto de raza del cerdo ( $P < 0.05$ ) y hubo diferencia de pendiente entre razas para el peso a la castración. En el PE fueron significativos los efectos de raza del cerdo ( $P < 0.01$ ) y hubo efecto de interacción entre raza y edad de castración ( $P < 0.05$ ) y diferencia de pendiente entre razas para el peso a la castración ( $P < 0.01$ ).

En cerdos híbridos el valor más alto para LTE, ATE, y PT fue el de cerdos LY y el más bajo de cerdos HD (cuadros 20, 21 y 22). En los cuatro grupos genéticos de cerdos híbridos no se observó una edad particular de mayor crecimiento testicular (gráficas 15, 16 y 17). El peso epididimal fue más alto en cerdos YL y DH (cuadro 23) (gráfica 18).

Los cuadrados medios del análisis estadísticos se observan en la tabla 2.

TABLA 2. CUADRADOS MEDIOS PARA DIMENSIONES DE TESTICULOS EXTIRPADOS

COMPARACION ENTRE HIBRIDOS Y PUROS

FUENTE DE VARIACION	GL	LONGITUD	ANCHO	PESO T.	PESO E.
SC	1	4.52 <sup>m</sup>	0.98 <sup>m</sup>	3377.87	117.05
EDAD	4	2.70 <sup>m</sup>	1.69 <sup>m</sup>	379.93	4.14
PADRE	9	1.93 <sup>m</sup>	0.49 <sup>m</sup>	1415.40	50.04
PESO	1	14.71 <sup>m</sup>	3.89 <sup>m</sup>	7720.87 <sup>m</sup>	356.16 <sup>m</sup>
SC*EDAD	4	2.35 <sup>m</sup>	0.42	1037.44	61.13
PESO*SC	1	1.62	0.27	1516.50	60.55
EDAD*PADRE	24	1.08	0.27	1246.85	48.36
PESO*EDAD	4	0.26	0.14	1245.40	69.54

COMPARACION ENTRE PUROS

FUENTE DE VARIACION	GL	LONGITUD	ANCHO	PESO T.	PESO E.
RAZA DEL CERDO	3	1.93 <sup>m</sup>	0.17	1674.25	127.03
EDAD	4	0.63	0.39	65.69	18.97
RAZA DEL CERDO*EDAD	12	0.84	0.21	837.03	37.55
PESO	1	3.45 <sup>m</sup>	1.62 <sup>m</sup>	1406.97	101.01
PESO*RAZA DEL CERDO	3	0.74	0.04	1129.35	210.35 <sup>m</sup>
PESO*EDAD	4	0.15	0.07	1249.48	81.42

COMPARACION ENTRE HIBRIDOS

FUENTE DE VARIACION	GL	LONGITUD	ANCHO	PESO T.	PESO E.
RAZA DEL CERDO	3	1.29	0.51 <sup>m</sup>	3517.16 <sup>m</sup>	469.76 <sup>m</sup>
EDAD	4	3.84 <sup>m</sup>	1.51 <sup>m</sup>	1039.71	20.58
RAZA DEL CERDO*EDAD	12	1.31 <sup>m</sup>	0.38 <sup>m</sup>	1436.60	118.05 <sup>m</sup>
PESO	1	1.63	0.63 <sup>m</sup>	341.74	14.88
PESO*RAZA DEL CERDO	3	1.19	0.42 <sup>m</sup>	3611.19 <sup>m</sup>	501.23 <sup>m</sup>
PESO*EDAD	4	0.90	0.25	174.93	35.70

SC = EFECTO DEL SISTEMA DE CRUZA (HIBRIDOS vs PUROS)  
 \* = INDICA EFECTO SIGNIFICATIVO (P<0.05)  
<sup>m</sup> = INDICA EFECTO SIGNIFICATIVO (P<0.01)  
 GL = GRADOS DE LIBERTAD

CUADRO 15

PROMEDIOS Y DESVIACION ESTANDAR DE TESTICULOS EXTIRPADOS DE CERDOS HIBRIDOS Y PUROS

EDAD (días)		68		96		124		152		180	
VARIABLE	GRUPO	X	S	X	S	X	S	X	S	X	S
LONGITUD * TESTICULO (cm)	PUROS	3.03	0.59	4.41	0.72	5.04	1.81	7.53	1.45	9.98	1.49
	HIBRIDOS	3.00	0.40	4.82	0.52	6.50	2.05	8.34	1.22	10.71	0.97
ANCHO * TESTICULO (cm)	PUROS	1.78	0.29	2.55	0.34	3.05	0.90	4.64	0.89	6.16	0.68
	HIBRIDOS	1.77	0.23	2.73	0.34	3.71	0.96	5.18	0.69	6.55	0.51
PESO TESTICULO (g)	PUROS	6.08	2.80	16.03	6.61	31.79	27.19	96.19	51.77	206.50	64.92
	HIBRIDOS	5.50	1.73	24.37	7.15	50.49	31.39	121.07	48.30	248.20	53.40
PESO EPIDIDIMO (g)	PUROS	3.29	0.95	7.28	2.05	10.92	4.92	25.01	11.35	47.22	15.02
	HIBRIDOS	3.09	0.94	8.52	1.57	13.01	4.32	28.72	7.32	56.89	12.21

\* INDICA DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA ENTRE CERDOS PUROS E HIBRIDOS (P&lt;0.05)

X = PROMEDIO      S = DESVIACION ESTANDAR

CUADRO 16

LONGITUD DE TESTICULOS EXTIRPADOS EN LOS DISTINTOS GRUPOS DE CERDOS PUROS (cm)

EDAD (días)	68		96		124		152		180	
RAZA	X	S	X	S	X	S	X	S	X	S
DUROC <sup>a</sup>	3.18	0.46	4.57	0.60	4.61	0.75	7.96	0.67	10.22	0.99
HAMPSHIRE <sup>b</sup>	2.43	0.34	3.76	0.61	3.17	0.39	5.75	0.79	7.63	1.20
YORKSHIRE <sup>c</sup>	3.49	0.25	4.56	0.65	7.50	1.85	8.12	1.68	10.80	0.50
LANDRACE <sup>a</sup>	3.40	0.62	4.69	0.83	5.40	0.67	8.10	1.08	10.84	1.06

LITERAL DISTINTA EN LA COLUMNA DE RAZA INDICA DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA (P<0.05)

X = PROMEDIO      S = DESVIACION ESTANDAR

CUADRO 17

ANCHO (cm) DE TESTICULOS EXTIRPADOS EN LOS DISTINTOS GRUPOS DE CERDOS PUROS

EDAD (días)	60		96		124		152		180	
	X	S	X	S	X	S	X	S	X	S
DUROC	1.94	0.26	2.60	0.29	2.83	0.33	4.98	0.35	6.20	0.56
HAMPSHIRE	1.61	0.26	2.20	0.09	2.05	0.19	3.76	0.57	5.33	0.68
YORKSHIRE	1.96	0.21	2.61	0.40	4.21	0.85	4.90	1.16	6.61	0.41
LANDRACE	1.61	0.33	2.62	0.38	3.36	0.32	4.88	0.85	6.10	0.46

NO SE OBSERVO DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA (P>0.05)

X = PROMEDIO S = DESVIACION ESTANDAR

CUADRO 18

PESO DE TESTICULOS EXTIRPADOS EN LOS DISTINTOS GRUPOS DE CERDOS PUROS (g)

EDAD (días)	68		96		124		152		180	
RAZA	X	S	X	S	X	S	X	S	X	S
DUROC	5.70	2.53	16.64	4.10	24.00	7.51	108.70	32.26	201.81	46.31
HAMPSHIRE	4.07	1.35	8.67	0.94	8.35	2.69	43.75	16.82	121.15	50.96
YORKSHIRE	7.86	1.55	17.06	6.62	70.05	34.19	109.88	75.27	253.98	40.98
LANDRACE	8.43	4.59	21.67	8.02	32.38	11.08	117.60	28.94	234.09	41.31

NO SE OBSERVO DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA (P>0.05)

X = PROMEDIO S = DESVIACION ESTANDAR

CUADRO 19

PESO DEL EPIDIDIMO EN TESTICULOS EXTIRPADOS EN LOS DISTINTOS GRUPOS DE CERDOS (g)

EDAD (días)	68		96		124		152		180	
RAZA	X	S	X	S	X	S	X	S	X	S
DUROC	3.77	0.93	8.39	1.93	12.93	5.19	36.11	22.55	53.48	20.17
HAMPSHIRE	3.05	0.71	6.32	1.14	6.86	1.85	19.55	1.67	33.88	6.12
YORKSHIRE	3.43	0.91	4.58	1.87	16.78	4.26	23.55	2.83	50.25	8.15
LANDRACE	2.80	1.60	7.85	1.34	9.08	2.60	21.35	3.00	42.92	6.67

NO SE OBSERVO DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA (P>0.05)

X = PROMEDIO S = DESVIACION ESTANDAR

CUADRO 20

LONGITUD DE TESTICULOS EXTIRPADOS EN CERDOS DE LOS GRUPOS GENETICOS HIBRIDOS (ca)

EDAD (días)	6 8		9 6		124		152		180	
	X	S	X	S	X	S	X	S	X	S
Y L	2.96	0.25	4.87	0.31	9.35	0.28	8.47	0.86	10.51	0.92
L Y	3.14	0.45	4.60	NE	7.13	1.56	9.41	0.72	11.11	1.00
H D	2.77	0.43	4.30	0.28	4.61	1.15	8.09	1.37	10.47	1.04
D H	3.01	0.44	5.42	0.38	5.20	0.28	7.27	0.67	10.60	0.48

NO SE OBSERVO DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA (P>0.05)

NE = NO ESTIMABLE

X = PROMEDIO S = DESVIACION ESTANDAR

CUADRO 21

ANCHO DE TESTICULOS EXTIRPADOS EN CERDOS DE LOS GRUPOS GENETICOS HIBRIDOS (cm)

EDAD (días)	68		96		124		152		180	
	X	S	X	S	X	S	X	S	X	S
Y L <sup>a</sup>	1.75	0.15	2.65	0.14	5.05	0.01	5.46	0.68	6.70	0.45
L Y <sup>b</sup>	1.83	0.28	2.45	NE	3.96	0.79	5.80	0.40	6.70	0.36
H D <sup>ab</sup>	1.57	0.13	2.52	0.17	2.76	0.51	4.87	0.58	6.33	0.60
D H <sup>c</sup>	1.85	0.24	3.17	0.31	3.30	0.07	4.60	0.52	6.65	0.49

LITERAL DISTINTA EN LA COLUMNA DE RAZA INDICA DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA (P&lt;0.05)

NE = NO ESTIMABLE

X = PROMEDIO S = DESVIACION ESTANDAR

CUADRO 22

PESO DE TESTICULOS EXTIRPADOS EN CERDOS DE LOS GRUPOS GENETICOS HIBRIDOS (g)

RAZA	68		96		124		152		180	
EDAD (días)	X	S	X	S	X	S	X	S	X	S
Y L <sup>ac</sup>	5.44	1.24	28.50	0.70	67.27	0.31	130.57	49.98	248.78	49.84
L Y <sup>b</sup>	5.68	1.97	17.80	NE	63.63	30.11	168.04	24.50	268.18	48.35
H D <sup>abc</sup>	4.55	1.51	16.55	0.42	21.78	14.91	102.62	44.24	230.60	59.00
O H <sup>ac</sup>	5.96	2.04	31.37	3.00	30.47	4.20	80.27	23.16	249.41	42.20

LITERAL DISTINTA EN LA COLUMNA DE RAZA INDICA DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA (P<0.05)  
 NE = NO ESTIMABLE  
 X = PROMEDIO S = DESVIACION ESTANDAR

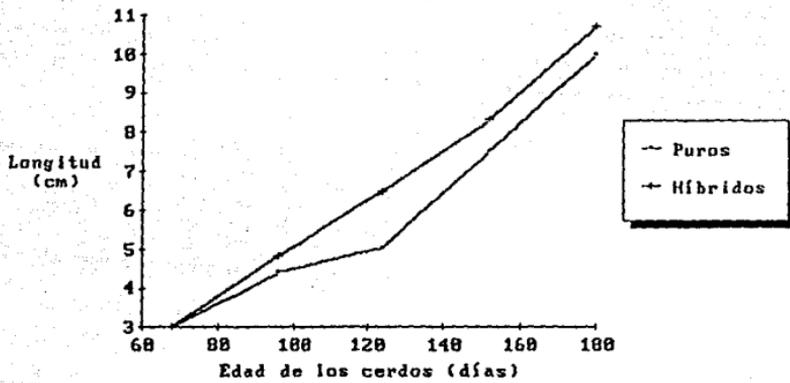
CUADRO 23

PESO DEL EPIDIDIMO EN TESTICULOS EXTIRPADOS EN CERDOS DE LOS GRUPOS GENETICOS HIBRIDOS (g)

EDAD (días)	68		96		124		152		180	
RAZA	X	S	X	S	X	S	X	S	X	S
Y - L <sup>a</sup>	3.13	0.59	7.87	0.31	17.57	0.24	25.90	7.61	53.97	10.57
L - Y <sup>b</sup>	2.33	0.77	5.60	NE	14.02	4.35	32.48	3.53	58.80	9.47
H - D <sup>b</sup>	3.63	0.79	9.50	0.42	8.05	1.73	28.33	5.35	55.28	9.49
D - H <sup>a</sup>	3.70	0.91	9.67	0.81	13.90	1.55	27.51	13.88	60.16	24.28

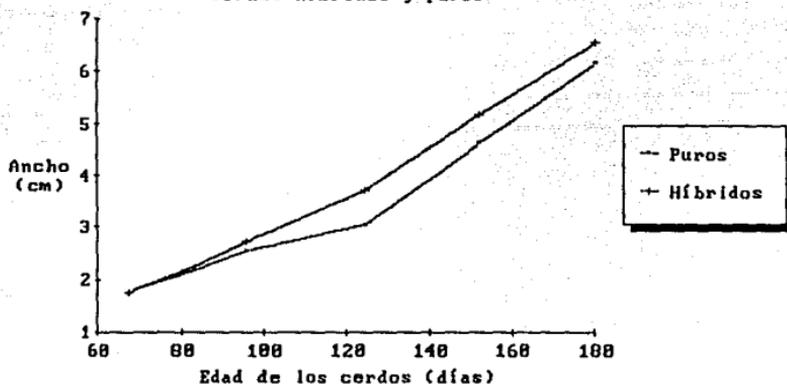
LITERAL DISTINTA EN LA COLUMNA DE RAZA INDICA DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA (P<0.05)  
 NE = NO ESTIMABLE  
 X = PROMEDIO S = DESVIACION ESTANDAR

Gráfica 7.  
Longitud de testículos extirpados en  
cerdos híbridos y puros

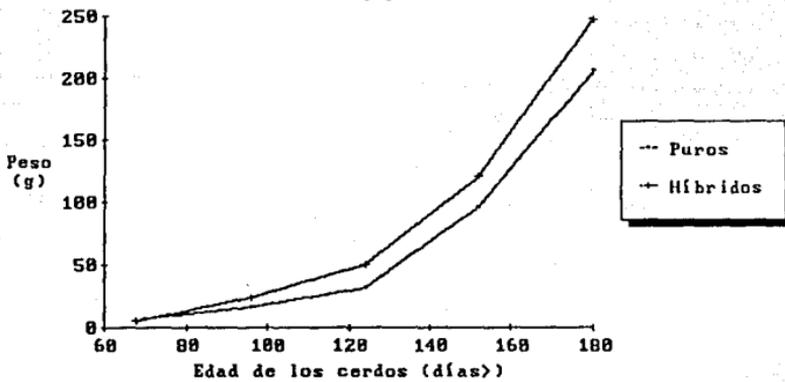


Gráfica B.

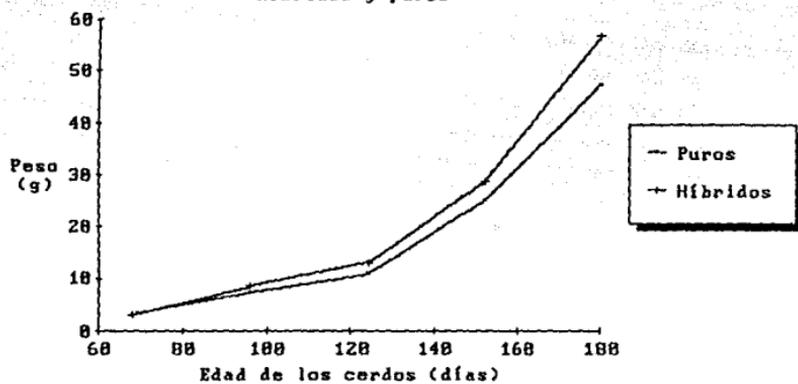
Ancho de testículos extirpados en  
cerdos híbridos y puros



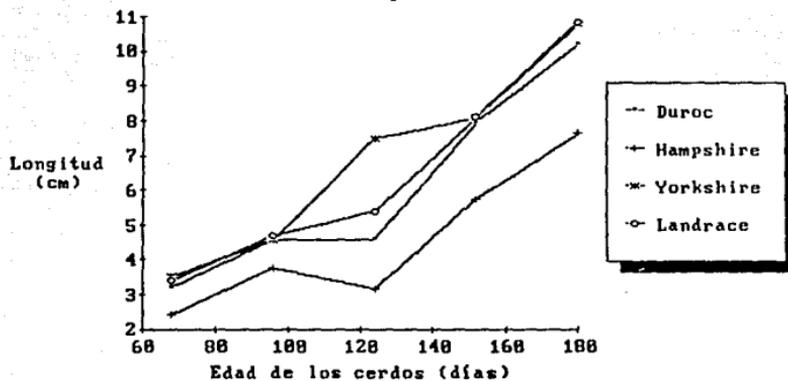
Gráfica 9.  
Peso testicular en cerdos  
híbridos y puros



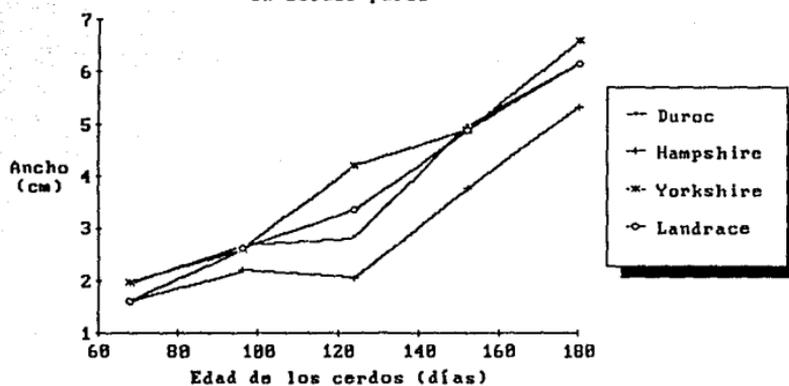
Gráfica 18.  
Peso epididimal en cerdos  
híbridos y puros



Gráfica 11.  
Longitud de testículos extirpados  
en cerdos puros

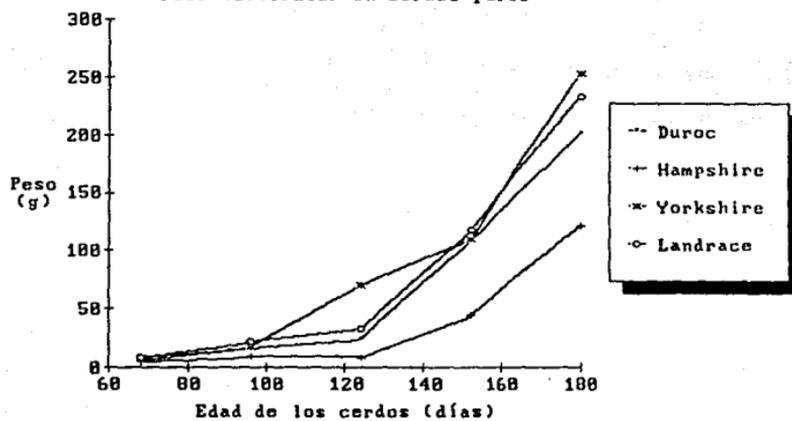


Gráfica 12.  
Ancho de testículos extirpados  
en cerdos puros

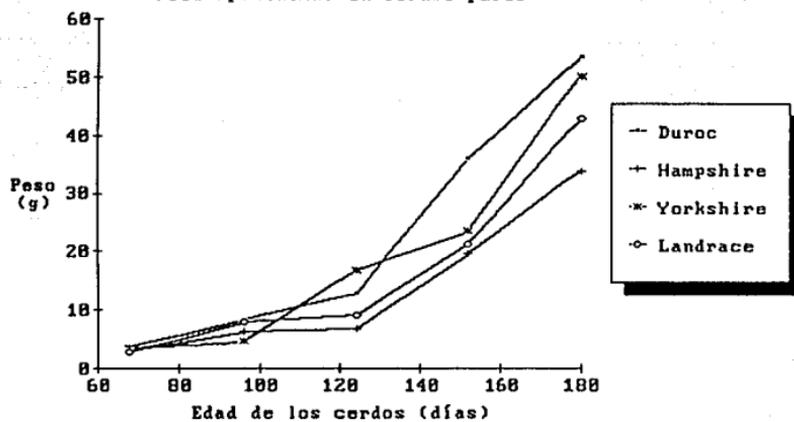


Gráfica 13.

Peso testicular en cerdos puros

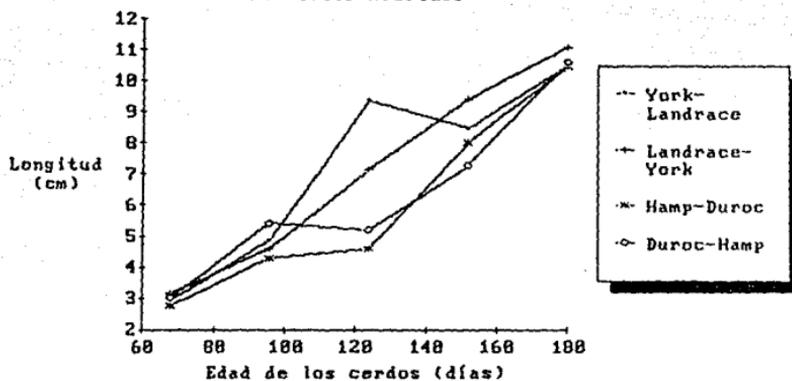


Gráfica 14.  
Peso epididimal en cerdos puros



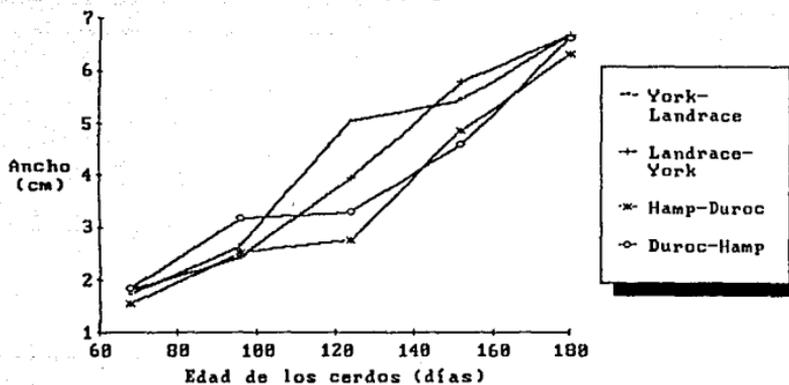
Gráfica 15.

Longitud de testículos extirpados  
en cerdos híbridos



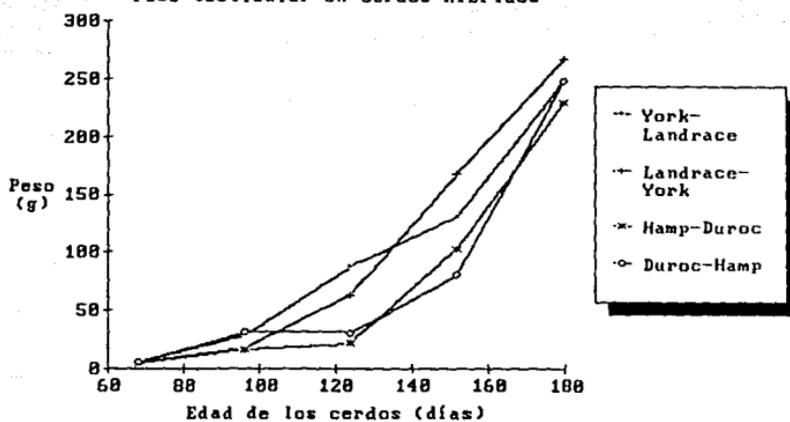
Gráfica 16.

Ancho de testículos extirpados  
en cerdos híbridos



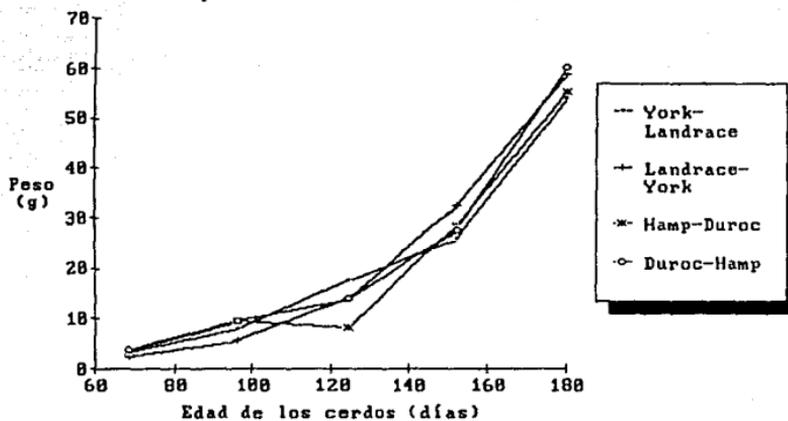
Gráfica 17.

## Peso testicular en cerdos híbridos



Gráfica 18.

Peso epididimal en cerdos híbridos



## 7.2 inicio de la producción espermiática

Se observó efecto significativo ( $P < 0.05$ ) del sistema de cruce (híbridos vs puros) en el inicio de la producción espermiática a los 96 días de edad; mayor porcentaje de cerdos híbridos iniciaron la producción espermiática a los 96 días de edad. A los 152 días el 100 % de los cerdos híbridos produjeron espermatozoides y solamente el 92.31 % de cerdos puros (cuadro 24).

En la comparación de razas puras no se observó diferencia significativa ( $P > 0.05$ ), sin embargo los cerdos Duroc y Hampshire iniciaron a los 96 días la producción espermiática y los Yorkshire y Landrace a los 124 días (cuadro 25).

En la comparación entre cerdos híbridos no se observó diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) y se inició la producción espermiática a los 96 días en los cuatro grupos, pero en menor porcentaje en cerdos Hampshire-Duroc (cuadro 26).

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

**CUADRO 24. PORCENTAJE DE CERDOS HIBRIDOS Y PUROS CON PRODUCCION ESPERMATICA.**

GRUPO	PUROS			HIBRIDOS			
	EDAD	N	NP	P	N	NP	P
	68	20	0	0	20	0	0
	96	22	8	36.4	7	6	85.7
	124	14	6	42.9	11	9	81.8
	152	13	12	92.3	24	24	100.0
	180	36	36	100.0	54	54	100.0

N = Número de observaciones. NP = Número de cerdos con producción espermática. P = Porcentaje de cerdos con producción espermática.

\* Se observó diferencia significativa entre grupos ( $P < 0.05$ )

**CUADRO 25. PORCENTAJE DE CERDOS PUROS CON PRODUCCION ESPERMATICA.**

GRUPO	DUROC			HAMPSHIRE			YORKSHIRE			LANDRACE		
	N	NP	P	N	NP	P	N	NP	P	N	NP	P
68	5	0	0	7	0	0	5	0	0	3	0	0
96	9	5	55.6	5	3	60.0	3	0	0	5	0	0
124	3	1	33.3	4	1	25.0	3	2	66.7	4	2	50.0
152	3	3	100.0	3	2	66.7	4	4	100.0	3	3	100.0
180	13	13	100.0	7	7	100.0	11	11	100.0	5	5	100.0

N = Número de observaciones NP = Número de cerdos con producción espermática P = Porcentaje con producción espermática.  
(P>0.05)

**CUADRO 26. PORCENTAJE DE CERDOS HIBRIDOS CON PRODUCCION ESPERMATICA.**

GRUPO	YORK-LAND			LAND-YORK			HAM-DUROC			DUROC-HAM			
	EDAD	N	NP	P	N	NP	P	N	NP	P	N	NP	P
	68	5	0	0	6	0	0	4	0	0	5	0	0
	96	2	2	100	1	1	100	2	1	50	2	2	100
	124	2	2	100	4	2	50	3	3	100	2	2	100
	152	5	5	100	6	6	100	9	9	100	4	4	100
	180	8	8	100	18	18	100	21	21	100	7	7	100

N = Número de observaciones. NP = número de cerdos con producción espermática. P = Porcentaje con producción espermática. (P>0.05)

### 7.3 Características del eyaculado

Se observó efecto del sistema de cruce (híbridos vs puros) en la concentración por ml, concentración total y tiempo de eyaculado ( $P < 0.05$ ) y en el porcentaje de anomalías espermáticas ( $P < 0.01$ ), en los cuales los sementales híbridos tuvieron valores más altos (cuadro 27). Se observó efecto del cerdo anidado en sistema de cruce sobre el volumen de eyaculado y porcentaje de anomalías ( $P < 0.05$ ). La edad a la colección del eyaculado tuvo efecto cuadrático ( $P < 0.05$ ) y cúbico ( $P < 0.05$ ) en el porcentaje de anomalías y efecto lineal y cuadrático en el tiempo de eyaculado ( $P < 0.05$ ). Se observó efecto del número de colecciones anidado en individuo para volumen de eyaculado y porcentaje de anomalías ( $P < 0.05$ )

En la comparación entre cerdos puros, no se observó efecto de las variables independientes ( $P > 0.05$ ) sobre los valores del eyaculado. Sin embargo en volumen del eyaculado la raza Landrace tuvo el valor más alto y la raza Duroc en la concentración espermática (cuadro 28).

En la comparación entre cerdos híbridos, se observó efecto del grupo genético en el volumen de eyaculado ( $P < 0.01$ ). El grupo Yorkshire-Landrace tuvo el mayor volumen de eyaculado (cuadro 29).

Se observó efecto del número de colección del cerdo anidado en individuo sobre el volumen y porcentaje de anomalías ( $P < 0.05$ ). La edad de colección tuvo efecto lineal, cuadrático y cúbico ( $P < 0.05$ ) en el tiempo de eyaculado; efecto lineal ( $P < 0.05$ ), cuadrático y cúbico ( $P < 0.01$ ) en porcentaje de anomalías.

Los cuadrados medios del análisis estadístico se observan en la tabla 3.

CUADRO 27. PROMEDIO ( $\bar{X}$ ) Y DESVIACION ESTANDAR (S) DE LAS CARACTERISTICAS SEMINALES DE CERDOS PUROS E HIBRIDOS.

VARIABLE	PUROS		HIBRIDOS	
	X	S	X	S
VOLUMEN DE EYACULADO (ml)	187.95	78.26	202.62	83.62
pH	7.62	0.18	7.57	0.15
MOTILIDAD (%)	65.74	14.20	70.62	12.42
CONCENTRACION POR ML ( $\times 10^6$ )*	225.20	83.00	228.00	66.20
CONCENTRACION TOTAL ( $\times 10^9$ )*	39.86	18.80	43.65	20.90
ANORMALIDADES (%) **	8.56	4.86	9.26	5.43
TIEMPO DE EYACULADO (min)*	4.25	1.64	5.25	1.99

Se observó diferencia estadística significativa \* ( $P < 0.05$ )

\*\* ( $P < 0.01$ )

TABLA 3. CUADRADOS MEDIOS PARA CARACTERISTICAS DEL EYACULADO

COMPARACION ENTRE HIBRIDOS Y PUROS								
FUENTE DE VARIACION	GL	VOLUMEN DE EYACULADO	PH	MOTILIDAD	CONCENTRACION POR ML	CONCENTRACION TOTAL	ANORMALIDADES ESPERMATICAS	T.E.
SC	1	369.85	0.0479	4.26	28672.18*	1092.60*	0.014**	12.69*
CERDO(SC) No. COLECCION (CERDO)	23	4438.50*	0.0217	191.00	5617.40	333.92	0.002*	2.78
EDAD	24	4020.41*	0.0257	177.82	5784.87	325.89	0.002*	2.98
EDAD=1	1	3300.19	0.0019	6.60	1511.69	538.18	0.005	9.66**
EDAD=2	1	1993.94	0.0001	8.34	2589.67	557.14	0.007*	9.21**
EDAD=3	1	694.63	0.0059	13.43	3726.63	531.77	0.011**	7.93
COMPARACION ENTRE PUROS								
FUENTE DE VARIACION	GL	VOLUMEN DE EYACULADO	PH	MOTILIDAD	CONCENTRACION POR ML	CONCENTRACION TOTAL	ANORMALIDADES ESPERMATICAS	T.E.
RAZA DEL CERDO CERDO(RAZA CERDO) No. COLECCION (CERDO)	3	3928.53	0.0301	7.04	7376.76	144.24	0.00364	0.29
EDAD	8	2577.55	0.0323	272.20	8778.98	336.65	0.00257	2.43
EDAD=1	11	2661.42	0.0259	191.85	7925.34	297.52	0.00218	2.07
EDAD=2	1	4473.93	0.0008	44.16	7.90	503.28	0.00004	1.05
EDAD=3	1	3287.53	0.0073	37.56	479.95	613.82	0.00049	1.14
EDAD=4	1	1728.72	0.0241	31.21	1754.15	706.40	0.00192	1.06
COMPARACION ENTRE HIBRIDOS								
FUENTE DE VARIACION	GL	VOLUMEN DE EYACULADO	PH	MOTILIDAD	CONCENTRACION POR ML	CONCENTRACION TOTAL	ANORMALIDADES ESPERMATICAS	T.E.
RAZA DEL CERDO CERDO(RAZA CERDO) No. COLECCION (CERDO)	3	8939.72**	0.03	117.75	2311.89	199.77	0.0010	1.69
EDAD	4	4111.71	0.01	111.15	3582.78	403.12	0.0020	1.52
EDAD=1	12	5061.60*	0.02	146.20	4023.75	397.76	0.0030*	1.63
EDAD=2	1	66.55	0.04	2.01	73.63	6.75	0.0100**	13.83*
EDAD=3	1	0.83	0.03	6.88	12.23	33.60	0.0100**	12.72*
EDAD=4	1	52.65	0.03	18.76	11.35	55.26	0.0110**	11.01*

SC = Efecto del sistema de cruce (hibridos vs puros)

\* = Indica efecto significativo (P < 0.05)

\*\* = Indica efecto significativo (P < 0.01)

GL = Grados de libertad

T.E. = Tiempo de eyaculado

CUADRO 28. PROMEDIOS Y DESVIACION ESTANDAR DE LAS CARACTERISTICAS SEMINALES DE CERDOS PUROS

VARIABLE	Duroc		Hampshire		Yorkshire		Landrace	
	X	S	X	S	X	S	X	S
VOLUMEN DE EYACULADO (ml)	129.69	45.88	216.18	8.71	190.00	71.90	218.21	71.46
pH	7.63	0.21	7.61	0.20	7.60	0.15	7.65	0.14
MOTILIDAD (%)	59.38	17.11	70.29	9.76	65.36	14.07	67.86	13.97
CONCENTRACION POR ML (X 10 <sup>6</sup> )	275.00	98.10	193.50	61.40	239.30	60.60	192.90	81.80
CONCENTRACION TOTAL (X 10 <sup>9</sup> )	34.50	16.37	39.45	16.34	46.16	22.45	40.20	20.29
ANORMALIDADES (%)	8.87	5.63	10.82	5.48	6.64	3.13	7.36	3.65
TIEMPO DE EYACULADO (min)	4.44	1.76	3.60	1.22	4.48	1.37	4.60	2.09

NO SE OBSERVO DIFERENCIA SIGNIFICATIVA (P>0.05)

X = PROMEDIO S = DESVIACION ESTANDAR

CUADRO 29. PROMEDIOS Y DESVIACION ESTANDAR DE LAS CARACTERISTICAS SEMINALES DE CERDOS HIBRIDOS

VARIABLE	YORKSHIRE-LANDRACE		LANDRACE-YORKSHIRE		HAMPSHIRE-DUROC		DUROC-HAMPSHIRE	
	X	S	X	S	X	S	X	S
VOLUMEN DE EYACULADO (ml)	269.29 a	96.03	204.37 b	80.64	195.00 b	56.01	122.50 c	36.00
pH	7.56	0.15	7.58	0.11	7.55	0.18	7.64	0.14
MOTILIDAD (%)	70.36	11.34	72.06	11.78	68.81	14.99	72.50	9.79
CONCENTRACION POR ML (X 10 <sup>6</sup> )	242.90	90.90	227.50	49.90	210.00	59.20	246.00	62.20
CONCENTRACION TOTAL (X 10 <sup>9</sup> )	56.65	26.89	47.30	24.53	38.84	9.83	29.73	9.77
ANORMALIDADES (%)	7.21	3.45	10.06	7.4	9.62	5.11	10.10	4.65
TIEMPO DE EYACULADO (min)	5.68	2.19	6.47	1.85	4.79	1.43	3.68	1.78

LITERAL DISTINTA ENTRE RAZAS INDICA DIFERENCIA SIGNIFICATIVA (P<0.01)

X = PROMEDIO S = DESVIACION ESTANDAR

#### 7.4 Conducta sexual de cerdos machos

No se observó efecto del sistema de cruce (híbridos vs puros) en las variables analizadas ( $P > 0.05$ ), sin embargo los cerdos híbridos tuvieron en general valores más altos (cuadro 30). Se observó efecto lineal, cuadrático y cúbico ( $P < 0.05$ ) de la edad del semental en el tiempo a primer contacto.

En la comparación entre cerdos puros no se observó efecto ( $P > 0.05$ ) de la raza del cerdo, pero sí hubo efecto lineal, cuadrático y cúbico ( $P < 0.01$ ) de la edad de evaluación y efecto del cerdo dentro de raza del cerdo ( $P < 0.05$ ) en el tiempo a primer contacto. Aunque no se observó efecto de raza, los cerdos Yorkshire tuvieron el menor tiempo a primer contacto y monta y la razas Landrace el menor tiempo en introducción de pene y mayor duración de la monta (cuadro 31). El número de evaluaciones dentro de individuo tuvo efecto en tiempo a contacto durante el apareamiento ( $P < 0.05$ ).

En la comparación entre cerdos híbridos tampoco se observó efecto de raza en las variables en estudio ( $P > 0.05$ ) sin embargo, los sementales Yorkshire-Landrace y Landrace-Yorkshire tuvieron el menor tiempo a primer contacto, a monta y a introducción de pene y la mayor duración de la monta (cuadro 32). El número de evaluaciones dentro de

individuo tuvo efecto en el tiempo para introducción de pene.

Los cuadrados medios del análisis en estas variables se presentan en la tabla 4.

CUADRO 30. PROMEDIOS Y DESVIACION ESTANDAR DE LOS TIEMPOS DE CORTEJO Y MONTA EN CERDOS HIBRIDOS Y PUROS.

VARIABLE	PUROS		HIBRIDOS	
	X	S	X	S
TIEMPO A:				
PRIMER CONTACTO	19.10	63.20	30.75	82.16
MONTA	43.60	84.02	51.69	118.36
INTRODUCCION DE PENE	43.10	76.96	34.16	44.54
DURACION DE LA MONTA	7.82	3.17	7.55	2.97

El tiempo se expresa en segundos, excepto en duración de la monta que es en minutos.

No se observó diferencia estadística significativa ( $P > 0.05$ )

X = Promedio

S = Desviación estandar

-----  
 TABLA 4. CUADRADOS MEDIOS PARA TIEMPO DE CORTEJO Y MONTA  
 -----

		<u>COMPARACION ENTRE HIBRIDOS Y PUROS</u>			
FUENTE DE VARIACION	GL	TIEMPO A CONTACTO	TIEMPO A MONTA	INTRODUCCION DE PENE	DURACION DE LA MONTA
SC	1	128.81	772.92	263.62	5239.90
CERDO(SC)	18	5369.15	5473.80	3965.40	12256.98
No. EVALUACION (CERDO)	19	6046.88	5700.17	4220.01	12973.21
EDAD	1	20915.85*	91.38	8861.70	643.28
EDAD*2	1	20349.87*	0.10	10162.76	2535.72
EDAD*3	1	18707.30*	69.43	11610.24	3738.41
		<u>COMPARACION ENTRE PUROS</u>			
FUENTE DE VARIACION	GL	TIEMPO A CONTACTO	TIEMPO A MONTA	INTRODUCCION DE PENE	DURACION DE LA MONTA
RAZA DEL CERDO	3	6978.22	6553.88	8072.74	14374.82
CERDO(RAZA)	4	10477.69*	7163.89	2367.63	6321.87
No. EVALUACION (CERDO)	7	8126.46*	5733.69	5714.76	13335.07
EDAD	1	26565.22**	14200.44	3837.68	1070.12
EDAD*2	1	25738.92**	14317.64	3804.36	191.83
EDAD*3	1	23527.78**	14217.58	5200.94	0.04
		<u>COMPARACION ENTRE HIBRIDOS</u>			
FUENTE DE VARIACION	GL	TIEMPO A CONTACTO	TIEMPO A MONTA	INTRODUCCION DE PENE	DURACION DE LA MONTA
RAZA DEL CERDO	3	699.02	223.37	334.69	3090.55
CERDO(RAZA)	8	2772.19	11888.59	2108.30	11891.27
No. EVALUACION (CERDO)	11	4618.55	7979.51	3083.17**	14197.02
EDAD	1	6810.19	6295.03	128.00	1259.38
EDAD*2	1	7104.29	4096.20	31.64	1494.13
EDAD*3	1	7354.39	2350.89	0.16	1162.87

-----  
 SC = Efecto del sistema de cruce (híbridos vs puros)  
 \* Indica efecto significativo (P<0.05) \*\* (P<0.01)  
 GL = Grados de libertad

CUADRO 31. PROMEDIO Y DESVIACION ESTANDAR DEL TIEMPO DE CORTEJO Y MONTA EN CERDOS PUROS

VARIABLE	DUROC		HAMPSHIRE		YORKSHIRE		LANDRACE	
	X	S	X	S	X	S	X	S
* TIEMPO A:								
PRIMER CONTACTO	30.47	78.55	18.00	64.77	1.67	1.15	2.29	0.49
MONTA	76.00	132.01	31.19	33.29	10.00	8.00	16.57	13.65
INTRODUCCION DE PENE	36.82	69.33	48.05	88.22	104.33	119.63	17.29	4.11
DURACION DE LA MONTA	8.30	2.80	6.36	2.87	8.59	2.55	10.69	3.17

\* EL TIEMPO SE EXPRESA EN SEGUNDOS, EXCEPTO DURACION DE LA MONTA QUE SE EXPRESA EN MINUTOS

NO SE OBSERVO DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA ( $P > 0.05$ )

X = PROMEDIO      S = DESVIACION ESTANDAR

CUADRO 32. PROMEDIO Y DESVIACION ESTANDAR DEL TIEMPO DE CORTEJO Y MONTA EN CERDOS HIBRIDOS

VARIABLE	YORKSHIRE-LANDRACE		LANDRACE-YORKSHIRE		HAMPSHIRE-DUROC		DUROC-HAMPSHIRE	
	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S
* TIEMPO A:								
PRIMER CONTACTO	7.57	10.47	2.70	3.09	55.94	111.22	6.53	5.01
MONTA	15.14	14.38	23.40	24.02	61.75	161.24	66.13	57.63
INTRODUCCION DE PENE	52.71	57.85	21.70	8.87	40.31	55.18	20.67	11.63
DURACION DE LA MONTA	10.10	2.50	9.32	4.61	7.11	2.28	6.13	1.94

\* EL TIEMPO SE EXPRESA EN SEGUNDOS, EXCEPTO DURACION DE LA MONTA QUE SE EXPRESA EN MINUTOS  
 NO SE OBSERVO DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA (P>0.05)

X = PROMEDIO S = DESVIACION ESTANDAR

### **7.5 Porcentaje de concepción con distintos grupos genéticos de verracos**

Aunque se observó mayor porcentaje de concepción en cerdas servidas con machos puros, la diferencia no fue significativa ( $P>0.05$ ) en comparación con sementales híbridos (cuadro 33).

En la fertilidad de sementales puros, se observó que los cerdos Hampshire tuvieron mayor porcentaje de cerdas que llegaron al parto, comparados con la raza Duroc, sin embargo la diferencia no fue significativa ( $P>0.05$ ) (cuadro 33).

En la comparación entre cerdos híbridos, se observó mayor porcentaje de cerdas paridas, con servicios de sementales Duroc-Hampshire comparados con Hampshire-Duroc, pero la diferencia no fue significativa ( $P>0.05$ ) (cuadro 33).

**CUADRO 33. PORCENTAJE DE CONCEPCION DE CERDAS APAREADAS CON MACHOS DUROC, HAMPSHIRE E HIBRIDOS.**

RAZA	CERDAS SERVIDAS	PARTOS	PARTOS (%)
DUROC (D)	17	15	88.24
HAMPSHIRE (H)	21	19	90.48
		DIFERENCIA	2.24
H - D	32	26	81.25
D - H	15	15	100.00
		DIFERENCIA	18.75
PUROS (D+H)	38	34	89.47
HIBRIDOS (HD+DH)	47	41	87.23
		DIFERENCIA	2.24

No se observó diferencia significativa ( $P > 0.05$ )

### 7.6 Productividad de lechones de diferentes grupos genéticos.

En la comparación entre los cuatro grupos de sementales (Duroc, Hampshire, Duroc-Hampshire y Hampshire-Duroc) se observó diferencia significativa en el número de lechones nacidos muertos, peso del lechón al nacer y mortalidad en la lactancia ( $P < 0.05$ ), con valores más altos en sementales Duroc-Hampshire y Hampshire.

No se observó efecto del sistema de cruce (híbridos vs puros) en las características medidas ( $P > 0.05$ ) excepto en lechones nacidos muertos ( $P < 0.01$ ) en la comparación de híbridos Duroc-Hampshire y Hampshire-Duroc, con sementales Duroc y Hampshire. Sin embargo los cerdos puros tuvieron los valores más altos en promedio, excepto en el peso del lechón al nacer, lechones nacidos muertos y peso del lechón al destete (cuadro 34). Se observó efecto del individuo dentro de sistema de cruce en la mortalidad ( $P < 0.05$ ), peso del lechón al nacer y al destete ( $P < 0.01$ ). El número de evaluaciones dentro de individuo tuvo efecto en la mortalidad ( $P < 0.05$ ).

En la comparación entre razas puras, se observó efecto de raza del cerdo en la mortalidad y nacidos muertos ( $P < 0.01$ ) con valores favorables a la raza Duroc en la primera variable y a la raza Hampshire en la segunda (cuadro 35). Se observó efecto del cerdo dentro de raza en la mortalidad ( $P < 0.05$ ), en lechones nacidos muertos, peso del lechón al nacer y al destete ( $P < 0.01$ ). El número de evaluaciones dentro de individuo tuvo efecto en la mortalidad y lechones nacidos muertos ( $P < 0.05$ )

En la comparación entre cerdos híbridos se observó efecto del grupo genético en el peso del lechón al nacer ( $P < 0.01$ ), el grupo genético Hampshire-Duroc tuvo el promedio más alto en esta variable, (cuadro 36). Se observó efecto de individuo dentro de raza de individuo en el peso del lechón al nacimiento y al destete ( $P < 0.01$ ).

Los cuadrados medios del análisis estadístico de estas variables se indican en la tabla 5.

TABLA 5. CUADRADOS MEDIOS PARA CARACTERISTICAS DE CAMADA

COMPARACION ENTRE HIBRIDOS Y PUROS									
FUENTE DE VARIACION	GL	LECHONES NACIDOS VIVOS	PESO CAMADA AL NACER	PESO CAMADA AL DESTETE	MORTALIDAD	LECHONES NACIDOS MUERTOS	LECHONES DESTETADOS	PESO DE LECHON AL NACIMIENTO	PESO DEL LECHON AL DESTETE
SC CERDO(SC)	1	0.73	6.45	0.008	213.94	2.91*	0.40	0.08	1.21
No. APAREAMIENTO (CERDO)	9	6.09	4.54	73.510	307.85**	0.77	4.12	0.34**	10.74**
	11	4.12	3.49	47.487	270.59**	0.68	2.28	NE	NE
COMPARACION ENTRE PUROS									
FUENTE DE VARIACION	GL	LECHONES NACIDOS VIVOS	PESO CAMADA AL NACER	PESO CAMADA AL DESTETE	MORTALIDAD	LECHONES NACIDOS MUERTOS	LECHONES DESTETADOS	PESO DE LECHON AL NACIMIENTO	PESO DEL LECHON AL DESTETE
RAZA DEL CERDO (RAZA)	1	0.06	0.06	46.91	1516.81**	4.66**	2.94	(GL=170.0009	4.11
No. APAREAMIENTO (CERDO)	4	4.77	0.72	9.73	507.15*	1.34**	1.03	(GL=770.4839**	4.92**
	6	4.41	1.65	10.54	397.44**	0.86*	1.07	NE	NE
COMPARACION ENTRE HIBRIDOS									
FUENTE DE VARIACION	GL	LECHONES NACIDOS VIVOS	PESO CAMADA AL NACER	PESO CAMADA AL DESTETE	MORTALIDAD	LECHONES NACIDOS MUERTOS	LECHONES DESTETADOS	PESO DEL LECHON AL NACIMIENTO	PESO DEL LECHON AL DESTETE
RAZA DEL CERDO (RAZA)	1	2.70	7.59	0.81	49.42	0.21	0.04	(GL=170.50**	1.81
No. APAREAMIENTO (CERDO)	3	10.06	9.63	190.40	131.25	0.51	10.99	(GL=770.28**	19.48**
	5	3.77	5.71	91.82	118.37	0.47	3.74	NE	NE

SC = Efecto del sistema de cruce (híbridos vs puros)  
 \* Indica efecto significativo (P<0,05) \*\* (P<0,01)  
 GL = Grados de libertad; NE = No se incluyó en el modelo

**CUADRO 34. PROMEDIO Y DESVIACION ESTANDAR DE LAS CARACTERISTICAS DE CAMADA EN CERDOS PUROS E HIBRIDOS.**

VARIABLE	PUROS		HIBRIDOS	
	X	S	X	S
LECHONES NACIDOS VIVOS	9.21	2.54	8.33	3.31
LECHONES NACIDOS MUERTOS *	0.39	0.78	0.54	0.93
LECHONES DESTETADOS	7.74	2.26	7.04	2.54
PESO DEL LECHON AL NACER	1.40	0.30	1.44	0.28
PESO DE LA CAMADA AL NACER	12.40	2.74	11.96	4.25
PESO DEL LECHON AL DESTETE	4.94	1.12	5.43	1.43
PESO DE LA CAMADA AL DESTETE	38.00	9.00	37.65	10.20
MORTALIDAD (%)	14.83	----	12.66	----

Las variables de peso se expresan en kg.

\* indica diferencia estadística significativa entre grupos ( $P < 0.05$ ).

X = Promedio    S = Desviación estandar

CUADRO 35. PROMEDIOS Y DESVIACION ESTANDAR DE LAS  
CARACTERISTICAS DE CAMADA EN CERDOS PUROS

VARIABLE	DUROC		HAMPSHIRE	
	X	S	X	S
LECHONES NACIDOS VIVOS	7.91	2.77	10.31	1.75
LECHONES NACIDOS MUERTOS *	0.30	0.95	0.46	0.66
LECHONES A 21 DIAS	6.50	2.76	8.69	1.18
PESO DEL LECHON AL NACER	1.39	0.36	1.41	0.26
PESO DE LA CAMADA AL NACER	10.56	2.95	13.81	1.50
PESO DEL LECHON A 21 DIAS	5.04	1.13	4.88	1.11
PESO DE LA CAMADA A 21 DIAS	32.73	11.03	42.05	4.07
MORTALIDAD (%) *	15.40	17.62	14.39	13.00

Las variables de peso se expresan en kg.

\* Indica diferencia significativa entre razas ( $P < 0.01$ )

X = Promedio      S = Desviación estandar

**CUADRO 36. PROMEDIOS Y DESVIACION ESTANDAR DE LAS CARACTERISTICAS DE CAMADA EN CERDOS HIBRIDOS.**

VARIABLE	HAM-DUROC		DUROC-HAM	
	X	S	X	S
LECHONES NACIDOS VIVOS	6.80	3.17	10.89	1.45
LECHONES NACIDOS MUERTOS	0.40	0.91	0.78	0.97
LECHONES A 21 DIAS	6.20	2.78	8.44	1.24
PESO DEL LECHON AL NACER *	1.48	0.29	1.41	0.27
PESO DE LA CAMADA AL NACER	10.00	3.98	15.23	2.21
PESO DEL LECHON A 21 DIAS	5.42	1.39	5.45	1.48
PESO DE LA CAMADA A 21 DIAS	34.03	9.52	43.68	8.67
MORTALIDAD (%)	7.70	11.30	20.93	16.01

Las variables de peso se expresan en kg.

\* indica diferencia significativa entre grupos ( $P < 0.01$ )

X = Promedio S = Desviación estandar

## 8. DISCUSION

### 8.1 Dimensiones y peso testicular y epididimal.

En la longitud y ancho de testículos sin extirpar, no se observó efecto del sistema de cruce (híbridos vs puros) resultados que difieren con los de otros autores (39). Esto posiblemente se debió a que se estimó el efecto de los 68 a los 180 días y otros autores lo avaluaron a mayor edad.

Por el contrario, la evaluación de longitud y ancho de testículos extirpados presentan efecto del sistema de cruce, lo que concuerda con resultados previos (39). En testículos extirpados se encontró una influencia paterna significativa en longitud y ancho testicular, por lo que es importante considerar este efecto.

La longitud y ancho de testículos extirpados y sin extirpar están directamente relacionados con el peso del cerdo, resultados que concuerdan con los de Wilson et al. (51).

En el PT y PE no se observó efecto estadísticamente significativo del sistema de cruce ( $P > 0.05$ ) debido a que los coeficientes de variación en estas características fueron altos, entre 26 y 27 % .

Los resultados de PT y PE son diferentes a los encontrados por Wilson *et al.* (51) y Fent *et al.* (18,19) que mencionan efecto significativo de la heterosis en estas variables.

En el peso testicular y peso epididimal se observó efecto del peso a la castración, semejante a lo que ocurrió en la longitud y el ancho testicular.

El desarrollo de testículos extirpados de cerdos puros (longitud y ancho) tuvo un estancamiento entre los 96 y 124 días de edad y el de cerdos híbridos fue continuo, por lo que al llegar a los 180 días los híbridos tuvieron mayor longitud y ancho que los puros. Esto aparentemente se debe a la correlación entre el desarrollo testicular y el peso corporal (15). En testículos sin extirpar no se observó el estancamiento en el crecimiento testicular y corporal, pero los híbridos tuvieron mayor desarrollo que los puros. En este trabajo el incremento en peso corporal tuvo un comportamiento similar al de longitud y ancho testicular.

Para eliminar el efecto de peso corporal se consideró éste como covariable en los modelos y el efecto significativo de heterosis en la longitud y ancho de testículos extirpados se mantuvo, por lo que se asume que existe efecto heterótico propio en la longitud y el ancho testiculares, y no se trata de un simple reflejo de la

heterosis del peso corporal.

El peso testicular en cerdos puros e híbridos tuvo crecimiento marcado entre los 124 y 152 días, resultados que concuerdan con los de Mc Fee y Eblen (35). El epididimo tuvo un crecimiento marcado a edad más temprana, entre 96 y 124 días de edad.

En la comparación de variables entre razas puras hay diferencia en la longitud testicular, en la cual los cerdos Yorkshire y Landrace tienen los valores más altos en testículos sin extirpar y extirpados. Se observó diferencia significativa en el ancho de testículos sin extirpar. En las dos variables se observó efecto del peso del cerdo, por la correlación que existe entre peso corporal y desarrollo testicular, similar a lo observado en la comparación de cerdos híbridos y puros.

En peso testicular y peso epididimal no se observó efecto de raza debido a que los coeficientes de variación fueron altos, entre 25 y 27 % .

En la comparación entre cerdos híbridos hubo efecto de raza en longitud, y ancho de testículos sin extirpar, y en longitud, peso testicular y peso epididimal en extirpados. Esto indica que, al igual que en cerdos de raza pura, existe variación marcada en los valores testiculares y epididimales de cerdos híbridos. Los cerdos que se obtuvieron de la cruce

entre razas Yorkshire y Landrace lograron los mejores promedios, debido a que las razas que les dieron origen son superiores en estas variables a las razas Duroc y Hampshire.

En longitud y ancho se observó efecto de la edad del cerdo y no del peso a la castración, lo que difiere de lo observado por Wilson *et al.* (51).

### 8.2 Inicio de la producción espermática.

Los cerdos híbridos y puros iniciaron la producción espermática a los 96 días, lo que coincide con lo que mencionan otros autores (21).

En este estudio se observó que los cerdos híbridos, a los 96 días de edad, iniciaron la producción espermática en mayor porcentaje que los cerdos puros, lo que indica efecto de heterosis en esta variable. Este efecto se observó también en el peso corporal y tamaño de testículos extirpados, por lo que pudiera haber una relación entre estas variables con el inicio de la producción espermática.

La raza del cerdo no influyó en el inicio de la producción espermática en la comparación de cerdos puros o grupos genéticos de cerdos híbridos.

### 8.3 Características del eyaculado

Se observó efecto del sistema de cruce (híbridos vs puros) en la concentración espermática por ml, concentración total, anomalías y tiempo de eyaculado, resultados que concuerdan con los de otros autores (10, 18, 39, 41, 51). Esto es debido a que la mayor cantidad de espermatozoides de cerdos híbridos, esta dada por el mayor tamaño testicular y no por el incremento de la actividad espermatogénica (51). Fent et al. (18) encontraron más espermias en testículo y epidídimo en cerdos híbridos que en puros, pero la cantidad de espermias por gramo de testículo fue similar en ambos grupos, lo que indica que el tamaño testicular es el factor determinante en el incremento de la cantidad de espermatozoides de los cerdos híbridos.

No se observó efecto del sistema de cruce en el volumen de eyaculado y motilidad (Duroc-Hampshire + Hampshire-Duroc) vs (Duroc + Hampshire) resultados que difieren con los de Conlon y Kennedy (10), que observaron más volumen seminal en cerdos Hampshire-Duroc que en Duroc y Hampshire. Aunque no se observó efecto significativo del sistema de cruce en el volumen de eyaculado,  $p^H$  y motilidad, los cerdos híbridos tuvieron valores más altos en estas variables que los cerdos puros.

Se observó efecto del cerdo anidado en sistema de cruce, en el volumen de eyaculado y porcentaje de anomalías, debido a que estas variables difieren de un cerdo a otro, ocasionado en forma indirecta a la diferencia del tamaño testicular, que se relaciona con el nivel de producción espermática (13, 14).

En cuanto a los valores seminales en razas puras, no se observó diferencia significativa en el volumen del eyaculado, resultados que difieren con los de Conlon y Kennedy (10) que indican mayor concentración espermática en machos Hampshire y Duroc que en Landrace, debido a que los primeros tienen menor volumen seminal, que se relaciona en forma negativa con la concentración de espermias.

Aunque no se observó diferencia significativa en el volumen de eyaculado, la raza Landrace tuvo el valor más alto, esto es debido a la relación del tamaño testicular con el volumen seminal del eyaculado, ya que los cerdos Landrace tuvieron mayor tamaño testicular (largo y ancho) a los 180 días de edad.

Diferente a lo encontrado por otros autores (10), la concentración espermática por ml no presentó diferencia significativa entre las razas puras, esto posiblemente se debe al bajo número de observaciones analizadas en este trabajo.

En el grupo de cerdos híbridos, se observó que los sementales Yorkshire-Landrace y Landrace-Yorkshire tuvieron mayor volumen de eyaculado, debido a que las razas que les dieron origen tienen también un volumen de eyaculado alto, comparados con los Duroc y Hampshire. Aunque no hubo efecto significativo de grupo genético, la concentración espermática total en sementales híbridos Yorkshire-Landrace y Landrace-Yorkshire fue mayor que la de cerdos Hampshire-Duroc y Duroc-Hampshire, debido a que las razas puras Yorkshire y Landrace que les dieron origen tuvieron también una concentración espermática alta.

Aunque no se observó diferencia significativa, se observó que las razas Yorkshire y Landrace, así como los híbridos Yorkshire-Landrace y Landrace-Yorkshire tuvieron, en general, los mejores valores del eyaculado, esto se relaciona con el tamaño testicular a los 180 días, que fue mayor en estas razas comparadas con los cerdos Duroc, Hampshire y sus híbridos.

#### 8.4 Conducta sexual de cerdos machos

En el tiempo a primer contacto, tiempo a monta, a introducción de pene y duración de la monta no se observó diferencia entre cerdos híbridos y puros, resultados que concuerdan con los de Wilson *et al.* (51), que tampoco observó diferencia en el tiempo a contacto y duración de la monta de

cerdos Duroc-Hampshire y Hampshire-Duroc, comparados con las razas puras.

La conducta y habilidad para la monta dependen en mayor grado del semental y de la edad del mismo, que del grupo genético. En la comparación entre cerdos puros se observó efecto del cerdo y edad del mismo para el tiempo a contacto, esto indica que la variación en esta característica depende en mayor grado del cerdo y la edad del mismo que del grupo genético.

En la comparación entre cerdos híbridos no se observó diferencia para el tiempo a contacto, monta, introducción de pene y duración de la monta, lo que indica poca variabilidad entre ellos para estas variables. A diferencia de cerdos puros, la edad y el efecto de individuo tampoco influyeron en el tiempo de cortejo y monta.

#### 8.5 Porcentaje de concepción con distintos grupos genéticos de verracos

Los resultados en el efecto del sistema de cruce sobre el porcentaje de pariciones concuerdan con los de Wilson et al. (51) con los de Conlon y Kennedy (10) y con los de Drewry (12), que no encontraron efecto en esta variable.

Cuando se utiliza la inseminación artificial, hay correlación de la concentración espermática, el volumen seminal y la mortalidad (46, 37) sin embargo en monta natural no se observó este efecto, puesto que los sementales Hampshire y Hampshire-Duroc tuvieron valores más altos que los Duroc y Duroc-Hampshire en estas características seminales, pero tuvieron menor porcentaje de cerdas que llegaron a parto, sin diferencia significativa en esta variable.

En forma general, el porcentaje de pariciones no presentó efecto del sistema de cruce y la diferencia entre cerdos híbridos y puros fue mínima y no significativa, debido al tamaño de la muestra.

Los cerdos Hampshire tuvieron mayor porcentaje de pariciones que los Duroc, aunque no se observó diferencia significativa y los sementales Duroc-Hampshire fueron mejores que los Hampshire-Duroc, Duroc y Hampshire. En este caso es importante considerar la raza paterna de los sementales puros o híbridos que se utilicen para la reproducción.

### 8.6 Productividad de lechones de diferentes grupos genéticos

En la cruce en donde se utilizaron sementales Duroc-Hampshire, comparados con sementales Duroc, Hampshire y Hampshire-Duroc, se obtuvieron mejores valores, en forma no significativa, en número de lechones nacidos vivos, peso de la camada al nacimiento, lechones destetados, peso del lechón y de la camada a 21 días de edad, resultados que concuerdan con los de Ruiz (40). En el promedio de sementales Hampshire-Duroc y Duroc-Hampshire, comparados con el promedio de Duroc y Hampshire, no se observó efecto del sistema de apareamiento (híbridos vs puros) y los valores promedio de los cerdos Híbridos fueron menores que de cerdos puros.

El número de lechones nacidos muertos fue menor en la cruce con sementales puros, comparados con sementales híbridos, aunque en este caso influye también el factor del medio ambiente al nacimiento.

Se observó efecto del sistema de cruce solamente en el número de lechones nacidos muertos. Los resultados difieren con los de otros autores (5, 11, 25, 38) que encontraron mayor número de lechones nacidos vivos en cruces con verracos híbridos comparados con puros; otros observaron mayor número de lechones a 21 días con sementales híbridos (5, 11, 38). Ruiz (40) menciona que en la cruce de sementales híbridos

Duroc-Hampshire con hembras híbridas Yorkshire-Landrace, se obtiene un alto índice económico y más cerdos producidos. Sin embargo Baker (3) no obtuvo diferencia entre verracos híbridos y puros en el número de lechones nacidos vivos y peso del lechón al nacer, resultados que concuerdan con los de este estudio.

Lishman et al. (30) indican que el número de lechones nacidos vivos, lechones nacidos muertos, peso promedio al nacer y al destete no varían entre sementales puros Landrace, Large White y Hampshire, comparados con sementales híbridos Large White-Landrace, Landrace-Large White, Hampshire-Large White y Hampshire-Landrace.

Por el contrario Fahmy y Holeman observaron que los sementales puros Landrace, Duroc y Yorkshire producen más lechones nacidos vivos, más lechones destetados, con mayor peso promedio al nacer y al destete que cerdos híbridos Landrace-Yorkshire, Duroc-Yorkshire y Duroc-Landrace; aunque observaron diferencias significativas, las razas utilizadas fueron distintas a las de este estudio.

En la comparación entre sementales puros, se observó que los cerdos Hampshire tuvieron más lechones nacidos muertos y menor mortalidad en la lactancia que los Duroc. Además del efecto de raza se observó efecto del semental en estas variables y en el peso del lechón al nacer y al destete. La

diferencia en estas variables se debe también al efecto materno y de medio ambiente en el lechón.

En el número de lechones nacidos vivos, peso de camada al nacer y a 21 días, número de lechones destetados y peso del lechón al nacer y a 21 días no se observó efecto de raza del semental, debido posiblemente al reducido tamaño de la muestra. Por el contrario en otros trabajos se observó mayor número de cerdos por camada al nacer y a 21 días en sementales Duroc comparados con Hampshire (29, 52) y Spot (52).

En la comparación entre cerdos híbridos se observó efecto de grupo genético del semental en el peso del lechón al nacer y efecto de semental en esta variable y en peso del lechón al destete. Los sementales Hampshire-Duroc tuvieron mayor promedio que los machos Duroc-Hampshire, debido a que en éstos se observó mayor número de lechones por camada, que se relaciona en forma negativa con el peso del lechón.

#### LITERATURA CITADA

1. Aluja, A. y Berruecos, J.M.: Efecto del medio ambiente sobre la eficiencia reproductiva en el ganado porcino. Vet. Mex., 2: 13-19 (1978).
2. Allrich, R.D., Christenson, R.K., Ford, J.J. and Zimmerman, D.R.: Pubertal development of the boar: Age-related changes in testicular morphology and in vitro production of testosterone and estradiol - 17B. Bl. Reprod., 28: 902-909 (1983).
3. Baker, D.H.: Postbreeding flushing of first-litter crossbred gilts, with a note on efficacy of crossbred versus purebred boars in total confinement. Am. J. Vet. Res., 34: 1051-1052 (1973).
4. Barr, A.J., Goodnight, J.P. and Helwig, J.P.: A user's guide to the statistical analysis system. North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, 1976.
5. Basov, N., Tokarev, V., Chernyi, V., Mal'ko, L. and Efimova: The use of crossbred boars for commercial crossing. Svinorodstvo, 9: 24-25 (1976) (Anim. Breed. Abstr., 45: 1424).
6. Basurto-Kuba, V.M. and Evans, L.E.: Comparison of sperm-rich fractions of boar semen collected by electroejaculation and the Gloved-Hand technique J. Am. Vet. Med. Ass., 178: 985-986 (1981).
7. Berruecos V, J.M.: Mejoramiento genético del cerdo. Arana, México, 1972.
8. Britt, H.J.: Prospects for controlling reproductive processes in cattle, sheep and swine from recent findings in reproduction. J. Dairy Sci., 62: 651-665 (1979).
9. Carlson, I.H., Stratman, F. and Hauser, E.: Spermatic vein testosterone in boars during puberty. J. Reprod. Fertil., 27: 177-180 (1971).
10. Conlon, P.D. and Kennedy, B.W.: A comparison of crossbred and purebred boars for semen and reproductive characteristics. Can. J. Anim. Sci., 58: 63-70 (1978).
11. Covanon, N.: Comparative reproductive performance in purebreeding and crossbreeding. Bull. Inst. Tech. Porc., 9: 9-16 (1978). (Anim. Breed. Abstr., 46: 5062).
12. Drewry, K.J.: Sow productivity traits of cross bred sows. J. Anim. Sci., 50: 242-248 (1980).
13. Du Mesnil du Buisson, F., Paquignon, M. and Courot, M.:

Boar sperm production: use in artificial insemination. A review. Livest. Prod. Sci., 5: 293-302 (1978).

14. Eden, C.W., Johnson, B.H. and Robison, O.W.: Prenatal and postnatal influences on testicular growth and development in boars. J. Anim. Sci., 47: 375-382 (1978).

15. Einarsson, S., Holtman, M., Larsson, K., Settergreen, I. and Bane, A.: The effect of two different feed levels on the development of the reproductive organs in boars. Acta Vet. Scand., 20: 1-9 (1979).

16. Everitt, B.: Analysis of contingency tables. Chapman and Hall, London, 1977.

17. Fahmy, M.H. and Holemann, W.B.: Evaluation of three and four-breed cross litters and pigs sired by purebred and crossbred boars. Anim. Prod., 24: 261-270 (1977).

18. Fent, R.W., Wettemann, R.P., Johnson, R.K.: Testicular characteristics of purebred and two-breed cross boars of Duroc, Yorkshire, Landrace and Spot Breeding. Animal Science Research Report, Agricultural Experiment Station, Oklahoma State University, MP - 107, 167-169 (1980). (Anim. Breed. Abstr., 49: 1434)

19. Fent, R.W., Wettemann, R.P., Johnson, R.K.: Breed and heterosis effects on testicular development and endocrine function of puberal boars. J. Anim. Sci., 57: 425-432 (1983).

20. Gill, J.L.: Design and Analysis of Experiments in the animal and medical sciences. Volumen I. The Iowa State University Press. Ames, Iowa, U.S.A. 1978.

21. Godinho, H.P. e Cardoso, F.M.: Desenvolvimento sexual de porcos Yorkshire. II. Estabelecimento e evolucao da espermatogenese. Arg. Esc. Vet. UFMG, 11: 351-361 (1979).

22. Hancock, J.L. and Hovell, G.J.R.: The collection of boar semen. Vet. Rec., 71: 664-665 (1959).

23. Hemsworth, P.H., Winfield, C.G., Beilharz, R.G. and Galloway, D.B.: Influence of social conditions post-puberty on the sexual behaviour of the domestic male pig. Anim. Prod., 25: 305-309 (1977).

24. Hoagland, T.A. and Diekman, M.A.: Influence of supplemental lighting during increasing daylength on libido and reproductive hormones in prepubertal boars. J. Anim. Sci., 55: 1483-1489 (1982).

25. Johnson, R.K. and Omtvedt, I.T.: Evaluation of purebreds and two-breed crosses in swine: Reproductive performance. J.

Anim. Sci., **37**: 1279-1288 (1973).

26. Johnson, R.K. and Zimmerman, D.R.: Evaluation of testicular growth in boars as an indicator of reproductive efficiency in their offspring. Pork Producers. Research Investment Report, 1981.

27. Kennedy, B.W. and Moxley, J.E.: Genetic and environmental factors influencing litter size, sex ratio and gestation length in the pig. Anim. Prod., **27**: 35-42 (1978).

28. Koh, T.J., Crabo, B.G., Tsov, H.L. and Graham, E.F.: Fertility of liquid boar semen as influenced by breed and season. J. Anim. Sci., **42**: 138-144 (1976).

29. Kuhlers, D.L., Jungst, S.B., Edwards, R.L. and Little, J.A.: Comparisons of specific crosses from Landrace, Duroc-Landrace and Yorkshire-Landrace sows. J. Anim. Sci., **53**: 40-48 (1981).

30. Lishman, W.B., Smith, W.C. and Bichard, M.: The comparative performance of purebred and crossbred boars in commercial pig production. Anim. Prod., **21**: 69-75 (1975).

31. Louda, F., Smerha, J., Bachtik, M.: Vliv ročního období na reprodukční znaky kanců pusbocích v inseminaci. Zivocisna Vyroba, **28** (2) 39-47 (1983). (Pig. N. Inf., **4**: 1895).

32. Mahone, J.P., Berger, T., Clegg, E.D. and Singleton, W.L.: Photoinduction of puberty in boars during naturally occurring short day lengths. J. Anim. Sci., **48**: 1159-1164 (1979).

33. Maxwell, C. and Baker, C.M.A.: Molecular biology and the origin of species. University of Washington press, Seattle, 1970.

34. Martínez, N., López, S., Delgado, J. y Mendoza, P.: Valoración de las características del semen en porcinos y bovinos en diferentes épocas del año. Informe anual, 1980, Instituto de Producción Animal, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela, 75-76 (1982). (Pig. N. Inf., **5**: 825).

35. Mc. Fee, A.F. and Eblen, J.R.: Testicular development in miniature swine, J. Anim. Sci., **26**: 772-776 (1967).

36. More O'Ferral, G.J., Hetzer, H.O. and Gaines, J.A.: Heterosis in preweaning traits of swine. J. Anim. Sci., **27**: 17-21 (1968).

37. Paredis, F. and Vandeplassche, M.: Effect of initial motility, number and age of spermatozoa on farrowing rate

and litter size. Veterinary School, State University, Ghent, Belgium (1978).

38. Potapov, A. and Astakhova, M.: The use of purebred and cross-bred boars. Svinovodstvo, 8: 20 (1977). (Anim. Breed. Abstr., 45: 319).

39. Quintana A, F.G. y Robison, O.W.: Efectividad del cruzamiento de razas en cerdos. Vet. Mex. 11 (2) 23-30 (1980).

40. Ruiz L, F.: Alternativas de un sistema de cruzamiento en cerdos en base a un modelo de simulación. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 1984.

41. Sellier, P., Dufour, L. and Rousseau, G.: A study of sexual precocity and some ejaculate characteristics in boars from 5 genetic types: some results. Ann. Genet. Sel. Anim. 3: 357 (1971).

42. Sellier, P.: The basis of cross breeding in pigs; a review. Livest. Prod. Sci., 3: 203-226 (1976).

43. Signoret. J.P.: The reproductive behaviour of pigs in relation to fertility. Vet. Rec., 88: 34-38 (1970).

44. Singleton, W.L. and Shelby, D.R.: Variation Among boars in semen characteristics and fertility., J. Anim. Sci., 34: 762-766 (1972).

45. Straaten, Van, H.W.M. and Wensing, C.J.G.: Histomorphometric aspects of testicular morphogenesis in the pig. Biol. Reprod., 17: 467-472 (1977).

46. Stratman, F.W. and Slef, H.L.: Effect of semen volumen and number of sperm on fertility and embryo survival in artificially inseminated gilts. J. Anim. Sci., 19: 1081-1088 (1960).

47. Swierstra, E.E.: Influence of breed, age and ejaculation frequency on boar semen composition. Can. J. Anim. Sci., 53: 43-53 (1973).

48. Swierstra, E.E. and Dyck, G.W.: Influence of the boar and ejaculation frequency on pregnancy rate and embryonic survival in swine. J. Anim. Sci., 42: 455-460 (1976).

49. Thomas, H.R., Kattesh, H.G., Knight, J.W., Gwazdauskas, F.C., Meacham, T.N. and Kornegay, E.T.: Effects of housing and rearing on age at puberty and libido in boars. Anim. Prod. 28: 231-234 (1979).

50. Vega de la, V.F.: Análisis económico administrativo de una explotación porcina para 120 vientres. Tesina de

especialidad. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 1983.

51. Wilson, E.R., Johnson, R.K. and Wettemann, R.P.: Reproductive and testicular characteristics of purebred and crossbred boars. J. Anim. Sci. **44**: 939-947 (1977).

52. Young, L. A., Johnson, R. K. and Omtvedt, I. T.: Reproductive performance of swine bred to produce purebred and two-breed cross litters. J. Anim. Sci., **42**: 1133-1149 (1976).