

01673

2

20/2



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA FACULTAD  
DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**ESTIMACION DE PARAMETROS GENETICOS  
EN CERDOS**

**T E S I S**

PARA OBTENER EL GRADO DE :  
MAESTRO EN PRODUCCION ANIMAL  
área GENETICA

**P R E S E N T A**  
**ENRIQUE MANUEL CASTRO GAMEZ**

ASESOR :

PH. D. CARLOS VASQUEZ PELAEZ

MEXICO, D. F.

1990

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



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

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

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

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

## CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
REVISION DE LITERATURA.....	6
MATERIAL Y METODOS.....	11
RESULTADOS Y DISCUSION.....	18
CONCLUSIONES.....	46
LITERATURA CITADA.....	48
LISTA DE FIGURAS.....	57
LISTA DE CUADROS.....	57
LISTA DE APENDICES.....	58

## RESUMEN

CASTRO GAMEZ ENRIQUE MANUEL. Estimación de parámetros Genéticos en Cerdos. (Bajo la dirección de: Carlos Vázquez Peláez).

Se analizó información individual de cerdos (500 Yorkshire (Y), 418 Duroc (D), 370 Landrace (L) y 370 Hampshire (H)) de una granja de pie de cría localizada en Lagos de Moreno Jal., registrada de 1981-1985, para estimar parámetros genéticos y fenotípicos de peso al nacer (PN), peso al destete ajustado a 33 días (PD), peso ajustado a 154 días de edad (P154), ganancia diaria del nacimiento al destete (GDD), ganancia diaria del destete a 154 días (GD154) y grasa dorsal (GD). Los efectos de raza, año y época así como sexo fueron (P<.05) significativos sobre PN, PD, GDD, P154, GD154 y GD, excepto el año sobre PD y la época sobre GD (P<.05), la interacción raza por época fue (P<.05) sobre PD, GDD, P154, GD154 y GD. Existió efecto lineal y cuadrático de número de parto y tamaño de camada al nacer (P<.05) sobre PN y PD, con excepción del tamaño de camada en ambos efectos (P<.05) sobre PN. Las estimaciones de heredabilidad con el componente de semental fueron: para PN  $0.037 \pm .10$ ,  $-0.017 \pm .15$ ,  $-0.025 \pm .11$  y  $-0.13 \pm .17$  en D, Y, L y H; para PD  $.094 \pm .11$ ,  $.03 \pm .06$ ,  $.05 \pm .10$  y  $.01 \pm .18$  en Y, D, L y H; para GDD  $.11 \pm .13$ ,  $.23 \pm .17$ ,  $-0.06 \pm .05$  y  $-0.08 \pm .18$  en L, Y, D y H; para P154 y GD154  $.56 \pm .31$  y  $.51 \pm .31$ ;  $.23 \pm .17$  y  $.24 \pm .16$ ;  $.10 \pm .13$  y  $.12 \pm .13$ ;  $.05 \pm .07$  y  $.05 \pm .07$  en L, Y, H y D y para GD  $1.15 \pm .47$ ,  $.62 \pm .33$ ,  $.09 \pm .02$  y  $-.14 \pm .04$  en Y, L, D y H. Las estimaciones obtenidas a partir del componente de la hembra y de la cría fueron superiores y con rangos mayores a las obtenidas con el componente del semental. La correlación fenotípica entre PN con PD (2.27) y P154 (2.15) así como entre ganancias de peso pre y postdestete (2.32) independientemente de la raza, indican que el PN y las ganancias diarias como criterios de selección son buenos indicadores, siendo las correlaciones genéticas entre ganancias diarias pre y postdestete .31 y .72 en Y y L. Correlaciones fenotípicas y genotípicas entre PD y GDD (2.91) y entre P154 con GD154 (2.99) independientemente de raza indican la misma característica; correlaciones genéticas de -.27 y -.91 entre GD con PD y de -.88 y -.48 en L y Y indican que cerdos de rápido crecimiento son más magros.

## INTRODUCCION

El entendimiento de los mecanismos de la herencia en variables cualitativas y cuantitativas, ha sido posible gracias al desarrollo de innumerables trabajos de investigación, los que han sentado las bases para su aplicación extensiva dentro de los sistemas de producción.

El apareamiento entre individuos superiores (en alguna característica productiva) es una forma de modificar la media de producción al incrementar la frecuencia de genes deseables en la población.

El mercado de cerdos actual exige canales con gran rendimiento en carne magra, motivo por el cual, el productor necesita considerar la calidad de la canal dentro de su programa de producción. Además la tasa de crecimiento es considerada de las características productivas de mayor importancia económica a incluir dentro de programas de mejoramiento genético (por su fácil medición y alta correlación genética con la eficiencia alimenticia) (13).

Al utilizar la selección como herramienta de mejoramiento deberá tomarse en cuenta el tamaño efectivo de la población, las interacciones genotipo-medio ambiente y las correlaciones genotípicas y fenotípicas entre las características, ya que las respuestas a la selección se modifican y por tanto las heredabilidades (16, 110).

La ecuación básica de la respuesta a la selección es:

$$\Delta U \cdot P_{\pi} = P_{\pi} \cdot BU \cdot P_{\pi}$$

Donde  $\Delta G_{t \cdot P_c}$  es el incremento genético teórico de la característica que nos interesa mejorar ( $\Delta G_t$ ), teniendo como criterio de selección la medición en otra característica ( $P_c$ );  $BG_{t \cdot P_c}$ , es la regresión del valor genético de la característica a mejorar ( $G_t$ ) en el fenotipo del criterio de selección ( $P_c$ ). Así entonces la ecuación general puede representarse como:

$$\Delta G_{t \cdot P_c} = P_c \rho G_t \cdot P_c \sigma G_t / \sigma P_c$$

en que  $\rho$  es la correlación entre el genotipo de la característica a mejorar ( $G_t$ ) y el fenotipo de la característica utilizada como criterio de selección ( $P_c$ ). Dado que la heredabilidad de una característica se define como la relación de la varianza genética ( $\sigma^2 G$ ) entre la varianza fenotípica ( $\sigma^2 P$ ) y que la covarianza entre el genotipo de la característica y el fenotipo del criterio  $Cov(G_t, P_c)$  es igual a la covarianza del genotipo de la característica y el genotipo del criterio  $COV(G_t \cdot G_c)$  entonces:

$$\Delta G_{t \cdot P_c} = i h_c \rho G_t \cdot G_c \sigma G_t$$

y por tanto:

$$\Delta G_{t \cdot P_c} = i \sigma P_c h_c h_t \rho U_c \cdot G_c$$

es esta ecuación la respuesta correlacionada esperada de la característica a mejorar basada en el fenotipo del criterio de selección; donde  $i$  corresponde a la intensidad de selección estandarizada,  $h_c$  y  $h_t$  son la raíz cuadrada de las heredabilidades para la característica utilizada como criterio y aquella que se quiere mejorar. Si la

característica que se quiere mejorar es la misma que la utilizada como criterio de selección (t=c) entonces:

$$\Delta G \cdot P_e / i \sigma P_e = h^2 r$$

la cual es la respuesta genética que se estandariza por el diferencial de selección o heredabilidad realizada que Falconer (1960) presenta como  $h^2 r = DS \Delta G$ , y que corresponde a las ecuaciones presentadas por Bohren (1975), por lo que el progreso genético ( $\Delta G$ ) obtenido por selección depende del diferencial de selección (DS), la heredabilidad de la característica ( $h^2$ ) y el intervalo generacional (i).

$$\Delta G = DS h^2 / i$$

Por lo que a mayor heredabilidad ( $h^2$ ) el avance genético por selección será superior. Y se pueden predecir las respuestas teóricas dependiendo de las correlaciones genéticas y fenotípicas con otras características (16, 37, 100).

## OBJETIVO

Calcular estimadores genéticos y fenotípicos (heredabilidades, correlaciones genéticas y fenotípicas) para las variables: peso al nacer (PN), peso al destete (PD), peso a 154 días de edad (P154), ganancia diaria del nacimiento al destete (GDD), ganancia diaria del destete a los 154 días de edad (GD154) y grasa dorsal (GD), evaluadas individualmente en cerdos de las razas Yorkshire, Duroc, Landrace y Hampshire de una población porcina en Lagos de Moreno, Jalisco.



#### REVISION DE LITERATURA

La estimación de parámetros genéticos para características productivas en cerdos (velocidad de crecimiento, cantidad de carne magra, prolificidad y adaptabilidad), empleando diferentes métodos estadísticos, razas y medios ambientes han probado su utilidad y aplicación en los procesos de selección, consanguinidad, heterosis o la combinación entre éstos con el propósito fundamental de obtener la máxima utilidad por unidad producida y la de ofrecer un producto que responda a las exigencias del mercado (44, 64, 77).

Dentro de las variables que mayor influencia ejercen sobre la productividad se encuentra el peso al nacimiento asociado principalmente con la probabilidad de sobrevivencia, crecimiento en etapas consecutivas y el comportamiento reproductivo. La ganancia diaria del nacimiento al destete y el peso al destete están relacionadas con peso al nacer, sin embargo existen factores que pueden modificar su desarrollo representados principalmente por los efectos maternos (asociados con el tamaño de la camada) y los ambientales temporales y permanentes, por lo que es necesario estandarizar el manejo en esta etapa y con esto cuantificar las diferencias en crecimiento debidas al potencial genético de los individuos y así seleccionar aquellos sobresalientes.

Las variables postdestete tales como: peso corporal, grasa dorsal y ganancia diaria a una edad fija (154 días de edad), representan más del 70% del capital invertido dentro de la

empresa, debido a la cantidad de animales en crecimiento y engorda en los inventarios, siendo esta etapa de crecimiento donde se generan los mayores gastos de los cuales el consumo de alimento permanece fijo y biológicamente representa una edad en la que los animales expresan linealmente su máximo potencial genético de crecimiento, por lo que se puede seleccionar individualmente empleando un mismo criterio antes de alcanzar el peso al mercado.

De los efectos ambientales estudiados al analizar el peso al nacer, la ganancia diaria del nacimiento al destete y el peso al destete se encuentran: año de parto, sexo, número de parto, tamaño de camada además de la interacción año por estación en esta última, los cuales han sido mencionados como significativos (3, 23, 75, 82, 93, 102, 109). Además sobre el peso a 154 días y grasa dorsal se cita al sexo como significativo y se sugiere ajustar a grasa dorsal al estudiar el peso final (3, 18, 82, 93).

#### PARAMETROS GENETICOS

Con los valores encontrados en la literatura fue generado un cuadro de heredabilidades ( $h^2$ ) donde se resume por característica, método estadístico, raza, número de observaciones y país (apendice I, pag 67), observando que el rango de las estimaciones a partir del componente de varianza del sesental son mas reducidas en comparación con cualquier otro método empleado. Así para peso al nacer se encontró una  $h^2$  promedio de 0.24 con rango de (.04 <  $h^2$  < .48); Para peso al destete la  $h^2$  fue de 0.31 con rango de

(.05( $h^2 < .77$ ), encontrando inclusive valores negativos (-0.02) al emplear la regresión padre-hijo; Para el peso individual a 154 días la  $h^2$  promedio fué de 0.21 con rango de (.11( $h^2 < .28$ ).

En cuanto a ganancia diaria individual del nacimiento al destete la  $h^2$  promedio fué de 0.35 y un rango de (.24( $h^2 < .42$ ); Para ganancia diaria individual del destete a los 154 días la  $h^2$  estimada fué 0.47 con rango de (.22( $h^2 < .70$ ).

Y finalmente para grasa dorsal se estimó una  $h^2$  promedio de 0.51 con rango de (.05( $h^2 < 1.31$ ).

Por lo que la  $h^2$  de peso a una edad fija (nacimiento, destete, 154 días) son similares (.24, .31, .21), siendo el rango de las estimaciones menor para el peso a 154 días. Las  $h^2$  promedio para las variables de ganancia diaria (nacimiento-destete y destete-154 días) fueron superiores (.35 y .47) a los encontrados para peso a una edad fija. Sin duda de las variables estudiadas la grasa dorsal fué la que mostró el mayor valor promedio de  $h^2$  (.51), aunque también es la que muestra el mayor rango para este estimador.

#### CORRELACIONES FENOTÍPICAS Y GENOTÍPICAS

Las correlaciones fenotípicas encontradas en la literatura señalan las tendencias existentes entre las diferentes características productivas, no encontrando para las variables del presente estudio correlación entre el peso al nacer con los pesos posteriores (pre y posdestete), en comparación con las correlaciones .61 y .48 existentes entre

el peso al destete con el peso a 56 días y a las 32 semanas de edad respectivamente (23, 93).

Las correlaciones fenotípicas entre ganancia diaria y grasa dorsal de 0.31, 0.40 y 0.36 en las razas duroc, yorkshire e híbridos de duroc-yorkshire respectivamente y de -.07 a -.09 entre edad a 90 kg con grasa dorsal (estimadas con cerdos de las razas yorkshire, landrace, duroc y hampshire) (10, 43, 46, 52, 78, 89).

Estimaciones de correlaciones genéticas obtenidas por diversos autores indican que para las variables del presente estudio los valores son altos y positivos entre el peso al nacer con peso al destete y con peso a 21 días, resultando ser un indicador muy valioso en el mejoramiento del peso individual a 21 días, pero sin efecto en el peso a los 56 días y con grasa dorsal (4, 12, 83, 91).

Y correlaciones de -0.05 a -0.17 entre edad a 90 kg con grasa dorsal en las razas Landrace, Yorkshire y Duroc y de -0.43 para Hampshire (55).

Respuestas correlacionadas (0.14 lechones por generación) significativas entre ganancia diaria con tamaño de la camada al nacimiento (51). Y lechonas seleccionadas para pubertad temprana ciclan a menor edad registrando más grasa dorsal que las lechonas seleccionadas para pubertad tardía, siendo la correlación genética de 0.11 entre grasa dorsal y edad a la pubertad (40).

Por lo que el conocimiento de estas correlaciones indica la importancia de tomar en cuenta estas variables en programas

de seleccion por su influencia directa sobre costos de produccion (edad a peso de mercado, consumo de alimento) asi como del rendimiento y calidad de la canal, ya que al reducir la edad del pego al mercado, la calidad y el rendimiento en canal será mayor (10, 43, 46, 52, 78, 89).

## MATERIAL Y METODOS

El trabajo se desarrolló con información proveniente de una granja porcina dedicada al pie de cría, localizada al noroeste de Lagos de Moreno Jal., en el km 15 de la carretera federal a San Luis Potosí, a 21° 22' latitud norte y 101° 55' longitud oeste a 1880 msnm, una temperatura media anual de 18.9°C (25.3°C como máxima y 8.4°C como mínima, con un clima semiseco con lluvias en verano con un comportamiento anual tipo Ganges y una precipitación pluvial anual de 588.2 mm (32, 66).

El estudio se basó en la información individual de 600 camadas de raza pura (130 yorkshire, 106 duroc, 97 landrace y 267 hampshire) recopilada entre 1981 y 1985, registrando: peso al nacer, peso al destete, peso a los 154 días y grasa dorsal promedio (obtenida con las mediciones in vivo empleando un aparato de ultrasonido a 5cm de la columna vertebral en ambos lados, a la altura de la escápula, lomo y jamón)(68), eliminando los registros incompletos ó dudosos, empleando en el presente análisis la información que se describe a continuación:

	YORKSHIRE	DUROC	LANDRACE	HAMPSHIRE
SEMENTALES	14	6	10	6
HEMBRAS	78	67	67	58
Ne*	47.48	22.03	34.81	21.75
CAMADAS	130	106	97	267
CRÍAS	500	418	370	370
CRÍAS POR CERDA	6.39	6.68	5.77	6.57
CERDAS POR SEMENTAL	6.89	7.91	6.26	9.55
CRÍAS POR SEMENTAL	39.72	76.48	42.05	68.57

Ne\* Tamaño efectivo de la población.

Las hembras de siete o más partos se registraron como una misma clase, se designó como época I de junio a septiembre y época II de octubre a mayo (pag 66) de acuerdo a la gráfica de precipitación y temperatura (32, 66).

Se utilizó la técnica de mínimos cuadrados (Searle, 1971) para el análisis de: peso al nacer (PN), peso al destete (PD), peso a 154 días (P154), ganancia diaria del nacimiento al destete (GDD), ganancia diaria del destete a los 154 días (GD154) y grasa dorsal (DG). Se usaron correcciones a edad constante definiéndose: peso al destete (PD) como la ganancia diaria del nacimiento al destete por 33 (que es la edad promedio al destete) más el peso al nacimiento; ganancia diaria al destete (GDD) como la diferencia entre el peso al destete y el peso al nacimiento entre edad al destete; ganancia diaria a los 154 días (GD154) como la diferencia entre el peso a 154 días y al destete entre la diferencia de las edades a la selección y al destete; peso a 154 días (P154) como el producto entre la ganancia diaria por 121 más el PD y finalmente la grasa dorsal (GD) como la razón entre la grasa dorsal (promedio de las mediciones realizadas en la escápula, lomo y jamón) y el peso a los 154 días multiplicada a un peso constante según los promedios de las razas, siendo 69.51, 69.86, 75.22 y 66.42 kg para yorkshire, duroc, landrace y hampshire respectivamente, que fueron estimados en un análisis previo y posteriormente se emplearon dos modelos estadísticos lineales.

a) Modelo I: Para corregir los efectos ambientales y generar los ajustes aditivos y multiplicativos de los efectos significativos ( $P < .05$ ), quedando al final el efecto ( $P < .01$ ) de raza, para lo cual se utilizó el procedimiento GLM del programa SAS (88).

b) Modelo II: Modelo anidado de efectos aleatorios realizado en cada raza para estimar componentes de Varianza y Covarianza, utilizando el procedimiento Varcom con la opción Mivque del Programa SAS (88).

Definición del modelo I: Para las variables PN y PD.

$$Y_{ijklm} = \mu + R_i + A_j + E_k + S_l + (R \cdot E)_{ik} + (R \cdot S)_{il} \\ + B_1 NP_m + B_{11} NP_m^2 + B_2 TC_o + B_{22} TC_o^2 + e_{ijklm}$$

Donde:

$Y_{ijklm}$  Corresponde a la m-ésima observación de PN ó PD del i-ésimo sexo, la k-ésima época de nacimiento, del j-ésimo año de parto, de la i-ésima raza,

$\mu$  Corresponde a la media general,

$R_i$  Efecto de la i-ésima raza (i = yorkshire, duroc, landrace y hampshire),

$A_j$  Efecto del j-ésimo año de parto (j = 1981 - 1985),

$E_k$  Efecto de la k-ésima época de nacimiento (k = I (junio a septiembre), II (octubre a mayo)),

$S_l$  Efecto del l-ésimo sexo (l = macho, hembra),

$(R \cdot E)_{ik}$  y  $(R \cdot S)_{il}$  = Efectos de interacción,

$B_1, B_{11}, B_2, B_{22}$  = Coeficientes de regresión,  $B_1, B_{11}$  lineal y cuadrático respectivamente,

$NP_m$  número de parto,

$TC_o$  tamaño de la camada,

$e_{ijklm}$  Error aleatorio NID (0,  $\sigma^2 e$ )



Y para las variables GDD, P154, GD154 Y GD :

$$Y_{ijklm} = \mu + R_i + A_j + E_k + S_l + (R \cdot E)_{ik} + (R \cdot S)_{il} + e_{ijklm}$$

donde:

$Y_{ijklm}$  Corresponde a la m-ésima observación de GDD ó P154 ó GD154 ó GD asociado al i-ésimo sexo, la k-ésima época de nacimiento, del j-ésimo año de parto, de la l-ésima raza.

$\mu$  Corresponde a la media general

$R_i$  Efecto de la i-ésima raza (i = yorkshire, duroc, landrace y hampshire).

$A_j$  Efecto del j-ésimo año de parto (j = 1981 - 1985).

$E_k$  Efecto de la k-ésima época de nacimiento (k = 1 (junio a septiembre), II (octubre a mayo)).

$S_l$  Efecto del l-ésimo sexo (l = macho, hembra).

$(R \cdot E)_{ik}$  y  $(R \cdot S)_{il}$  = Efectos de interacción,

$e_{ijklm}$  Error aleatorio (0,  $\sigma^2 e$ ).

Definición del modelo II:

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + D_{j(i)} + C_{k(ij)}$$

donde:

$Y_{ijk}$  Corresponde al comportamiento de la k-ésima cria hijo de la j-ésima cerda que fue servida por el i-ésimo semental.

$\mu$  Media general.

$S_i$  Efecto del i-ésimo semental.

$D_{j(i)}$  Efecto de la j-ésima cerda servida por el i-ésimo semental.

$C_{k(ij)}$  Efecto de la k-ésima cria anidada en la j-ésima cerda y el i-ésimo semental.

La estimación de heredabilidad, se realizó basados en el

conocer la variación atribuible a las diferencias entre la progenie de los diferentes sementales  $\sigma^2_{MH}$  (que expresa la covarianza entre medios hermanos), las diferencias entre la progenie de las diferentes cerdas servidas anidadas dentro del semental  $\sigma^2_{MH}$  (que es igual a la covarianza entre hermanos completos menos la covarianza entre medios hermanos) y la variación atribuible a cada cría  $\sigma^2_C$  que contiene el resto de la variación genética y ambiental (8). La interpretación genética y ambiental de los componentes de varianza para este modelo es:

---

COMPONENTE	COVARIANZA	Va	Vd	Vaa	Vad	Vdd	Vaaa	Vm	Ve
$\sigma^2_{e^*}$	$COV_{MH}$	1/4	0	1/16	0	0	1/64	0	0
$\sigma^2_{MH}$	$COV_{HC} - COV_{MH}$	1/4	1/4	3/16	1/8	1/16	7/64	1	0
$\sigma^2_C$	$\sigma^2_T - COV_{HC}$	1/2	3/4	3/4	7/8	15/16	7/8	0	1
$\sigma^2_{e^*} + \sigma^2_{MH}$	$COV_{HC}$	1/2	1/4	1/4	1/8	1/16	1/8	1	0

Donde:

Va = Varianza aditiva. Vd = Varianza dominante  
Vm = Varianza materna. Ve = Varianza de crías

$COV_{MH}$  = Covarianza entre medios hermanos.  
 $COV_{HC}$  = Covarianza entre hermanos completos.  
 $\sigma^2_T$  = Varianza total.

---

A partir de éstos componentes las heredabilidades fueron estimadas usando el componente del semental ( $h^2_{\sigma}$ ), componente de hembra ( $h^2_{\sigma_{MH}}$ ) y a través de la suma de ambos componentes ( $h^2_{\sigma_{e^*+MH}}$ ).

$$h^2_{\sigma} = \frac{4 \sigma^2_{e^*}}{\sigma^2_{e^*} + \sigma^2_{MH} + \sigma^2_C}; \quad h^2_{\sigma_{MH}} = \frac{4 \sigma^2_{MH}}{\sigma^2_{e^*} + \sigma^2_{MH} + \sigma^2_C}; \quad h^2_{\sigma_{e^*+MH}} = \frac{2(\sigma^2_{e^*} + \sigma^2_{MH})}{\sigma^2_{e^*} + \sigma^2_{MH} + \sigma^2_C}$$

Las varianzas y errores estándar de las heredabilidades fueron obtenidas por el método aproximado de Dickerson (1951) y se calcularon como :

Para el componente del semental:

$$\sigma (h^2) \approx \frac{4 \cdot A}{\sigma_F}$$

$$\text{donde } A = \frac{2}{K^2_{\sigma}} \sqrt{\frac{CM^2_{\sigma}}{gl_{\sigma}} + \frac{CM^2_{\mu}}{gl_{\mu}}}$$

Para el componente de la hembra:

$$\sigma (h^2) \approx \frac{4 \cdot B}{\sigma_F}$$

$$\text{donde } B = \frac{2}{K^2_{\sigma}} \sqrt{\frac{CM^2_{\mu}}{gl_{\mu}} + \frac{CM^2_{\sigma}}{gl_{\sigma}}}$$

Y para el componente de semental y hembra:

$$\sigma (h^2) \approx \frac{2 \sqrt{(A^2 + B^2 + C^2)}}{\sigma_F + \sigma_M + \sigma_C}$$

$$\text{donde } C = \frac{K_1}{K_2} B^2 - \sqrt{\frac{2 (CM_C)^2}{gl_C K^2_{\sigma}}}$$

Siendo  $gl_{\sigma}$ ,  $gl_{\mu}$  y  $gl_C$  los grados de libertad asociados con sementales, hembras y crías. Así  $K_{\sigma}$  y  $K_C$  son los coeficientes de los componentes de sementales y hembras. Y los  $CM_{\sigma}$  y  $CM_{\mu}$  corresponden a los cuadrados medios de sementales y hembras.

Las correlaciones genéticas y fenotípicas se obtuvieron del análisis de componentes de covarianza ( $\beta$ ) basados en el mismo modelo, cuya interpretación genética y ambiental es:

COMPONENTE DE COVARIANZA	COVARIANZAS GENÉTICAS Y AMBIENTALES						
	COV <sub>a</sub>	COV <sub>d</sub>	COV <sub>aa</sub>	COV <sub>ad</sub>	COV <sub>dd</sub>	COV <sub>aa</sub>	V <sub>m</sub> V <sub>e</sub>
Cov <sub>a</sub>	1/4	0	1/16	0	0	1/64	0 0
Cov <sub>d</sub>	1/4	1/4	3/16	1/8	1/16	7/64	1 0
Cov <sub>c</sub>	1/2	3/4	3/4	7/8	15/16	7/8	0 1
Cov <sub>e</sub> + Cov <sub>m</sub>	1/2	1/4	1/4	1/8	1/16	1/8	1 0

donde:

COV<sub>a</sub> = covarianza aditiva      COV<sub>d</sub> = covarianza dominante  
 COV<sub>c</sub> = covarianza de crías

Con los valores de las covarianzas y varianzas entre las características se realizaron los cálculos de las correlaciones, partiendo de la fórmula general para estimar correlaciones donde:

$$R = (\text{Cov } xy) / ((\text{Var } x)(\text{Var } y))^{1/2}$$

La correlación genética utilizando el componente del semental es calculado como :

$$R_g = (4 \text{ Cov}_a) / ((\text{Var}_a x)(\text{Var}_a y))^{1/2}$$

Así como la correlación fenotípica:

$$R_p = \frac{\text{Cov}_c + \text{Cov}_e + \text{Cov}_m}{\sqrt{(\text{Var}_{cx} + \text{Var}_{ex} + \text{Var}_{mx})} \sqrt{(\text{Var}_{cy} + \text{Var}_{ey} + \text{Var}_{my})}}$$

## RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de varianza del modelo I, mostró diferencias significativas ( $P < .01$ ) de raza sobre todas las variables estudiadas y los efectos ambientales año de parto, época y sexo fueron significativos ( $P < .01$ ) en todas las variables estudiadas con excepción de año sobre PD ( $P > .05$ ) y época en PD ( $P > .05$ ). Por otro lado se observó que los efectos de raza y época no se comportan independientemente para PD, GDD, P154, GD154 ( $P < .05$ ) y GD ( $P < .01$ ), siendo independientes en el PN ( $P > .05$ ). Finalmente se encontro efecto lineal y cuadrático del número de parto ( $P < .05$ ) sobre PN y PD, mientras que el efecto lineal y cuadrático del tamaño de la camada al nacimiento fué significativo ( $P < .05$ ) sobre PD no así ( $P > .05$ ) sobre PN (cuadro 1).

Las medias mínimo cuadráticas para las variables significativas ( $P < .05$ ) al año de parto (cuadro 2), muestran que existió un progreso en la productividad a partir del año de 1983, en todas las variables en este estudio, esto se pudo deber a mejores páticas de producción o a una mejor selección de animales de reemplazo. El incremento observado entre 1981 y 1985 fue de 0.140 kg, 9.0 kg, 76 g y -17 mm para PN, P154, GD154 y GD respectivamente. Sin embargo, GDD se mantuvo constante en el mismo periodo de estudio.

Estos resultados coinciden con otros en la literatura ya que han encontrado significancia del año de parto sobre éstas características productivas (23, 49, 75, 93, 109); Literatura nacional menciona rangos para PN de 0.8 a 1.8 kg siendo el

promedio de 1.600 kg (6, 21, 22, 34, 111). Al igual que los valores encontrados en otros países 1.551.06 kg v 1.221.06 kg para lechones de raza duroc y yorkshire asi como 1.45 kg respectivamente (104, 107). De tal forma que los valores resultado de este análisis (1.62±.01 a 1.80±.02), se comportan dentro del rango señalado.

Al estudiar el peso al destete se encontró efecto del año dado por el comportamiento durante 1984, asociado a problemas de manejo en maternidades y son diferentes a los señalado por otros autores (23, 75, 99, 109).

En cuanto a GDD (160 a 169 g) durante los años analizados, registrandose las menores ganancias en los años de 1984 y 1985. Ganancias diarias de .340±.210 g y .335±.190 g del nacimiento a los 21 días fueron encontrados en lechones de raza duroc y yorkshire respectivamente (104), siendo estos muy superiores a los .166 g de este estudio, asociandose grandemente a la produccion de leche por la cerda, además de las prácticas de alimentación complementaria en lactancia, al respecto se ha encontrado que gran parte de la diferencia en crecimiento al destete es debida al diferente tamaño y peso del lechón al nacimiento, asi como a la competencia entre lechones por leche materna, atribuyendo el 67% de la variación en peso al destete a la producción de leche, afectando seriamente las ganancias de peso aunque su capacidad genética de crecimiento sea alta (3, 56).

Para P154, se encuentra una diferencia de 9.0 kg a traves de los años evaluados, siendo 65.90 kg en el año de 1981 y

74.90 kg en 1985, asociándose principalmente a una homogenización en el número de cerdos por corral así como a las condiciones sanitarias dentro de la granja. Los valores obtenidos en GU154, indican mayores incrementos para los años de 1983 a 1985 (547g, 550g y 560g respectivamente). Al respecto en cerdos de raza yorkshire, se citan valores de 520g ganancias que no son diferentes al compararlas con los valores de este estudio, sin embargo las diferencias encontradas entre los pesos a 154 días (70 kg) y 170 días (90 kg) puede deberse a la edad en que se evalúa el peso y a que las ganancias diarias pueden ser superiores para el caso de los animales de 170 días (46).

Para GD, se observó una diferencia de 17 mm entre los promedios obtenidos en los años de 1981 a 1985, siendo las diferencias significativas ( $P < .05$ ) entre los valores de GD de los años 1981 y 1982 con los de 1983, 1984 y 1985, siendo en los tres últimos años cuando se obtuvieron los menores valores (1.31, 1.45 y 1.40 cm respectivamente) tendencia que está altamente asociada con la velocidad de crecimiento de los animales, ya que la correlación genética obtenida fue de  $-.88$  y  $-.48$  en yorkshire y landrace respectivamente, aunque no fue estimable en duroc y hampshire, pero estos valores indican tendencias favorables que apoyan estos resultados, valores de 2.10 se encontraron en yorkshire al ajustar la grasa dorsal a 90kg los cuales son superiores al los aquí encontrados, aunque cabe hacer la aclaración que no fueron ajustados al mismo peso (46). En otro estudio se comparó la

cantidad de grasa dorsal de lechonas criadas en camadas de seis o catorce, encontrando que la grasa dorsal fué 5 mm menor (evaluada a 72.71 kg) en lechonas criadas en a camadas pequeñas (6 lechonas), aunque ésta diferencia no fué significativa ( $P > .05$ ), lo que hace pensar que en estas cerdas el crecimiento pre y postdestete fué superior al no interferir los efectos maternos en su desarrollo (71).

Las medias mínimo cuadráticas para época de parto (cuadro 3) indican que los valores mayores en PN, P154 y G154 se registraron de junio a septiembre y las variables GDD y PD fueron superiores en octubre a mayo, lo cual pudiera estar asociado al consumo de alimento en cada época, reflejado principalmente en PN debido a que las cerdas que parieron dentro de este periodo fueron servidas con una temperatura promedio de 20.°C, siendo la humedad relativa menor (13 mm de precipitación pluvial) por lo se piensa que no existió alteración en el consumo de alimento, no así para los partos de las cerdas de la época de octubre a mayo, que aunque la temperatura fué de 19.2°C la humedad relativa era mayor (75.3 mm de precipitación pluvial), lo si pudo alterar el consumo de alimento en las cerdas durante el último tercio de gestación principalmente (34), no siendo el caso para las variables de peso a los 154 días ya que los animales se encontraban alojados dentro de casetas de crecimiento.

Las medias mínimo cuadráticas del efecto de sexo (cuadro 4) indican en las variables PN, PD, GDD, P154, GD154 y GD, que los machos fueron más pesados, registraron mayores ganancias



diarias y menor cantidad de grasa dorsal en comparación con las hembras. Efecto similar a lo encontrado en trabajos previos para el PN (82, 87, 93, 102, 109): para PD aunque se deteto a 56 días siendo las hembras más pesadas (23, 47) siendo éstos resultados diferentes a lo encontrado por Berruecos (12) quien señala que las diferencias en estas variables son debidas a los niveles hormonales los cuales no son tan diferentes al nacimiento; y para P154, GD154 además de la GD (2, 9, 12, 18, 29, 82, 93) quienes señalan que los machos resultaron ser más pesados, con mayores ganancias diarias y con menor cantidad de grasa dorsal que las hembras, similar a lo encontrado en este trabajo, resultados asociados básicamente a los niveles hormonales.

Las medias mínimo cuadráticas para la interacción raza por época de parto (cuadro 5), indican que durante octubre-mayo los cerdos yorkshire, duroc y hampshire registraron los valores más altos para PD y GDD no encontrando diferencias entre épocas en los cerdos landrace para estas variables. Y para el P154 y GD154 los valores superiores fueron en junio-septiembre independientemente de la raza, excepto para cerdos hampshire, para los que no se encontró esta interacción, siendo para GD los valores mayores en los cerdos duroc y landrace nacidos en octubre-mayo, no existiendo este efecto en cerdos yorkshire y hampshire. Se encontró un efecto lineal y cuadrático del número de parto sobre el PN ( $1.66+.03(NP) - .004(NP^2)$ ) indicando que lechones nacidos de cerdas primerizas son más ligeros

comparativamente con cerdas de dos ó más partos, lo cuál se asocia básicamente con la madurez fisiológica, y similar a lo encontrado en la literatura (82, 93, 102, 109).

Se encontró efecto lineal y cuadrático de número de parto ( $.34+.15(TC)+9.11(TC^2)$ ) sobre el peso al destete ya que al comparar la progenie de hembras de 2 ó más partos fueron más pesadas que la progenie de primerizas, efectos similares fueron encontrados en trabajos previos (23, 93). En cuanto a las variables posdestete no se encontró alguna cita donde el efecto del número de parto tuviera alguna significancia.

Se ha encontrado que el tamaño de la camada al nacimiento, influye sobre el peso individual al nacimiento, presumiblemente resultado de la competencia por nutrientes dentro del útero (48). La literatura estima una regresión del peso al nacer en el tamaño de camada de  $-.02$  a  $-.04$  kg/lechón (28, 30, 73, 103). Nelson y Robison (71), encontraron que el peso en diferentes periodos de lactancia fué significativo ( $P < .01$ ) entre lechonas criadas en camadas de seis o catorce animales siendo ésta de  $.49$  kg a los 14 días de edad a  $4.49$  kg a los 56 días manteniendose la diferencia a través de todo el periodo de crecimiento siendo finalmente de  $5.4$  kg a los 140 días de edad.

Las medias mínimo cuadráticas para el efecto de raza (cuadro 6), registraron los valores más altos en cerdos landrace para todas las variables analizadas, registrando los cerdos yorkshire el menor PN  $1.54 \pm .014$  kg, no encontrando

diferencias ( $P < .05$ ) en PN entre lechones yorkshire, hampshire y duroc y entre las dos últimas con landrace.

Se ha encontrado significancia entre razas sobre peso al nacimiento, 3 semanas y 6 semanas de edad (75), diferencias significativas ( $P < .05$ ) entre razas para pesos al nacimiento, 56 días y 252 días con valores (kg) de: 1.4, 10.1 y 62.1 para landrace; 1.1, 8.6 y 51.2 para large white y de 1.3, 9.4 y 63.1 para landrace-large white respectivamente (23) y se menciona a la raza de la abuela materna como una fuente de variación altamente significativa (94). Al comparar las razas hampshire, duroc y yorkshire se encontró que el comportamiento de cerdos hampshire es superior a los 21 días, seguido por una depresión posdestete. De la misma forma los animales de la raza hampshire tuvieron menor cantidad de grasa dorsal en comparación con duroc, york, landrace y chester white (48, 71, 94, 113, 114).

Para estimar los parámetros genéticos se ajustó a los efectos ambientales (aditivos para año y época de parto y multiplicativos para número de parto, sexo y tamaño de camada al nacer) (apéndices II y III pág. ).

## COMPONENTES DE VARIANZA

Los componentes de varianza asociados a semental, hembra y cria para las características estudiadas se muestran en el cuadro 7. Se observó en PN que el efecto de semental fué nulo, solamente en duroc fué de 1% y en yorkshire, landrace y hampshire el componente fué negativo. Siendo la variación de aproximadamente el 50% asociada al componente de la hembra en yorkshire y hampshire y cercano al 30% en duroc y landrace. Indicando de esta manera un efecto del medio uterino y de raza en el PN, resultados que concuerdan con los obtenidos por Robison (84), quién encontró que el semental no aporta más del 1% de la variación para esta característica. La contribución materna en PN es más importante que la paterna en varias especies de mamíferos y el 47% de la variación del PN en cerdos es debido al medio ambiente materno siendo solamente el 7% de esta variación atribuida al semental (18, 61).

Para PD se encontró que el semental no aporta más del 2% de la variación en cualquiera de las razas estudiadas, mientras que el componente de la hembra no es mayor al 20%, excepto en hampshire, en donde fué del 52.8% y en general el comportamiento de la variación atribuible a esta variable sigue la misma tendencia que el PN.

Para GDD, la variación atribuible al semental no fué mayor al 5%, además de existir componentes de varianza negativos en duroc y hampshire, siendo el componente de la hembra hasta el 23% exceptuando lo obtenido en hampshire, en la que

este componente fue del 55.8%. Resultados similares menciona Robison (84), quien señala que el efecto del semental en características predestete es de poca importancia ya que son influenciadas grandemente por los efectos maternos.

En las características postdestete (P154 y GD154), el componente del semental es del 14.2% en landrace, siendo el no mayor de 7% en yorkshire, duroc y hampshire, mientras que el componente de la hembra en las 4 razas no alcanza el 20%, indicando gran variación e influencia del comportamiento individual ya que de la variación total cerca del 80% corresponde a crías. Señalando la poca influencia que tiene a esta edad el efecto maternal (84). Al comparar los componentes de varianza entre animales puros y cruzados se encontró que el componente del semental fue mayor en animales puros para el peso a los 154 días (59).

Para GD se observó que el componente del semental alcanzó el 29% y 16% en yorkshire y landrace respectivamente, obteniendo componentes negativos en duroc y hampshire; el componente de la hembra alcanzó valores del 30% en hampshire, siendo menor en yorkshire, duroc y landrace. Estos valores indican que esta característica genéticamente puede ser modificada a través de la selección de sementales ya que posee una heredabilidad alta, resultados similares a lo encontrado por Berruecos (13) y Gray (33).

## ESTIMACIONES DE HEREDABILIDAD

Los resultados de  $h^2$  para cada raza y método de estimación se muestran en el cuadros 8 y 9, en donde se aprecia que las estimaciones obtenidas del componente de varianza del semental para el PN fueron de  $(-.13 < h^2 < .04)$ , siendo los valores estimados muy bajos y sesgados con errores estándar superiores al estimador puntual. Encontrando que la única estimación puntual que se encuentra dentro del rango  $(.04 < h^2 < .48)$  señalado por la literatura (35, 62, 82, 91, 109, 115) fué la obtenida en la raza Duroc (.037) .

Para PD los valores encontrados fueron menores al 1% señalándose en la literatura (62, 91, 109, 115) rangos de  $(.05 < h^2 < .77)$  por lo que las estimaciones puntuales para yorkshire y landrace se encuentran dentro del rango mencionado aunque los errores estándar fueron superiores al estimador puntual (en las cuatro razas).

Para GDD se estimó .11±.13 y .23±.17 en las razas landrace y yorkshire respectivamente, siendo negativos (-.006 y -.008) en duroc y hampshire. Los rangos para GDD van de  $.24 < h^2 < .42$  (62, 82) por lo que la estimación puntual de yorkshire es la única que se encuentran dentro de los valores citados.

Para P154 y GD154 los valores estimados fueron muy similares siendo .57±.31 y .51±.31 en landrace; .24±.16 y .24±.16 en yorkshire; .10±.13 y .12 ±.13 en hampshire y .05±.07 con .05±.07 en duroc respectivamente para éstas variables, destacando particularmente el valor del error estándar en cada estimador, que fueron equivalentes a por lo menos el

55% del valor del estimador puntual con lo que al calcular el intervalo de confianza (95%) de estos estimadores provoca rangos con valores negativos o bien superiores a la unidad. Al compararlos con la literatura ( $h^2 = .28$  para P154 y  $.22$  para GDI54), considerando únicamente dentro del rango en ambas variables los estimadores puntuales de yorkshire y los de landrace para GDI54.

Los estimadores puntuales de  $h^2$  para GU fueron los de mayor rango entre las variables estudiadas ( $1.15 \pm .47$ ,  $.62 \pm .33$ ,  $.09 \pm .02$  y  $-.14 \pm .04$  para yorkshire, landrace, duroc y hampshire respectivamente, siendo los errores estándar menores a los encontrados en cualquier otra variable 22% al 53% del estimador puntual) que al compararlos con estimaciones ( $h^2 = 1.31$ ) de la literatura (12, 46, 51, 53, 58, 62, 69, 82, 89, 89, 106, 115) se encuentra que únicamente el estimador puntual de hampshire se encuentra fuera del rango y dado que la  $h^2$  de la variable es alta, se sugiere adecuada la estimación puntual de landrace.

Las estimaciones de  $h^2$ , obtenidas del componente de varianza de la hembra, mostraron para PN rangos de  $-2.03 \pm .34$  en yorkshire a  $1.90 \pm .54$  en hampshire con errores estándar del 16% al 28%.

Para PD y GDD las  $h^2$  fueron de  $.46 \pm .14$  y  $.58 \pm .16$  a  $.78 \pm .19$  y  $.91 \pm .20$  respectivamente para duroc y yorkshire, registrandose estimadores superiores a la unidad  $2.11 \pm .30$  y  $2.23 \pm .31$  en hampshire respectivamente, siendo sus errores estándar del 14% al 30% del valor del estimador puntual.

Para P154 y GD154 las  $h^2$  fueron positivas,  $.75 \pm .19$  y  $.68 \pm .18$  en landrace,  $.77 \pm .16$  y  $.62 \pm .14$  en hampshire,  $.68 \pm .17$  y  $.68 \pm .17$  en yorkshire y  $.41 \pm .13$  con  $.43 \pm .14$  en duroc, con errores estándar similares 20% al 32% del estimador puntual. Para GD las estimaciones de  $h^2$  fueron  $1.20 \pm .20$  en hampshire,  $.90 \pm .19$  en duroc,  $.60 \pm .17$  en landrace y  $.44 \pm .12$  para la raza yorkshire con errores estándar del 16% al 27%. Las estimaciones de  $h^2_e$  basados en hermanos completos, fueron para PN de  $.56 \pm .11$  en duroc,  $.70 \pm .13$  en landrace,  $.88 \pm .25$  en hampshire y  $1.01 \pm .16$  en yorkshire, siendo del 22% al 34% sus errores estándar.

Para PD y GDD las  $h^2_e$  fueron de  $.25 \pm .07$  y  $.29 \pm .07$  en duroc,  $.39 \pm .10$  y  $.48 \pm .11$  en landrace,  $.43 \pm .09$  y  $.57 \pm .11$  en yorkshire así como  $1.06 \pm .16$  y  $1.11 \pm .16$  en hampshire, con errores estándar (10% al 36%) similares entre variables.

Para P154 y GD154 todas las estimaciones de  $h^2_e$  fueron positivas ( $.65 \pm .17$  y  $.63 \pm .17$  en landrace,  $.47 \pm .10$  y  $.47 \pm .10$  en yorkshire,  $.43 \pm .10$  y  $.37 \pm .09$  en hampshire y de  $.23 \pm .07$  y  $.24 \pm .07$  en duroc) registrando en landrace el valor mayor.

Para GD las estimaciones de  $h^2_e$  fueron altas ( $.40 \pm .09$  en Duroc,  $.52 \pm .09$  en Hampshire,  $.61 \pm .18$  en Landrace y  $.80 \pm .24$  en Yorkshire con errores estándar del 1% y 30%.

En la mayor parte de los casos, tal como se esperaba, las estimaciones de  $h^2$  fueron menores al utilizar el componente del semental, ya que el componente de la hembra incluye efectos ambientales maternos que se confunden con los estrictamente genéticos (8), motivo por el cuál éstas



tuvieron estimaciones mayores, siendo intermedias cuando se evaluó al combinar los componentes de semental y hembra, por otro lado los errores estándar para todas las variables fueron mayores a partir del componente del semental, no existiendo diferencia en variación de dichos errores entre los componentes de la hembra y cria. Además del reducido número de sementales dentro de cada raza (cuadros 7 y 8). Al respecto se menciona que los efectos genéticos directos y maternos cambian de positivos a negativos, cerca de las 3 semanas de edad. Y que el crecimiento predestete es grandemente afectado por prácticas de alimentación, que puede afectar el comportamiento reproductivo futuro de la hembra (2, 3, 80). Lo que explica de alguna manera las estimaciones de heredabilidad tan reducidas en variables predestete y el error de estimación al cual están sujetos. Para ganancia diaria postdestete, se sugieren grandes valores de  $h^2$  si las influencias predestete son removidas y que el crecimiento de 70 días a 94 kg es más heredable que el promedio de ganancia diaria durante toda la vida (13).

Al estimar la  $h^2$  para GD, hubo un estimador negativo en hampshire y mayores a la unidad en yorkshire, resultado del error de estimación; al efecto basta constatar la magnitud del errores estándar para yorkshire (cuadro 9). Estimaciones citadas por la literatura, aunque esta evaluación ha sido realizada empleando diferentes métodos (regleta o ultrasonido), siendo un factor de gran importancia el entrenamiento por del personal (12, 46, 51, 53, 58, 62, 67).

68, 69, 82, 89, 102, 115) encontraron rangos muy amplios ( $.03 < h^2 < 1.31$ ) para esta variable, lo cual hace pensar que el estimador puntual obtenido en landrace es adecuado.

Las estimaciones de heredabilidad pueden sesgarse por la presencia de efectos maternos por lo que su entendimiento y relación con los efectos genéticos directos es esencial en la planeación de programas de mejoramiento genético (86).

Al calcular estimadores de heredabilidad se asumen varias supuestos por parte del modelo empleado, tales como no selección, cruzamiento aleatorio, población en equilibrio, no relación genética entre sementales, hembras así como entre hembras y sementales, que se mencionan como básicos y el violarlas provoca complicaciones ya que la varianza genética verdadera cambia como resultado de los cambios direccionales en las frecuencias génicas, desequilibrio gamético en la generación y consanguinidad, los cuales no son independientes, además el valor de la relación genética existente entre los diferentes componentes se asume equivalente a los valores teóricos y al modificarse éstas los estimadores de parámetros genéticos serán sesgados (95).

La heredabilidad de una característica puede ser baja debido a poca varianza genética aditiva, excesiva variabilidad ambiental, correlaciones negativas entre efectos genéticos directos y efectos maternos ó a correlaciones genéticas entre los componentes de la característica, así como a la existencia de covarianza negativa entre efectos genéticos directos y efectos maternos posnatales, habiéndose

reconocido que el genotipo de la madre tiene una influencia ambiental en las crías y son en estas características donde el componente maternal ejerce una complejidad extra, además de la variabilidad genética. Resultados de investigación indican la covarianza negativa entre influencias genéticas y maternales cuando el tamaño de la camada no fué reducido. Estudios en cerdos y trabajos previos en ratones sugieren que la estandarización del tamaño de la camada es una medida práctica para remover tal covarianza. Covarianzas negativas tales como la señalada han mostrado tener efectos de acarreo para características medidas posteriormente (80). Bereskin (1971) cita efectos maternales directos en características de la canal en cerdos.

Los valores altos de  $h^2$  pueden deberse a una correlación negativa entre efectos genéticos directos y efectos maternales, provocada por el antagonismo entre la habilidad maternal y la capacidad de crecimiento de los lechones, además en cerdos por ser una especie multipara, los cálculos basados en el componente del semental pueden sobreestimarse, ya que tal componente contiene efectos del medio ambiente común que influye por igual a los hermanos de camada y lechones contemporáneos (53,84).

**CORRELACIONES FENOTÍPICAS.** En duroc, hampshire, yorkshire y landrace se encontró para PN la mayor asociación (.29) con PD y (.25) con P154. Fenotípicamente el PD y GDD son la misma característica (.95). lo mismo que P154 y GD154 (.99), no así entre las ganancias diarias (.32) de GDD con GD154. En yorkshire las correlaciones entre GD con PN, PD, P154, GDD y GD154 no fueron estimables (cuadro 10).

Correlaciones altas y positivas entre el peso al nacer, el peso a 21 días y el peso al destete se han encontrado (11), similares al .29, .30, .36 y .27 en yorkshire, duroc, landrace y hampshire respectivamente obtenidos en este estudio y diferentes al .02 entre el peso al nacer y el peso a 56 días (92, 94). Correlaciones entre el peso al nacer con el peso a 154 días de .27, .25, .18 y .17 para landrace, yorkshire, hampshire y duroc respectivamente y con grasa dorsal de .03, .02 para duroc y landrace, no siendo estimables en yorkshire y hampshire, muestran valores con tendencias similares a la literatura (71).

Independientemente de la raza las correlaciones entre el peso al destete con el peso a 154 días (.52, .49, .47, .41 para landrace, duroc, hampshire y yorkshire respectivamente) muestran la gran importancia que tiene el desarrollo al destete sobre el peso a la selección y con tendencias similares a los valores de la literatura (23, 71). Al respecto se menciona que el crecimiento predestete puede afectar la maduración fisiológica (ya que cerdas primerizas

sexualmente maduras a menor edad producen camadas más grandes) y la composición de la canal (71, 80, 81).

Correlaciones de .36 y .25 entre ganancia diaria con grasa dorsal, siendo el último recomendado por USDA (9, 10, 106), para la construcción de índices de selección en pruebas de comportamiento (estación central), fueron superiores a los valores de este estudio entre GD154 y P154 con GD (.015 y .011 en duroc y .015 y .013 en hampshire, no siendo estimables en landrace y yorkshire, pero fueron similares al .02 encontrado por Rahanefeld (78). Correlaciones en razas puras entre el número de cuerpos lúteos y el número de embriones de .25 y .22 con peso a 140 días de edad y .05 entre grasa dorsal con número de embriones (71), así como entre número de cuerpos lúteos con ganancia diaria (.15), edad a 100 kg (-.17), peso a concepción (.23) y días a 100 kg (.20) (113) y entre edad a la pubertad con peso al nacer (-.09), peso al destete (-.19), ganancia diaria posdestete (-.34) y edad a los 90.7 kg (.38) (43), hacen pensar que al mejorar la habilidad de crecimiento en cerdos eventualmente podremos estarlo haciendo sobre características reproductivas de gran importancia, dada las correlaciones que se encontraron entre GD154 y P154 con GD esperando además de menor edad a peso de mercado, mejor calidad de carne y mejor aptitud reproductiva.

CORRELACIONES GENÉTICAS. En yorkshire, landrace y hampshire las correlaciones genéticas entre PN con PD, P154, GDD, GD154 y GD no fueron estimables, ya que el componente de varianza obtenido fue negativo (cuadros 7 y 10).

Para PD se observó una asociación negativa con P154 y GD154 cercana a cero en yorkshire y duroc, siendo superior a la unidad en landrace y hampshire; con GDD y GD fue de .99 y menor de -.48 respectivamente para yorkshire y landrace (no siendo estimable en duroc y hampshire).

Para P154 la correlación con GD154 fue igual a la unidad independientemente de la raza; y de .42 y .79 con GDD así como -.88 y -.48 en yorkshire y landrace respectivamente (no siendo estimable en duroc y hampshire).

En GDD se obtuvieron correlaciones de .31 y .72 con GD154 y de -.38 con GD únicamente en yorkshire y landrace (no siendo estimable en duroc y hampshire).

La correlación entre GD154 con GD fue de -.88 y -.48 en yorkshire y landrace respectivamente (no siendo estimable en duroc y hampshire), las cuales fueron superiores a .17 y .16 evaluadas en vivo y en canal respectivamente (46, 78, 83).

Se encontró básicamente que las correlaciones entre PD con GDD; P154 con GD154 (independientemente de la raza) fueron prácticamente la misma variable, siendo en los animales (yorkshire y landrace) con mayor GDD y GD154 los que tienden a registrar menor grasa dorsal.

Se menciona que las correlaciones genéticas están sujetas a grandes errores de muestreo y también es posible, que las

relaciones verdaderas difieran entre razas de cerdos, regimenes de nutrición y manejo (112), donde las fuertes correlaciones negativas entre características de fertilidad y productivas pueden ser una razón para la carencia de respuesta en características de fertilidad. Sin embargo, se ha encontrado en varios estudios relaciones deseables entre grasa dorsal con ganancia diaria y correlaciones cercanas a cero en camadas de cerdas primerizas y valores altos para hembras de más de un parto entre grasa dorsal y ganancia diaria con el tamaño de la camada al nacer (108).

Al cuantificar la influencia de los efectos prenatal y postnatal sobre el peso al nacimiento y al destete, evaluando el peso semanal durante las primeras cinco semanas de vida de los lechones, se encontró que los efectos maternales postnatales fueron dos a cuatro veces mayores (19-28%) que los prenatales (6-13%) y casi iguales para ganancia de peso a los seis semanas, siendo los efectos prenatales mayores para ganancia de peso a las ocho semanas, encontrando que la interacción entre ciertos factores ambientales, lo que provoca que ésta correlación sea negativa después de las cuatro semanas. La posible explicación de éstos resultados, es de que a los lechones de las cerdas en lactancia que producen poca cantidad de leche se les suplementa alimentación precóz para compensar la falta de leche y tal sobrecompensación puede ser la responsable de las correlaciones genéticas negativas. Estos resultados sugieren que el comportamiento maternal deberá

evaluarse a las tres o cuatro semanas de edad. También se ha encontrado una correlación negativa alta entre efectos maternos y directos para eficiencia alimenticia, por lo que los efectos genéticos son más importantes después de las seis a ocho semanas de edad (2, 3, 7, 25, 86). Correlaciones genéticas entre ganancia diaria con largo de la canal ( $0.19 \pm 0.09$ ), ojo chuleta ( $0.03 \pm 0.15$ ) y con peso de jamón ( $0.46 \pm 0.12$ ) (78), señalan la gran influencia sobre la canal, al seleccionar sobre ésta variable.

Correlaciones entre edad a la pubertad con peso al nacer de (-.07), peso al destete (-.25), ganancia diaria posdestete (-.38) y edad a 90.7 kg (.56), indican que la selección continua en las tasas de crecimiento podrá disminuir la edad a la pubertad y las correlaciones entre características de crecimiento, sugieren que la pubertad está más relacionada con el peso que con la edad, citándose valores entre el peso a la pubertad con el peso al destete y ganancia diaria posdestete de .69 y .81 respectivamente y correlaciones entre edad a la pubertad con grasa dorsal de .11±.28 (40) y .27 (43) (40, 43, 63, 79, 115).

En un experimento de selección para aumentar o disminuir la grasa dorsal en USA (36), no encontraron cambios en tamaño de camada, aunque provocaron grandes diferencias en la grasa dorsal. En cambio se esperan cambios en tamaño de camada al seleccionar para tasa de crecimiento dada la correlación positiva entre estas (39).



Una evidencia específica para correlaciones entre efectos maternos fue encontrado en hembras asignadas a camadas de 6 lechones que tendían a dar camadas grandes, pero esta ventaja (.12) no fue significativa en comparación con las hembras asignadas a camadas grandes (14 lechones) donde parte de esta ventaja genética pudiera haberse dado por efectos deletéreos prenatales, ya que los pesos fueron similares para hembras al nacimiento pero a los 14 días hubo divergencia significativa entre las hembras asignadas a camadas de 6 y 14 lechones. Esta diferencia (.49 kg) se incrementó a 4.49 kg para el final del periodo de amamantamiento (8 semanas). Dickerson (1947) citado por Robison (86), encontró correlación negativa entre efectos maternos y directos para la grasa dorsal y positiva para carne magra.

CUADRO 1 CUADRADOS MEDIOS DE PESO AL NACER (PN kg), PESO AL DESTETE (PD kg), GANANCIA DIARIA DEL NACIMIENTO AL DESTETE (GDD kg), PESO A 154 DIAS (P154 kg), GANANCIA DIARIA DEL DESTETE A 154 DIAS (GD154 kg) Y GRASA DORSAL (GD cm)

FV	gl	PN	PD	gl	GDD	P154	GD154	GD
Raza	3	7.54**	48.83**	3	.033**	3505**	0.25**	0.97**
Año parto	4	1.35**	4.50	4	.004*	6741**	0.46**	8.82**
Epoca	1	0.77**	56.80**	1	.05b**	1652**	0.17**	0.13
Sexo	1	0.54**	11.80*	1	.011*	17807**	1.14**	4.27**
(R*E)	3	0.19	7.90*	3	.006*	601*	0.04*	0.75**
(R*S)	3	0.11	4.90	3	.003	241	0.01	0.41
NP	1	0.47*	15.30*	-				
NP <sup>2</sup>	1	0.46*	15.70*	-				
TC	1	0.05	9.20*	-				
TC <sup>2</sup>	1	0.02	9.10*	-				
error	2342	0.09	2.52	2393	.002	181	0.01	0.08

R<sup>2</sup> = 0.15      0.05      0.06      0.13      0.14      0.23

$\bar{x}$  = 1.69      7.34      0.168      70.00      0.520      1.49

NP = número de parto; TC = tamaño de camada al nacimiento.

\* (P<.05); \*\* (P<.01)

CUADRO 2 MEDIAS MINIMO CUADRATICAS DEL AÑO DE PARTO PARA PESO AL NACER (PN kg), GANANCIA DIARIA DEL NACIMIENTO AL DESTETE (GDD kg), PESO A 154 DIAS (P154 kg), GANANCIA DIARIA DEL DESTETE A 154 DIAS (GD154 kg) Y GRASA DORSAL (GD cm)

	PN	GDD	P154	GD154	GD
1981	1.66 a	.169 b	65.90 a	.484 a	1.57 b
1982	1.62 a	.168 b	67.20 a	.499 a	1.67 b
1983	1.68 ab	.168 b	73.20 b	.547 b	1.31 a
1984	1.73 b	.160 a	73.60 b	.550 b	1.45 a
1985	1.80 b	.164 ab	74.90 b	.560 b	1.40 a

CUADRO 3 MEDIAS MINIMO CUADRATICAS DE EPOCA DE AÑO PARA PESO AL NACER (PN kg), PESO AL DESTETE (PD kg), GANANCIA DIARIA NACIMIENTO A DESTETE (GDD kg), PESO A 154 DIAS (P154 kg) Y GANANCIA DIARIA DEL DESTETE A 154 DIAS (GD154 kg)

	JUNIO-SEPTIEMBRE	OCTUBRE-MAYO
PN	1.720 a	1.670 b
PD	7.090 a	7.460 b
GDD	0.160 a	0.171 b
P154	71.990 a	70.030 b
GD154	0.538 a	0.518 b

a,b diferentes literales indican que los valores son estadísticamente diferentes (P<.05).

CUADRO 4 MEDIAS MINIMO CUADRATICAS DEL SEXO PARA PESO AL NACER (PN kg), PESO AL DESTETE (PD kg), GANANCIA DIARIA NACIMIENTO A DESTETE (GDD kg), PESO 154 DIAS (P154 kg), GANANCIA DIARIA DESTETE A 154 DIAS (GD154 kg) Y GRASA (GDCM)

	HEMBRA		MACHO	
PN	1.680	a	1.710	b
PD	7.200	a	7.340	b
GDD	0.164	a	0.168	b
P154	68.300	a	73.700	b
GD154	0.506	a	0.550	b
GD	1.520	a	1.430	b

CUADRO 5 MEDIAS MINIMO CUADRATICAS DE LA INTERACCION RAZA POR EPOCA PARA PESO AL DESTETE (PD kg), GANANCIA DIARIA NACIMIENTO A DESTETE (GDD kg), PESO A 154 DIAS (P154 kg), GANANCIA DIARIA DESTETE A 154 DIAS (GD154 kg) Y GRASA(GD cm)

RAZA EPO	PD	GDD	P154	GD154	GD
YORK I	6.82 a	.154 a	72.12 a	.541 bc	1.47 a
DUROC I	6.89 a	.153 a	72.25 ab	.542 bc	1.47 a
LAND I	7.77 b	.176 b	76.60 b	.573 c	1.47 a
HAMP I	6.87 a	.155 a	67.00 a	.493 a	1.45 a
YORK II	7.26 b	.165 b	70.23 a	.521 ab	1.48 a
DUROC II	7.16 ab	.162 ab	70.51 a	.524 ab	1.52 ab
LAND II	7.84 b	.181 b	71.68 a	.528 ab	1.58 b
HAMP II	7.57 b	.177 b	67.72 a	.495 a	1.35 a

CUADRO 6 MEDIAS MINIMO CUADRATICAS POR RAZA PARA PESO AL NACER (PN), PESO AL DESTETE (PD kg), GANANCIA DIARIA NACIMIENTO A DESTETE (GDD kg), PESO A 154 DIAS (P154 kg), GANANCIA DIARIA DESTETE A 154 DIAS (GD154 kg) Y GRASA(GD cm)

	YORKSHIRE	DUROC	LANDRACE	HAMPSHIRE
PN	1.54 a	1.67 ab	1.87 b	1.72 ab
PD	7.04 a	7.02 a	7.80 b	7.22 ab
GDD	0.16 ab	0.15 a	0.18 b	0.16 ab
P154	71.20 bc	71.40 bc	74.10 c	67.30 a
GD154	0.53 bc	0.53 bc	0.55 c	0.49 a
GD	1.47 b	1.50 bc	1.53 c	1.40 a

a,b,c diferentes literales indica que los valores son estadisticamente diferentes (P<.05).

CUADRO / COMPONENTES DE VARIANZA Y PORCENTAJES PARA SEMENTAL (S), HEMBRA (H) Y CRÍA (C) POR RAZA PARA PESO AL NACER (PN), PESO AL DESTETE (PD), GANANCIA DIARIA NACIMIENTO A DESTETE (GDD), PESO A 154 DIAS (P154), GANANCIA DIARIA DESTETE A 154 DIAS (GD154) Y GRASA DORSAL (GD)

VARIABLE	YORKSHIRE		DUROC		LANDRACE		HAMPSHIRE		
	CVAR**	%	CVAR**	%	CVAR**	%	CVAR**	%	
PN	S	-0.017	0.0*	0.037	1.0	-0.025	0.0*	-0.137	0.0*
	H	2.039	51.0	1.099	27.5	1.434	36.0	1.909	47.7
	C	1.016	49.0	0.568	71.5	0.704	64.0	0.886	52.3
PD	S	0.094	2.4	0.029	1.0	0.050	1.3	0.012	0.3
	H	0.780	19.5	0.462	12.0	0.736	18.4	2.113	52.8
	C	0.430	78.1	0.246	87.0	0.393	80.3	1.063	46.9
P154	S	0.247	6.2	0.048	1.2	0.568	14.2	0.100	2.5
	H	0.687	17.2	0.412	10.3	0.750	19.0	0.778	19.5
	C	0.476	76.6	0.230	88.5	0.659	66.8	0.439	78.0
GDD	S	0.230	5.8	-0.006	0.0*	0.113	2.8	-0.008	0.0*
	H	0.919	23.0	0.584	14.6	0.852	21.3	2.231	55.8
	C	0.574	71.2	0.289	85.4	0.482	75.9	1.111	44.2
GD154	S	0.248	6.2	0.046	1.2	0.577	14.4	0.124	3.1
	H	0.681	17.0	0.438	11.0	0.689	17.2	0.622	15.6
	C	0.465	76.8	0.242	87.8	0.633	68.4	0.373	81.3
GD	S	1.157	28.9	0.095	0.0*	0.629	15.7	-0.146	0.0*
	H	0.448	11.2	0.903	23.0	0.608	15.2	1.117	30.2
	C	0.803	59.9	0.404	77.0	0.618	69.1	0.485	69.8

\* Componente de varianza negativo; \*\* Componente de varianza

CUADRO 8 COEFICIENTES PARA LA ESPERANZA DE CUADRADOS  
MEDIOS POR RAZA

FUENTE DE VARIACION	g1	
<b>YORKSHIRE</b>		
SEMENTAL	13	$\sigma_c + 6.89683 \sigma_H + 39.7205 \sigma_m$
CERDA	77	$\sigma_c + 6.39871 \sigma_H$
CRÍA	499	$\sigma_c$
<b>DUROC</b>		
SEMENTAL	5	$\sigma_c + 7.91105 \sigma_H + 76.4843 \sigma_m$
CERDA	66	$\sigma_c + 6.68190 \sigma_H$
CRÍA	417	$\sigma_c$
<b>LANDRACE</b>		
SEMENTAL	9	$\sigma_c + 6.26023 \sigma_H + 42.0509 \sigma_m$
CERDA	66	$\sigma_c + 5.77777 \sigma_H$
CRÍA	369	$\sigma_c$
<b>HAMPSHIRE</b>		
SEMENTAL	5	$\sigma_c + 9.55497 \sigma_H + 68.5704 \sigma_m$
CERDA	57	$\sigma_c + 6.57209 \sigma_H$
CRÍA	369	$\sigma_c$

CUADRO 9 ESTIMACIONES DE HEREDABILIDAD POR RAZA BASADAS EN LOS COMPONENTES DE VARIANZA DEL SEMENTAL, HEMBRA Y CRIAS DEL NACIMIENTO A LOS 154 DIAS.

RAZA	$h^2_{\sigma}$	$h^2_{\sigma}$	$h^2_{\sigma}$
		Peso al nacer	
Yorkshire	-.017 ± .15	-2.03 ± .34	1.01 ± .16
Duroc	.037 ± .10	1.09 ± .22	0.56 ± .11
Landrace	-.025 ± .11	1.43 ± .29	0.70 ± .13
Hampshire	-.130 ± .17	1.90 ± .54	0.88 ± .25
		Peso al destete	
Yorkshire	.094 ± .11	0.78 ± .19	0.43 ± .09
Duroc	.030 ± .06	0.46 ± .14	0.25 ± .07
Landrace	.050 ± .10	0.73 ± .20	0.39 ± .10
Hampshire	.010 ± .18	2.11 ± .30	1.06 ± .16
		Ganancia diaria al destete	
Yorkshire	.230 ± .17	0.91 ± .20	0.57 ± .11
Duroc	-.006 ± .05	0.58 ± .16	0.29 ± .07
Landrace	.113 ± .13	0.85 ± .21	0.48 ± .11
Hampshire	-.008 ± .18	2.23 ± .31	1.11 ± .16
		Peso a los 154 días	
Yorkshire	.247 ± .16	0.68 ± .17	0.47 ± .10
Duroc	.050 ± .07	0.41 ± .13	0.23 ± .07
Landrace	.568 ± .31	0.75 ± .19	0.65 ± .17
Hampshire	.100 ± .13	0.77 ± .15	0.43 ± .10
		Ganancia diaria a los 154 días	
Yorkshire	.248 ± .16	0.68 ± .17	0.47 ± .10
Duroc	.050 ± .07	0.43 ± .14	0.24 ± .07
Landrace	.510 ± .31	0.68 ± .18	0.63 ± .17
Hampshire	.124 ± .13	0.62 ± .14	0.37 ± .09
		Grasa dorsal	
Yorkshire	1.150 ± .47	0.44 ± .12	0.80 ± .24
Duroc	.090 ± .02	0.90 ± .19	0.40 ± .09
Landrace	.629 ± .33	0.60 ± .17	0.61 ± .18
Hampshire	-.140 ± .04	1.20 ± .20	0.52 ± .09

CUADRO 10 CORRELACIONES GENÉTICAS (ARRIBA DE LA DIAGONAL) Y FENOTÍPICAS (ABAJO DE LA DIAGONAL) OBTENIDAS POR EL COMPONENTE DEL SEMENTAL PARA LAS RAZAS

Y O R K S H I R E						
	PN	PD	P154	GDD	GD154	GD
PN		NE	NE	NE	NE	NE
PD	.292		-.057	.991	-.181	-.278
P154	.256	.411		.423	.993	-.880
GDD	.155	.957	.429		.317	-.380
GD154	.235	.314	.993	.326		-.875
GD	NE	NE	NE	NE	NE	

D U R O C						
	PN	PD	P154	GDD	GD154	GD
PN		1.904	-.745	NE	-.802	NE
PD	.303		-.095	NE	-.116	NE
P154	.172	.498		NE	1.000	NE
GDD	.147	.961	.508		NE	NE
GD154	.150	.405	.994	.415		NE
GD	.033	.008	.015	.011	.015	

NE = No estimable debido a que el componente de varianza obtenido fué negativo.

Cuadro 10 (continuación)

L A N D R A C E						
	PN	PD	P154	GDD	GD154	GD
PN		NE	NE	NE	NE	NE
PD	.364		1.412	1.09	1.438	-.913
P154	.274	.527		.791	.990	-.487
GDD	.065	.919	.507		.728	-.382
GD154	.252	.426	.991	.399		-.480
GD	.025	NE	NE	NE	NE	

H A M P S H I R E						
	PN	PD	P154	GDD	GD154	GD
PN		NE	NE	NE	NE	NE
PD	.270		-1.168	NE	-1.080	NE
P154	.183	.471		NE	1.005	NE
GDD	.080	.959	.517		NE	NE
GD154	.176	.372	.993	.416		NE
GD	NE	.013	.013	.017	.011	

NE = No estimable debido a que el componente de varianza obtenido fué negativo.



## CONCLUSIONES

Los efectos de raza, año de parto, época y sexo fueron significativos ( $P < .01$ ) sobre PN, PD, P154, GDD, GD154 y GD; exceto el año sobre PD ( $P < .05$ ) y época sobre GD ( $P < .05$ ).

La interacción raza-época fué significativa ( $P < .05$ ) sobre PD, GDD, P154, GD154 y GD ( $P < .01$ ).

El efecto lineal y cuadrático de NP y TCN fueron significativos ( $P < .05$ ) sobre PN y PD a excepción de ambos efectos en TCN sobre PN.

Las  $h^2$  obtenidas por medios hermanos paternos se consideran adecuadas solamente en PN para duroc (.03 $\pm$ .10); en PD para yorkshire y landrace (.09 $\pm$ .11 y .05 $\pm$ .10); en GDD para yorkshire (.23 $\pm$ .17); en P154 para yorkshire (.24 $\pm$ .16); en GD154 para yorkshire y landrace (.24 $\pm$ .16, .56 $\pm$ .31) y en GD para landrace (.62 $\pm$ .33). Los errores estándar de las  $h^2$  fueron superiores al 20%, siendo los estimadores de medios hermanos maternos y hermanos completos altos y sesgados en todas las variables.

La correlación fenotípica y genotípica entre PD con GDD y entre P154 con GD154 independientemente de raza indican que se trata de la misma característica. La correlación fenotípica entre PN con PD y P154 señalan al peso al nacer y las ganancias diarias como buenos criterios de selección. La correlación genética entre PD con GD y entre GD con P154 en yorkshire y landrace indican que cerdos con mayores pesos al destete y a 154 días genéticamente serán más magros.

Los supuestos en la estimación de éstos parámetros no necesariamente se cumplen ya que existe ó puede existir relación entre sementales, hembras y por tanto la relación genética es mayor a la teórica esperada en un cruzamiento aleatorio.

## LITERATURA CITADA

- 1.- Agriculture Canada, The Canadian Record of Performance Swine Improvement Program. Animal Production Division, Agriculture Canada, Ottawa, Ontario, 1983
- 2.- Ahlschwede, W. and Robison O.W.: Prenatal and postnatal influences on growth and backfat in swine. J. Anim. Sci., 32:(1) 10-17 (1971a).
- 3.- Ahlschwede, W. and Robison O.W.: Maternal effects on weight and backfat of swine. J. Anim. Sci., 33:(4):1206-1211 (1971b).
- 4.- Argarwala, D.P.: Use of body weights at early age for slaughter for the selection of pigs, An. Breed. Abstr., 31: 459-463 (1963).
- 5.- Arnould, R., Moreels, A. and Vandepitte, W. : Selection of belgian pigs. 3 Calculation of heritability coefficients and genetic correlations, Anim. Breed. Abstr., 30 : 637 (1970).
- 6.- Bachtold, S.J.: Evaluación de la productividad de una granja porcina en el Estado de Michoacán, Tesis de Licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F., 1984.
- 7.- Barber, R. S., Braude, R. and Mitchel, K. G.: Studies on milk production of Large White pigs. J. Agric. Sci. (Cambridge), 46: 97-118 (1955).
- 8.- Becker, W.A.: Manual of quantitative genetics. 3th ed. Washington State University, U.S.A., 1975.
- 9.- Bereskin, B.: Performance of selected and control lines of Duroc and Yorkshire pigs and their reciprocal crossbred progeny, J. Anim. Sci., 57: 4 : 867-878 (1983).
- 10.- Bereskin, B. and Davey, R. J.: Genetic, sex and diet effects on pig carcass traits, J. Anim. Sci., 46: 1581-1587 (1978).
- 11.- Bereskin, B., Hetzer, H. D., Peters, W. H. and Norton, H. W.: Genetic and maternal effects on preweaning traits in crosses of high and low fat lines of swine, J. Anim. Sci., 39: 1-10 (1974).
- 12.- Berruecos, J.M.: Response to selection for low backfat thickness in swine. M. S. Thesis, N. C. State University, Raleigh, N. C. U.S.A. (1969).

- 13.- Berruecos, J.M.: Evaluation of feed efficiency and genetic association with gain and carcass quality in swine, Ph.D. Thesis, N. C. State University, Raleigh, N. C. U.S.A., (1970).
- 14.- Berruecos, J.M.: Mejoramiento Genético del Cerdo. 1a ed. Arana, México, 1972.
- 15.- Blunn, C.L. and Backer, M.L.: The relationship between average daily gain and some carcass measurements, J. Anim. Sci., 6: 424-431 (1947).
- 16.- Bohren, B.: Designing artificial selection experiments for specific objectives. Genetics, 80: 205-220 (1975).
- 17.- Bruns, E. and Harvey, W.R.: Effects of varying selection intensity for two traits on estimation of realized genetic parameters, J. Anim. Sci., 42: (2) 291-298 (1976).
- 18.- Casas, C. E.: Comparación del peso final y la grasa dorsal de cuatro razas porcinas (Yorkshire, Hampshire, Landrace y Duroc Jersey) en una granja del noroeste de México, tesis de Licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F., 1985.
- 19.- Clawson, A. J.: Influences on the neonatal pig. Studies show the maternal influence and effect of nutritional regime during late pregnancy on birth weight and performance of the neonatal pig. Feedstuffs, 4: 20 (1978).
- 20.- Cox, D.F.: Heritability of backfat thickness measured on the pig at constant age, J. Anim. Sci., 23: 447-450 (1964).
- 21.- De la Vega, V.F., Doperto, D.M. y Quiroz, M.I.: Elaboración de registros porcinos. Agrosíntesis, 10: (2) 38-42 (1979a).
- 22.- De la Vega, V.F., Doperto, D.M. y Quiroz, M.I.: Registros porcinos para el área de engorda. Agrosíntesis, 10: (4) 89-94 (1979b).
- 23.- Deo, S., Bhat, P. N. and Kaina, B. L.: Effect of genetic and non-genetic factors on body weights at different ages in Landrace, Large White and their half-breds. Indian J. Anim. Sci., 51: (4) 469-478 (1981).

- 24.- Dickerson, G. E.: Composition of hog carcasses as influenced by heritable differences in rate and economy of gain, Iowa Agric. Exp. Stn. Res. Bull., 354, Ames, IA, 492-523 1947.
- 25.- Dickerson, G. E. and Grimmes, J. C.: Effectiveness of selection for efficiency of gain in Duroc swine, J. Anim. Sci., 6: 266-287 (1947).
- 26.- Edwards, R. L. and Omtvedt, I. T.: Genetic of sow productivity, growth rate and backfat thickness, Anim. Breed. Abst., 30 : 637 (1970).
- 27.- Edwards, R. L. and Omtvedt, I. T.: Genetic analysis of a swine control population. II. Estimates of population parameters, J. Anim. Sci., 32: 185-193 (1971).
- 28.- England, D. C.: Husbandry components in prenatal and perinatal development in swine, J. Anim. Sci., 38: 1045-1051 (1974).
- 29.- Essien, A. I. and Fetuga, B. L.: Effects of age and sex on some carcass traits in the indigenous Nigerian pigs. Anim. Breed. Abst., 57: (10) 861 (1989).
- 30.- Fahmy, M.H. and Bernand, C.: Genetic and phenotypic study of pre and postweaning weights and gains in swine, J. Anim. Sci., 50: 593-599 (1970).
- 31.- Falconer, D.S.: Introduction to quantitative genetics, 1a ed., The Ronald Press Co. New York, 1960.
- 32.- Garcia, E.: Modificaciones al sistema de clasificacion climática de Koppen. Instituto de Geografía UNAM, México, 1973.
- 33.- Gray, K.C., Tribble, L.F., Day, B.N. and Lasley, L.F.: Results of five generations of selection for low backfat thickness in swine, J. Anim. Sci., 27: 331-335 (1967).
- 34.- Guerra, G.M.: Parámetros de producción en el ganado porcino, revisión bibliográfica, Tesis de Licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F., 1978.
- 35.- Gupta, R. N., Palmar, S. N., Johar, K. S. and Dhingra, M.M.: Effects of sire, sex and year on birth weight of Large White Yorkshire pigs. Indian J. Anim. Sci., 59: (4) 289-291 (1982).
- 36.- Hetzer, H. O. and Miller, R.: Influence of selection for high and low fatness on reproductive performance of swine, J. Anim. Sci., 30: 481-495 (1970).

- 37.- Hill, W. G.: Desing and efficiency of selection experiments for estimating genetic parameters, biometrics, 27: 293-311 (1971).
- 38.- Hill, W. G.: Estimation of realized heritabilities from selection experiments. I. Divergent selection. biometrics, 28: 747-765 (1972).
- 39.- Hill, W. G.: Genetic improvement of reproductive performance in pigs. Pigs News and Info., 3: (2) 137-141 (1982).
- 40.- Hixon, A. L., Malbry, J. W., Benyshek, L. L., Weaver, W. M. and Marks, M. A.: Estimates of genetic parameters for sexual and compositional maturity in gilts, J. Anim. Sci., 64: 977-982 (1987).
- 41.- Hudson, G. F. and Kennedy, B. W.: Genetic evaluation of swine for growth rate and backfat thickness, J. Anim. Sci., 61: (1) 83-87 (1985b).
- 42.- Hudson, G. F. and Kennedy, B. W.: Genetic trend of growth rate and backfat thickness of swine in ontario, J. Anim. Sci., 61: (1) 92-97 (1985b).
- 43.- Hutchens, L. K., Hintz, R. L. and Johnson, R. K.: Genetic and phenotypic relationships between pubertal and growth characteristics of gilts, J. Anim. Sci., 53: (4) 946-951 (1981).
- 44.- Jackubec, V. and Fewson, D.: Economic and genetic bases for the planing of comercial crossing pigs. 1. Construction of profit funtions, Anim. Breed. Abstr., 39: 3624 (1970).
- 45.- Jackubec, V. and Fewson, D.: Economic and genetic bases for the planing of comercial crossing pigs. 2. Model calculations on the efficiency of different types of commercial crossing in the pig, Anim. Breed. Abstr., 39: 2144 (1970).
- 46.- Jeffries, D.C. and Peterson, R.G.: Heritabilities and genetic correlation for ultrasonic backfat measurements, growth and carcass traits in swine, Can. J. Anim. Sci., 62: 665-670 (1982).
- 47.- Johar, K. S., Saibaba, P. and Gupta, R. N.: Heritability and variability of weaning weight of middle white yorkshire pigs, Indian Vet. J., 51: 591-593 (1974).

- 48.- Johnson, R. K., Omtvedt, I. T. and Walters, L. F.: Evaluation of purebreds and two-breed crosses in swine: Feedlot performance and carcass merit, *J. Anim. Sci.*, 37: 18-25 (1975).
- 49.- Johnson, R.K. and Omtvedt, I.T.: Maternal heterosis in swine: Reproductive Performance and Dam Productivity, *J. Anim. Sci.*, 40: (1) 29-37 (1975).
- 50.- Johnson, R.K., Omtvedt, I.T. and Walters, L.E.: Comparison of productivity and performance for two-breed and tree-breed crosses in swine, *J. Anim. Sci.*, 46: 69-72 (1978).
- 51.- Kabanov, V. D.: Selection of pigs for growth rate and backfat thickness, *Anim. Breed. Abst.*, 40 : 329 (1972).
- 52.- Kennedy, B. M. : Between and within litter variation, sex effects and trends in sire and dam transmission abilities of performance tested pigs in Ontario, *J. Anim. Sci.*, 59: (1) 83-87 (1985).
- 53.- Kennedy, B.W., Johansson, K. and Hudson, G.F.: Heritabilities and genetic correlations for backfat and age at 90 kg in performance-tested pigs, *J. Anim. Sci.*, 61: (1) 78-82 (1985).
- 54.- Krippel, J., Patz, H. and Simon, D.: Investigation of the inheritance of important production characters in german improved landrace pigs, *Anim. Breed. Abst.*, 34: 2261-2264 (1966).
- 55.- Kuhlert, D.L. and Jungst, S.B.: Estimates of genetic parameters for growth rate and backfat thickness of swine tested to 105 and 135 kg, *J. Anim. Sci.*, 57: (4): 879-884 (1983).
- 56.- Lecce, J.G.: Disadvantaged piglets reared artificially, *J. Anim. Sci.*, 26: 267-273 (1971).
- 57.- Leigh, A. O.: Litter performance characteristics of pigs in tropical south-western Nigeria, *Anim. Prod.*, 24: 323-331 (1977).
- 58.- Leshchenya, V. A.: Variation of selection characters over successive generations of pigs, *Pigs News and Info.*, 2: (4) 421 (1981).
- 59.- Louca, A. and Robison, O. W.: Components of variance and covariance in purebred and crossbred swine, *J. Anim. Sci.*, 26: 267-271 (1967).

- 60.- Lush, J. L.: Bases para la seleccion animal. 1 ed.  
 σ= pecuarias Per., Paraguay, 1969.
- 61.- Lush, J. L., Hetzer, H. O. and Culbertson, C. C.:  
 Factors affecting birth weight on swine, Genetics, 19:  
 329-333 (1934).
- 62.- McLaren, D. G., Buchanan, D. S. and Hintz, R. L.:  
 Progeny performance in swine, J. Anim. Sci., 60: (4)  
 902-912 (1985).
- 63.- Malbry, J. W., Weaver, L. L., Benyshek, L. L., Weaver,  
 W. M. and Marks, M. A.: Estimates of genetic parameters  
 for sexual and compositional maturity in gilts. J.  
 Anim. Sci., 49: 282-287 (1965).
- 64.- Moav, R.: Specialised sire and dam lines. I. Economic  
 evaluation of crossreds, Anim. Breed. Abstr., 47: 1347  
 (1966).
- 65.- Moav, R.: Specialised sire and dam lines. II. Choise of  
 the most profitable parental combination when component  
 traits are non-additive, Anim. Prod. 8: 365 (1966).
- 66.- Montes, C. O.: Estudio comparativo entre dos diferentes  
 sistemas de maternidad dentro de la misma granja  
 durante la etapa de lactancia en cerdos, Tesis de  
 Licenciatura, Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad  
 Nacional Autónoma de México, D. F., 1982.
- 67.- Navarro F. R., Becerril, A. J. y Miranda, G.:  
 Comparacion del ultrasonido y regla como métodos para  
 medir la grasa dorsal, Mem. 11 Congreso ALVEC, XXII  
 Convencion AMVEC y III Encuentro UNMC, Acapulco, Gro.  
 México 124 (1987a).
- 68.- Navarro, F. R., Castro, G. E. y Vasquez, P. C.:  
 Precision de las medidas de grasa dorsal en cerdo,  
Santesis Porcina, 6: (1) 16-24 (1987b).
- 69.- Naveau, J. and Bony, D.: Heritability of individual  
 performance tested on the farm. Genetic significance of  
 deviation from the batch average. Pigs News and Info.,  
 2: (4) 421 (1981).
- 70.- Naveau, J. and Fleho, J.Y.: Heritability of performance  
 in recorded pig herd. Choise of criterion for growth.  
Pigs News and Info., 2: (3) 295 (1981).
- 71.- Nelson, R. E. and Robison, O.W.: Effects of postnatal  
 maternal environment on reproduction of gilts, J. Anim.  
 Sci., 43: (1) 71-77 (1976a).



- 72.- Nelson, R. E. and Robison, O.W.: Comparisons of 13 specific two and three-way crosses of swine, J. Anim. Sci., 42: 1150-1157 (1976b).
- 73.- Omtvedt, I. T., Stanislaw, C. M. and Whatley, J. A.: Relationship of gestation length, age and weight at breeding, and gestation gain to sow productivity at farrowing. J. Anim. Sci., 44: 531-537 (1965).
- 74.- Pirchner, F.: Populations genetics in animal breeding. 2nd ed. Pleumun Press, Ny y London, 1983.
- 75.- Quijandria, B. y Montalván, E.: Influencias genéticas y ambientales en el número y peso de lechones, Memoria Asoc. Latinoamer. Prod. Anim., 6: 186 (1971).
- 76.- Quijandria, B. and Robison, O. W.: Body weight and backfat deposition in swine: Curves and correction factors, J. Anim. Sci., 33 : 911-916 (1971).
- 77.- Quintana, F.G.: Crossbreeding in swine. An evaluation systems. Ph. D. Thesis, Dept. of Animal Science, N. C. State Univ. Raleigh, 1975.
- 78.- Rahanefeld, G.W., Cliplef, R.L., Garnett, I. and McKay, R.M.: Mass selection for postweaning growth in swine VI. Means, heritabilities, genetic and phenotypic correlations, and correlated response of carcass traits, Can. J. Anim. Sci., 63: 49-58 (1983).
- 79.- Reutzel, L. F. and Sumption, L. J.: Genetic and phenotypic relationship involving age at puberty and growth rate of gilts, J. Anim. Sci., 27 : 27-33 (1968).
- 80.- Revelle, T. J. and Robison, O. W.: An explanation for the low heritability of litter size in swine, J. Anim. Sci., 37 : 668-675 (1973).
- 81.- Richter, L., Claus, H and Flock, D.: Fertility of performance-tested gilts. Proceedings 10th Congress International Pig Veterinary Society, Brazil, 389 (1988).
- 82.- Rivera, M.A. y Berruecos, J.M.: Analisis de la variación genética y ambiental en una población de cerdos cruzados: 11 Indices de herencia, rec. Pec. Mex., 25: 15-22 (1973).
- 83.- Roy, G. L., Hoylan, W. J. and Searle, M. E.: Estimates of correlations among certain carcass and performance traits in swine., Can. J. Anim. Sci., 48: 1-6 (1968).

- 84.- Robison, O. W.: The role of maternal effects in animal breeding: V. Maternal Effects in Swine, J. Anim. Sci., 54 (6) : 1303-1315 (1972).
- 85.- Robison, O. W.: Growth Patterns in swine, J. Anim. Sci., 42: (4) : 1024-1035 (1976).
- 86.- Robison, O. W.: The influence of maternal effects on the efficiency of selection; A review, Livest. Prod. Sci., 8: 121-137 (1981).
- 87.- Roychoudhury, R. and Bhatia, S. S.: Studies on preweaning growth in Landrace pigs, Pigs News and Info., 1: (5) 47 (1984).
- 88.- Statistical Analysis System : SAS user's guide, SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, USA 1982.
- 89.- Savoie, Y. and Minvielle, F.: Performance of Quebec farm-tested purebred pigs. 2. Estimation of genetic and phenotypic parameters, Can. J. Anim. Sci., 68: (4) 1063-1068 (1988).
- 90.- Searle, S. R.: Lineal Models, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1971.
- 91.- Schlindwein, A. P. and Duarte, F. A.: Genetic study of preweaning performance in Duroc swine, Pigs News and Info., 2: (3) : 295 (1981).
- 92.- Schlindwein, A. P., Duarte, F. A., Speers, A. and Bezerra, L. A.: Correlations between preweaning traits in Duroc swine, Pigs News and Info., 4: (1) 51 (1983).
- 93.- Schneider, J. F., Chistian, L. L. and Kuhlers, D. L.: Effects of season, parity and sex on performance of purebred and crossbred swine. J. Anim. Sci., 54: (4) 728-738 (1982a).
- 94.- Schneider, J. F., Chistian, L. L. and Kuhlers, D. L.: Crossbreeding in Swine: Genetic effects on pig growth and carcass merit. J. Anim. Sci., 54: (4) 747-756 (1982b).
- 95.- Sorensen, D. A. and Kennedy, B. W.: Estimation of genetic variances from selected populations. J. Anim. Sci., 59: (5) 213-223 (1984).
- 96.- Spide, L. P., Rothschild, M. F. y Wundor, W. W.: Genética aplicada, Programa del Texto Universitario, Fac. de Med. Vet. y Zoot. Univ. Nac. Aut. de Mex. México 1984.

- 97.- Stanislaw, C. M., Omtvedt, I. T., Willham, R. L. and O'Whatley, J. A.: A study of some genetic parameters in purebred and crossbred populations in swine. J. Anim. Sci., 26: 16-20 (1967).
- 98.- Strang, G. S. and Smith, C.: A note on the heritability of litter traits in pigs, Anim. Prod., 28 : 403-407 (1979).
- 99.- Strang, G. S.: Litter productivity in Large White pigs. Anim. Prod., 12 : 225-233 (1970).
- 100.-Suarez, P.A., Salmeron, S.F., Soto, R.L. y Vásquez, P.C.: Estimación de la heredabilidad realizada para peso corporal a la 13a semana de edad y respuesta correlacionada a la selección en características productivas en dos estirpes de pollo de engorda comercial, Tec. Pec. en Mex., 25: (2) 220-230 (1987).
- 101.-Tarasevich, I. I.: Using parameters of population genetics for increasing the effectiveness of selection in pigs. Pigs. News and Info., 3: (2) 172 (1982).
- 102.-Tena, A., Porrás, C. y Lancho de León, G.: Sexo y estación de parto en porcinos. Arch. de Zoot., 25 : (97) 87-95 (1976).
- 103.-Tess M. W., Bennett, G. L. and Dickerson, G. E.: Bioeconomic simulation of genetic changes in cycle efficiency of pork production, J. Anim. Sci., 56: (2) 336-253 (1983).
- 104.-Yoelle, V. and Robison, O. W.: Breed prenatal, breed postnatal and heterosis effects for preweaning traits in swine. J. Anim. Sci., 55: (2) 263-273 (1982).
- 105.-Turner, H. and Young, S.: Quantitative Genetics in Sheep Breeding, Cornell University Press, Ithaca, New York, 1969.
- 106.-USDA: Guidelines for Uniform Swine Improvement Programs. Extension Service Program Aid 115/, Washington, DC, 1981.
- 107.-Vangen, O.: Preweaning weights in lines of pigs selected for rate gain and tickness of backfat. Acta Agr. Scand., 24: 195-198 (1974).
- 108.-Vangen, O.: Studies on a two trait selection experiment in pigs. V. Correlated responses in reproductive performance. Acta Agr. Scand., 30: 309-319 (1980).

- 109.-Valarezo, L. R. y Quijandria, B.: Parametros genéticos P154 para características productivas en lechones Duroc, Memoria Asoc. Latinoamer. Prod. Anim., 13: 186 (1978).
- 110.-Vasquez, C. G. and Bohren, B. B.: Population size as a factor in response to selection for eight-week body weight in white leghorns, Poultry Sci., 61: 1273-1278 (1982).
- 111.-Vasquez, C. G., Robles, C. A. y Berroecos, J. M.: Analisis de la relacion entre el numero de lechones nacidos y destetados en cuatro diferentes razas, en clima tropical, Tec. Pec. Méx., 23: 12-18 (1976).
- 112.-Warwick, E. J. y Legates, J. E.: Cria y mejora del ganado, 3a. ed. Mc. Graw Hill, México, 1979.
- 113.-Young, L. D., Johnson, R. K. and Omtvedt, I. T.: Reproductive performance of swine bred to produce purebred and two-breed cross litters, J. Anim. Sci., 42: 1133-1140 (1976a).
- 114.-Young, L. D., Johnson, R. K., Omtvedt, I. T. and Walters, L. E.: Postweaning performance and carcass merit of purebred and two-breed cross pigs, J. Anim. Sci., 42: 1124-1127 (1976b).
- 115.-Young, L. D., Pumfrey, R. A., Cunningham, P. J. and Zimmerman, D. R.: Heritabilities and genetic traits, reproductive traits and principal components, J. Anim. Sci., 46: (4) 937-949 (1978).

## FIGURAS

	Página
GRAFICA 1 .- Características de precipitación pluvial y temperatura en la región de Lagos de Moreno Jal.....	60

## CUADROS

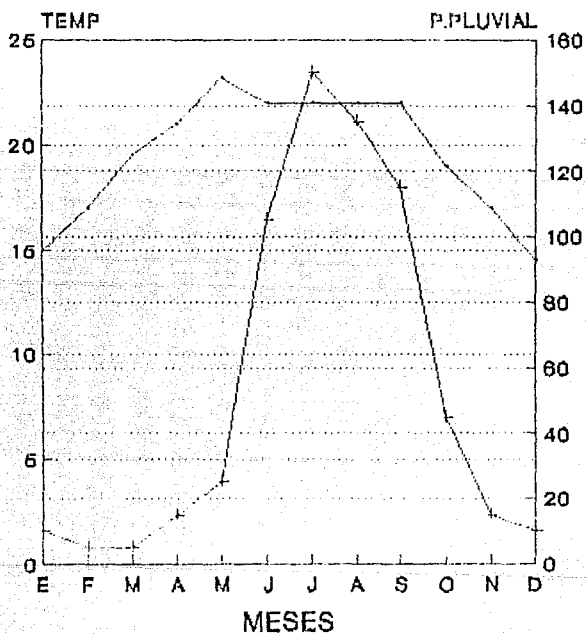
Cuadro	Página
1 Cuadrados medios de peso al nacer, peso al destete, ganancia diaria del nacimiento al destete, peso a 154 días, ganancia diaria del destete a 154 días y grasa dorsal.....	39
2 Medias mínimo cuadráticas de año de parto para peso al nacer, ganancia diaria del nacimiento al destete, peso a 154 días, ganancia diaria del destete a 154 días y grasa dorsal.....	39
3 Medias mínimo cuadráticas de época del año para peso al nacer, ganancia diaria del nacimiento al destete, peso a 154 días, ganancia diaria del destete a 154 días y grasa dorsal.....	39
4 Medias mínimo cuadráticas del sexo para peso al nacer, ganancia diaria del nacimiento al destete, peso a 154 días, ganancia diaria del destete a 154 días y grasa dorsal.....	40
5 Medias mínimo cuadráticas de la interacción raza por época para peso al nacer, ganancia diaria del nacimiento al destete, peso a 154 días, ganancia diaria del destete a 154 días y grasa dorsal.....	40
6 Medias mínimo cuadráticas por raza para peso al nacer, ganancia diaria del nacimiento al destete, peso a 154 días, ganancia diaria del destete a 154 días y grasa dorsal.....	40
7 Componentes de varianza y porcentajes para semental, hembra y cria por raza para peso al nacer, peso al destete, peso a 154 días, ganancia diaria del nacimiento al destete, peso a 154 días y grasa dorsal.....	41
8 Coeficientes de esperanza de cuadrados medios por raza (yorkshire, duroc, landrace y hampshire).....	42
9 Heredabilidades por raza a partir de los componentes de semental, hembra y cria del nacimiento a 154 días.....	43
10 Correlaciones genéticas y fenotípicas obtenidas del el componente de semental por raza (yorkshire, duroc, landrace y hampshire).....	44

APENDICES

Apndice	Pagina
I Estimaciones de heredabilidad para peso al nacer, peso al destete, ganancia diaria del nacimiento al destete, peso a 154 dias, ganancia diaria del destete a 154 dias y grasa dorsal.....	61
II Cuadrados medios al ajustar a efectos ambientales las variables: peso al nacer, ganancia diaria del nacimiento al destete, peso al destete, ganancia diaria del destete a los 154 dias, peso a 154 dias y grasa dorsal.....	64
III Factores de ajuste para peso al nacer, peso al destete, ganancia diaria del nacimiento al destete, peso a 154 dias, ganancia diaria del destete al 154 dias y grasa dorsal.....	66
IV Varianzas y Covarianzas fenotipicas y genotipicas en peso al nacimiento, peso al destete, peso a 154 dias, ganancia diaria del nacimiento al destete, ganancia diaria del destete a 154 dias y grasa dorsal en las razas yorkshire, duroc, landrace y hampshire.....	67

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

### CARACTERISTICAS DE P.PLUVIAL Y TEMP EN LA REGION DE LAGOS DE MORENO JAL



— TEMPERATURA C    - - - P.PLUVIAL mm

APENDICE I ESTIMACIONES DE HEREDABILIDAD PARA PESO AL NACER (PN), PESO AL DESTETE (PD), GANANCIA DIARIA DEL NACIMIENTO AL DESTETE (GDD), PESO A 154 DIAS (P154), GANANCIA DIARIA DEL DESTETE A 154 DIAS (GD154) Y GRASA DORSAL PROMEDIO (GD)

PESO INDIVIDUAL AL NACER:

AUTOR AÑO	M E T O D O						RAZA	LUGAR	ANIMALES
	a	b	c	d	e	f			
12 1969	-	-	.02	-	-	-	Duroc*	EUA	274
14 1972	-	-	-	-	-	.14	n.e.	n.e.	n.e.
27 1970	-	-	-	.04	.01	-	York	EUA	n.e.
35 1982	.16	-	-	-	-	-	Large W.	India	913
43 1981	-	-	-	-	-	.19	York	EUA	n.e.
62 1985	.46	-	-	-	-	-	R. Puras	EUA	2258
62 1985	.35	-	-	-	-	-	Cruzados	EUA	4815
82 1973	.48	-	-	-	-	-	Duroc	México	1340
91 1981	.15	-	-	-	-	-	Duroc	Brasil	3769 <sup>o</sup>
91 1981	.17	-	-	-	-	-	Duroc	Brasil	3769 <sup>m</sup>
109 1978	.04	-	-	-	-	-	Duroc	Ecuador	2786
115 1978	.15	-	-	-	-	-	n.e.	EUA	2095
Prom	.24	-	.02	.04	.01	.16			

\* Duroc, Minnesota 1 y Tamworth; n.e.= no especificado

PESO INDIVIDUAL AL DESTETE:

AUTOR AÑO	M E T O D O						RAZA	LUGAR	ANIMALES
	a	b	c	d	e	f			
12 1969	-	-	-	.13	-	-	Duroc*	EUA	274
14 1972	-	-	-	-	-	.17	n.e.	n.e.	n.e.
27 1970	-	-	-	.08	.24	-	York	EUA	n.e.
28 1971	-	-	-	-	-	.16	York	EUA	n.e.
43 1981	-	-	-	-	-	.15	York	EUA	n.e.
47 1974	-	.22	-	-	-	-	York	India	1452
62 1985	.77	-	-	-	-	-	R. Puras	EUA	2258
62 1985	.60	-	-	-	-	-	Cruzados	EUA	4815
70 1981	-	-	-	-	-	.02	L,LW,P,PA**	Francia	5396
91 1981	.21	-	-	-	-	-	Duroc	Brasil	3769 <sup>o</sup>
91 1981	.12	-	-	-	-	-	Duroc	Brasil	3769 <sup>m</sup>
98 1979	-	-	-	-	-	.16	L.White	Inglá	n.e.
109 1978	.05	-	-	-	-	-	Duroc	Ecuador	2786
115 1978	.13	-	-	-	-	-	n.e.	EUA	2095
Prom	.31	.22	.02	.02	.24	.13			

\* Duroc, Minnesota 1 y Tamworth.  
L.LW,P,PA\*\* (Landrace, Large White, Panshire, Pen Ar Lan)



## Apéndice I (continuación)

## PESO INDIVIDUAL A LOS 154 DIAS:

AUTOR AÑO	a	b	c	d	e	f	RAZA	LUGAR	ANIMALES
12 1969	-	-	-	.27	-	-	Duroc*	EUA	274
14 1972	-	-	-	-	-	.27	n.e.	n.e.	n.e.
46 1982	.24	-	.56	-	-	-	York	Canada	2403
51 1972	.28	.20	-	-	-	-	L.White	Rusia	1580
69 1981	.21	-	-	-	-	-	L. White	Francia	50873
70 1981	-	-	-	-	-	.37	L,LW,P,PA**	Francia	5396
82 1973	.11	-	-	-	-	-	Duroc	México	1340
Prom	.21	.20	.56	.27	-	-			

## GANANCIA DIARIA INDIVIDUAL DEL NACIMIENTO AL DESTETE:

AUTOR AÑO	a	b	c	d	e	f	RAZA	LUGAR	ANIMALES
14 1972	-	-	-	-	-	.07	n.e.	n.e.	n.e.
14 1972	-	-	-	-	-	.14	n.e.	n.e.	n.e.
15 1947	-	-	-	-	-	.18	n.e.	EUA	n.e.
30 1970	-	-	-	-	-	.16	n.e.	EUA	n.e.
62 1985	.39	-	-	-	-	-	Puros	EUA	2258
62 1985	.42	-	-	-	-	-	Cruzados	EUA	4875
82 1973	.24	-	-	-	-	-	Duroc	México	1340
112 1979	-	-	-	-	-	.10	n.e.	n.e.	n.e.
Prom	.35	-	-	-	-	.13			

## GANANCIA DIARIA INDIVIDUAL DEL DESTETE A LOS 154 DIAS:

AUTOR AÑO	a	b	c	d	e	f	RAZA	LUGAR	ANIMALES
5 1970	-	-	-	-	-	.53	n.e.	Canada	n.e.
13 1971	.70	-	-	-	-	-	Duroc, York	EUA	321
13 1971	.65	-	-	-	-	-	Duroc, York	EUA	321
14 1972	-	-	-	-	-	.44	n.e.	n.e.	n.e.
14 1972	-	-	-	-	-	.21	n.e.	n.e.	n.e.
26 1970	-	-	-	.34	.27	-	York	EUA	321
46 1982	.22	-	-	-	.52	-	York	Canada	2403
58 1981	-	-	-	-	-	.40	L.White*	Rusia	259
70 1981	-	-	-	-	-	.41	L,LW,P,PA**	Francia	5396
112 1979	-	-	-	-	-	.40	n.e.	n.e.	n.e.
115 1978	.31	-	-	-	-	-	n.e.	EUA	2095
Prom	.47	-	-	.34	.39	.37			

\* Duroc, Minnesota 1 y Tamworth.; † nac. a 21 días; †† nac. a 56 días; De 42 a 154 días; De 56 a 154 días; † De 80 a 130 días; † De 76 días a 200 lbs.; \* Large White Ruso; L,LW,P,PA\*\* (Landrace, Large White, Panshire, Pen Ar Lan).

## Apéndice I (continuación) GRASA DORSAL:

AUTOR	AÑO	a	b	c	d	e	f	RAZA	LUGAR	ANIMALES
12	1969*	-	.03	.38	-	-	-	Duroc*	EUA	274
12	1969†	1.31	-	.86	-	-	-	Duroc*	EUA	274
14	1972	-	-	-	-	-	.41+	n.e.	n.e.	n.e.
14	1972	-	-	-	-	-	.55††	n.e.	n.e.	n.e.
15	1947	-	-	-	-	-	.12	n.e.	EUA	n.e.
20	1964	-	-	-	-	-	.25	Duroc	EUA	1320
26	1970	-	-	-	.30	.29	-	York	EUA	321
33	1967	-	-	-	-	-	.38	Duroc	EUA	1640
39	1987	-	-	-	-	.56	-	Duroc, Land	EUA	210
46	1982	.26	-	.41	-	-	-	York	Canada	2403
51	1972	.24	.28	-	-	-	-	L. White	Rusia	1534
53	1985	.44	-	-	-	-	-	Duroc, Yor	Canada	91321
53	1985	.60	-	-	-	-	-	Landrace	Canada	46347
53	1985	.40	-	-	-	-	-	Hampshire	Canada	13697
54	1966	-	-	-	-	-	.28	Landrace	Alemania	n.e.
55	1983	-	-	-	-	-	.79	Duroc, Landr	EUA	522
58	1981	.35	-	-	-	-	-	L. White Ruso	Rusia	82
62	1985	.49	-	-	-	-	-	Puros	EUA	2258
62	1985	.57	-	-	-	-	-	Cruzados	EUA	4875
69	1981	.41	-	-	-	-	-	L. White	Francia	50873
78	1983	-	-	-	-	-	.63	Lacombe, Yor	Canada	6779
82	1973	.05	-	-	-	-	-	Duroc	México	1340
89	1988	.66	-	-	-	-	-	R. Puras**	Canada	94161
97	1967	-	-	-	-	.47	-	n.e.	Rusia	n.e.
106	1981	.50	-	-	-	-	-	n.e.	EUA	n.e.
112	1979	-	-	-	-	.50	-	n.e.	n.e.	n.e.
115	1978	.89	-	-	-	-	-	n.e.	EUA	2095
Prom		.51	.28	.55	.30	.42	.43			

\* a los 130 días de edad; \* Duroc, Minnesota 1 y Tamworth; \*\* York, Landrace, Hampshire, Duroc; † en vivo; †† en canal; n.e. no especificada.

## METODOS EMPLEADOS:

a = medios hermanos paternos. d = regresión padre-hijo.  
 b = medios hermanos maternos. e = regresión madre-hija.  
 c = hermanos completos. f = no descrito

APENDICE 11 CUADRADOS MEDIOS AL AJUSTAR A EFECTOS  
AMBIENTALES LAS VARIABLES

PESO AL NACER (PN KG)

F. V.	gl	M O D E L O S				
		I	II	III	IV	V
Raza (R)	3	7.54**	7.67**	7.67**	7.67**	7.82**
Año parto (A)	4	1.35**	1.39**	0.00	0.00	0.00
Epoca (E)	1	0.77**	0.78*	0.78*	0.00	0.00
Sexo (S)	1	0.54**	0.53*	0.53*	0.53*	0.00
(R*E)	3	0.19	0.17	0.19	0.19	0.19
(R*S)	3	0.11	0.12	0.12	0.12	0.12
NP	1	0.47*	0.00	0.00	0.00	0.00
NP <sup>2</sup>	1	0.46*	0.00	0.00	0.00	0.00
TCN	1	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
TCN <sup>2</sup>	1	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
error	2342	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
R <sup>2</sup>		.15	.15	.12	.12	.12

GANANCIA DIARIA DEL NACIMIENTO AL DESTETE (GDD KG)

F. V.	gl	M O D E L O S			
		I	II	III	IV
Raza (R)	3	0.033**	0.031**	0.031**	0.031**
Año parto (A)	4	0.004*	0.007**	0.008**	0.000
Epoca (E)	1	0.056**	0.000	0.000	0.000
Sexo (S)	1	0.011*	0.017**	0.000	0.000
(R*E)	3	0.006*	0.006*	0.006*	0.006*
(R*S)	3	0.003	0.003	0.003	0.003
error	2393	0.002	0.002	0.002	0.002
R <sup>2</sup>		.06	.05	.04	.03

PESO INDIVIDUAL AL DESTETE (PD KG)

F. V.	gl	M O D E L O S			
		I	II	III	IV
Raza (R)	3	48.83**	49.16**	49.20**	50.20**
Año parto (A)	4	4.50	4.67	4.70	4.70
Epoca (E)	1	56.80**	55.20**	0.00	0.00
Sexo (S)	1	11.80*	11.80*	11.80*	0.00
(R*E)	3	7.90*	7.90*	7.90*	8.10*
(R*S)	3	4.90	4.90	4.90	5.10
NP	1	15.30*	0.20	0.20	0.20
NP <sup>2</sup>	1	15.70*	0.20	0.20	0.20
TCN	1	9.20*	0.20	0.20	0.20
TCN <sup>2</sup>	1	9.10*	0.20	0.20	0.20
error	2342	2.52	2.55	2.55	2.55
R <sup>2</sup>		.05	.05	.04	.03

## Apendice II (continuación)

## GANANCIA DIARIA DEL DESTETE A 154 DIAS (GD154 KG)

F. V.	gl	M O D E L O S			
		I	II	III	IV
Raza (R)	3	0.25**	0.25**	0.25**	0.25**
Año parto (A)	4	0.46**	0.24**	0.00	0.00
Epoca (E)	1	0.17**	0.16**	0.16**	0.00
Sexo (S)	1	1.14**	0.00	0.00	0.00
(R*E)	3	0.04*	0.04*	0.04*	0.02
(R*S)	3	0.01	0.02	0.02	0.02
error	2396	0.01	0.01	0.01	0.01
R <sup>2</sup>		.14	.11	.04	.03

## PESO A 154 DIAS DE EDAD (P154 KG)

F. V.	gl	M O D E L O S			
		I	II	III	IV
Raza (R)	3	3505.8**	3837.2**	3837.2**	3837.2**
Año parto (A)	4	6741.6**	7273.5**	0.0	0.0
Epoca (E)	1	1655.9**	1740.9**	1740.9**	0.0
Sexo (S)	1	17807.1**	3.3	3.3	3.5
(R*E)	3	601.9*	669.8*	669.8*	669.8*
(R*S)	3	241.6	356.9	356.9	356.9
error	2430	181.8	183.8	185.9	191.7
R <sup>2</sup>		.13	.10	.03	.03

## GRASA DORSAL (GD cm)

F. V.	gl	M O D E L O S		
		I	II	III
Raza (R)	3	2.91**	2.90**	2.90**
Año parto (A)	4	35.28**	0.00	0.00
Epoca (E)	1	0.13	0.09	0.07
Sexo (S)	1	4.27**	4.20**	0.00
(R*E)	3	2.27**	2.18**	2.18**
(R*S)	3	0.41	0.41	0.41
error	2010	175.42	172.44	172.44
R <sup>2</sup>		.23	.08	.07

APENDICE III FACTORES DE AJUSTE PARA PESO AL NACER (PN kg), PESO AL DESTETE (PD kg), GANANCIA DIARIA DEL NACIMIENTO AL DESTETE (GDD kg), PESO A 154 DIAS (P154 kg), GANANCIA DIARIA DEL DESTETE A 154 DIAS (GD154 kg) Y GRASA DORSAL (GD cm)

	PN	PD	GDD	P154	GD154	GD
AÑO DE PARTO *						
1981	+0.002	--	-.0028	+4.06	+0.036	-.087
1982	+0.044	--	-.0019	+2.83	+0.022	-.183
1983	-.015	--	-.0032	-3.40	-.027	+0.180
1984	-.069	--	+0.0069	-3.84	-.033	+0.037
1985	-.142	--	+0.0052	-5.28	-.041	+0.091
EPOCA DE PARTO *						
1 (jun-sept)	-.041	+0.25	+0.0084	-1.56	-.014	--
2 (oct-may)	+0.002	-.12	-.0033	+0.44	+0.005	--
SEXO **						
(macho)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
(hembra)	1.018	1.019	1.032	1.079	1.086	0.940
NUMERO DE PARTO **						
1	1.031	1.03	--	--	--	--
2	1.015	1.01	--	--	--	--
3	1.005	1.00	--	--	--	--
4	1.000	1.00	--	--	--	--
5	0.999	1.00	--	--	--	--
6	1.004	1.00	--	--	--	--
7	1.014	1.01	--	--	--	--
TAMANO DE CAMADA AL NACIMIENTO **						
4	--	.96	--	--	--	--
5	--	.97	--	--	--	--
6	--	.98	--	--	--	--
7	--	.99	--	--	--	--
8	--	.99	--	--	--	--
9	--	1.00	--	--	--	--
10	--	1.00	--	--	--	--
11	--	1.00	--	--	--	--
12	--	.99	--	--	--	--
13	--	.99	--	--	--	--
14	--	.98	--	--	--	--
15	--	.97	--	--	--	--

\* Ajuste aditivo; \*\* Ajuste multiplicativo

-----  
 APENDICE IV VARIANZA FENOTIPICA Y GENETICA (EN LA DIAGONAL)  
 COVARIANZAS FENOTIPICAS (ARRIBA DE LA DIAGONAL) Y GENETICAS  
 (ABAJO DE LA DIAGONAL) PARA LAS RAZAS  
 -----

Y O R K S H I R E

	PN	PD	P154	GDD	GD154	GD
PN	$\sigma = .041$ $\sigma_g = -.0003$	.102	.699	.001	.004	-.006
PD	-.014	$\sigma = 1.58$ $\sigma_g = .047$	6.320	.043	.039	-.084
P154	-.152	-.037	$\sigma = 113.83$ $\sigma_g = 9.18$	.172	.888	-1.490
GDD	.000	.002	.012	$\sigma = .001$ $\sigma_g = .000$	.001	-.002
GD154	-.001	.000	.071	.000	$\sigma = .007$ $\sigma_g = .000$	-.011
GD	-.001	-.009	-.402	.000	-.003	$\sigma = .046$ $\sigma_g = .022$

D U R O C

	PN	PD	P154	GDD	GD154	GD
PN	$\sigma = .067$ $\sigma_g = .000$	.136	.728	.002	.004	-.009
PD	.008	$\sigma = 2.36$ $\sigma_g = .020$	10.650	.064	.069	-.205
P154	-.033	-.020	$\sigma = 166.90$ $\sigma_g = 2.30$	.294	1.294	-2.830
GDD	.000	.000	.001	$\sigma = -.001$ $\sigma_g = .000$	.001	-.005
GD154	.000	.000	.017	.000	$\sigma = .010$ $\sigma_g = .000$	-.021
GD	.000	.005	.075	.000	-.003	$\sigma = .095$ $\sigma_g = -.022$

## Apéndice IV (continuación).

L A N D R A C E						
	PN	PD	P154	GDD	GD154	GD
PN	$\sigma = .079$ $\sigma_{\sigma} = .000$	.112	.637	.000	.004	-.006
PD	-.005	$\sigma = 1.61$ $\sigma_{\sigma} = .025$	5.347	.045	.030	-.046
P154	-.223	.926	$\sigma = 79.95$ $\sigma_{\sigma} = 16.96$	.147	.615	-.982
GDD	.000	.001	.023	$\sigma = .001$ $\sigma_{\sigma} = .000$	.000	-.001
GD154	.001	.007	.131	.000	$\sigma = .004$ $\sigma_{\sigma} = .001$	-.007
GD	-.005	-.014	-.197	-.001	-.003	$\sigma = .042$ $\sigma_{\sigma} = .009$

H A M P S H I R E						
	PN	PD	P154	GDD	GD154	GD
PN	$\sigma = .045$ $\sigma_{\sigma} = -.003$	.090	.666	.001	.004	-.002
PD	-.014	$\sigma = 1.43$ $\sigma_{\sigma} = .009$	6.690	.040	.043	-.073
P154	.148	-.270	$\sigma = 176.03$ $\sigma_{\sigma} = 5.67$	.207	1.390	-1.890
GDD	.000	.000	-.011	$\sigma = .001$ $\sigma_{\sigma} = .000$	.001	-.002
GD154	.001	-.002	.049	.000	$\sigma = .011$ $\sigma_{\sigma} = .000$	-.015
GD	.000	.006	.054	.000	.000	$\sigma = .049$ $\sigma_{\sigma} = -.002$