

ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN GENÉTICA Y AMBIENTAL EN UNA POBLACIÓN DE CERDOS CRUZADOS: I. CORRELACIONES FENOTÍPICAS¹

M.V.Z. ANTONIO RIVERA MARTÍNEZ.²
M.V.Z., M.S., Ph. D. JOSÉ M. BERRUECOS.³

Resumen

Se analizaron los datos de 1,390 cerdos cruzados, incluyendo la información de la producción de 23 sementales (157 carnadas) durante los años 1970 y 1971 en una granja comercial situada en Los Mochis, Sinaloa.

La información incluye datos individuales de pesos al nacer, destete y finalización, grasa dorsal y ganancia de peso; los datos de la carnada incluyen los valores totales y promedios de las variables mencionadas, así como el número de lechones en las diferentes etapas.

Se calcularon promedios y correlaciones fenotípicas entre las variables. Se encontró el efecto de mayor mortalidad en las carnadas grandes y se muestra que el peso y/o el número al nacer no son indicativos del comportamiento futuro del animal. Se recomienda el uso del peso de la carnada al destete como índice de productividad de la hembra.

La producción porcina se ha desarrollado últimamente con base en la utilización de cerdos cruzados. Como un ejemplo de esto, Dillard y Robison (1967) indican que en los Estados Unidos de Norteamérica, el 95% de los cerdos que se destinan para el abasto son de este tipo. Aunque sin tener una evaluación exacta, en México es posible que ocurra algo similar. Sin embargo, la información referente al comportamiento de los cerdos cruzados en nuestro medio es muy escasa.

El propósito de este trabajo es evaluar la importancia de los factores que afectan a una explotación porcina comercial en la que se utilizan cerdos cruzados, comparar estos valores con los obtenidos en otras investigaciones y analizar las diferencias encontradas con los resultados indicados para animales de raza pura, tratando de integrarlos en programas de mejoramiento genético.

Material y métodos

Se cuenta con la información proveniente de una granja comercial situada en Los Mochis, Sinaloa, abarcando la producción de los años de 1970 y 1971. Las hembras son cruza-

das del tipo comercial que genéricamente se conoce como F-1.

Se utilizaron 23 sementales pertenecientes a la raza Duroc. Los cerdos incluidos en el estudio (720 machos castrados y 670 hembras) se indican en el Cuadro No. 1, en donde se han agrupado de acuerdo con el mes o la estación en que nacieron.

De cada cría se tiene la información de fechas y pesos al nacer, al destete y a los 150 días; sexo, grasa en el hombro y en el lomo (a los 150 días).

Las mediciones de grasa fueron hechas en animales vivos, con la técnica descrita por Hazel y Kline (1952) siendo el sitio de incisión a la altura de la séptima costilla (codillo) a la mitad del lomo a 3 cm de la línea media, estimándose la grasa al promediar los dos valores.

Debido a que en el momento de la prueba de grasa se tuvieron pesos diferentes, las mediciones fueron ajustadas a un peso corporal común de 70 kg.

Con estos datos, se obtuvieron estimaciones del promedio de ganancia diaria, usando para ello la división de la ganancia (peso final menos peso al nacer) entre los días utilizados. Hay que hacer notar que como peso final está considerado el obtenido a los 165 días de edad (alrededor de los 70 kg de peso), ya que de las hembras se obtienen los reemplazos y es ésta la edad máxima para realizar una evaluación antes de que los cerdos salgan al mercado. Así se obtendrán los resultados de la evaluación antes de que ten-

Recibido para su publicación el 22 de junio de 1973.

¹ Tesis profesional en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, del primer autor.

² Dirección actual: Puebla No. 111 Sur, Cd. Obregón, Son.

³ Depto. de Genética Animal. INIP, SAG, km. 15.5 Carr. México-Toluca, Palo Alto, D. F., México.

CUADRO 1

Información general para el estudio

	M E S					E S T A C I O N					
	Ene.	Feb.	Abr.	May.	Oct.	Nov.	Dic.	Primav.	Verano	Invier.	Total
Número de Crías	361	162	97	258	87	162	263	355	424	611	1,390
Número de camadas	36	18	11	30	10	19	33	41	50	66	157

gan el peso de rastro, evitando gastos extras para mantenerlos.

De cada camada se cuenta con la información total y promedio para cada variable indicada. Además, se obtuvo la información genealógica, incluyendo los números de los padres y parto de la hembra.

Con estos datos, se realizó un análisis de mínimos cuadrados, con el objeto de determinar la importancia de la raza, estación del año y mes de nacimiento, así como el sexo en las variables mencionadas. Además, se incluyeron las covariables necesarias con objeto de remover efectos conocidos sobre alguna de las variables. Estos análisis se realizaron de acuerdo a la técnica descrita por Draper y Smith (1967).

Las variables utilizadas en el estudio, fueron agrupadas para su discusión de acuerdo a si son obtenidas de la información de cada individuo o de la camada. En esta forma se incluyeron a las variables siguientes, dentro de la información por camada: número de nacidos (total, vivos o muertos); peso al nacer (total y promedio), número y días al destete, peso al destete (total y promedio), número y días a la finalización, peso final (total y promedio) grasa dorsal promedio y promedio de ganancia diaria en la camada. En la información individual se incluyen peso al nacer, peso y días a la finalización, promedio de ganancia diaria y grasa dorsal.

Los valores promedio para cada variable por camada, se indican en el Cuadro 2 y los promedios individuales, en el Cuadro 3.

Analizando estos cuadros, se nota que el parto tiene un promedio de 2.5, esto es de esperarse, ya que las hembras no se mantienen en la granja después del cuarto parto. Los valores de días al destete (39.62) y al final

(164.98) son indicadores del manejo en el hato con relación al destete y a la evaluación final.

Otros autores han encontrado valores inferiores en cuanto al número de lechones nacidos y al destete en nuestro medio: Berruecos (1965^a) da un promedio de 9.10 y 6.60 para el número al nacer y al destete en la explotación de ganado en la región de Amecameca, Edo. de México. El mismo autor (1965^b) indica valores de 8.9 y 6.4 uniendo la información de tres granjas en tres zonas diferentes. En la Costa del Golfo de México, Vásquez, Robles y Berruecos (1973) dan valores de 9.16 y 7.03 para el total de nacidos y al destete. Estas diferencias pueden deberse primero a las condiciones ecológicas de los trabajos mencionados y segundo porque en nuestro estudio, se utilizaron animales cruzados.

En este último punto, son similares nuestros resultados a los encontrados por Gaines y Hazel (1957) y Dillard y Robison (1967), quienes indican porcentajes de superioridad en los cruzados, de un 10% en cuanto al número de lechones nacidos.

El peso promedio al nacer es similar al encontrado en nuestro medio por Vásquez, Robles y Berruecos (1973) ($1.30 \pm .27$) usando animales de raza pura y al de Berruecos, Dillard y Robison (1970) ($1.22 \pm .25$), y Louca y Robison (1967) ($1.40 \pm .23$) para cerdos cruzados en E.U.A.

Los pesos al destete y al final se encuentran afectados fundamentalmente por la edad a la que se miden. Por ejemplo: al destete, Vásquez, Robles y Berruecos (1973) dan un valor de 9.50 ± 2.28 kg, a los 45 días y Berruecos, Dillard y Robison (1970), de $14.52 \pm .60$ kg, a los 56 días. Extrapolando valores,

son similares a los encontrados en nuestro estudio.

El peso final fue de 64 ± 9 kg a los 154 días en el estudio de Louca y Robison (1967) con una grasa dorsal de 1.01 ± 0.175 pulgadas. Berruecos, Dillard y Robison (1970) indican valores de 50 ± 7 kg, y de 1.27

$\pm .14$ pulgadas de grasa dorsal a los 130 días. Berruecos (1970) indica valores de 72 ± 11 kg, $1.42 \pm .22$ y de $0.85 \pm .12$ para el peso, grasa y ganancia a los 130 días, siendo todos estos valores mejores a los de nuestro estudio, tal vez por encontrarse en mejores condiciones de manejo.

CUADRO 2

Promedios y desviaciones estándar para las variables en estudio (información de carnadas)

Variables		Media	Desviación estándar
Parto de la madre		2.51	1.11
Número de lechones nacidos	Total	10.55	2.35
	Vivos	10.13	2.06
	Muertos	0.42	0.79
Peso al nacer	Total	12.09 kg	2.95
	Promedio	1.34 kg	0.20
Número de lechones al destete		9.12	1.81
Peso al destete	Total	78.90 kg	19.26
	Promedio	8.87 kg	1.17
Días al destete		39.62	5.62
Número final de lechones		8.85	1.87
Peso final	Total	595.89 kg	146.31
	Promedio	67.08 kg	7.07
Días al final		164.98	19.22
Ganancia promedio de peso en la carnada		0.93 kg	0.14

n = 157.

CUADRO 3

Promedios y desviaciones estándar para las variables en estudio (información individual)

Variable	Media	Desviación estándar
Peso al nacer	1.36 kg	0.24
Peso al final (164.98 días)	67.76 kg	10.42
Días al final	164.98	19.22
Promedio ganancia diaria	0.41 kg	0.07
Grasa individual promedio	0.96 pulg	0.21

n = 1,390.

Las correlaciones fenotípicas se calcularon directamente de la información, obteniéndose en dos fracciones: con los datos por carnada y los individuales. Los resultados en ambos casos, se muestran en los Cuadros 4 y 5, respectivamente.

1. Si procedemos a analizar la información por carnada (Cuadro 4) se encuentra lo siguiente:

- a) Parto: Al aumentar el número del parto de la hembra, se encontraron incrementos significativos en cuanto al número de lechones al nacer, al destete y al final, lo cual repercute en los pesos totales de la carnada en estas tres etapas. Sin embargo, los pesos promedios al nacer, al destete y al final no son significativos, lo que indica que una vez corregido por efecto del número de lechones en la carnada, el peso individual no se afecta con el parto. No se encontró efecto del parto con relación al promedio de la grasa dorsal y de la ganancia diaria, posiblemente por ser características que se manifiestan bastante tarde en la vida del animal.

El incremento en número de lechones al aumentar el parto, ha sido encontrado también en otros trabajos (Patrón, 1966; Vasquez, Robles y Berruecos, 1973; Louca y Robison, 1967).

- b) Número de lechones al nacer: Esta variable se encuentra subdividida en número total, de vivos y muertos. Número de vivos es el principal integrante del número total. Las relaciones entre estas dos variables con todas las demás, siguen la misma tendencia, por lo que se discutirán en forma conjunta: La correlación del número al nacer con el número al destete es alta y, con número final, es alta también, pero ligeramente menor, lo cual es de esperarse por existir un período mayor en donde ocurrirán algunas muertes. Sin embargo, estas bajas no deben ser muy importantes, dada la pequeña reducción en los coeficientes. Los pesos totales al nacer, destete y finalización también presentan correlaciones al tas y positivas con el número de nacidos, siendo esto consecuencia de que los pesos totales están influidos por el número de animales.

El peso promedio al nacer muestra una correlación negativa, indicando que cuantos más nacen, menos pesan al destete; la correlación entre el peso promedio y número al nacer es ya positiva, volviéndose significativa, aunque baja cuando se analiza el peso promedio al final. Pudiera ser esto una posible indicación de crecimiento compensatorio; sin embargo, no existe relación con ganancia y grasa, lo cual debiera encontrarse si existiera crecimiento compensatorio, por lo que este mecanismo no se puede suponer que existe.

El número de lechones muertos al nacer sólo muestra relación con número total, lo que indica una mayor mortalidad en camadas numerosas. Efecto similar se encontró por Berruecos (1965^b) y Vásquez, Robles y Berruecos (1973).

- c) Peso al nacer: Esta variable está dividida en peso total y promedio. Analizando peso total de la carnada al nacer, encontramos relaciones altas y positivas con número y peso total al destete y al final, siendo esto esperado. Al compararlo con pesos promedio al nacer, muestra una relación alta sólo con peso promedio. Las correlaciones con grasa, eficiencia y promedio de ganancia diaria son bajas. El peso promedio al nacer no es indicativo del comportamiento futuro del cerdo, dadas las correlaciones encontradas del peso promedio al destete, ni al final, así como de grasa y ganancia. Esto es, el criterio de selección con base en el peso promedio al nacer, está equivocado.
- d) Número de lechones al destete y a la finalización: Estas dos variables se analizan juntas por mostrar relaciones parecidas con las demás variables. En general, la tendencia es similar a la encontrada en número al nacer; es decir, están relacionadas con pesos totales, pero no con pesos promedio, ni con grasa y ganancia.
- e) Peso al destete: Considerando las correlaciones encontradas, los pesos al destete, ya sean promedio o total, no son indicativos del comportamiento posterior, en términos del peso promedio final, ganancia y grasa. Estos valores muestran que al utilizar el peso al destete, es necesario también usar otras medidas para evaluar completamente la eficiencia del ani-

CUADRO 4

Correlaciones entre las variables 1
(Información por camada)

	NNV	NNM	NNT	PTN	PPN	ND	PTD	PPD	DD	NF	PTF	PPF	DF	PGDC	GPC
PARTO	.27 **2	.02 NS	.28 **	.29 **	.10 NS	.25 **	.25 **	.09 NS	.06 NS	.27 **	.23 **	.03 NS	.02 NS	-.01 NS	-.04 NS
NNV		.01 NS	.89 **	.49 **	-.08 NS	.73 **	.52 **	.09 NS	.18 **	.68 **	.60 **	.20 **	.00 NS	.00 NS	.13 NS
NNM			.35 **	.05 NS	.02 NS	.00 NS	.12 NS	.12 NS	.08 NS	.04 NS	.09 NS	.05 NS	-.12 NS	.07 NS	-.00 NS
NNT				.46 **	-.10 NS	.67 **	.52 **	.18 *	.18 *	.63 **	.57 **	.19 **	-.03 NS	.02 NS	.15 *
PTN					.45 **	.71 **	.08 **	.21 NS	.79 **	.78 **	.18 **	-.18 *	.17 *	.02 *	.02 NS
PPN						-.02 NS	-.07 NS	.06 NS	.05 NS	-.03 NS	-.05 NS	.05 NS	-.03 NS	.06 NS	-.11 NS
ND							.68 **	-.04 NS	.23 **	.92 **	.77 **	.17 **	-.13 NS	-.05 NS	.08 NS
PTD								.51 **	.24 **	.78 **	.79 **	.14 NS	-.20 *	.23 **	.13 NS
PPD									.18 *	.03 NS	.12 NS	.12 NS	-.05 NS	.23 **	.14 NS
DD										.18 **	.38 **	.55 **	.23 **	.39 **	.55 **
NF											.85 **	.18 *	-.21 **	-.04 NS	.07 NS

	PPF	DF	PGDC	GPC
PTF	.53 **	-.09 NS	.47 **	.36 **
PPF		.20 *	.66 **	.69 **
DF			.14 NS	.09 NS
PGDC				.56 **

(1)

NNV = número nacidos vivos
 NNM = número nacidos muertos
 NNT = número nacidos total
 PNT = peso total al nacer
 PPN = peso promedio al nacer
 ND = número de lechones al destete
 PPD = peso total al destete
 DD = días al destete
 NF = número de cerdos al final
 PNF = peso total al final
 PPF = peso promedio final
 PFD = días al final
 PGDC = promedio ganancia diaria por camada
 GPC = Grasa promedio en la camada

(2)

** = $P < 0.01$
 * = $P < 0.05$
 NS = No significativo

mal. El peso al destete puede recomendarse solamente, en la evaluación de la capacidad materna y no del comportamiento futuro de la carnada.

- f) **Peso y eficiencia a la finalización:** Como es de esperarse, los pesos están relacionados con la grasa (a mayor peso más grasa) y con la ganancia (a mayor peso, mayor ganancia). La grasa dorsal muestra una relación en la dirección deseable con ganancia.

2. Al analizar la información individual (Cuadro No. 5) se incluyen las variables sobre peso al nacer, peso final, grasa y ganancia.

Una vez más, el peso al nacer muestra una correlación muy baja con las otras variables, indicando que no puede ser usado como criterio para seleccionar, tratando de mejorar peso final o eficiencia (en términos de ganancia y grasa). Peso final se muestra altamente asociado con ganancia y grasa, indicando en todos los casos que se aumentarán al aumentar peso final. Similares resultados se encuentran entre ganancia y grasa.

En general, se puede considerar que los resultados encontrados son los esperados, con

excepción de la relación que existe entre grasa y ganancia. Se espera que un cerdo con más grasa, sea menos eficiente (Berruecos, 1970), resultado que aquí no ocurrió. Sin embargo, se cree que pueda deberse a que los que tienen más grasa son los más pesados, pudiendo entonces mostrar una correlación con ganancia. Esto hace indispensable el tener que considerar a la grasa con una característica, que debe ajustarse antes de realizar la interpretación de la información para seleccionar animales.

Conclusiones

Se indican valores de productividad en una granja en el Noroeste de México. Estos valores son superiores a otros encontrados en el país, debido posiblemente a las diferentes condiciones de manejo, así como por ser valores para cerdos cruzados.

Existe mayor mortalidad durante la lactación al haber mayor número de lechones nacidos, por un efecto combinado con la disminución del peso individual al nacer.

El peso y/o número al nacer no indica el comportamiento posterior del lechón, por lo cual debe ignorarse como base en nuestro criterio de selección.

El peso al destete es un índice de la productividad de la madre.

Summary

Data of 1390 crosbred pigs of 157 litters (23 sires) obtained during 1970-1971 in a commercial pig farm in Los Mochis, Sinaloa, were included in this study.

Individual information included data on birth, weaning and final weights, backfat thickness and average daily gain. Litter weights (total and average) and litter sizes were also used in the analysis.

Means and phenotypic correlations are showed. Mortality increased as litter size was bigger. No relation was found between birth information and the other traits, indicating that birth data will not be used in prediction of future performance. It is recommended the use of litter weight at weaning as indication of sow productivity.

CUADRO 5

**Correlación entre las variables (1) y (2)
(Información individual)**

	PF	PGD	GIP
PN	.08 **	.02 NS	-.03 NS
PF		.79 **	.58 **
PGD			.49 **

(1) PN = Peso al nacer
PGD = Promedio ganancia diaria
GIP = Grasa individual promedio
PF = Peso final

(2) ** = P<0.01
* = P<0.05
NS = No significativo

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Granja Santa Rosa, S. A., así como a los doctores Francisco Pérez Hernández y Eduardo Rivera Cruz la colaboración brindada para la realización de este trabajo.

Literatura citada

- BERRUECOS, J. M., 1965^a, Valoración genética de los registros genealógicos en una explotación porcina, tesis profesional, *Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia*, UNAM, México, D. F.
- BERRUECOS, J. M., 1965^b, Análisis estadístico de la relación entre el número de lechones nacidos, deste en la raza Duroc-Jersey, *Téc. Pec. en Méx.*, 6:35-38.
- BERRUECOS, J. M., 1970, Evaluation of feed efficiency and its genetic association with gain and carcass quality in swine. Ph. D. Thesis *N. C. State University, Raleigh*, N. C.
- BERRUECOS, J. M., E. U. DILLARD and O. W. ROBISON, 1970, Selection for low backfat thickness in swine, *J. Anim. Sci.*, 30:844-848.
- DILLARD, E. U. and O. W. ROBISON, 1967, Crossbreeding swine for commercial production. N.C.S.U., *Agr. Exp. Sta. Bull.*, 432.
- DRAPER, N. and H. SMITH, 1967, Applied Regression analysis, *John Wiley & Son.*, New York.
- GAINES, J. A. and E. A. HAZEL, 1957, Differences in litter size and growth rate among purebred and crossbred swine, *J. Anim. Sci.*, 16:1066-1067.
- HAZEL, L. N. and E. A. KLINE, 1952, Mechanical measurement of fatness and carcass value of live hogs, *J. Anim. Sci.*, 26:267-273.
- LOUCA, A. and O. W. ROBISON, 1967, Components of variance and covariance in purebred and crossbred swine, *J. Anim. Sci.*, 26:267-273.
- PATRÓN U., C. E., 1966, Efecto de la edad de la madre en el número de lechones nacidos y al destete en la raza Duroc-Jersey, Tesis profesional, *Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia*, UNAM, México, D. F.
- VÁSQUEZ, P., C., A. ROBLES y J. M. BERRUECOS V., 1973, Análisis de la relación entre el número de lechones nacidos en cuatro diferentes razas en clima tropical, *Téc. Pec. en Méx.*, 23 (en prensa).