



72
2ej.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN

**“EVALUACION DEL VIGOR HIBRIDO EN CERDOS
UTILIZANDO SEMENTALES DE CUATRO RAZAS
DIFERENTES”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MEDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :

SANDRA MONROY LUNA

ASESOR: DR. MIGUEL ANGEL CARMONA MEDERO.

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MÉXICO.

1998.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

268121



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 esta 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.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
 UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

UNIVERSIDAD NACIONAL
 AVENIDA DE
 MEXICO

U. N. A. M.
 FACULTAD DE ESTUDIOS
 SUPERIORES CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DEPARTAMENTO DE
 EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
 DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
 PRESENTE

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
 Jefe del Departamento de Exámenes
 Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Evaluación del vigor híbrido en cerdos utilizando sementales de
cuatro razas diferentes"

que presenta la pasante: Sandra Monroy Luna
 con número de cuenta: 9361923-7 para obtener el TITULO de:
Médica Veterinaria Zootecnista

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO

ATENTAMENTE.
 "POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a _____ de Octubre _____ de 199 98

- PRESIDENTE Dr. Miguel Angel Carmona Medero
- VOCAL M. en C. Benito López Baños
- SECRETARIO DV. Raúl Schinca Felitti
- PRIMER SUPLENTE M.V.Z. Heriberto Pañeda Macías
- SEGUNDO SUPLENTE M.V.Z. Víctor Quintero Ramirez

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor de tesis:

*Dr. Miguel Ángel Carmona Medero
Por todo el apoyo, la paciencia, el tiempo
y los conocimientos brindados. Mil gracias.*

*Al DV. Raúl Schinca Felitti
Por la aportación tan valiosa de
conocimientos para realización
de este trabajo.*

*Al M.V.Z. Juan Alfonso Monroy Juárez
Por siempre estar ahí cuando se le
necesitaba, y por ser el mejor
profesor que he conocido.*

*Al M.V.Z. Víctor Campos
Por haberme enseñado el valor del
trabajo, por enseñarme lo que
significa ser veterinario y por ser
un excelente amigo.*

*A Susana Cann Llamosa
Por ser la mejor amiga que alguien
puede tener, por todo tu tiempo
y sobre todo por tu cariño.*

*A Humberto Sánchez Ortiz
Por ser un amigo incondicional,
por aguantarme, por apoyarme,
simplemente por existir en mi vida.*

A mis amigos:

*Angélica Torres, Dalia Sánchez,
Abraham Padilla, Marilú Méndez,
Rodrigo Navarrete, Lucía Álvarez
y Juan Quezada.*

*A todas aquellas personas que sin
saberlo formaron parte de este trabajo.*

DEDICATORIAS

Papá:

M.V.Z. Rubén Monroy Lomeli

Tu amor es lo mas grande que tengo,
tu ejemplo de trabajo y entrega mi
meta a seguir, tu calidad como ser
humano mi guía en la vida.

Eres el mejor papa del mundo:

Sin tí, nada de esto hubiera existido:

Te Adoro:

Mamá:

Sra. Celia Luna de Monroy

El amor que siempre ha existido
en la casa es tu obra y es la mejor
educación que he podido tener.

Te agradezco tu preocupación y
bendición diaria, tus regaños y
principalmente todos tus besos.

Te Adoro:

Hermano:

Lic. Rubén Monroy Luna

Tu ejemplo de tenacidad en el estudio
me impulsó a terminar este trabajo:

Tu inteligencia es una virtud, aprovéchala.

Gracias por los viajes y las pláticas,
eres un excelente hermano:

Te quiero mucho

M.V.Z Luis Enrique Gómez Ferro

Para lograr éxito hay que ser feliz

Para ser feliz hay que estar enamorado

Gracias por hacerme feliz.

Te Amo

*Gracias por formar parte de este planeta
Gracias por brindar cariño y belleza al mundo
Gracias por darme la oportunidad de servir y ayudar
Gracias por enseñarme una manera de vivir mejor
Gracias por dejarme sentir lo que es la compasión
Gracias a los que dieron su vida para que yo aprendiera
Gracias por existir.*

Para los seres más maravillosos de la tierra : los animales.

INDICE

Contenido	Página
INDICE	
RESUMEN	
1.0 INTRODUCCIÓN	1
2.0 HIPÓTESIS	5
3.0 OBJETIVOS	5
3.1 Objetivo General	5
3.2 Objetivos Específicos	5
4.0 REVISIÓN DE LITERATURA	6
4.1 Características Raciales	6
4.2 Heterosis	8
4.3 Sistemas de apareamiento exogámicos	11
4.4 Cruzamientos en cerdos	15
5.0 MATERIAL Y METODOS	16
5.1 Ubicación	16
5.2 Semovientes	16
5.3 Manejo y alimentación	16
5.4 Sistema de apareamiento	17
5.5 Evaluación de la progenie, estimadores estadísticos y heterosis	17
5.6 Diseño de Griffing para evaluar aptitud combinatoria general y aptitud combinatoria específica	18
6.0 RESULTADOS	19
6.1 Tamaño de camada	19
6.2 Número de lechones nacidos vivos	24
6.3 Número de lechones destetados	29
6.4 Peso al nacimiento	34
6.5 Peso al destete	39
6.6 Ganancia de peso a los 28 días	44
6.7 Ganancia diaria de peso	49
7.0 DISCUSIÓN	55
8.0 CONCLUSIONES	59
9.0 BIBLIOGRAFÍA	60

RESÚMEN

Evaluación del vigor híbrido en cerdos utilizando sementales de cuatro razas diferentes

Sandra Monroy Luna

Bajo la dirección de:

Dr. Miguel Angel Carmona Medero.

Con el objetivo de investigar los efectos de heterosis en las características: tamaño de camada, número de lechones nacidos vivos, número de lechones destetados, peso al nacimiento, peso al destete, ganancia de peso a los 28 días y ganancia de peso diario se evaluaron cuatro razas de cerdos para determinar cual de ellas presenta la mejor aptitud combinatoria general y que cruzamiento en particular presenta la mejor aptitud combinatoria específica. El estudio se realizó en la localidad de Pueblo Nuevo, Municipio de Tepotzotlán, Estado de México; el tipo de clima que predomina en esta zona es templado sub-húmedo, La precipitación promedio anual está entre 700 y 800 mm. La temperatura promedio anual fluctúa entre 12 y 16°C. Las razas evaluadas fueron Yorkshire, Landrace, Duroc y Hampshire un semental de cada una de ellas y 6 hembras Yorkshire, 7 Landrace, 10 Duroc y 7 Hampshire. Realizando los apareamientos siguiendo el diseño 1 de Griffing en el que se analizan las p^2 cruzas. La heterosis se estimó de acuerdo a la escuela inglesa como el porcentaje en que la F1 supera al progenitor superior y se comparó con la escuela norteamericana que considera como heterosis el porcentaje en que la F1 supera el promedio de las razas que intervienen en el cruzamiento. La raza Yorkshire presentó la mejor aptitud combinatoria general en las características: tamaño de camada, número de lechones nacidos vivos y número de lechones destetados. La raza Hampshire, presentó la mejor aptitud combinatoria general en las características: peso al nacimiento, peso al destete, ganancia de peso a los 28 días y ganancia de peso diario. En todas las características que involucran el peso y ganancia corporal la mejor aptitud combinatoria específica involucra a las cruzas Hampshire con Yorkshire; para las características de tamaño de la camada y de número de lechones destetados la mejor aptitud combinatoria específica fue para las cruza entre Yorkshire y Landrace. Se consideró, de acuerdo a la escuela inglesa, que el mayor porcentaje de heterosis (25.26%) se observó en la característica ganancia de peso diario en la crza Yorkshire con Duroc; en la característica tamaño de la camada la heterosis producida tuvo un valor de 25.0%. en la crza Yorkshire con Landrace. El valor de la heterosis dada por la escuela norteamericana, sobrestima la heterosis producida, no reflejando adecuadamente el vigor híbrido de los cruzamientos. Se observó que en las características consideradas las razas puras fueron en todos los casos, superadas por algún cruce interracial, debido a la heterocigosis producida; de tal forma que el mejoramiento de esas características puede ser obtenido mediante el cruzamiento interracial utilizando las razas Hampshire y Yorkshire.

1.0 INTRODUCCIÓN

México es un país con un déficit en la producción de alimentos uno de los cuales es la carne de cerdo. Esto se debe a un gran número de factores, entre los cuales destacan: la baja productividad del hato nacional y el excesivo crecimiento demográfico. (18)

La industria ganadera en América Latina es importante si se considera que se cuenta con el 20% de la producción mundial de ganado vacuno, 9% de ganado ovino y caprino, 6% de ganado porcino y el 6% de las aves para engorda y huevo, para tan solo el 6% de la población mundial. De ahí que por medio de una selección adecuada, sea posible un mejoramiento genético para lograr un incremento en la eficiencia económica de un 1% por año, en casi todas las especies. (41)

Para cada especie doméstica la productividad numérica anual es expresada como el número de crías producidas por hembra al año, lo que tiene una enorme importancia respecto a la rentabilidad de la explotación ganadera. Este parámetro descansa particularmente en caracteres reproductivos como la tasa de parición, es decir, el número de partos por hembra al año y la prolificidad expresada como el número de crías por parto, fundamentalmente dependientes de la genética materna. (10,42)

La producción porcina se ha transformado en los últimos años. Los nuevos desarrollos en la crianza, los avances tecnológicos, la mejoría de las raciones, el control de enfermedades y el mercado, han introducido muchos cambios en producción y venta. El factor "dinero" es lo que más afecta este nuevo tipo de producción, ya que sólo por mencionar un ejemplo, una hembra en promedio habrá consumido entre 350 a 375 kilogramos de alimento durante el periodo que va del apareamiento hasta el momento del destete, realizado a los 28 días. (8, 51)

Por esto los productores de cerdos, se esfuerzan por tener un lechón más por camada y que éste sobreviva al destete, para que tenga una mayor posibilidad de alcanzar la edad de mercado. De esta manera se busca que al menos lo invertido para la alimentación de la hembra se costee de alguna manera. Debido a esto, en explotaciones altamente tecnificadas se buscan líneas madre de altas condiciones maternas, sin descuidar los caracteres cárnicos. (42)

Existen numerosas investigaciones donde se establece que sólo la mitad de los lechones que pesan menos de 0.630 Kg. son destetados, mientras que el 80 % de los que tienen un kilogramo de peso alcanzan el destete, e incluso esta posibilidad llega al 92 % cuando los lechones pesan entre 2.000 y 2.200 kg. De ahí que se pueda afirmar que los lechones más pesados al nacimiento tienen mayor probabilidad de sobrevivir. En consecuencia, se deduce que es preferible que las cerdas tengan lechones de pesos uniformes y en número de entre 8 y 12, que muchos y con una gran variedad de peso (entre 600 gramos y 1.500 kilos). (2)

Cabe señalar que, contrario a lo que se puede pensar, la genética ejerce una menor influencia que el medio ambiente en el número de lechones destetados. Este factor es esencial ya que incluye elementos como el tipo de instalaciones, la temperatura, la humedad, alimentación y la producción de leche de la hembra, consumo de alimento de los lechones, etc. (8,36)

El peso del lechón al nacimiento y al destete es fundamental para el éxito futuro del cerdo. Por lo tanto, no es conveniente destetar un lechón entre los 21 y 28 días con un peso inferior a 5 Kg. porque disminuirían las posibilidades de supervivencia. (10)

Por otra parte, la heterosis o vigor híbrido es importante en la producción comercial eficiente de los cerdos, particularmente en lo referente a los caracteres reproductivos y al crecimiento temprano. (51)

El cruzamiento puede dar por resultado un aumento del 12 % en el número de cerditos paridos, pudiendo lograrse el destete de un cerdo extra por camada, lo cual reditúa en una mayor ganancia. (39)

Uno de los problemas que enfrenta la porcicultura en México es la calidad genética de los animales, que genera incertidumbre en los ganaderos al momento de comprar pies de cría para mejorar la calidad de su producción. En muchas ocasiones los sementales o vientres que adquieren, pese a contar con un "magnífico" *pedigree*, no dan los resultados esperados sino que por el contrario, su descendencia deja mucho que desear. (8)

En la actualidad la industria dedicada a la transformación del cerdo requiere de una menor cantidad de grasa en la canal, a la vez que un incremento de carne magra. En consecuencia, el ganadero generalmente se ve obligado a realizar cruzamientos entre razas que mejoren el índice de transformación y el porcentaje de cortes magros de la canal en los cerdos F1 que se obtienen. (42)

Para que los niveles productivos obtenidos en una granja comercial sean los adecuados, deben ir acompañados de un mejoramiento genético, que el productor de pie de cría intentará lograr a través de una selección rigurosa, mediante la estimación del mérito genético de sus animales. (40)

Por su parte, los programas de evaluación genética pueden ser utilizados para predecir el mérito genético de los animales, especialmente en lo que concierne a sus características específicas, como el valor reproductivo estimado (EBV) o la eficiencia esperada de la progenie (EPD). (40)

Cuando se emprende la búsqueda de hembras y machos con las cualidades deseadas para la reproducción, en realidad se está buscando la "efectividad de la reproducción", la cual depende de tres elementos principales:

- a) Fertilidad.
- b) Fecundidad.
- c) Prolificidad.

El problema inicial reside en el hecho de que estos caracteres tienen una heredabilidad muy baja (entre 0.05 y 0.15), lo que hace que sean poco aditivos y, en consecuencia, difícilmente mejorables a través de los programas clásicos de selección. (48,53)

La heredabilidad de una característica se define como relación entre la varianza genética aditiva, sobre la varianza fenotípica y representa la probabilidad de que los genes que codifican para una determinada característica se transmitan de los padres a su descendencia. Como se trata de probabilidad, el valor de la heredabilidad se encuentra entre el rango de cero a uno. La heredabilidad puede ser estimada por la correlación entre animales que tengan algún parentesco. La correlación genética entre dos características es una medida que permite conocer el grado en el que su variación es controlada por los mismos genes. Por lo tanto, una baja heredabilidad significa que la variación de cierta característica es debida al ambiente y que existe una baja proporción de variación heredable y, debido a esto, dicha característica es difícil de cambiar por medio de una selección. Una alta correlación genética entre dos rasgos significa que los genes que controlan a ambos, son en gran parte iguales, y de ahí que el cambio de alguno de los dos mediante selección repercutirá en el otro rasgo. (49,21)

A pesar de que siempre se busca la viabilidad de los lechones, los productores están conscientes de que los factores que la permitirían, aún se encuentran en estudio y que no dependen directamente de los genes de la madre o el padre, y mucho menos de la raza de los mismos. De ahí que, la muerte de lechones recién nacidos sea algo común, e incluso se toma como algo normal y que no es posible cambiar. En general es aceptado un porcentaje de mortalidad que se concentra en el periodo cercano al nacimiento: el 50% de los decesos ocurren en los primeros 3 días después del parto, y el 90% suceden en la primera semana de vida. (28)

La genética de la sobrevivencia prenatal evaluada por Blasco y sus colaboradores llega a las siguientes conclusiones:

1. La sobrevivencia prenatal se encuentra bajo el control esencial del genotipo materno, con una limitada influencia del genotipo del embrión.
2. Existe una apreciable variación genética para la tasa de ovulación y una baja, pero aún significativa variación para la sobrevivencia prenatal con una correlación genética negativa entre ellas.
3. Se ha propuesto que dos características independientes entre sí determinan el tamaño de la camada y son el tamaño del útero y la tasa de ovulación. (7)

La producción de lechones en este momento, por lo menos en la zona de Cuautitlán, Tepotzotlán, Tultitlán, etc. es escasa, ya que pese al interés que existe entre muchas personas por la engorda de los mismos, no existen animales para engordar. Aquí es donde radica la importancia de tener explotaciones más eficientes y que produzcan lo suficiente para cubrir la demanda existente.

La eficiencia radica en realizar buenas cruza con animales de calidad, abarcando todos los aspectos. La utilización de animales con buena genética resulta en una reducción en el porcentaje de mortalidad, un aumento de la ganancia de peso y una mayor resistencia a enfermedades. Ya que este tipo de características son de baja heredabilidad el medio ambiente juega un papel muy importante y es necesario que este sea el adecuado para que estas características sean

expresadas de manera favorable. Fenotípicamente existe también un beneficio ya que ayuda a tener características que gustan tanto al productor como al comprador. (35)

La mortalidad antes del destete depende tanto de los genes maternos relacionados a su comportamiento, como a la habilidad de la cerda para alimentar a su progenie, así como también de los genes de los lechones. Así que se vuelve a reiterar la importancia de la calidad genética. (49)

Los siguientes puntos son de importancia capital en la determinación de la eficiencia y el aprovechamiento de los cerdos:

- 1) El tamaño de la camada que nace viva.
- 2) La viabilidad.
- 3) El peso por cerdo y por camada al destete.
- 4) La velocidad de crecimiento entre el destete y el momento de la venta.
- 5) La eficiencia de la conversión de alimento.
- 6) La conformación y las características deseables de la canal. (51)

Todos estos puntos pueden ser perfeccionados si se utiliza un adecuado sistema de mejoramiento genético y una selección basada en las características deseables.

El objetivo primordial del cruzamiento entre razas es el mejoramiento genético del mérito económico del hato, es decir, de la ganancia final del producto.

2.0 HIPÓTESIS

El cruzamiento interracial produce vigor híbrido en las características de comportamiento materno, mejorando la calidad de los lechones especialmente en lo que se refiere a un mayor peso y a un aumento en la probabilidad de supervivencia.

3.0 OBJETIVOS

GENERAL

Evaluar en la progenie de 4 razas puras el vigor híbrido de las características: tamaño de camada, número de lechones nacidos vivos, número de lechones destetados, peso al nacimiento, peso al destete, ganancia de peso a los 28 días, ganancia diaria de peso.

ESPECÍFICOS

- a) Determinar la heterosis producida de acuerdo a la escuela inglesa y a la escuela americana en las características: tamaño de la camada, número de lechones nacidos vivos, número de lechones destetados, peso al nacimiento, peso al destete, ganancia de peso a los 28 días y ganancia diaria de peso.

- b) Determinar la aptitud combinatoria general y la aptitud combinatoria específica de las razas Yorkshire, Duroc, Landrace y Hampshire.

2.0 HIPÓTESIS

El cruzamiento interracial produce vigor híbrido en las características de comportamiento materno, mejorando la calidad de los lechones especialmente en lo que se refiere a un mayor peso y a un aumento en la probabilidad de supervivencia.

3.0 OBJETIVOS

GENERAL

Evaluar en la progenie de 4 razas puras el vigor híbrido de las características: tamaño de camada, número de lechones nacidos vivos, número de lechones destetados, peso al nacimiento, peso al destete, ganancia de peso a los 28 días, ganancia diaria de peso.

ESPECÍFICOS

- a) Determinar la heterosis producida de acuerdo a la escuela inglesa y a la escuela americana en las características: tamaño de la camada, número de lechones nacidos vivos, número de lechones destetados, peso al nacimiento, peso al destete, ganancia de peso a los 28 días y ganancia diaria de peso.

- b) Determinar la aptitud combinatoria general y la aptitud combinatoria específica de las razas Yorkshire, Duroc, Landrace y Hampshire.

4.0 REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Características raciales.

Las características genotípicas y fenotípicas de las razas utilizadas en el presente estudio, se describen a continuación:

Características fenotípicas:

En la figura 1 se presenta un ejemplar de la raza Duroc, apreciándose el fenotipo que actualmente predomina. Es la única raza café-rojiza reconocida y la más popular en México y por lo tanto, la más abundante en el país. El color rojo varía del claro al oscuro; la cabeza es de longitud media y ligeramente cóncava, las orejas caídas hacia adelante y nunca erguidas. Los jamones llenos y bien descendidos, miembros finos, medianos y pezuñas de color negro; pezones bien formados y en número de 12 a 14. Alcanzan los 100 Kg. de peso a los 164 días. Tienen una ganancia diaria de peso de 600 gramos. (según el Canadian Duroc Swine Club). Las marranas de cría pueden pesar entre 120 Kg. y 150 Kg. al primer servicio. Los Duroc tienen la resistencia, temperamento y fuerza para adaptarse a casi cualquier ambiente. (16,20,25)

Las características de la raza Landrace, (figura 2) que se pueden destacar son: la gran cantidad de carne de primera calidad que se obtiene de ella, ya que, tienen el cuerpo, el dorso y el lomo sumamente largos, por ejemplo, existen sementales que alcanzan hasta dos metros de largo. La cabeza es larga y algo estrecha, con la mandíbula bien recortada. Son de color blanco libre de manchas; las orejas son largas, pesadas y dirigidas hacia la cara, tapándole prácticamente los ojos y llegando cerca de la punta del hocico. Alcanzan a los 154 días los 100 Kg. de peso, lo que habla de una ganancia diaria de 630 gramos (según la Canadian Landrace Swine Club). Además las hembras son prolíficas y buenas madres, como lo muestran estudios en E.U. que establecen el promedio de 10.6 lechones nacidos vivos por camada. (15,20,25)

Los cerdos de la raza Yorkshire (figura 3), son de color blanco sin manchas de ningún otro color, aunque las "motas" no constituyen un defecto, la cara de estos animales debe ser ancha y ligeramente cóncava, con el hocico ancho en los ollares igual que la frente. Las orejas son erectas, formando un ángulo inclinado y dirigidas hacia adelante. La mandíbula, bien recortada; deben tener, entre 12 y 14 pezones. Alcanzan los 100 Kg. a los 165 días aproximadamente. Su ganancia diaria es de 590 gramos (según la Canadian Yorkshire Swine Club). No existe mejor raza que esta para el cruzamiento, principalmente si se lleva a cabo de manera rotativa. En la práctica todos los programas incluyen la Yorkshire como una de las tres razas empleadas para la producción de líneas maternas. (16,20,25)

El ejemplar de raza Hampshire que se observa en la figura 4, muestra las características fenotípicas deseadas en un animal de este tipo. Es de color negro y la característica más sobresaliente es la franja de color blanco que ostenta alrededor de las paletas y la cruz, y que abarca también las patas delanteras; en el resto del cuerpo no debe existir ninguna otra mancha blanca. Tienen las mandíbulas recortadas y livianas; poseen una cara refinada, más larga y recta que los cerdos de cualquier otra raza, el hocico también es alargado, las orejas erectas. Los



FIGURA No. 1



FIGURA No. 2



FIGURA No. 3



FIGURA No. 4

Hampshire no son tan pesados como otras razas, han sido desarrollados para producir excelente calidad de carne magra. Cuando son utilizados en un programa de cruzamiento su progenie hereda esta característica y la mejora. Los 100 Kg. los pesa a la edad de 170 días aproximadamente, lo que significa una ganancia diaria de peso de 570 gramos (según la Canadian Hampshire Swine Club). (16,20)

Características Generales.-

En cuanto a las características productivas generales se destaca, que la raza Duroc es popular por su alta conversión (alrededor de 700 gr.), la capacidad de alimentación y elevada rusticidad. (1,16,43)

Mientras, los Hampshire son más rústicos, mejores para el pastoreo -actividad que no se practica mucho en México- las madres son buenas lecheras, pero un poco más nerviosas que las Duroc, y tienen fama de criar un alto porcentaje de los lechones que paren. (1,16,43)

Por su parte, los Landrace son bastante prolíficos y apacibles y con un buen temperamento materno. Las marranas Yorkshire, paren y crían camadas grandes (de entre 12 y 16 lechones), los lechones tienen una ganancia de peso superior a la de cualquier otra raza. (1,16,44)

Al considerar las características productivas de cada una de las razas de importancia para este trabajo, se encuentran opiniones muy divididas entre los autores, sin embargo se exponen lo más objetivamente posible a continuación:

RAZA	TAMAÑO DE LA CAMADA	GANANCIA DIARIA	HABILIDAD MATERNA	CATEGORÍA DE LA RAZA
Duroc	9.66	0.862	media	4to
Hampshire	8.78	0.803	baja	3ero
Landrace	10.52	0.862	alta	1ero
Yorkshire	11.13	0.816	alta	2do

(27)

La raza Yorkshire tiene los valores más altos en efecto directo para las características de tamaño de la camada y peso al nacimiento, por su parte, la raza Landrace en tamaño de la camada al destete. (12)

La raza Landrace tiene un mayor peso al nacimiento, a los 21 días y también al final del período de la engorda, que las demás razas. (52)

De lo anterior se destaca que los individuos de raza Landrace tienen mejores efectos maternos para las características: tamaño y peso de la camada al nacimiento y número de nacidos vivos. (3,6)

Los lechones concebidos por un macho Hampshire son 0.05 Kg. más pesados al nacimiento que los de progenitor Yorkshire, y 0.2 Kg. más pesados a los 21 días que los provenientes de raza Duroc y Yorkshire. (15,23)

En un estudio realizado en San Fernando, Tamaulipas, se encontró mayor mortalidad en las camadas de las marranas con cuatro partos o más, en comparación con aquellas del primer al tercer parto sin importar la raza de la cual se tratara. En el estudio de referencia no se encontró ninguna diferencia entre la mortalidad de lechones nacidos de madres puras o cruzadas (5.4% vs 5.3%). (41)

Otro estudio destaca, que las cerdas de mas edad tienen tendencia a producir camadas más pesadas, pues los lechones de más de 1.7 Kg. abundan a partir de madres de más de 20 meses de edad. (2)

Al estudiar la mortalidad durante la lactancia se observa que las marranas Yorkshire tienen camadas con una mortalidad menor (18.7%) en comparación con las marranas F1 y Yorkshire con Hampshire (25.2%), lo que sugiere una mayor habilidad materna para la raza Yorkshire. (41)

En una granja comercial en México, se analizaron durante 9 años, datos de tamaño de la camada y peso en 2,985 camadas que incluían a las razas Duroc, Hampshire, Landrace y Yorkshire y sus cruza. El promedio de efecto directo y efecto materno fue expresado como desviación del promedio de la raza Yorkshire. El promedio de efecto directo para tamaño de la camada, peso al nacimiento y número de lechones destetados, no fue significativamente diferente entre las razas. Sin embargo la raza Yorkshire arrojó los valores más altos para estas características excepto en lo que toca al número de lechones destetados, en donde la raza Landrace es superior. Los efectos maternos de raza para todas las características fueron mayores para la raza Landrace y, en general menores para el Hampshire y el Duroc. La heterosis directa y materna fue en general significativa y positiva para las características de tamaño de la camada y peso al destete. (12)

4.2 Heterosis

Un párrafo del libro de Wallace y Brown, citado por Hayes (1963) indica que: "Shull probablemente fue el primero en tener un concepto claro del vigor híbrido". Además de esto, corresponde también a Shull el mérito de haber acuñado la palabra heterosis. (3)

El término heterosis o vigor híbrido es definido como la diferencia entre el promedio de la crua entre 2 poblaciones (F1) y el promedio de población paterna (P). De hecho, heterosis es lo contrario a lo que se conoce como depresión por cruzamiento. (13)

Hasta antes del primer trabajo de Shull en 1908, el concepto de heterosis no había aparecido. Conforme sus estudios progresaban llegó a establecer una comparación entre líneas puras y un híbrido. Dicho análisis establece una diferencia genética entre las líneas y sus híbridos: aquellas homocigóticas, éstos heterocigóticos. De aquí que la interpretación de tal concepto, sugerido por Shull sea:

"El mayor vigor, tamaño, velocidad de desarrollo, resistencia a enfermedades y a plagas, o a regiones climáticas de cualquier clase, manifestado por los organismos cruzados al compararse con los organismos endogámicos correspondientes, como resultados específicos de la disimilitud en la constitución de los gametos paternos." (30)

La primera vez que el Dr. Shull utilizó el término heterosis fue en una conferencia que dictó en la Universidad de Göttingen, Alemania en el año de 1914. (30)

Desde entonces la hibridación para obtener genotipos heterocigotos se ha empleado abundantemente en plantas y animales obteniéndose en la descendencia un comportamiento superior a los progenitores homocigotos. (13)

Un cruzamiento entre razas puras bien planeado es la técnica que da un mejoramiento significativo en las características reproductivas por los efectos de heterosis. (53)

Para conseguir reunir y mejorar la habilidad reproductiva, que en un 90 al 100 % es función del ambiente, se ha iniciado en la porcicultura el camino del mestizaje, intentando aprovechar el efecto de la heterosis. De aquí han nacido los *Programas de Hibridación*. (16)

El término híbrido se refiere a una cruce entre 2 cepas, líneas o razas. En otras palabras cualquier animal que resulta de alguna cruce, se considera híbrido. Aunque algunos autores consideran que el término híbrido es erróneamente utilizado, pues se debe aclarar que el término "híbrido" es inexacto. Híbrido es el producto de un cruzamiento interespecífico (el mulo, es un híbrido) mientras que el cruce entre razas o líneas de la misma especie produce un mestizo. Por ello, en el sector porcino, habría de hablarse con propiedad de *Programas de mestizaje*. (48)

Cuando dos diferentes razas son apareadas, la progenie mestiza casi siempre es considerablemente más vigorosa que sus padres. Este fenómeno se llama, vigor híbrido o heterosis. Sin embargo este vigor declina para la siguiente generación, es decir, para la F2 debido al aumento de la variabilidad. (4)

La heterosis se manifiesta cuando los productos F1 tienen un mayor valor fenotípico y productivo que el que poseen sus padres. (19)

Los lechones híbridos tienen una ganancia de peso mayor que los de razas puras, ya que la hibridación genera una combinación de genes y, por lo tanto, la manifestación de otro tipo de características. (18)

A partir del apareamiento entre razas puras, se obtienen un producto "híbrido" (mestizo) el cual mejora la habilidad materna, produciendo un lechón económicamente más rentable. Todo esto sin detrimento de la aptitud productiva. Éstas son las principales constantes que van a constituir la base sobre la que se sustentan los distintos programas de hibridación porcina, por supuesto, tomando en cuenta lo que en determinado momento demande el mercado. (48)

Obviamente el resultado más positivo se conseguirá en los caracteres con menor heredabilidad. No obstante, la bondad de las mejoras dependerá de las circunstancias del medio inmediato de producción. (45)

Los resultados concretos de la heterosis, se reflejan fundamentalmente en 3 áreas:

- a) La productividad de las cerdas cruzadas.
- b) La viabilidad de los lechones.
- c) El rendimiento en la engorda.

Como un ejemplo de lo anterior, Johnson en 1978 realizó uno de los estudios más extensos al respecto, incluyó cruzamientos recíprocos del Duroc, del Hampshire, y del Yorkshire. Se aparearon hembras de raza pura para la producción de animales puros o de híbridos de dos razas. Las ventajas en tamaño de la camada de los descendientes de dos razas al parto y al destete fueron de 1.0 y 1.3 para las hembras Duroc; 0 y 1.1 para las hembras Hampshire; y de 0.2 y - 0.1 para las hembras Yorkshire. La heterosis fue alrededor de 8% para el aumento diario de peso bajo prueba, de 5% para la edad a los 100 kg. de peso, de 3% para el consumo diario de alimentos y de 2% para la eficiencia alimenticia. Las tasas de parición de hembras híbridas de dos razas fueron mayores que las de raza pura, con promedios de 0.93 y 1.24 más cerdos por camada al nacimiento y al destete, respectivamente. Las camadas de estas hembras pesaron 10.5 Kg. más a los 42 días de edad. (51)

La heredabilidad del número de lechones paridos va de 0.10 a 0.12; la de peso de la camada al nacer es igual a la anterior y la del número de lechones al destete oscila entre 0.10 y 0.15; valores que se consideran poco heredables y los cuales mejoran con los apareamientos interraciales. (9)

En un estudio realizado en Brasil con 3,145 vientres de las razas involucradas en este trabajo, se observó que la heterosis de peso al nacimiento es mayor en las cruza de raza Duroc con Yorkshire (9.62%) y en la cruz de raza Landrace con Yorkshire (6.98%); en peso a los 21 días la cruz entre las razas Duroc con Landrace da una heterosis de 7.70% y Duroc con Yorkshire ligeramente menor 7.23%. (44)

Sin embargo, en contra de lo que se suele afirmar, en lo que a los pesos al nacimiento y al destete se refiere, no se puede constatar una manifestación clara de la heterosis, (salvo en peso de la camada) ya que ésta se observa más en el número de lechones nacidos vivos y destetados (48)

En otra investigación en donde utilizaron a las razas Landrace y Hampshire y sus cruza se observó que los efectos genéticos maternos eran superiores en la raza Landrace para las características de tamaño de la camada, número de nacidos vivos y de leche producida al día 10 de lactación. Los efectos de heterosis fueron significativos para el número de nacidos vivos (0.97) y peso de la camada (1.46 Kg.). Por su parte, la heterosis materna fue importante para el peso de la camada al nacimiento (3.94 Kg.; $p < 0.01$). La recombinación epistática fue significativa para el peso de la camada al nacimiento (6.80 Kg.; $p < 0.05$). (5)

4.3 Sistemas de apareamiento exogámicos.

Este tipo de apareamiento es el que se realiza entre individuos cuyo parentesco es menor que el promedio de la población de la cual provienen.

La consecuencia genética de este tipo de apareamiento es el incremento de la heterocigosis.

Cuando el apareamiento exogámico se realiza entre la misma raza, su finalidad es mantener las características de un grupo genético sin que se vea afectada por la depresión endogámica. Dentro de este grupo existen diferentes métodos como son:

- Apareamiento entre hatos abiertos (apareamientos aleatorios).
- Apareamiento entre hembras de manadas abiertas y machos seleccionados.
- Apareamiento entre hembras y machos seleccionados.
- Apareamiento entre líneas endogámicas de la misma raza.

Entendiendo como línea a una población de animales por la que han transcurrido más de seis generaciones de apareamiento endogámico y a sido seleccionada por una característica.

Cuando es entre razas diferentes, el apareamiento entre ellas busca obtener una mayor heterocigosis en su constitución genética y como consecuencia la manifestación del vigor híbrido, pudiendo elegir entre diversas alternativas:

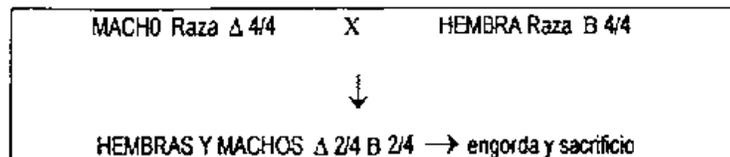
- ⇒ Apareamientos terminales entre 2 o más razas diferentes.
- ⇒ Apareamientos absorbentes.
- ⇒ Apareamientos recíprocos recurrentes.
- ⇒ Apareamientos relativos.
- ⇒ Apareamientos dialécticos

Para la obtención de productos mestizos se pueden seguir diversos caminos entre los que se encuentran 4 principales:

- El cruce simple
- El cruzamiento de regresión o retrocruza.
- El cruzamiento triple (tres razas)
- El cruzamiento cuádruple (cuatro razas). (5)

Siendo estos cruzamientos terminales.

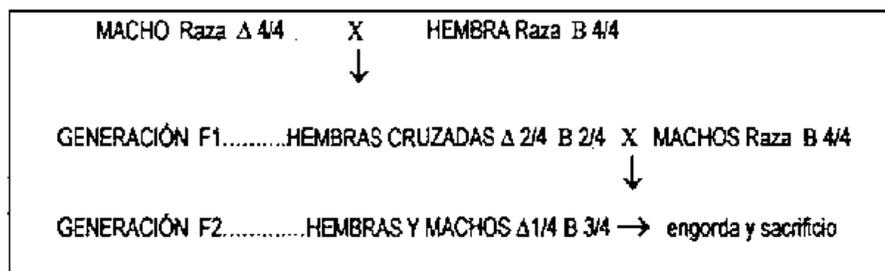
El cruzamiento simple responde al modelo:



Este tipo de cruzamiento se recomienda cuando se tiene una hembra prolífica y un macho de buena conformación y con buena calidad de la canal. Al verificarse este cruce se consigue un número elevado de lechones con buenas cualidades cármicas. En este caso, el efecto de heterosis se manifiesta fundamentalmente en aumentar el tamaño de camada e incrementar el vigor de los lechones al destete. (15)

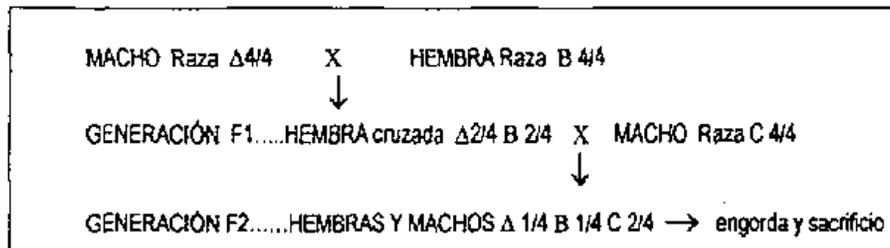
La limitación de este modelo está en que no puede explotar los efectos de la heterosis a nivel de la reproductora.

El cruzamiento de regresión responde al modelo:



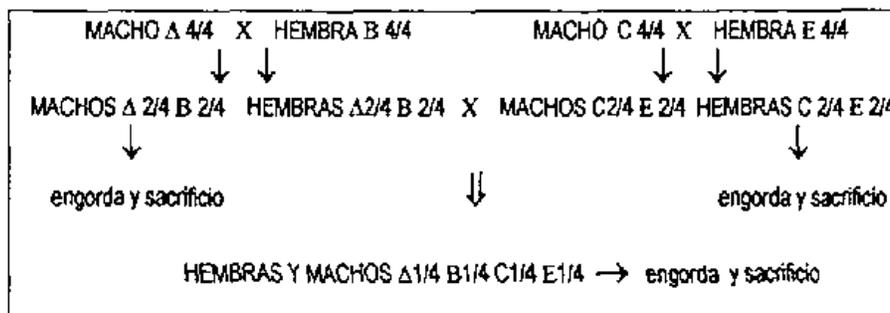
En él, se aprovecha la heterosis de la hembra cruzada. Como contra partida, la regresión a una de las 2 razas originales hace disminuir los efectos de la heterosis sobre los caracteres del cebo. Este cruzamiento tiene una ventaja adicional importante, su organización a nivel de agrupación de productores es sencilla. Este método se utilizó a partir de las razas Landrace y Yorkshire. (16)

El cruzamiento triple pretende subsanar parte de los inconvenientes o limitaciones del modelo anterior. Su esquema de funcionamiento es el siguiente:



La aplicación de este modelo permite obtener las ventajas del vigor híbrido, tanto a nivel reproducción (en la generación F1) como a nivel engorda (generación F2). Se puede decir que aprovecha de forma casi óptima las posibilidades del fenómeno de heterosis. En la práctica es complicado su manejo. (16)

El cruzamiento cuádruple es, probablemente, el más complicado que se aplica actualmente a gran escala en la porcicultura. En esquema, el modelo se puede representar de la siguiente forma:

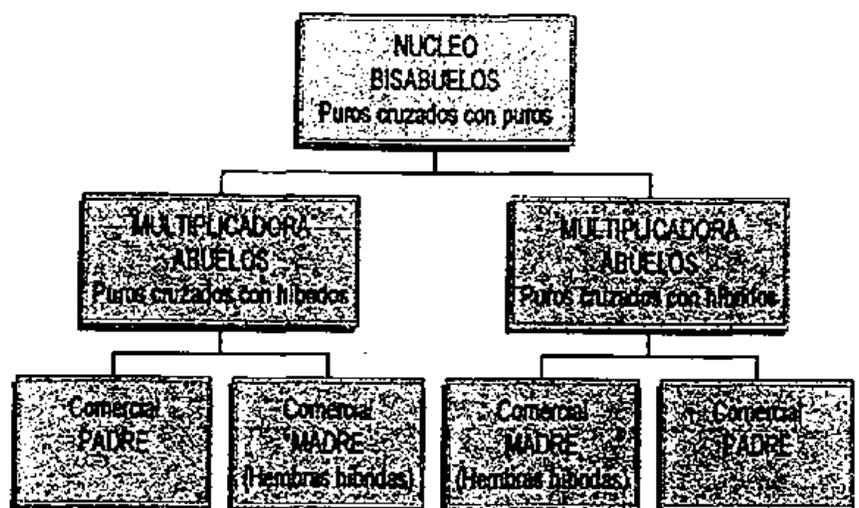


Los resultados globales que se obtienen en el ámbito de producto para sacrificio son prácticamente los mismos que en el cruce de tres razas. No obstante, la utilización de este método permite explotar verracos mestizos más resistentes que los de razas especializadas en carne y lo más importante, emplear la denominada "raza tapón o marcadora". (16)

No obstante, si el cruzamiento triple se complica, el cuádruple lo hace aún más y el manejo en este tipo de cruce necesita de una estructura de producción integrada en el cual la producción de las hembras y de los machos se efectúe de forma paralela e independiente.

La mejor manera de mantener la calidad deseada es mediante una "Pirámide de Producción" la cual es manejada por diferentes compañías productoras de cerdos y lo que buscan es el mejoramiento genético sin perder sus líneas principales:

PIRAMIDE de PRODUCCIÓN



(53)

Este programa de cruzamiento utiliza la clásica pirámide con diferentes niveles que incluyen un Núcleo, (Hembras) Multiplicadoras y (Hembras) Comerciales, siendo esta la mejor manera de pasar el mejoramiento directamente al productor.

Existe lo que se llama retraso genético que es el tiempo que pasa para que el mejoramiento llegue del Núcleo hasta las Comerciales, ya que este no es inmediato, se maneja un 3% de mejoramiento por año. (53)

Sin duda alguna, el éxito o fracaso de un programa de cruzamiento radica, en un porcentaje muy elevado en la correcta elección de las razas a cruzar y en la calidad genética de las mismas.

No se puede hacer referencia a los cruzamientos sin hablar de la Aptitud Combinatoria General y de la Aptitud Combinatoria Específica; Sprogue y Tatum citados por Martínez, introdujeron formalmente los conceptos de Aptitud Combinatoria General y Aptitud Combinatoria Específica. (31)

El término Aptitud Combinatoria General se emplea para designar el comportamiento de una línea en combinaciones híbridas; Aptitud combinatoria Específica se emplea para designar aquellos casos en los cuales ciertas combinaciones lo hacen relativamente mejor o peor de lo que podría esperarse sobre la base del comportamiento promedio de las líneas involucradas. (31)

Por su parte, Griffing emplea la expresión cruza dialéctica y distingue cuatro diseños:

1. El apareamiento entre todas las razas, constituidas con (p) progenitores. El total de las p^2 se ensayan en este diseño.
2. Se ensayan las cruzas puras y un conjunto de cruzas F1 pero no se incluyen los recíprocos. En total se ensayan las $p(p + 1) / 2$ combinaciones.
3. Se ensaya un conjunto de cruzas F1 y sus recíprocos, no se incluyen las cruzas de las razas puras; se experimentan $p(p - 1)$ diferentes combinaciones.
4. Se ensaya un grupo de cruzas F1 pero no se incluyen las recíprocas ni las cruzas de las razas puras. En total se experimentan $p(p - 1) / 2$ combinaciones. (31)

Las cruzas dialélicas se emplean para estimar las componentes genéticas de la variación entre los rendimientos de las propias cruzas, así como su capacidad productiva. (31)

En este caso se utilizó el diseño 1 de Griffing en donde se observan efectos maternos, y resulta indispensable ensayar las cruzas recíprocas de las F1.

4.4. Cruzamientos en cerdos.

La producción comercial de cerdos en Estados Unidos se basa predominantemente, en el cruzamiento de razas. Probablemente el 90% o más de los cerdos en el mercado son animales mestizos. (51)

Dickerson en 1947, sobre la base de un estudio intensivo en el cual se manifestó que existía la probabilidad de una fuerte relación negativa entre las cualidades maternas y la tasa y economía del aumento de peso posterior al destete, se planteó lo siguiente:

"...que las máximas características de comportamiento se pueden garantizar sólo mediante el cruzamiento juicioso de diferentes razas de cerdos: por ejemplo, hembras de un cruzamiento que tienen una capacidad excepcional de producción de leche y una alta prolificidad cuando se aparean con verracos de una cepa excelente en cuanto a la velocidad y la eficiencia de ganancia de peso posterior al destete, darían características óptimas en sus camadas".

También se menciona que al cruzar razas blancas con raza Duroc o Hampshire aumenta el número de lechones nacidos vivos y al destete, lo que resulta en una mayor ganancia diaria de peso y en la reducción del tiempo de engorda. (50)

El peso al nacimiento de los lechones de la cruce Duroc con Landrace, fue de 0.21kg. mayor que el de los lechones nacidos de la cruce de Yorkshire con Landrace. (24)

En el caso de cruce de razas, las que obtienen el mayor peso a los 21 días es la cruce de Duroc con Landrace, Yorkshire con Landrace y Duroc con Yorkshire. (1.44)

5.0 MATERIAL Y MÉTODOS

5.1 Ubicación y clima

El estudio se realizó en la localidad de Pueblo Nuevo, Municipio de Tepotzotlán, Estado de México, en una granja dedicada a la producción y venta de lechones al destete.

Tepotzotlán tiene una superficie de 164,504 km². El tipo de clima que predomina en esta zona es templado sub-húmedo, es intermedio con respecto a humedad, con lluvia de verano y porcentaje invernal menor de 5 mm. La precipitación promedio anual se encuentra dentro del rango entre 700 y 800 mm. La mayor incidencia de lluvias se registra en el mes de julio con un valor entre 150 y 160 mm; la menor se da en el mes de febrero con una precipitación menor a 5 mm.

La temperatura promedio anual fluctúa entre 12 y 16°C. La máxima corresponde al mes de mayo con un valor que oscila entre 17 y 18°C y la mínima la encontramos en diciembre con una temperatura que va de 8 a 10°C.

5.2 Semovientes

Se utilizaron 4 sementales de cada una de las siguientes razas: Hampshire (1,1) de 12 meses de edad, Landrace (2,2) de 18 meses de edad, Yorkshire (3,3) 22 meses y Duroc (4,4) de 14 meses. Las hembras pertenecen a las mismas razas y se evaluaron desde su primer parto hasta el tercero y en algunos casos el cuarto parto, el número de ellas fue de:

Yorkshire	6
Landrace	7
Duroc	10
Hampshire	7
Total	30

Los números que están entre paréntesis cuando son iguales indican que la raza es pura, si son distintos indica la cruce entre razas.

5.3 Manejo y alimentación

El estudio duró aproximadamente un año. El manejo consistió en la monta dirigida, ya que se planeaba la cruce entre las razas. Posteriormente, 8 días antes del parto se bañaron las cerdas y se cambiaron de lugar a una maternidad con paja limpia y seca, 3 días antes del parto se les aplicaron 4 millones de penicilina-estreptomicina con el fin de evitar el Síndrome Mastitis, Metritis, Agalactia. Al momento del parto, se contaron y pesaron los lechones; a los tres días de nacidos se les inyectó por vía intramuscular 200 mg de hierro y se descolmillaron; en este momento se volvieron a cambiar las cerdas de lugar con sus lechones a una cochinería más amplia donde se les instalaba un foco de 100 wats junto con paja limpia; a los 8 días de nacidos, se les colocaba un comedero con alimento comercial de pre-iniciación adicionando un poco de cereal azucarado para

estimular su ingestión. El destete se realizó a los 28 días, contabilizando y registrando su peso, los lechones fueron cambiados de alojamiento en donde sólo permanecieron un máximo 5 días en espera del comprador.

Cabe señalar que en el momento de la lactancia es cuando se vacunan los vientres contra Fiebre Porcina Clásica entre el 5° y 10° día y la vacuna Triple (Parvovirus, Leptospira y Erisipela) siete días después.

Los sementales se vacunan cada 6 meses contra F.P.C. y a los 15 días de esta se les aplica la vacuna triple.

La alimentación consistió en alimento comercial concentrado de marca Flagasa, indicado para cada etapa, esporádicamente alfalfa fresca y sobrantes de panadería, la cual se complementa con sales minerales.

La desparasitación externa, se realiza una vez al año con baños con bomba de aspersión utilizando organofosforados en hembras no gestantes y la desparasitación interna se efectúa cada 6 meses inyectando ivermectina a razón de 300 microgramos por Kg. de peso (ivomec).

5.4 Sistema de Apareamiento

El sistema de apareamiento utilizado en este estudio fue el de cruce simple eligiendo aleatoriamente a las hembras que se designaron para cada semental, procediéndose a utilizar como modelo de apareamiento el Diseño 1 de Griffing. El programa de computación utilizado fue desarrollado por Olivares, en la Universidad Autónoma de Nuevo León. (33)

5.5. Evaluación de la progenie, estimadores estadísticos y heterosis

La progenie tanto de las razas puras, así como las F1, fueron caracterizadas de acuerdo a los siguientes estimadores estadísticos: media, desviación estándar, coeficiente de variación, error estándar y límites de confianza. (31)

La heterosis se evaluó considerando el comportamiento de la F1 (XF1), con respecto al progenitor superior (XR_s), basados en la escuela inglesa, con la fórmula: (32)

$$He = \frac{XF1 - XR_s}{XR_s} (100)$$

Siguiendo a Lasley la heterosis se consideró como el comportamiento de la F1(XF1) con respecto al promedio de las dos razas con la fórmula dada por la escuela norteamericana:

$$H_e = \frac{XF1 - \frac{XR1 + XR2}{2}}{\frac{XR1 + XR2}{2}} \quad (100)$$

5.6 Diseño de Griffing para evaluar aptitud combinatoria general y aptitud combinatoria específica

El diseño que se utilizó en este estudio es el de Griffing 1 el cual evalúa los apareamientos dialélicos en donde se ven los efectos maternos y se ensayan el total de las p^2 cruza.

El modelo lineal apropiado para realizar el análisis de los experimentos dialélicos básicos, es:

$$Y_{ijk} = \mu + g_i + g_j + ij + rij + e_{ijk}$$

En donde Y_{ijk} es el valor fenotípico observado de la cruza con progenitores i y j ; μ un efecto común a todas las observaciones, g_i el efecto de la aptitud combinatoria general del progenitor i , ij el efecto de la aptitud combinatoria específica de la cruza (i, j), rij el efecto recíproco de la cruza (i, j), y e_{ijk} es el efecto ambiental aleatorio correspondiente a la observación (i, j, k). Las cantidades g_i , s_{ij} , rij y e_{ijk} se consideran como variables aleatorias no correlacionadas entre y dentro de ellas, todas con media cero. (29)

6.0. RESULTADOS

Los resultados de la presente investigación, analizando cada una de las características estudiadas se describen a continuación:

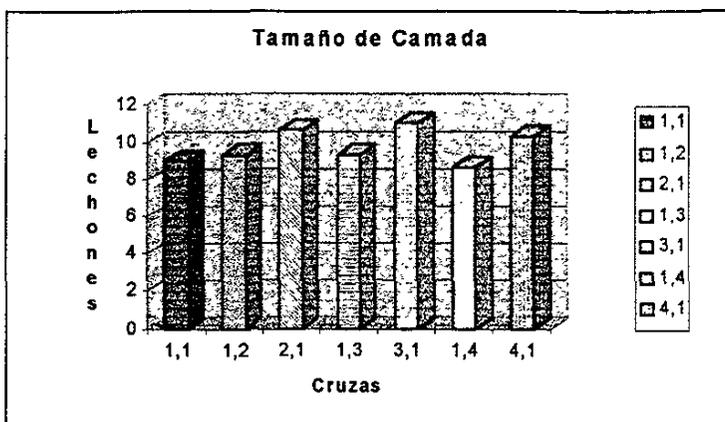
6.1 TAMAÑO DE CAMADA

En el caso de esta característica, tamaño de camada, en el apareamiento entre animales de la misma raza se constató que la raza Hampshire (1,1) en 3 camadas tuvo un promedio de 9 lechones, la raza Landrace (2,2) en 4 camadas 12 lechones, en el caso de la raza Yorkshire (3,3) en 4 camadas 11 lechones y la raza Duroc (4,4) en 4 camadas promedió 10.3 lechones.

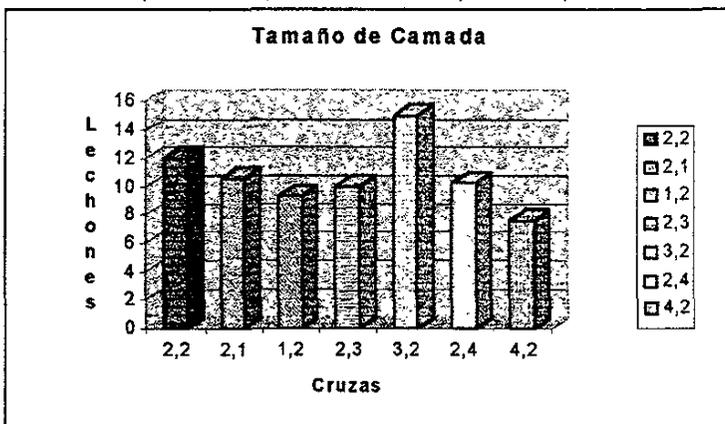
Los promedios obtenidos para la F1 y sus recíprocos, en las cuales el primer número indica la raza materna y el segundo la raza paterna fueron los siguientes:

F1	Nº de Lechones	Nº de Camadas
(1,2)	9.3	6
(1,3)	9.3	3
(1,4)	8.6	3
(2,1)	10.6	3
(2,3)	10.0	5
(2,4)	10.3	4
(3,1)	11.0	3
(3,2)	15.0	3
(3,4)	13.0	3
(4,1)	10.3	3
(4,2)	7.6	4
(4,3)	9.3	7

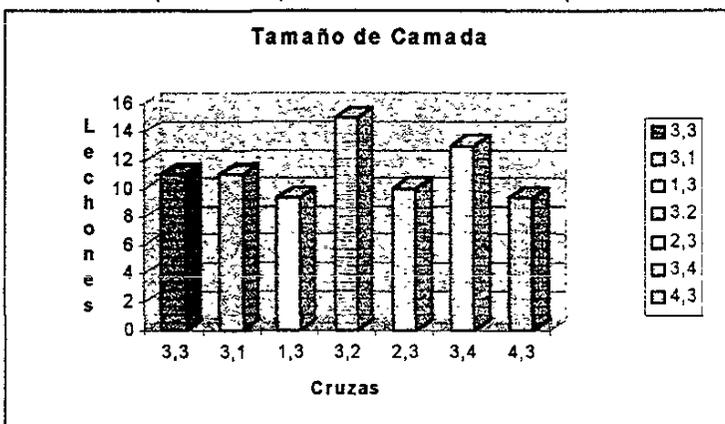
Las gráficas 1.1 a 1.4 indican el comportamiento comparativo de las razas puras con respecto a su progenie híbrida:



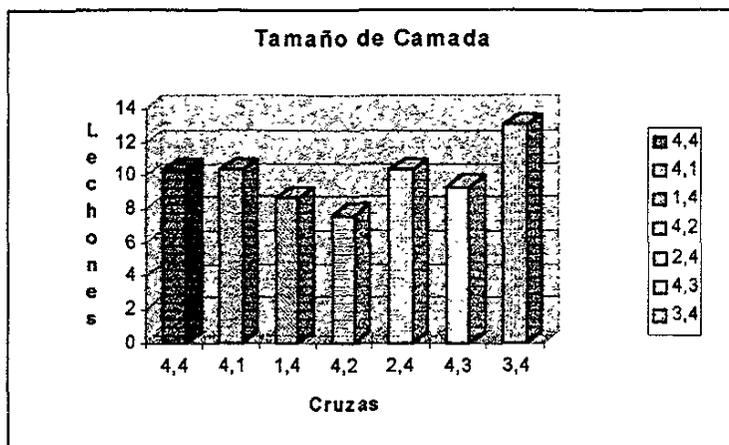
Gráfica 1.1 Comportamiento comparativo entre la raza Hampshire con respecto a los híbridos F1.



Gráfica 1.2 Comportamiento comparativo entre la raza Landrace con respecto a sus híbridos F1.



Gráfica 1.3 Comportamiento comparativo entre la raza Yorkshire con respecto a sus híbridos F1.



Gráfica 1.4 Comportamiento comparativo entre la raza Duroc con respecto a sus híbridos F1.

La heterosis obtenida en esta variable y comparando los resultados entre la escuela Inglesa y la escuela Norteamericana se presenta a continuación:

F1(1,2) Hampshire con Landrace.

Escuela Inglesa

He = -22.50 %

Escuela Norteamericana

He = - 11.43 %

F1 (2,1) Landrace con Hampshire.

Escuela Inglesa

He = -11.67 %

Escuela Norteamericana

He = 0.95 %

F1 (1,3) Hampshire con Yorkshire.

Escuela Inglesa

He = -15.45 %

Escuela Norteamericana

He = -7.00 %

F1 (3,1) Yorkshire con Hampshire.

Escuela Inglesa

He = 0 %

Escuela Norteamericana

He = 10.00 %

F1 (1,4) Hampshire con Duroc.

Escuela Inglesa

He = -16.50 %

Escuela Norteamericana

He = -10.88 %

F1 (4,1) Duroc con Hampshire.

Escuela Inglesa

He = 0%

Escuela Norteamericana

He = 6.73 %

F1 (2,3) Landrace con Yorkshire. Escuela Inglesa He = -16.67 %	Escuela Norteamericana He = -13.04 %
F1 (3,2) Yorkshire con Landrace. Escuela Inglesa He = 25.00 %	Escuela Norteamericana He = 30.00 %
F1 (2,4) Landrace con Duroc. Escuela Inglesa He = -14.17 %	Escuela Norteamericana He = -7.62 %
F1 (4,2) Duroc con Landrace. Escuela Inglesa He = -36.67%	Escuela Norteamericana He = -31.84%
F1 (3,4) Yorkshire con Duroc. Escuela Inglesa He = 18.18 %	Escuela Norteamericana He = 22.07 %
F1 (4,3) Duroc con Yorkshire. Escuela Inglesa He = -15.45 %	Escuela Norteamericana He = -12.68 %

Los análisis de varianza, correspondientes al diseño 1 de Griffing, para determinar la aptitud combinatoria general y específica, considerando un modelo de efectos fijo y de efectos aleatorios se anotan a continuación:

Análisis de Varianza de Efectos Fijos

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	F
Repeticiones	2	1.625000	0.812500	0.346359 ns
Cruzas	15	141.812500	9.454166	4.030195 **
A.C.G.	3	37.708332	12.569444	5.358200 **
A.C.E.	6	24.770834	4.128472	1.759917 ns
E. Recíprocos	6	79.333336	13.222222	5.636471 **
Error	30	70.375000	2.345833	
Total	47	213.812500		

C.V. = 14.674121 %

Efectos de Aptitud Combinatoria General (A.C.G.)

Padre	Media	A.C.G.
1	9.666667	-0.770833
2	10.875000	0.437500
3	11.208333	0.770833
4	10.000000	-0.437500

Cruza	Media	A.C.E.
1,1	9.000000	0.104167
1,2	10.666667	-0.104167
1,3	11.000000	-0.270833
1,4	10.333333	0.270833
2,1	9.333333	-0.104167
2,2	12.000000	0.687500
2,3	15.000000	0.854167
2,4	7.666667	-1.437500
3,1	9.333333	-0.270833
3,2	10.000000	0.854167
3,3	11.000000	-0.979167
3,4	9.333333	0.395833
4,1	8.666667	0.270833
4,2	10.333333	-1.437500
4,3	13.000000	0.395833
4,4	10.333333	0.770833

Efectos Recíprocos

Cruza	Media	Efectos Recíprocos
1,2	10.666667	0.666667
1,3	11.000000	0.833333
1,4	10.333333	0.833333
2,1	9.333333	-0.666667
2,3	15.000000	2.500000
2,4	7.666667	-1.333333
3,1	9.333333	-0.833333
3,2	10.000000	-2.500000
3,4	9.333333	-1.833333
4,1	8.666667	-0.833333
4,2	10.333333	1.333333
4,3	13.000000	1.833333

Análisis de Varianza de Efectos Aleatorios

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	(n1 , n2)
A.C.G.	3	37.708332	12.569444	3.149174	3 6
A.C.E.	6	24.770834	4.128472	1.759917	6 30
E.Recíprocos	6	79.333336	13.222222	5.636471	6 30

Estimaciones de Varianza

Varianza debida a A.C.G. = 0.2671963572502136
 Varianza debida a A.C.E. = 0.7313390878530649
 Varianza debida a Efectos Recíprocos = 1.812731504440308

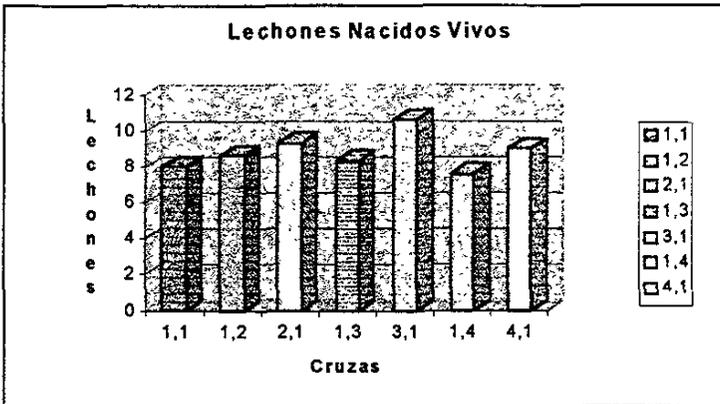
6.2 NÚMERO DE LECHONES NACIDOS VIVOS

Los resultados de los cruces de razas puras muestran lo siguiente: para la raza Hampshire (1,1) el promedio de lechones nacidos vivos fue de 8 en 3 camadas, para la raza Landrace (2,2) el promedio fue de 10 en 4 camadas, la raza Yorkshire (3,3) tuvo un promedio de 10.6 en 4 camadas, y por último en la raza Duroc (4,4) el promedio de lechones nacidos vivos fue de 9.3 en 4 camadas.

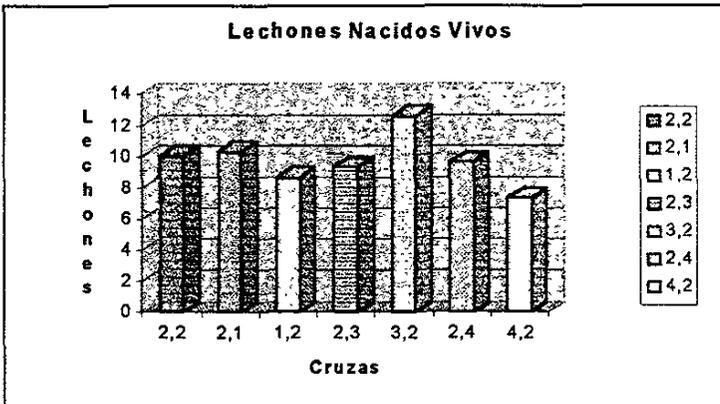
Los promedios obtenidos para la F1 y sus recíprocos, en las cuales el primer número indica la raza materna y el segundo la raza paterna fueron los siguientes:

F1	Nº de Lechones Vivos	Nº de Camadas
(2,1)	8.6	6
(3,1)	8.3	3
(4,1)	7.6	3
(1,2)	9.3	3
(3,2)	9.3	5
(4,2)	9.6	4
(1,3)	10.6	3
(2,3)	12.6	3
(4,3)	11.3	3
(1,4)	9.0	3
(2,4)	7.3	4
(3,4)	8.0	7

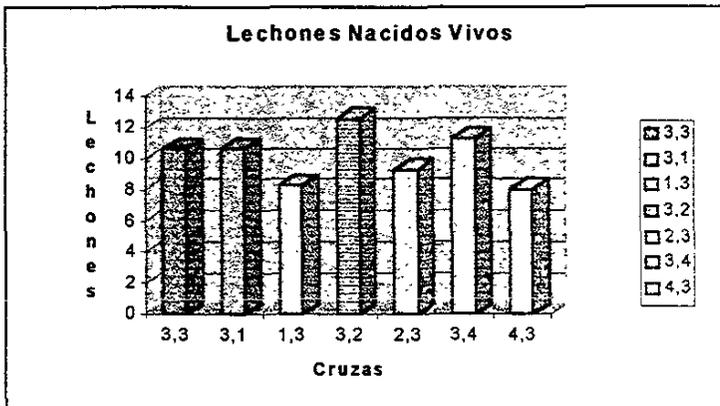
Las gráficas 2.1 a 2.4 indican el comportamiento comparativo de las razas puras con respecto a su progenie híbrida:



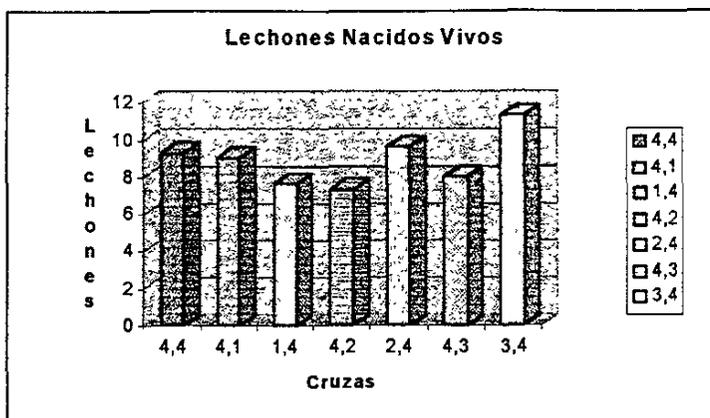
Gráfica 2.1 Comportamiento comparativo entre la raza Hampshire con respecto a sus híbridos F1.



Gráfica 2.2 Comportamiento comparativo entre la raza Landrace con respecto a sus híbridos F1.



Gráfica 2.3 Comportamiento comparativo entre la raza Yorkshire con respecto a sus híbridos F1



Gráfica 2.4 Comportamiento comparativo entre la raza Duroc con respecto a sus híbridos F1.

La heterosis obtenida en esta variable y comparando los resultados entre la escuela Inglesa y la escuela Norteamericana se presenta a continuación:

F1(1,2) Hampshire con Landrace.

Escuela Inglesa
He = -14.00 %

Escuela Norteamericana
He = - 4.44 %

F1 (2,1) Landrace con Hampshire.

Escuela Inglesa
He = 0.30 %

Escuela Norteamericana
He = 14.44 %

F1 (1,3) Hampshire con Yorkshire.

Escuela Inglesa
He = -21.70 %

Escuela Norteamericana
He = -10.75 %

F1 (3,1) Yorkshire con Hampshire.

Escuela Inglesa
He = 0 %

Escuela Norteamericana
He = 13.98 %

F1 (1,4) Hampshire con Duroc.

Escuela Inglesa
He = -18.28 %

Escuela Norteamericana
He = -12.14 %

F1 (4,1) Duroc con Hampshire.

Escuela Inglesa
He = -3.22 %

Escuela Norteamericana
He = 4.05 %

F1 (2,3) Landrace con Yorkshire. Escuela Inglesa He = -12.26 %	Escuela Norteamericana He = -9.71 %
F1 (3,2) Yorkshire con Landrace. Escuela Inglesa He = 18.87 %	Escuela Norteamericana He = 22.33 %
F1 (2,4) Landrace con Duroc. Escuela Inglesa He = -4.00 %	Escuela Norteamericana He = 9.09 %
F1 (4,2) Duroc con Landrace. Escuela Inglesa He = -27.00 %	Escuela Norteamericana He = -17.04 %
F1 (3,4) Yorkshire con Duroc. Escuela Inglesa He = 6.60 %	Escuela Norteamericana He = 13.57 %
F1 (4,3) Duroc con Yorkshire. Escuela Inglesa He = -24.53 %	Escuela Norteamericana He = -19.60 %

Análisis de Varianza de Efectos Fijos

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F
Repeticiones	2	2.000000	1.000000	0.416664 ns
Cruzas	15	95.812012	6.387467	2.661427 *
A.C.G.	3	30.875000	10.291667	4.288165 *
A.C.E.	6	8.437500	1.406250	0.585934 ns
E.Recíprocos	6	56.500000	9.416667	3.923585 **
Error	30	72.000488	2.400016	
Total	47	169.812500		

C.V. = 16.415350 %

Efectos de Aptitud Combinatoria General (A.C.G.)

Padre	Media	A.C.G.
1	8.833333	-0.604167
2	9.750000	0.312500
3	10.208333	0.770833
4	8.958333	-0.479167

Cruza	Media	A.C.E.
1,1	8.000000	-0.229167
1,2	10.333333	0.354167
1,3	10.666667	-0.104167
1,4	9.000000	-0.020833
2,1	8.666667	0.354167
2,2	10.000000	-0.062500
2,3	12.000000	0.479167
2,4	7.333333	-1.770833
3,1	8.333333	-0.104167
3,2	9.333333	0.479167
3,3	10.666667	-0.312500
3,4	8.000000	-0.062500
4,1	7.666667	-0.020833
4,2	9.666667	-1.770833
4,3	11.333333	-0.062500
4,4	9.333333	0.854167

Efectos Recíprocos

Cruza	Media	Efectos Recíprocos
1,2	10.333333	0.833333
1,3	10.666667	1.166667
1,4	9.000000	0.666667
2,1	8.666667	-0.833333
2,3	12.666667	1.666667
2,4	7.333333	-1.666667
3,1	8.333333	-1.666667
3,2	9.333333	-1.666667
3,4	8.000000	-1.666667
4,1	7.666667	-0.666667
4,2	9.666667	1.666667
4,3	11.333333	1.666667

Análisis de Varianza de Efectos Aleatorios

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	(n1 , n2)
A.C.G.	3	30.875000	10.291667	6.941196	3 7
A.C.E.	6	8.437500	1.406250	0.585934	6 30
E.Recíprocos	6	56.500000	9.416667	3.923585	6 30

Estimaciones de Varianza

Varianza debida a A.C.G. = 0.274732232093811
 Varianza debida a A.C.E. = 0.4076989980844351
 Varianza debida a Efectos Recíprocos = 1.169441779454549

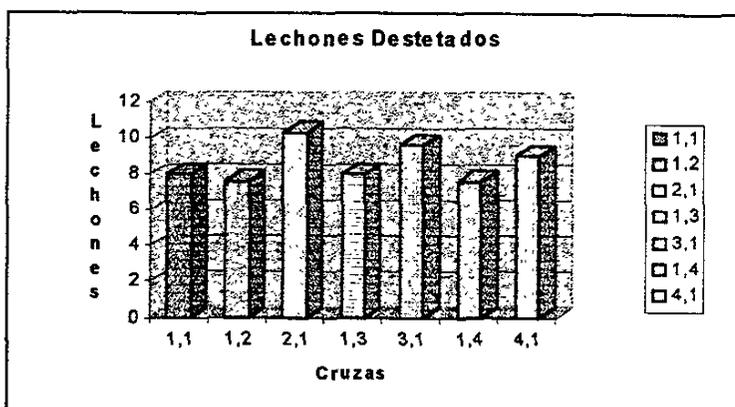
6.3 NÚMERO DE LECHONES DESTETADOS

Para esta característica el resultado de la raza pura Hampshire (1,1) fue de 8 lechones destetados en promedio en 3 camadas, para la raza Landrace (2,2) fue de 9 en 4 camadas, en el caso de la raza Yorkshire (3,3) el promedio fue de 10.3 en 4 camadas y para la raza Duroc (4,4) el número de lechones destetados, promedio fue de 9.3 en 4 camadas.

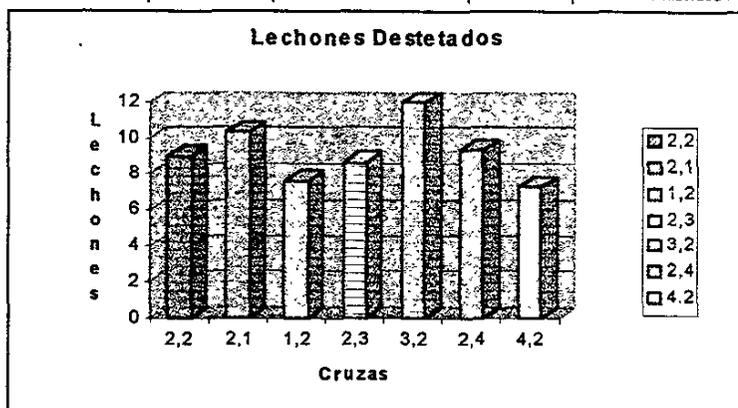
Los promedios obtenidos para la F1 y sus recíprocos, en las cuales el primer número indica la raza materna y el segundo la raza paterna fueron los siguientes:

F1	Nº de Lechones	Nº de Camadas
(2,1)	7.6	6
(3,1)	8.0	3
(4,1)	7.6	3
(1,2)	10.3	3
(3,2)	8.6	5
(4,2)	9.3	4
(1,3)	9.6	3
(2,3)	12.0	3
(4,3)	11.3	3
(1,4)	9.0	3
(2,4)	7.3	4
(3,4)	8.0	7

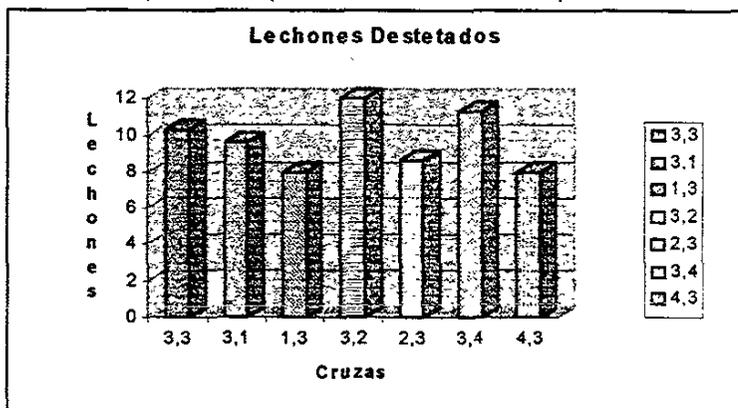
Las gráficas 3.1 a 3.4 indican el comportamiento comparativo de las razas puras con respecto a su progenie híbrida:



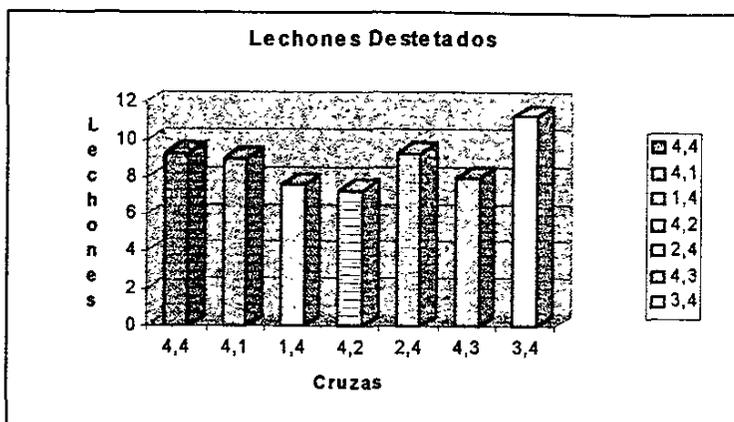
Gráfica 3.1 Comportamiento comparativo entre la raza Hampshire con respecto a sus híbridos F1.



Gráfica 3.2 Comportamiento comparativo entre la raza Landrace con respecto a sus híbridos F1.



Gráfica 3.3 Comportamiento comparativo entre la raza Yorkshire con respecto a sus híbridos F1.



Gráfica 3.4 Comportamiento comparativo entre la raza Duroc con respecto a sus híbridos F1

La heterosis obtenida en esta variable, comparando los resultados entre la escuela Inglesa y la escuela Norteamericana, se presenta a continuación:

F1(1,2) Hampshire con Landrace.

Escuela Inglesa
He = -15.55 %

Escuela Norteamericana
He = - 10.59 %

F1 (2,1) Landrace con Hampshire.

Escuela Inglesa
He = 14.44 %

Escuela Norteamericana
He = 21.18 %

F1 (1,3) Hampshire con Yorkshire.

Escuela Inglesa
He = -22.33 %

Escuela Norteamericana
He = -12.57 %

F1 (3,1) Yorkshire con Hampshire.

Escuela Inglesa
He = -6.80 %

Escuela Norteamericana
He = 4.92 %

F1 (1,4) Hampshire con Duroc.

Escuela Inglesa
He = -18.28 %

Escuela Norteamericana
He = -12.14 %

F1 (4,1) Duroc con Hampshire.

Escuela Inglesa
He = -3.22 %

Escuela Norteamericana
He = 4.05 %

F1 (2,3) Landrace con Yorkshire.

Escuela Inglesa
He = -16.50 %

Escuela Norteamericana
He = -10.88 %

F1 (3,2) Yorkshire con Landrace.

Escuela Inglesa

He = 16.50 %

Escuela Norteamericana

He = 24.35 %

F1 (2,4) Landrace con Duroc.

Escuela Inglesa

He = 0 %

Escuela Norteamericana

He = 1.64 %

F1 (4,2) Duroc con Landrace.

Escuela Inglesa

He = -21.50 %

Escuela Norteamericana

He = -20.22 %

F1 (3,4) Yorkshire con Duroc.

Escuela Inglesa

He = 9.71 %

Escuela Norteamericana

He = 15.31 %

F1 (4,3) Duroc con Yorkshire.

Escuela Inglesa

He = -22.33 %

Escuela Norteamericana

He = -18.37 %

Análisis de Varianza de Efectos Fijos

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F
Repeticiones	2	2.375000	1.187500	0.422638 ns
Cruzas	15	80.145508	5.343034	1.901616 *
A.C.G.	3	22.041666	7.347222	2.614918 *
A.C.E.	6	5.937500	0.989583	0.521980 ns
E.Recíprocos	6	52.166668	8.694445	3.094402 *
Error	30	84.291992	2.809733	
Total	47	166.812500		

C.V.= 18.496284 %

Efectos de Aptitud Combinatoria General (A.C.G.)

Padre	Media	A.C.G.
1	8.458333	-0.604167
2	9.083333	0.020833
3	9.791667	0.729167
4	8.916667	-0.145833

Cruza	Media	A.C.E.
1,1	8.000000	0.145833
1,2	9.666667	0.187500
1,3	9.666667	-0.354167
1,4	9.000000	0.020833
2,1	7.666667	0.187500
2,2	9.000000	-0.104167
2,3	12.000000	0.520833
2,4	7.333333	-0.604167
3,1	8.000000	-0.354167
3,2	8.666667	0.520833
3,3	10.333333	-0.187500
3,4	8.000000	0.020833
4,1	7.666667	0.020833
4,2	9.333333	-0.604167
4,3	11.333333	0.020283
4,4	9.333333	0.562500

Efectos Recíprocos

Cruza	Media	Efectos Recíprocos
1,2	9.666667	1.000000
1,3	9.666667	0.833333
1,4	9.000000	0.666667
2,1	7.666667	-1.000000
2,3	12.000000	1.666667
2,4	7.333333	-1.000000
3,1	8.000000	-0.833333
3,2	8.666667	-1.666667
3,4	8.000000	-1.666667
4,1	7.666667	-0.666667
4,2	9.333333	1.000000
4,3	11.333333	1.666667

Análisis de Varianza de Efectos Aleatorios

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	(n1 .	n2)
A.C.G.	3	22.041666	7.347222	6.504299	3	9
A.C.E.	6	5.937500	0.989583	0.352198	6	30
E.Recíprocos	6	52.166668	8.694445	3.094402	6	30

Estimaciones de Varianza

Varianza debida a A.C.G. = 0.1510011255741119

Varianza debida a A.C.E. = 0.746728139045911

Varianza debida a Efectos Recíprocos = 0.9807852506637573

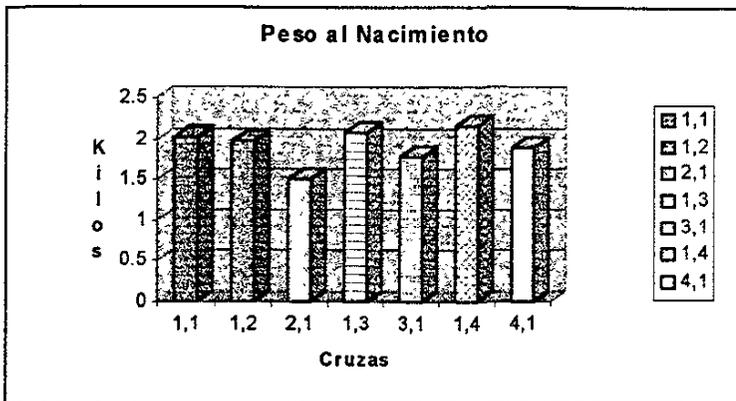
6.4 PESO AL NACIMIENTO

Para esta característica los promedios de este estudio con respecto a las razas puras fueron: Hampshire (1,1) 2.027 Kg. en 3 camadas, para la raza Landrace (2,2) 1.477 Kg. en 4 camadas, en el caso de la raza Yorkshire (3,3) el promedio fue de 1.173 Kg. en 4 camadas y por último la raza Duroc (4,4) tuvo un promedio en peso al nacimiento de 1.682 Kg.

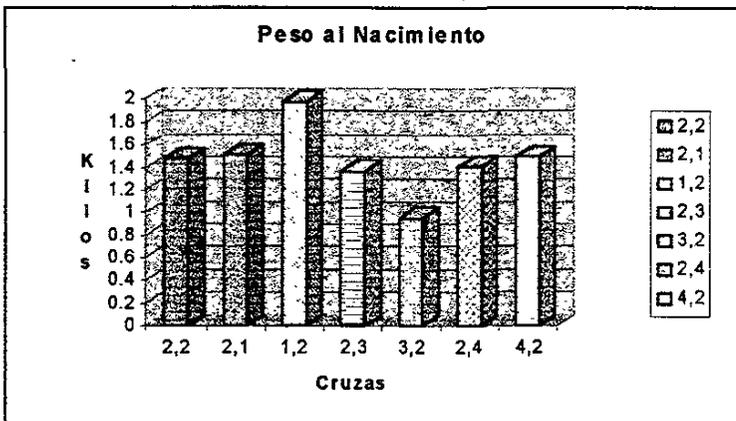
Los promedios obtenidos para la F1 y sus recíprocos, en las cuales el primer número indica la raza materna y el segundo la raza paterna fueron los siguientes:

F1	Peso al Nacimiento (Kg.)	Nº de Camadas
(1,2)	1.978	6
(1,3)	2.078	3
(1,4)	2.168	3
(2,1)	1.506	3
(2,3)	1.365	5
(2,4)	1.401	4
(3,1)	1.780	3
(3,2)	0.946	3
(3,4)	1.592	3
(4,1)	1.880	3
(4,2)	1.495	4
(4,3)	1.715	7

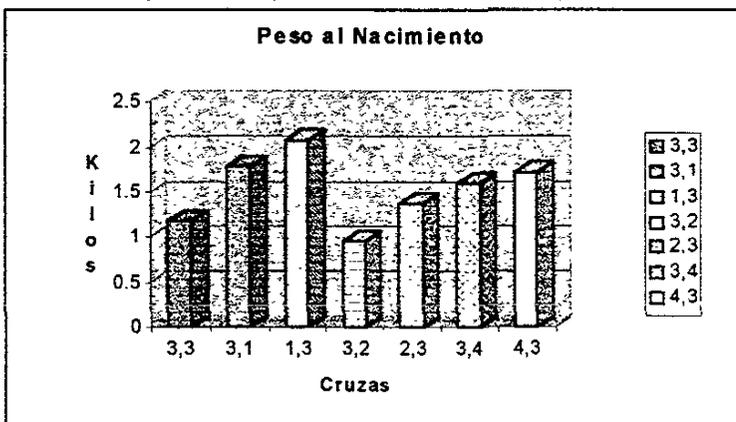
Las gráficas 4.1 a 4.4 indican el comportamiento comparativo de las razas puras con respecto a su progenie híbrida:



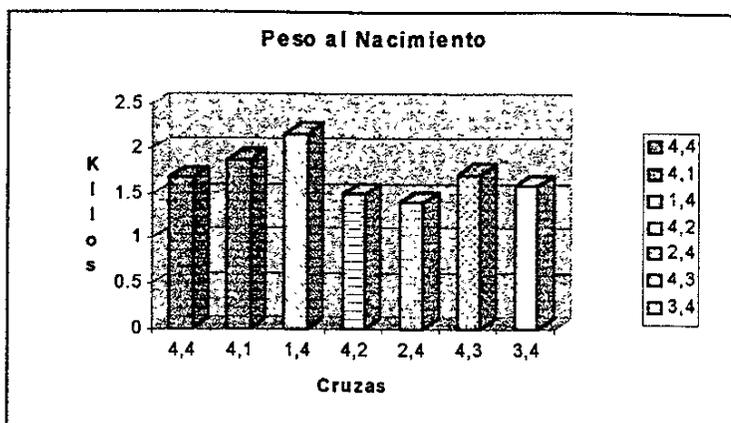
Gráfica 4.1 Comportamiento comparativo entre la raza Hampshire con respecto a sus híbridos F1.



Gráfica 4.2 Comportamiento comparativo entre la raza Landrace con respecto a sus híbridos F1.



Gráfica 4.3 Comportamiento comparativo entre la raza Yorkshire con respecto a sus híbridos F1.



Gráfica 4.4 Comportamiento comparativo entre la raza Duroc con respecto a sus híbridos F1.

La heterosis obtenida en esta variable y comparando los resultados entre la escuela Inglesa y la escuela Norteamericana se presenta a continuación:

F1(1,2) Hampshire con Landrace.

Escuela Inglesa

He = -2.42 %

Escuela Norteamericana

He = 12.90 %

F1 (2,1) Landrace con Hampshire.

Escuela Inglesa

He = -25.70 %

Escuela Norteamericana

He = 14.04 %

F1 (1,3) Hampshire con Yorkshire.

Escuela Inglesa

He = 2.56 %

Escuela Norteamericana

He = 29.87 %

F1 (3,1) Yorkshire con Hampshire.

Escuela Inglesa

He = -12.18 %

Escuela Norteamericana

He = 11.25 %

F1 (1,4) Hampshire con Duroc.

Escuela Inglesa

He = 6.96 %

Escuela Norteamericana

He = 16.94 %

F1 (4,1) Duroc con Hampshire.

Escuela Inglesa

He = -7.25 %

Escuela Norteamericana

He = 1.40 %

F1 (2,3) Landrace con Yorkshire. Escuela Inglesa He = -7.58 %	Escuela Norteamericana He = 2.94 %
F1 (3,2) Yorkshire con Landrace. Escuela Inglesa He = -35.95 %	Escuela Norteamericana He = -28.66 %
F1 (2,4) Landrace con Duroc. Escuela Inglesa He = -16.71 %	Escuela Norteamericana He = -11.33 %
F1 (4,2) Duroc con Landrace. Escuela Inglesa He = -11.12 %	Escuela Norteamericana He = -5.32 %
F1 (3,4) Yorkshire con Duroc. Escuela Inglesa He = -5.35 %	Escuela Norteamericana He = 11.56 %
F1 (4,3) Duroc con Yorkshire. Escuela Inglesa He = 1.96 %	Escuela Norteamericana He = 20.18 %

Análisis de Varianza de Efectos Fijos

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F
Repeticiones	2	0.010132	0.005066	0.104502 ns
Cruzas	15	5.161636	0.344109	7.098448 **
A.C.G.	3	3.567004	1.189001	24.527296 **
A.C.E.	6	0.704036	0.117339	2.420534 *
E.Recíprocos	6	0.890600	0.148433	3.061954 *
Error	30	1.454300	2.809733	
Total	47	6.626068		

C.V.= 13.411797 %

Efectos de Aptitud Combinatoria General (A.C.G.)

Padre	Media	A.C.G.
1	1.930917	0.289271
2	1.455917	-0.185790
3	1.477875	-0.163771
4	1.701875	0.060339

Cruza	Media	A.C.E.
1,1	2.027333	-0.192854
1,2	1.506667	-0.002688
1,3	1.780333	0.162354
1,4	1.880667	0.033187
2,1	1.978333	-0.002688
2,2	1.477667	-0.207479
2,3	0.945667	-0.130813
2,4	1.494667	-0.067979
3,1	2.078667	0.162354
3,2	1.365000	-0.136813
3,3	1.173333	-0.140771
3,4	1.715000	0.115229
4,1	2.168000	0.033187
4,2	1.401667	-0.607979
4,3	1.591667	0.115229
4,4	1.681667	-0.080438

Efectos Recíprocos

Cruza	Media	Efectos Recíprocos
1,2	1.506667	-0.235833
1,3	1.780333	-0.149167
1,4	1.880667	-0.143667
2,1	1.978333	0.235833
2,3	0.945667	-0.209667
2,4	1.494667	0.046500
3,1	2.078667	0.149167
3,2	1.365000	0.209667
3,4	1.715000	0.061667
4,1	2.168000	0.143667
4,2	1.401667	-0.046500
4,3	1.591667	-0.061667

Análisis de Varianza de Efectos Aleatorios

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	(n1 , n2)
A.C.G.	3	3.567004	1.189001	10.612079	3 6
A.C.E.	6	0.704036	0.117339	2.426534	6 30
E.Recíprocos	6	0.890600	0.148433	3.061954	6 30

Estimaciones de Varianza

Varianza debida a la A.C.G = 4.300881177186966E-002

Varianza debida a la A.C.E. = 2.825138049247937E-002

Varianza debida a Efectos Recíprocos = 1.665944419801235E-002

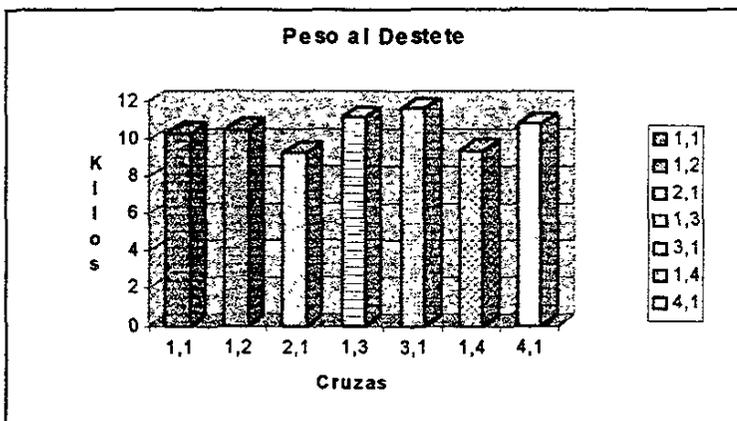
6.5 PESO AL DESTETE

Los promedios de esta característica en el caso de la evaluación de razas puras fue el siguiente: la raza Hampshire (1,1) tuvo un promedio de 10.293 Kg. en 3 camadas, la raza Landrace (2,2) de 8.588 Kg. en 4 camadas, para la raza Yorkshire (3,3) el promedio fue de 6.942 Kg. en 4 camadas y para la raza Duroc (4,4) fue menor con 6.718 Kg. en 4 camadas.

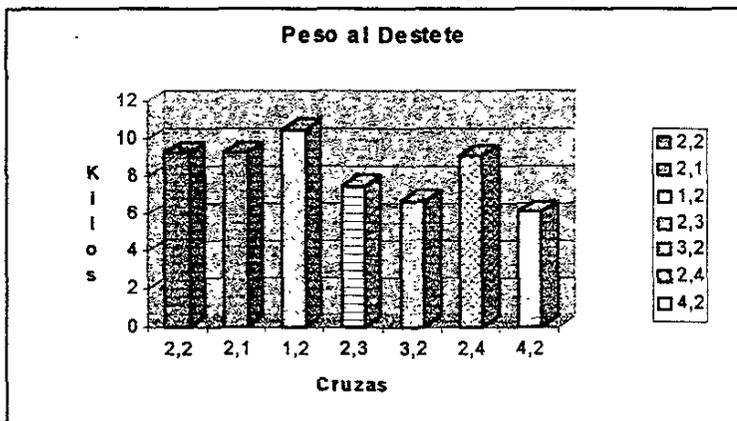
Los promedios obtenidos para la F1 y sus recíprocos, en las cuales el primer número indica la raza materna y el segundo la raza paterna fueron los siguientes:

F1	Peso al Destete (Kg.)	Nº de Camadas
(1,2)	10.476	6
(1,3)	11.177	3
(1,4)	9.382	3
(2,1)	9.243	3
(2,3)	7.486	5
(2,4)	9.085	4
(3,1)	11.630	3
(3,2)	6.688	3
(3,4)	7.972	3
(4,1)	10.788	3
(4,2)	6.075	4
(4,3)	7.331	7

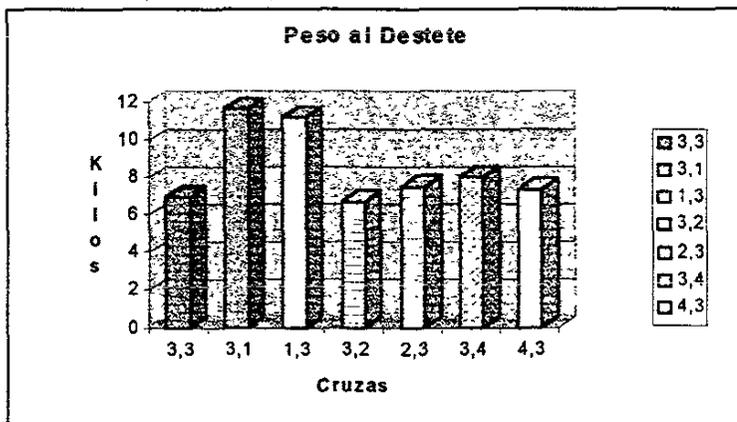
Las gráficas 5.1 a 5.4 indican el comportamiento comparativo de las razas puras con respecto a su progenie híbrida:



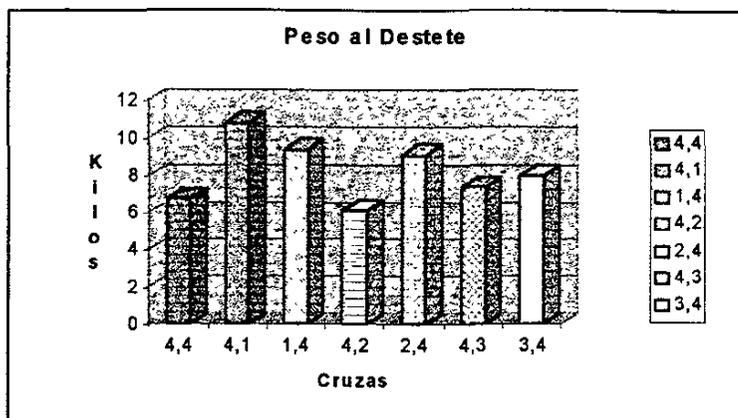
Gráfica 5.1 Comportamiento comparativo entre la raza Hampshire con respecto a sus híbridos F1.



Gráfica 5.2 Comportamiento comparativo entre la raza Landrace con respecto a sus híbridos F1.



Gráfica 5.3 Comportamiento comparativo entre la raza Yorkshire con respecto a sus híbridos F1.



Gráfica 5.4 Comportamiento comparativo entre la raza Duroc con respecto a sus híbridos F1.

La heterosis obtenida en esta variable y comparando los resultados entre la escuela Inglesa y la escuela Norteamericana se presenta a continuación:

F1(1,2) Hampshire con Landrace.

Escuela Inglesa

He = 1.78 %

Escuela Norteamericana

He = 7.85 %

F1 (2,1) Landrace con Hampshire.

Escuela Inglesa

He = -10.20 %

Escuela Norteamericana

He = -4.84 %

F1 (1,3) Hampshire con Yorkshire.

Escuela Inglesa

He = 8.58 %

Escuela Norteamericana

He = 29.71 %

F1 (3,1) Yorkshire con Hampshire.

Escuela Inglesa

He = 12.99 %

Escuela Norteamericana

He = 34.96 %

F1 (1,4) Hampshire con Duroc.

Escuela Inglesa

He = -8.85 %

Escuela Norteamericana

He = 10.31 %

F1 (4,1) Duroc con Hampshire.

Escuela Inglesa

He = 4.81 %

Escuela Norteamericana

He = 26.84 %

F1 (2,3) Landrace con Yorkshire.		
Escuela Inglesa		Escuela Norteamericana
He = -12.83 %		He = -3.59 %
F1 (3,2) Yorkshire con Landrace.		
Escuela Inglesa		Escuela Norteamericana
He = -22.12 %		He = -13.87 %
F1 (2,4) Landrace con Duroc.		
Escuela Inglesa		Escuela Norteamericana
He = 5.79 %		He = 18.71 %
F1 (4,2) Duroc con Landrace.		
Escuela Inglesa		Escuela Norteamericana
He = -29.26 %		He = -20.62 %
F1 (3,4) Yorkshire con Duroc.		
Escuela Inglesa		Escuela Norteamericana
He = 14.84 %		He = 16.72 %
F1 (4,3) Duroc con Yorkshire.		
Escuela Inglesa		Escuela Norteamericana
He = 5.60 %		He = 7.33 %

Análisis de Varianza de Efectos Fijos

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F
Repeticiones	2	6.328125	3.164063	2.071832 ns
Cruzas	15	143.614258	9.574284	6.269253 **
A.C.G.	3	90.981667	30.327223	19.858302 **
A.C.E.	6	31.915091	5.319182	3.483007 *
E.Recíprocos	6	20.717073	3.452846	2.260927 ns
Error	30	45.815430	1.527181	
Total	47	195.757813		

C.V.= 14.144447 %

Efectos de Aptitud Combinatoria General (A.C.G.)

Padre	Media	A.C.G.
1	10.410750	1.673812
2	8.278959	-0.457980
3	8.271249	-0.465689
4	7.986792	-0.750147

Cruza	Media	A.C.E.
1,1	10.293667	-1.790895
1,2	9.243333	-0.092770
1,3	11.788667	1.458772
1,4	10.788667	0.424897
2,1	10.476666	-0.692770
2,2	8.588333	0.767355
2,3	6.688334	-0.725769
2,4	9.085000	0.051188
3,1	11.176666	1.458772
3,2	7.486666	-0.725769
3,3	6.941666	-0.863894
3,4	7.331666	0.130897
4,1	9.382334	0.424897
4,2	6.074999	0.057788
4,3	7.972333	0.130897
4,4	6.629667	-0.606978

Efectos Recíprocos

Cruza	Media	Efectos Recíprocos
1,2	9.243333	-0.616666
1,3	11.630000	0.226167
1,4	10.788667	0.703167
2,1	10.476666	0.616666
2,3	6.688334	-0.399166
2,4	9.085000	1.505000
3,1	11.177666	-0.226167
3,2	7.486666	0.339166
3,4	7.331666	-0.320333
4,1	9.382334	-0.703167
4,2	6.074999	-1.505000
4,3	7.972333	0.320333

Análisis de Varianza de Efectos Aleatorios

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	(n1 , n2)
A.C.G.	3	90.981667	30.327223	6.032279	3 6
A.C.E.	6	31.915091	5.319182	3.488007	6 30
E.Recíprocos	6	20.717073	3.452846	2.260927	6 30

Estimaciones de Varianza

Varianza debida a la A.C.G = 0.9954178333282471

Varianza debida a la A.C.E. = 1.555692672729492

Varianza debida a Efectos Recíprocos = 0.320944090684255

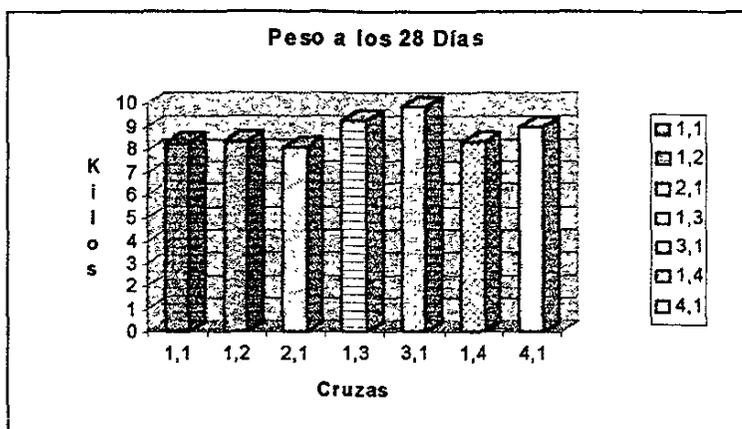
6.6 GANANCIA DE PESO A LOS 28 DÍAS

Esta característica se obtuvo restando del peso al destete el peso que los lechones tenían al nacer, que varió según la raza pura que se trató. La investigación arrojó los siguientes resultados: la raza Hampshire (1,1) tuvo un promedio de 8.266 Kg. en 3 camadas, la raza Landrace (2,2) de 7.111 Kg. en 4 camadas, para la raza Yorkshire (3,3) el promedio fue de 5.746 Kg. en 4 camadas y para la raza Duroc (4,4) fue menor con 5.116 Kg. en 4 camadas.

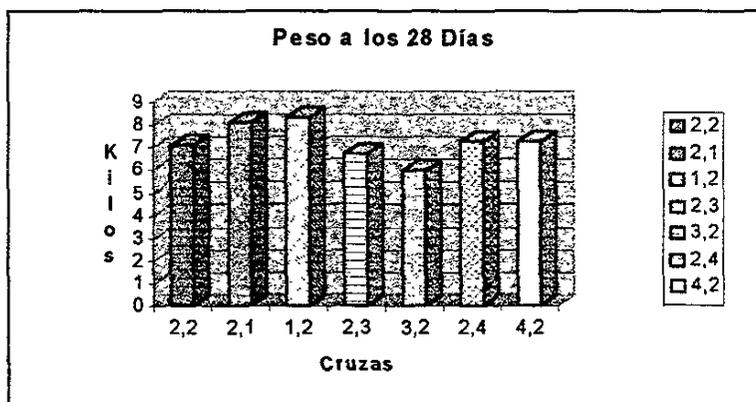
Los promedios obtenidos para la F1 y sus recíprocos, en las cuales el primer número indica la raza materna y el segundo la raza paterna fueron los siguientes:

F1	Peso a 28 Días (Kg.)	Nº de Camadas
(1,2)	8.266	6
(1,3)	9.263	3
(1,4)	8.286	3
(2,1)	8.066	3
(2,3)	6.743	5
(2,4)	7.278	4
(3,1)	9.850	3
(3,2)	5.940	3
(3,4)	5.746	3
(4,1)	8.968	3
(4,2)	7.256	4
(4,3)	6.487	7

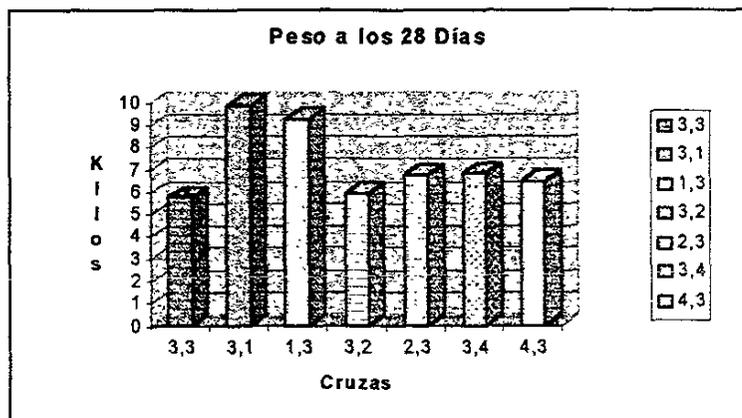
Las gráficas 6.1 a 6.4 indican el comportamiento comparativo de las razas puras con respecto a su progenie híbrida:



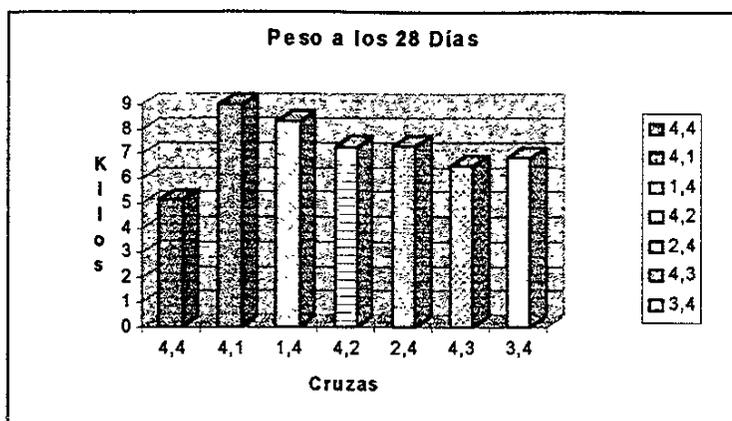
Gráfica 6.1 Comportamiento comparativo entre la raza Hampshire con respecto a sus híbridos F1.



Gráfica 6.2 Comportamiento comparativo entre la raza Landrace con respecto a sus híbridos F1.



Gráfica 6.3 Comportamiento comparativo entre la raza Yorkshire con respecto a sus híbridos F1.



Gráfica 6.4 Comportamiento comparativo entre la raza Duroc con respecto a sus híbridos F1.

La heterosis obtenida en esta variable y comparando los resultados entre la escuela Inglesa y la escuela Norteamericana se presenta a continuación:

F1 (1,2) Hampshire con Landrace.

Escuela Inglesa
He = 0.629 %

Escuela Norteamericana
He = 8.19 %

F1 (2,1) Landrace con Hampshire.

Escuela Inglesa
He = 2.42 %

Escuela Norteamericana
He = 4.92 %

F1 (1,3) Hampshire con Yorkshire.

Escuela Inglesa
He = 12.06 %

Escuela Norteamericana
He = 32.21 %

F1 (3,1) Yorkshire con Hampshire.

Escuela Inglesa
He = 19.16 %

Escuela Norteamericana
He = 40.59 %

F1 (1,4) Hampshire con Duroc.

Escuela Inglesa
He = 0.24 %

Escuela Norteamericana
He = 23.83 %

F1 (4,1) Duroc con Hampshire.

Escuela Inglesa
He = 8.49 %

Escuela Norteamericana
He = 34.03 %

F1 (2,3) Landrace con Yorkshire.

Escuela Inglesa

He = -5.17 %

Escuela Norteamericana

He = 4.89 %

F1 (3,2) Yorkshire con Landrace.

Escuela Inglesa

He = -16.38 %

Escuela Norteamericana

He = -7.50 %

F1 (2,4) Landrace con Duroc.

Escuela Inglesa

He = 2.35 %

Escuela Norteamericana

He = 19.05 %

F1 (4,2) Duroc con Landrace.

Escuela Inglesa

He = 2.04 %

Escuela Norteamericana

He = 18.70 %

F1 (3,4) Yorkshire con Duroc.

Escuela Inglesa

He = 18.58 %

Escuela Norteamericana

He = 25.46 %

F1 (4,3) Duroc con Yorkshire.

Escuela Inglesa

He = 12.89 %

Escuela Norteamericana

He = 19.44 %

Análisis de Varianza de Efectos Fijos

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F
Repeticiones	2	11.689941	5.844971	3.218006 ns
Cruzas	15	80.714257	5.380990	2.962557 **
A.C.G.	3	44.734257	14.911419	8.209628 **
A.C.E.	6	33.543030	5.590505	3.077907 *
E.Recíprocos	6	2.438252	0.406375	0.223734 ns
Error	30	54.498291	1.816333	
Total	47	146.894775		

C.V. = 17.870586 %

Efectos de Aptitud Combinatoria General (A.C.G.)

Padre	Media	A.C.G.
1	8.660625	1.119104
2	7.516333	-0.025188
3	7.073875	0.467646
4	6.915250	-0.626271

Cruza	Media	A.C.E.
1,1	8.266333	-1.667145
1,2	8.066666	-0.289188
1,3	9.849667	1.209772
1,4	8.968667	0.746563
2,1	8.318333	-0.289188
2,2	8.263334	-1.233438
2,3	5.940667	-0.552937
2,4	7.256667	-0.391312
3,1	9.263334	1.209772
3,2	6.743333	-0.552937
3,3	5.746667	-0.013312
3,4	6.486666	0.356480
4,1	8.285667	0.746563
4,2	7.278333	0.377437
4,3	6.814000	0.356480
4,4	5.116000	-0.711729

Efectos Recíprocos

Cruza	Media	Efectos Recíprocos
1,2	8.066666	-0.125833
1,3	9.849667	0.293166
1,4	8.968667	0.341500
2,1	8.318333	0.125833
2,3	5.940667	-0.401333
2,4	7.256667	1.219167
3,1	9.263334	-0.293166
3,2	6.743333	0.401333
3,4	6.486666	-0.163667
4,1	8.285667	-0.341500
4,2	4.818333	0.010833
4,3	6.814000	0.163667

Análisis de Varianza de Efectos Aleatorios

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	(n1	n2)
A.C.G.	3	44.734257	14.911419	2.813377	3	6
A.C.E.	6	33.543030	5.590505	3.077907	6	30
E.Recíprocos	6	2.438252	0.406375	0.223734	6	30

Estimaciones de Varianza

Varianza debida a la A.C.G = 0.0330609142780304

Varianza debida a la A.C.E = 1.548378284160907

Varianza debida a Efectos Recíprocos = 0.2349929461876551

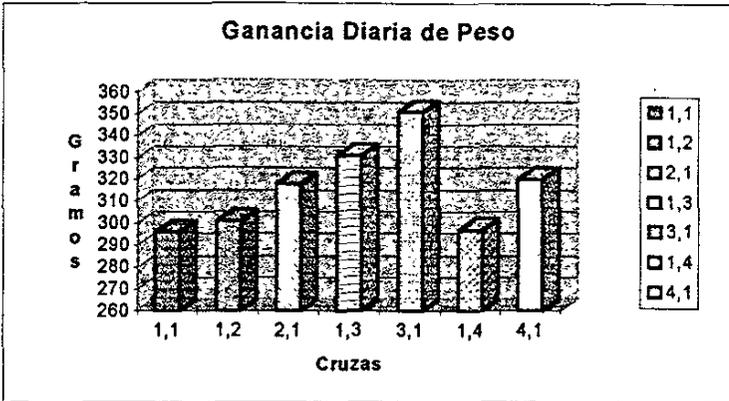
6.7 GANACIA DIARIA DE PESO

Para sacar los resultados de esta característica se tomó el peso a los 28 días y se dividió entre éstos mismos, ya que el peso al nacimiento no debe de ser tomado en cuenta para este parámetro. Los promedios para cada raza fueron: para la raza Hampshire (1,1) 296 gr. en 3 camadas, en el caso de la raza Landrace(2,2) el promedio fue de 295 gr. en 4 camadas, la raza Yorkshire (3,3) en 4 camadas tuvo un promedio de 194 gr. y la raza Duroc (4,4), como en todas las demás características de peso fue la menor con 183 gr. en 4 camadas.

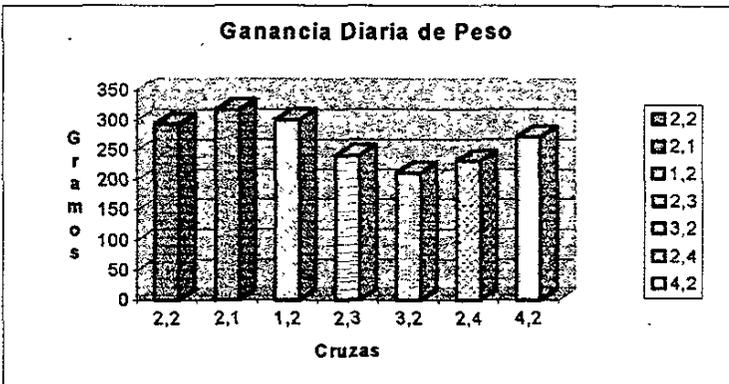
Los promedios obtenidos para la F1 y sus recíprocos, en las cuales el primer número indica la raza materna y el segundo la raza paterna fueron los siguientes:

F1	Peso por Día (Gr.)	Nº de Camadas
(1,2)	301	6
(1,3)	331	3
(1,4)	297	3
(2,1)	318	3
(2,3)	241	5
(2,4)	232	4
(3,1)	351	3
(3,2)	212	3
(3,4)	243	3
(4,1)	320	3
(4,2)	273	4
(4,3)	194	7

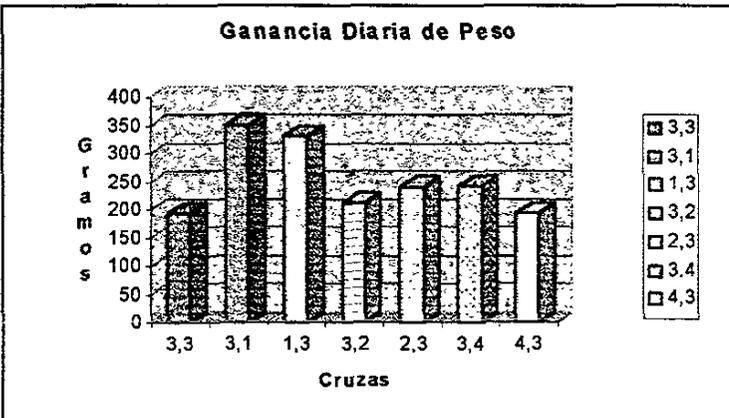
Las gráficas 7.1 a 7.4 indican el comportamiento comparativo de las razas puras con respecto a su progenie híbrida:



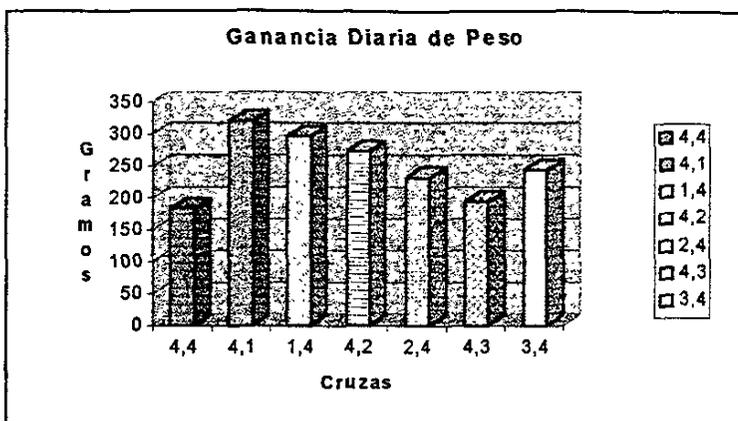
Gráfica 7.1 Comportamiento comparativo entre la raza Hampshire con respecto a sus híbridos F1.



Gráfica 7.2 Comportamiento comparativo entre la raza Landrace con respecto a sus híbridos F1.



Gráfica 7.3 Comportamiento comparativo entre la raza Yorkshire con respecto a sus híbridos F1.



Gráfica 7.4 Comportamiento comparativo entre la raza Duroc con respecto a sus híbridos F1.

La heterosis obtenida en esta variable y comparando los resultados entre la escuela Inglesa y la escuela Norteamericana se presenta a continuación:

F1(1,2) Hampshire con Landrace.

Escuela Inglesa

He = 1.69 %

Escuela Norteamericana

He = 1.86 %

F1 (2,1) Landrace con Hampshire.

Escuela Inglesa

He = 7.43 %

Escuela Norteamericana

He = 7.61 %

F1 (1,3) Hampshire con Yorkshire.

Escuela Inglesa

He = 11.82 %

Escuela Norteamericana

He = 35.10 %

F1 (3,1) Yorkshire con Hampshire.

Escuela Inglesa

He = 18.58 %

Escuela Norteamericana

He = 43.26 %

F1 (1,4) Hampshire con Duroc.

Escuela Inglesa

He = 0.34 %

Escuela Norteamericana

He = 24.01 %

F1 (4,1) Duroc con Hampshire.

Escuela Inglesa

He = 8.11 %

Escuela Norteamericana

He = 33.61 %

F1 (2,3) Landrace con Yorkshire. Escuela Inglesa He = -18.30 %	Escuela Norteamericana He = -1.43 %
F1 (3,2) Yorkshire con Landrace. Escuela Inglesa He = -28.13 %	Escuela Norteamericana He = -13.29 %
F1 (2,4) Landrace con Duroc. Escuela Inglesa He = -21.35 %	Escuela Norteamericana He = -2.93 %
F1 (4,2) Duroc con Landrace. Escuela Inglesa He = -7.46 %	Escuela Norteamericana He = 14.22 %
F1 (3,4) Yorkshire con Duroc. Escuela Inglesa He = 25.26 %	Escuela Norteamericana He = 28.91 %
F1 (4,3) Duroc con Yorkshire. Escuela Inglesa He = 0 %	Escuela Norteamericana He = 2.92 %

Análisis de Varianza de Efectos Fijos

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F
Repeticiones	2	0.010052	0.005026	2.260177 ns
Cruzas	15	0.120552	0.008037	3.613975 **
A.C.G.	3	0.065612	0.021871	9.834777 **
A.C.E.	6	0.045991	0.007665	3.446820 *
E.Recíprocos	6	0.008949	0.001492	0.670719 ns
Error	30	0.066715	0.002224	
Total	47	0.197319		

C.V. = 17.852776 %

Efectos de Aptitud Combinatoria General (A.C.G.)

Padre	Media	A.C.G.
1	0.306708	0.042562
2	0.264333	0.000187
3	0.244833	-0.019313
4	0.240708	-0.023438

Cruza	Media	A.C.E.
1,1	0.294647	-0.058604
1,2	0.288000	-0.020229
1,3	0.351333	0.049604
1,4	0.320000	0.029229
2,1	0.277333	-0.020229
2,2	0.296000	0.043479
2,3	0.212000	-0.014854
2,4	0.272667	-0.008396
3,1	0.330667	0.049604
3,2	0.240333	-0.014854
3,3	0.193667	-0.035854
3,4	0.193667	0.001104
4,1	0.297000	0.029229
4,2	0.232333	0.011604
4,3	0.243333	0.001104
4,4	0.183333	-0.021937

Efectos Recíprocos

Cruza	Media	Efectos Recíprocos
1,2	0.288000	0.005333
1,3	0.351333	0.010333
1,4	0.320000	0.011500
2,1	0.277333	0.005333
2,3	0.212000	0.014167
2,4	0.272667	0.052167
3,1	0.330667	0.010333
3,2	0.240333	0.014167
3,4	0.193667	0.024833
4,1	0.297000	0.011500
4,2	0.232333	0.020167
4,3	0.243333	0.024833

Análisis de Varianza de Efectos Aleatorios

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	(n1	n2)
A.C.G.	3	0.065612	0.021871	3.018097	3	6
A.C.E.	6	0.045991	0.007665	3.446820	6	30
E.Recíprocos	6	0.008949	0.001492	0.670719	6	30

Estimaciones de Varianza

Varianza debida a la A.C.G = 5.238107405602932E-004

Varianza debida a la A.C.E. = 2.232319938066678E-003

Varianza debida a Efectos Reciprosos = -1.220436533913016E-004

7.0 DISCUSIÓN

Evaluando los resultados de esta investigación, se puede observar que entre las razas consideradas no hay una que se constituya como la ideal, es decir, que posea todas las características deseables. No obstante, sí es posible elegir una cruce entre dos razas con el fin de mejorar alguna característica determinada.

Es importante señalar que en este estudio se sobrestimaron los valores obtenidos de la heterosis generada, cuando se utilizaron los criterios establecidos en la escuela americana, dado que el punto de referencia de dicha escuela es el valor promedio de las razas progenitoras. En ese sentido, se puede considerar a la escuela inglesa como una mejor opción para la evaluación de la heterosis, ya que se puede conocer de forma más precisa el comportamiento de la F1.

Tamaño de camada.

En el caso de tamaño de la camada la raza Landrace, tiene la mayor cantidad de lechones paridos; pero si se cruza con la raza Yorkshire se produce una heterosis del 25% según la escuela inglesa, comparando con la americana da una heterosis del 30%, esto cuando la hembra es Yorkshire y el macho Landrace; si se considera la cruce recíproca utilizando como macho la raza Yorkshire y como hembra la raza Landrace la heterosis es negativa por los efectos maternos.

En el caso de los análisis de varianza de efectos fijos, para las cruces se obtuvo alta significancia, al igual que para la aptitud combinatoria general y para los efectos recíprocos.

Lechones nacidos vivos

Con respecto al número de lechones nacidos vivos, la raza pura que obtuvo el mejor promedio fue la Yorkshire, mientras que la F1 con mejor promedio fue la cruce entre hembra Yorkshire y macho Duroc.

La heterosis para esta cruce fue de 6.60% de acuerdo con la escuela inglesa, mientras que en la escuela americana obtuvo un porcentaje de 13.57; pero si se considera la cruce recíproca entre una hembra Duroc con el macho Yorkshire la heterosis es negativa.

Para el análisis de varianza en cruces y en A.C.G. muestra significancia, y los efectos recíprocos son altamente significativos.

Número de lechones destetados

En lo que concierne a la característica de número de lechones destetados, la raza pura con mejor promedio fue la Yorkshire y la mejor cruce F1 fue de hembras Yorkshire con macho Duroc.

La heterosis obtenida para la F1 de Yorkshire y Duroc con respecto a la escuela Inglesa fue de 9.71% y para la escuela americana de 15.31%, la heterosis para el recíproco fue negativa en este caso.

El análisis de varianza fue significativo para cruzas, A.C.G y efectos recíprocos.

Peso al nacimiento

La raza pura Hampshire fue la que obtuvo el mayor promedio para la característica de peso al nacimiento, y la cruce entre Hampshire y Duroc fue la F1 con mejor promedio, siendo hembra la primera y macho el segundo.

La heterosis para esta F1 fue para la escuela inglesa de 6.96% y para la americana de 16.94%; en el caso de su recíproco para la escuela inglesa la heterosis es negativa, mientras que para la escuela americana obtiene un porcentaje de 1.40%.

En el análisis de varianza se observa una alta significancia para la cruce y A.C.G., significativa para A.C.E. y efectos recíprocos.

Peso al destete.

La raza pura que tuvo mayor peso al destete fue la Hampshire; la F1 con un mejor promedio fue la cruce entre una hembra Yorkshire y un macho Hampshire.

En este caso la heterosis fue de 12.99% según la escuela inglesa y de 34.96% según la escuela americana; para esta característica la heterosis del recíproco fue positiva, de 8.58% para la escuela inglesa y de 29.71% para la americana.

La A.C.G y las cruces fueron altamente significativas en el análisis de varianza, por su parte la A.C.E. fue significativa.

Peso a los 28 días.

Al evaluar el peso a los 28 días se observó que la raza pura con mejor promedio fue la Hampshire, mientras que la cruce entre hembra Yorkshire y macho Hampshire obtuvo el mejor promedio de las F1.

La heterosis en este caso fue según la escuela inglesa de 19.16% y según la escuela americana de 40.59%. También en este caso la heterosis del recíproco fue positiva teniendo un porcentaje de 12.06 para la escuela inglesa y de 32.21 para la escuela americana.

En el análisis de varianza se observa que la A.C.G. y las cruces son altamente significativas, mientras que A.C.E. es simplemente significativa.

Ganancia diaria de peso.

Para la característica de ganancia diaria de peso la mejor raza fue la Hampshire y la mejor F1 fue la cruce entre hembra Yorkshire y macho Hampshire.

La heterosis es muy alta, en el caso de la escuela inglesa tiene un valor de 18.58% y para la escuela norteamericana es de 43.26% y en el caso de su recíproco el valor también es alto, siendo este de 11.82% para la escuela inglesa y de 35.10% para la escuela norteamericana.

Los resultados del análisis de varianza fueron significativos para A.C.E., altamente significativos para A.C.G. y las cruces.

Aspectos generales

En las características: número de lechones nacidos vivos y número de lechones destetados, la raza que domina es la Yorkshire, mientras que en las características: peso al nacimiento, peso al destete, peso a los 28 días y ganancia de peso, domina la raza Hampshire; siendo la característica de tamaño de camada la única en que la raza Landrace es superior.

Algunos de estos resultados coinciden con los de otros estudios en alguna parte del mundo y otros son completamente distintos por ejemplo:

Legault menciona que las razas más prolíficas son la Landrace y la Yorkshire. Éstas generalmente tienen la mayor cantidad de lechones vivos al nacimiento, mientras que razas como, la Duroc, Hampshire, Piérian y otras, tienden a tener rangos menores de sobrevivencia. (44)

Por otro lado, Bidanel, menciona que el cruzamiento entre dos razas diferentes produce un efecto favorable en la sobrevivencia de los lechones al nacimiento, siendo la mejor cruce para este fin la de Landrace con Yorkshire. (44)

Existen diferentes estudios, como el llevado a cabo en 1961 por Skarman, que evaluó en 160 camadas a las razas puras Landrace y Yorkshire con sus cruces, concluyendo que la cruce entre madre Yorkshire y padre Landrace ofrece el mayor tamaño de camada, así como el número de lechones nacidos vivos, y al destete a los 28 días. Smith y King en el año de 1964 realizaron otro estudio parecido en más 10,000 camadas obteniendo resultados similares; en el número de nacidos vivos la cruce entre hembra Yorkshire y macho Landrace fue la mejor, mientras que para tamaño de la camada a los 21 días, la mejor fue la cruce entre hembra Landrace y macho Yorkshire.

En 1976 Young y sus colaboradores hicieron el mismo estudio pero con las razas Duroc, Hampshire y Yorkshire en más de 300 camadas, evaluando tanto la progenie de raza pura como las progenies híbridas, observando que la raza pura Yorkshire tuvo el mayor número de nacidos vivos, pero al realizar cruces, el número de nacidos vivos y el tamaño de camada a los 21 días, fue mayor con una hembra Yorkshire comparada con cualquiera de las otras razas.(49)

En 1984, Jungst y Kühlers obtuvieron los mismos resultados en 1284 camadas, ya que para el número de nacidos vivos y tamaño de la camada a los 21 días la raza Yorkshire resultó la mejor.

Lessiter en 1991 también menciona la superioridad que tiene la raza Yorkshire sobre las demás razas para tamaño de la camada.

Para la característica de peso de los lechones al nacimiento, Jungst y Kühlers mencionan que los lechones concebidos por un macho Hampshire puro son 0.5 Kg más pesados al nacimiento que los de macho Yorkshire, y 0.2 Kg más pesados a los 21 días que los lechones nacidos de padre Duroc y Yorkshire.

Como raza pura los Landrace tienen lechones más pesados al nacimiento y en la característica peso al destete la progenie proveniente de la cruce entre Duroc con Landrace, de Yorkshire con Landrace y de Duroc con Yorkshire tienen un peso mayor a los 21 días. (44)

Se observa que existen similitudes en cuanto a los resultados obtenidos en este estudio con los realizados por otros autores, y en caso de las diferencias, estas pueden ser debidas, al clima, genética, manejo y alimentación de los animales utilizados.

En 1995 se llevó a cabo una investigación en donde se afirmó que la heterosis es mayor cuando los progenitores sean puros, para lograr un mayor vigor híbrido. (49)

El cruzamiento interracial produjo vigor híbrido en las características de comportamiento materno, mejorando así la calidad de los lechones, en lo que toca a su peso y a su supervivencia.

Es fundamental para el futuro de la porcicultura que continúen las evaluaciones del vigor híbrido, ya que de esta manera sería posible ofrecer diferentes y mejores alternativas a los productores, debido a la gran importancia que representa el tener un mayor conocimiento acerca de los beneficios de cada uno de los cruzamientos interraciales. La investigación genética debe ser el catalizador del progreso, no únicamente en lo referente a la producción porcina, sino a la producción de alimentos en general. Es importante que se rebase el ámbito meramente teórico, para que la investigación cumpla su función primordial, que es aplicarla en beneficio de todos los mexicanos.

8.0 CONCLUSIONES

El cruzamiento interracial produjo vigor híbrido en las características tamaño de la camada, número de lechones nacidos vivos, número de lechones destetados, peso al nacimiento, peso al destete, ganancia de peso a los 28 días y ganancia de peso por día.

La evaluación de la heterosis se sobrestima utilizando el criterio de la escuela americana.

En la característica tamaño de camada, la mejor aptitud combinatoria general corresponde a la raza Yorkshire y la mejor aptitud combinatoria específica (ACE) al cruzamiento de hembra raza Landrace y macho Yorkshire.

Para la característica de número de lechones nacidos vivos, la mejor aptitud combinatoria general corresponde a la raza Yorkshire y la mejor aptitud combinatoria específica al cruzamiento de la raza Duroc pura (R4 x R4).

La mejor raza en ACG para número de lechones destetados es la Yorkshire, mientras que para ACE el cruzamiento entre hembra Landrace y macho Yorkshire.

Para peso al nacimiento la raza Hampshire es la que tiene la mayor aptitud combinatoria general y la cruce de hembra Yorkshire con macho Hampshire la mejor aptitud combinatoria específica.

El ACG más alto para la característica de peso al destete corresponde a la raza Hampshire y la mejor ACE corresponde a la cruce R1 x R3 es decir, hembra Hampshire con macho Yorkshire.

Al evaluar el ACG de la característica ganancia de peso a los 28 días la raza con el mejor promedio es la Hampshire y el cruzamiento entre la R1 x R3, que representa a un macho Yorkshire con hembra Hampshire, es la mejor ACE.

Para la última característica que estudiamos en este trabajo, la ganancia de peso por día, la raza con el mejor ACG fue la Hampshire, a la vez que, la cruce entre hembra Hampshire y macho Yorkshire tuvo la mejor ACE.

El cruzamiento interracial, es una alternativa para mejorar aquellas características de baja heredabilidad.

Efectivamente se pudo comprobar que el vigor híbrido es una alternativa para mejorar aquellas características con baja heredabilidad, y que existen razas mejores que otras para las distintas características que se quieran mejorar. El cruzamiento interracial ayuda a obtener F1 de mayor calidad que los progenitores.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

9.0 BIBLIOGRAFÍA

1. Almeida, S.M.; Sancevero, A.B.; Oliviera, A.: 1996. Effect of type of cross on litter size and litter weight of purebreed and crossbreed swine. *Brazilian Journal of Genetics*. Vol. 19 No 2 Pag. 249-258.
2. Anónimo.-: 1991 Influencia del Peso de los Lechones al Nacer en su posterior rendimiento y Mortalidad. *Porcira*, México. No 6 Pag. 33-34.
3. Avalos, E.: 1985. Estimation of genetic parameters and responses in selection for litter size in pigs. PhD Thesis, University of Edinburgh, Edinburgh.
4. Avers, C.J.: 1986. *Genetics*. 2nd Edition. Willard Grant Press. Boston, U.S.A. Cap. 1 Pag. 38-41.
5. Bass, T. J.; Christian, L. L.; Rothschild, M. F.: 1992. Heterosis and recombination effects in Hampshire and Landrace swine: II Maternal Effects. Iowa State University, U.S.A.
6. Bereskin, B.: 1984. A genetic analysis of sow productivity traits. *Journal of Animal Science* 59 Pag. 1149-1163.
7. Blasco, A.: 1985. Departamento de ciencia animal, Universidad Politécnica de Valencia, España.
8. Bundy, C.E.; Diggins, R.V.: 1970. *Producción Porcina*. Editorial Continental. México. Pag. 427-440.
9. Buxadé, C.C.: 1984. *Ganado Porcino*. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España.
10. Campabadal, C.: 1993. Manejo y alimentación del lechón del nacimiento hasta el destete. *Porcira*, México. No. 3 Pag. 43-60.
11. Chimal, P.; Muñoz, D.; Tapia, J.A.: 1990. Efecto del periodo de lactación en el subsecuente tamaño de la camada. *Porcira*, México. No. 12 Pag. 41-42.
12. Chimal, P.; Segura, J.C.: 1994. Estimates of breed average direct, maternal and heterosis effects for some productive traits of swine in Mexican tropic.
13. Comstock, R.E.; Robinson, H.F.; Harvey, P.H. : 1990. A breeding procedure designed to make maximum use of both general and specific combining ability. *Agronomical Journal* 41 Pag. 360-367.
14. English, P.R.; Fowler, R.V.; Baxter, S.; Smith, B.: 1988. *The growing and finishing pig*. Farming Press Books. Inglaterra.

15. Ferguson, P.W.; Harvey, W.R.; Irvin, K.M.: 1985. Genetic, phenotypic and environmental relationships between sow body weight and sow productivity traits. *Journal of Animal Science* 60. Pag. 375-384.
16. Flores, J.A.; Agraz, G.A.: 1986. *Ganado Porcino*. Editorial Limusa. México
17. Gaugler, H.R.; Buchanan, D.S.; Hintz, R.L.; Johnson, R.K.: 1984. Sow productivity comparisons for four breeds of swine: purebred and crossbred litters. *Journal of Animal Science* 59 Pag. 941-947.
18. Gómez, F.L.; Rotaache, G. J.: 1997. Estudio de los perfiles sanguíneos (calcio, fósforo, magnesio sodio, potasio en vacas postparto de la raza Holstein-Friesian y su correlación con problemas reproductivos en una explotación intensiva en la zona de Coacalco, Estado de México. Tesis. UNAM.
19. Hedrick, P.W.: 1985 *Genetics of Populations*. Editorial Jones and Bartlett. U.S.A. Pag. 406-407.
20. Hilton, M. B.; Dinus, M.B.: 1971. *Razas modernas de animales domésticos*. Editorial Acribia. España.
21. Irving, K.M.; Swiger, L. A.: 1984. Genetic and phenotypic parameters for sow productivity. *Journal of Animal Science* 58 Pag. 1144-1150.
22. Johansson, I.: 1972. *Genética y Mejora Animal*. Editorial Acribia.
23. Jungst, S.B.; Kùhlers, D.L.: 1986. Estimates of additive genetic, maternal and specific combining abilities for some litter traits of swine. *Journal of Animal Science* 59 Pag. 1140-1148.
24. Kùhlers, D. L.; Jungst, S.B.; Little, J. A.: 1989. Comparisons of specific crosses from Duroc-Landrace, Yorkshire-Landrace y Hampshire-Landrace sows managed in two types of gestation system: pig performance. *Journal of Animal Science*.
25. Kùhlers, D.L.; Jungst, S.B.; Little, J.A.; Duffie, M.R.: 1995. Are individual heterosis effects linear? Experimental evidence from a tree-breed rotational crossbreeding system in swine. *Journal of Animal Science*, Vol. 73 Suppl. 1
26. Lasley, J.F.: 1972. *Genetics of Livestock improvment*. 2da Edición. Prentice-Hall.
27. Lessiter, F.: 1990. ¿Cuál raza de cerdos es mejor? *Porcìrama*, México. No. 10 Pag. 37-38.
28. Liévano, R. J.: 1989. *Cría intensiva de cerdos comerciales*. Editorial Limusa. México. Cap. 1 Pag. 11-17.
29. Márquez, S.F.: 1985. *Genotecnia Vegetal*. Tomo I. Editorial A.G.T. México. Cap. 2 Pag. 106-116.

30. Márquez, S.F.: 1988. Genotecnia Vegetal. Tomo II. Editorial A.G.T. México. Cap. 9 Pag. 25-28.
31. Martínez, G. A.: 1975. Diseño y análisis de los experimentos de cruza dialélicas. Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Agricultura.
32. Martínez, G. A.: 1988. Diseños experimentales. Editorial Trillas. México.
33. Olivares, S.E.: 1993. Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.4 Facultad de Agronomía UANL. Universidad Autónoma de Nuevo León.
34. Meade, H.; Flores, C.J.; Trujillo, M.E.: 1988. Productividad predestete de lechones provenientes de cruzamientos entre cerdos híbridos de las razas Duroc, Hampshire, Yorkshire y Landrace. Veterinaria México.
35. Naple, J.; Johnson, R.: 1997. Genetic relationships among production traits and rebreeding performance. Journal of Animal Science, Vol. 75 N° 7.
36. Neal, S. M.; Iron, K. M.; Smith, C.: 1994. Evaluation of Large White and Yorkshire breeds and reciprocal crosses. International Committee for World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Guelph, Canada.
37. Park, Y.L.; Kim, J.B.: 1982. Evaluation of litter size of purebreed and specific two-breed crosses produced from five breeds of swine. 2nd World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Vol. VIII Editorial Garsis, Madrid. Pag. 519-522.
38. Pond, W.G.; Maner, J.H.: 1975. Producción de cerdos en climas templados y tropicales. Edit. Acribia, España Pag. 12-15.
39. Salychko, G.; Ivashchuk, I.; Lopashchuk, L.: 1991. Utilisation of heterosis. Svinovodstvo, Rusia.
40. Schinkle, A.: 1994. Análisis de regresión de comportamiento para evaluar cambios genéticos y medio ambientales. Porcira, México. NO 9 Pag. 29-45.
41. Segura, J. C.; Ramírez, R.: 1994. Factores que afectan la mortalidad hasta el destete en los Cerdos. Porcira, México. No. 2 Pag. 39-43.
42. Sierra, I. A.: 1994. Intensificación reproductiva en el cerdo: sistemas genéticos y de manejo. Porcira, México. No. 5 Pag. 53-59.
43. Sillio, L.; Rodríguez, M.C.; Toro, M.A.: 1994. Maternal and individual genetic effects on piglet weight. Área de mejora animal, Madrid, España.

44. Silva, M. de A.; Sancevero, A. B.; Alves, R G de O.: 1994. Performance of purebred and crossbreed pigs from birth to the end of growing period. *Revista de la Sociedad Brasileira de Zootecnia*.
45. Smith, C.: 1988. Genetic Resource Utilization. *World Animal Rev.* 65: 2-10.
46. Snyder, L.A.; Freifelder, D.; Hartl, D.L.: 1985. *General Genetics*. Editorial Jones and Bartlett. U.S.A.
47. Steel, R. G.; Torrie, J. H.: 1986. *Bioestadística: Principios y procedimientos*. 2da Edición. Editorial Mc.Graw-Hill.
48. Strang, G.: 1992. Como usar el vigor híbrido en los cerdos. *Porcira*, México.No.20 Pag. 34-38.
49. Varley, M. A.: 1995. *The Neonatal pig*. Cab International. Inglaterra.
50. Vidovic, V., Vujovic, S., Borjevic, L.J.: 1991. Crossbreeding of specialised pig breeds. Instituto Nacional de Belgrado.
51. Warwick, E.J.; Legates, J.E.: 1980. *Cría y mejora del ganado*. Editorial Mc.GrawHill. México. Cap. 13 Pag. 451-455.
52. Wilson, E.R.; Johnson, R.K.: 1981 Comparison of three-breed and backcross swine for litter productivity and post weaning performance. *Journal of Animal Science* 52 Pag. 19-25.
53. Wisconsin,; Pig Improvement Company Inc. (PIC) . USA.