

HEREDABILIDAD ESTIMADA Y COMPARACIÓN DE GENOTIPOS PUROS EN PORCINOS DE LAS RAZAS DUROC, LANDRACE Y YORKSHIRE Y EN CRUCES RECÍPROCOS DE LAS RAZAS LANDRACE Y YORKSHIRE, PARA GRASA DORSAL Y PESO A 154 DÍAS

Estimated Heritability and Comparison of Pure Genotypes in Pigs of Duroc, Landrace and Yorkshire Breeds and Reciprocal Crosses of Landrace and Yorkshire Breeds for Back Fat and Weight to 154 Days

Roberto Martínez Gamba¹, Frida Salmerón Sosa² y Manuel López Alcántar¹

¹Departamento de Producción Animal: Cerdos. ²Departamento de Genética y Bioestadística.

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. E-mail. robertom@servidor.unam.mx

RESUMEN

Se utilizaron 2776 registros de cerdos, entre 1996 y 2002, de los cuales: 698 fueron Duroc, 276 Landrace, 443 Yorkshire, 1049 Landrace-Yorkshire y 309 Yorkshire-Landrace para evaluar la grasa dorsal a 105 kg de peso y peso a 154 días. Para el peso a 154 días, se observó efecto de los factores: año, raza y sexo, y las interacciones año por raza, año por sexo y año por raza por sexo. Los cerdos Landrace fueron más pesados, no se encontró diferencia entre los animales Duroc y Yorkshire; los machos fueron más pesados que las hembras. Para grasa dorsal se encontró efecto de: año, raza y sexo, y en las interacciones año por raza y año por raza por sexo. La raza con mayor cantidad de grasa fue la Duroc y la de menor, la Yorkshire. El cruce Yorkshire-Landrace fue más pesado y menos grasoso que el Landrace-Yorkshire. La heredabilidad para peso a 154 días fue de 0,26; 0,50 y 0,45 para Duroc, Landrace y Yorkshire respectivamente; para grasa dorsal, la heredabilidad fue 0,32; 0,18 y 0,53.

Palabras clave: Heredabilidad, grasa dorsal, peso a 154 días, razas porcinas.

ABSTRACT

Were used 2776 records of growing pigs from 1996 to 2002, of which 698 was Duroc, 276 Landrace, 443 Yorkshire, 1049 Landrace-Yorkshire and 309 Yorkshire-Landrace to evaluate back fat to 105 kg and weight to 154 days. For weight effects as age, breed, sex, and the interactions age by breed, age by sex and age by breed and by sex. Landrace pigs were heavier but there wasn't difference between Duroc and Yorkshire animals. The male were heavier than females. Also for back fat effects as age, breed, sex and the interactions age by breed and age by breed and by sex. The fattiest breed was Duroc and the breed with leaner back fat was Yorkshire. The cross Yorkshire-Landrace was heavier but fattier than Landrace-Yorkshire. The heritability for weight to 154 days was 0.26, 0.50 and 0.45 to Duroc, Landrace and Yorkshire respectively. For back fat the heritability was 0.32, 0.18 and 0.53.

Key words: Heritability, back fat, weight to 154 days, breed pigs.

INTRODUCCIÓN

Debido a las exigencias del mercado mundial la porcicultura se ha visto obligada a mejorar sus niveles de producción y una de las herramientas más útiles ha sido el mejoramiento genético, el cual se ha basado en la selección de líneas de animales mejorados [14]. Una de las formas de hacerlo es ad-

quirir animales de mejor calidad que permitan obtener mayor producción y así bajar los costos. Sin embargo, cuando se habla de animales de mejor calidad, generalmente los productos no se basan en las variables productivas que determinan el verdadero valor del animal y su efecto sobre la producción; además, en muchos casos el rendimiento de los animales seleccionados para un programa de mejoramiento genético no es el mismo que tendrá su progenie en condiciones diferentes [18]. Ello obedece a efectos tanto ambientales: clima, dieta e instalaciones, como genéticos: raza, sexo, efectos aditivos, heterosis y los efectos individuales de los padres. Ello obliga a los productores a conocer el potencial productivo de sus animales, lo cual implica la evaluación del material genético y de los efectos que influyen en características productivas de importancia económica, como la velocidad de crecimiento y la calidad de la canal representada principalmente por el espesor de grasa dorsal [18].

Dentro de los efectos que influyen sobre la selección y estimaciones de heredabilidad, la velocidad de crecimiento y el espesor de la grasa dorsal son características a las que se les ha reconocido efecto de la raza; existen reportes que establecen la existencia de variaciones en el espesor de la grasa dorsal y en los días a 100 kg entre animales de las razas Duroc, Hampshire, Landrace y Yorkshire donde además se estimó un índice de herencia para la grasa dorsal de entre 0,50 y 0,55, con un promedio de $0,52 \pm 0,019$ para las cuatro razas, mientras que para los días a 100 kg el rango fue de 0,26 a 0,32 con una media de $0,30 \pm 0,023$ [11].

Características como grasa dorsal y velocidad de crecimiento también se ven modificadas por los cambios producidos por la selección realizada a través de los años en las poblaciones. Por ejemplo, se ha observado una disminución en la cantidad de grasa dorsal de 3,91 mm y en 16,7 días la edad a 100 kg después de 17 años de selección en una población de cerdos [8].

El sexo también es importante en la evaluación de estas características, ya que existen variaciones importantes para la ganancia diaria de peso (GDP) y el espesor de la grasa dorsal (GD) entre hembras, machos castrados y machos enteros [3].

Por último es importante tomar en cuenta que el efecto de los progenitores tiene influencia en el rendimiento de GDP y GD de los hijos, especialmente los machos seleccionados tienen mayor contribución que las hembras bajo la misma intensidad de selección [13, 15].

Se ha demostrado de manera consistente que para que las características productivas puedan ser mejoradas mediante la selección y la heterosis, es importante que ambos efectos sean evaluados en cada granja, ya que la precisión de una respuesta estimada depende de la exactitud de la evaluación; por lo tanto para lograr lo anterior es muy importante compilar y analizar los datos de los cerdos bajo condiciones ambientales específicas, de ahí la importancia de que las empresas porcinas que producen pie de cría, tanto en forma comercial o

bien a manera de autoreemplazo, analicen la información que obtienen de sus animales con el fin de obtener sus propios parámetros genéticos [4].

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y características de la granja

El presente estudio se realizó en una granja en el estado de Guanajuato, México. La granja está situada a $101^{\circ} 43' 00''$ de longitud oeste y $20^{\circ} 26' 00''$ de latitud norte. El clima de la región es templado sub-húmedo con lluvias en verano C(W), según la clasificación de Köepen, con una precipitación pluvial de 700 mm anuales con una temperatura mínima de 3°C y una máxima de $38,5^{\circ}\text{C}$ [6].

Esta es una granja multiplicadora de hembras de reemplazo, que provee animales a otras granjas de la misma empresa localizadas en la región. Tiene una capacidad de 120 hembras reproductoras alojadas en confinamiento, con sistema todo dentro y todo fuera y sistemas de control del medio ambiente en todas las áreas.

Los lechones se destetan a los 21 días de vida. Los cerdos destetados se alojan en grupos de 12 en corraletas de $1,5 \times 1,5$ m donde están hasta los 25 kg; el 50% del piso de los corrales es de cemento y el 50% restante es de malla plástica, colocada sobre una fosa con sistema de lavado por golpe de agua, el comedero es de tolva con cuatro bocas, el bebedero es de chupón, el sistema de alimentación es a libre acceso.

A los 70 días de vida son trasladados al área de engorde donde son alojados por sexo en corrales tipo danés con charca con capacidad máxima de 15 animales; el sistema de alimentación es en comedero de tolva a libre acceso; en cada corral hay dos bebederos de tipo chupón. Los cerdos permanecen en esas instalaciones hasta los 154 días de vida; en este momento los animales son pesados, y al mismo tiempo, se les mide la grasa dorsal. A los cerdos se les suministra un alimento comercial, cuya presentación es en forma de harina, éste es específico para las diferentes etapas de desarrollo.

Procedimiento experimental

Se utilizaron los registros de 2776 animales provenientes de 599 camadas, entre 1996 y 2002 de los cuales 698 eran de animales de raza Duroc, 276 Landrace, 443 Yorkshire, 1049 Landrace-Yorkshire y 309 Yorkshire-Landrace para la evaluación de las características grasa dorsal a 105 kg de peso y peso a 154 días de edad. Durante el periodo en el cual se colectó la información se utilizaron 107 sementales, de los cuales 43 fueron de la raza Duroc, 37 Landrace y 27 Yorkshire, y 352 hembras reproductoras de las cuales 81 fueron Duroc, 79 Landrace y 192 Yorkshire. Los animales producto de los cruces Landrace-Yorkshire y Yorkshire-Landrace fueron exclusivamente hembras.

Los datos que se incluyen en los registros son: la identificación (muesca), sexo, número y raza del padre y de la madre, fecha de nacimiento, fecha de destete, peso de destete, días de lactación, fecha del pesaje, la edad al pesaje en días, ganancia diaria de peso y la grasa dorsal medida con aparato de ultrasonido en la décima costilla a cuatro centímetros de la línea media.

Ajustes realizados:

- 1) Para ajustar el peso a 154 días fue multiplicada la variable ganancia diaria de peso (estimada) por 154 días que es la edad de selección de los animales en la granja.
- 2) La grasa dorsal fue ajustada a 105 kg de acuerdo con el método descrito por Flores [2] y Spide [19], para el cual se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{GDA} = \text{GD medida} + (230 - \text{Peso actual}) * (\text{GD Medida} / \text{Peso actual} - 25)$$

en donde:

- GDA es la grasa dorsal ajustada a 105 kg
- GD es el espesor de la grasa medida por medio de un aparato de ultrasonido (Scanopro, Ithaca NY. EUA) en la décima costilla del animal en cuestión.
- Peso actual es el peso del animal en el momento de la medición de la grasa dorsal.
- 230 y -25 son constantes de la fórmula utilizada.

Esta fórmula es utilizada para ajustar la grasa dorsal a 230 libras (aproximadamente 105 kg), en dicha fórmula las mediciones utilizadas son libras y pulgadas; para la realización de este trabajo las mediciones se tomaron en kg y cm; posteriormente se convirtieron en libras y pulgadas para poder ser utilizadas y por último el resultado obtenido en pulgadas, se convirtió nuevamente a centímetros.

Análisis estadístico

El análisis de la información se realizó con el método de cuadrados mínimos, utilizando el procedimiento de modelos lineales generalizados (GLM) del paquete de análisis estadístico SAS [20]. En todos los casos las variables se analizaron en forma preliminar utilizando modelos que incluyeron los efectos principales de: grupo genético, año, sexo y las interacciones de primer y segundo orden entre estos factores [10].

El peso final además se analizó con un modelo que incluyó el peso al destete como covariable; los modelos reducidos no incluyeron las interacciones ni las covariables que en los análisis preliminares no mostraron significancia estadística.

Para estimar los efectos genéticos directos y maternos de raza y la heterosis se utilizó el modelo genético descrito por Dickerson citado por Rosas [17]. En éste las diferencias entre las medias de cuadrados mínimos de los cruces recíprocos (i.e., $\bar{Y}_{ij} - \bar{Y}_{ji}$) son debidas a diferencias en efectos maternos

($g_j^M - g_i^M$). De esta manera la heterosis individual se estimó con el contraste lineal que compara los promedios de animales cruzados con los puros; el efecto genético con el que compara las crías de machos Yorkshire con hembras Landrace y el efecto genético materno con el contraste que compara los cruces recíprocos.

Para estimar la heredabilidad se utilizó el método descrito por Rico [16] realizando una correlación intraclase entre hermanos completos que consiste en descomponer la varianza observada debida a los padres (σ_p^2), otra debida a la varianza de las madres (σ_M^2) y por último la varianza debida a los hijos o error (σ^2). Determinados estos componentes de la varianza se tiene que la correlación entre hermanos completos (t), es igual a:

$$t = \frac{\sigma_p^2}{\sigma_{Total}^2} = \frac{\sigma_p^2}{\sigma_p^2 + \sigma_M^2 + \sigma^2}$$

y la heredabilidad de la característica: $h^2 = 2t$

Para el análisis estadístico se utilizó un modelo para factores anidados (Nested procedure) del paquete de análisis estadístico SAS. [20]

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron análisis de varianza para las variables estudiadas con un modelo completo de factores fijos y aleatorios y todas sus interacciones como se indicó en materiales y métodos; posteriormente se volvió a realizar un análisis de varianza sin las interacciones que no resultaron significativas, los resultados se muestran en la TABLA I Para la variable peso ajustado a 154 días, se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$) para el factor raza y la interacción año por sexo y que resultó altamente significativa ($P < 0,01$) así como para los factores año y sexo y las interacciones año por raza y año por raza por sexo ($P < 0,05$). En la misma tabla se presenta el análisis de varianza para la grasa dorsal ajustada a 105 kg de peso, donde se observa que todos los factores e interacciones fueron altamente significativos ($P < 0,01$).

Los resultados obtenidos del análisis de varianza para la variable peso a 154 días, en donde se observó efecto de los factores año, raza y sexo, y de las interacciones año por raza, año por sexo y año por raza por sexo, concuerdan con trabajos en donde se observa efecto de los factores año y sexo en los días a 100 kg y de los factores raza y sexo en los días a 90 y 100 kg respectivamente [1, 4].

En la TABLA II se muestran los promedios de peso ajustado a 154 días por año, los valores estimados se encuentran en un rango de 91,54 kg a 100,32 kg que corresponden a los promedios de los años 1998 y 2000 respectivamente. En esta variable no se observa aumento en los promedios de peso a 154 días a través de los años de estudio, lo que difiere de lo reportado por Kennedy y col. en que después de un período

TABLA I
ANÁLISIS DE VARIANZA DE PESO A 154 DÍAS Y ESPESOR DE GRASA DORSAL A 105 KG / ANALYSIS OF VARIANCE OF WEIGHT TO 154 DAYS AND THICKNESS OF BACK FAT TO 105 KG

| Fuente de variación | Peso | | Grasa dorsal | |
|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Suma de cuadrados |
| Año | 6 | 7775,44** | 6 | 1,40** |
| Raza | 4 | 2573,68* | 4 | 3,45** |
| Sexo | 1 | 14287,17** | 1 | 1,87** |
| Año *Raza | 20 | 12909,75** | 20 | 4,67** |
| Año * Sexo | 6 | 3106,70* | 24 | 3,47** |
| Año * Raza * Sexo | 18 | 9308,68** | 2718 | 93,75 |
| Error | 2718 | 393723,23 | 2773 | 122,05 |
| Total | 2773 | 564194,04 | | |

**P < 0,01 Altamente significativo. * P < 0,05 Significativo.

TABLA II
PROMEDIO DE PESO A 154 DÍAS Y ESPESOR DE GRASA DORSAL A 105 KG POR AÑO / AVERAGE OF WEIGHT TO 154 DAYS AND THICKNESS OF BACK FAT TO 105 KG BY YEAR

| Año | N | Peso a 154 días (kg) $\bar{X} \pm ES$ | Grasa dorsal (cm) $\bar{X} \pm ES$ |
|------|-----|--|---------------------------------------|
| 1996 | 429 | 99,10 ^a ± 0,64 | 1,21 ^a ± 0,009 |
| 1997 | 304 | 96,45 ^b ± 0,75 | 1,10 ^b ± 0,011 |
| 1998 | 887 | 91,54 ^c ± 0,48 | 1,13 ^{bc} ± 0,007 |
| 1999 | 448 | 92,07 ^{cd} ± 0,65 | 1,18 ^d ± 0,009 |
| 2000 | 427 | 100,32 ^a ± 0,68 | 1,07 ^e ± 0,010 |
| 2001 | 225 | 93,55 ^{de} ± 0,88 | 1,14 ^c ± 0,013 |
| 2002 | 55 | 93,96 ^{bde} ± 1,79 | 1,07 ^e ± 0,027 |

N = número de observaciones. \bar{X} = media. ES = Error estándar. ^{a b c d e} Distintas literales en la misma columna indican valores estadísticamente diferentes (P < 0,05).

de 17 años de selección se logró disminuir la edad a 100 kg en 16,7 días [8]. En la granja del presente estudio existe un programa de selección constante para esta característica el cual se aplica a todos los animales, pero el resultado de este no se ha presentado en el periodo evaluado. Este hecho, más que indicar una falla en el programa de selección, está en función del estado sanitario de la granja en cuestión, debido a que a medida que han pasado los años la presentación de problemas infecciosos se ha incrementado, lo que ha incidido en la velocidad de crecimiento y por lo tanto en la media de peso de la población cada año.

En la TABLA II se observan también los promedios de grasa dorsal ajustada a 105 kg de peso por año, con un rango que va de 1,07 cm a 1,21 cm. Los promedios más altos se presentaron en los años 1995 y 1999 con 1,21 cm y 1,18 cm, respectivamente; los promedios más bajos se presentaron en los años 2000 y 2002, con 1,07 cm en ambos años. En el caso de esta variable los resultados concuerdan con los reportados por

otros autores quienes también ajustaron la grasa dorsal a 100 kg de peso, y que señalan que después de un periodo de 17 años de selección la grasa dorsal disminuyó 3,91 mm [8]. En el presente estudio se observó una reducción de la grasa dorsal de 1,4 mm en un periodo de 7 años; sin embargo, se observaron incrementos de 1998 a 1999 y de 2000 a 2001, los cuales pueden atribuirse a causas nutricionales o efectos de agentes infecciosos sobre los animales, los cuales fueron coincidentes durante esos periodos.

Los promedios de peso ajustados a 154 días por raza se presentan en la TABLA III, donde se observa que el rango de pesos medios se encontró entre 89,99 kg y 99,28 kg que corresponden al cruce Landrace-Yorkshire y a los animales de raza Landrace respectivamente; la media de peso de los cerdos Duroc (96,92 kg) fue igual (P > 0,05) a la de los Yorkshire (95,78 kg), mientras que en el caso de los animales Landrace-Yorkshire y Yorkshire-Landrace las medias de peso encontradas fueron diferentes (P < 0,01) con 89,99 kg y 94,46 kg

respectivamente; se observó que el promedio de peso de los animales Landrace-Yorkshire fue diferente ($P < 0,01$) a los promedios de los cerdos Landrace, Yorkshire y Duroc, mientras que en el caso de los animales Yorkshire-Landrace el promedio de peso fue similar ($P > 0,05$) a los animales de raza puros Yorkshire, pero diferente a los cerdos de las razas Landrace y Duroc ($P < 0,01$).

Estos resultados contrastan con un estudio de Li y Kennedy, donde se reporta mayor velocidad de crecimiento en cerdos de la raza Duroc con respecto a las razas Landrace, Yorkshire y Hampshire [11] y con otros trabajos [1, 8] que de la misma manera señalan que los cerdos de raza Duroc obtuvieron una velocidad de crecimiento mayor a los 90 y 100 kg de peso que los cerdos Yorkshire y Landrace. Las diferencias en la velocidad de crecimiento en el caso de los animales de cruces Landrace-Yorkshire y Yorkshire-Landrace varían con lo reportado en otras investigaciones [1,12] en las que no se encontraron diferencias entre ambos cruzamientos a los días a 90 kg de peso. La explicación a lo anterior es que los progenitores machos de la raza Yorkshire usados en este experimento son animales de un crecimiento más rápido si se comparan con los machos de raza Landrace adquiridos para esta granja, y por lo tanto ejercen un mayor efecto en la ganancia de peso de las hijas híbridas.

En el misma TABLA III se muestran los promedios de grasa dorsal ajustada a 105 kg de peso por raza. El promedio de grasa más alto fue de la raza Duroc (1,27 cm) y el más bajo de la raza Yorkshire (1,06 cm), en el caso de los cerdos Lan-

drace-Yorkshire (1,13 cm) se observó diferencia $P (< 0,01)$ con las razas Duroc, Landrace (1,10 cm), Yorkshire e híbridos Yorkshire-Landrace; sin embargo, en el caso de los animales Yorkshire-Landrace (108 cm) el promedio de grasa dorsal fue semejante $P > 0,05$ al de los genotipos puros Landrace y Yorkshire, pero diferente ($P < 0,01$) a l de la raza Duroc.

Estos promedios de grasa dorsal a 105 kg de peso, coinciden con los resultados obtenidos por otros investigadores quienes indican que los animales de raza Duroc fueron más grasosos a los 100 kg que los cerdos de las razas Landrace y Yorkshire [3, 11], aunque estos dos estudios difieren al señalar el primero a los cerdos Yorkshire como los menos grasosos, mientras que el segundo presenta a los cerdos Landrace como los de menor cantidad de grasa dorsal. Por último, con respecto a los cerdos de las razas Landrace y Yorkshire los resultados de este estudio no concuerdan con un reporte que menciona que los cerdos Landrace fueron menos grasosos que los Yorkshire [5].

Los promedios de peso ajustado a 154 días y de espesor de grasa dorsal por sexo, se presentan en la TABLA IV, en donde se observa que los machos fueron más pesados que las hembras ($P < 0,01$), con 99,05 kg y 91,52 kg respectivamente, y que las hembras tuvieron un promedio de grasa dorsal mayor que el de los machos ($P < 0,01$) con 1,17 cm y 1,08 cm, respectivamente. Estos resultados fueron similares a los obtenidos por otros autores quienes mencionan superioridad en el promedio de peso de los machos con respecto a las hembras [1, 3].

TABLA III
PROMEDIO DE PESO A 154 DÍAS Y ESPESOR DE GRASA DORSAL A 105 KG POR RAZA / AVERAGE OF WEIGHT TO 154 DAYS AND THICKNESS OF BACK FAT TO 105 KG BY BREED

| Raza | N | Peso (kg) $\bar{X} \pm ES$ | Grasa dorsal (cm) $\bar{X} \pm ES$ |
|----------------------|------|-------------------------------|---------------------------------------|
| Duroc | 698 | 96,92 ^a ± 0,55 | 1,27 ^a ± 0,008 |
| Landrace | 276 | 99,28 ^b ± 0,81 | 1,10 ^b ± 0,012 |
| Yorkshire | 443 | 95,78 ^{ac} ± 0,62 | 1,06 ^c ± 0,009 |
| Landrace-Large White | 1049 | 89,99 ^d ± 0,60 | 1,13 ^d ± 0,009 |
| Large White-Landrace | 309 | 94,46 ^c ± 0,87 | 1,08 ^{bc} ± 0,013 |

N = número de observaciones. \bar{X} = media. ES = Error estándar. ^{a b c d} Distintas literales en la misma columna indican valores estadísticamente diferentes ($P < 0,05$).

TABLA IV
PROMEDIO DE PESO A 154 DÍAS Y GRASA DORSAL A 105 KG POR SEXO / AVERAGE OF WEIGHT TO 154 DAYS AND THICKNESS OF BACK FAT TO 105 KG BY SEX

| Sexo | N | Peso (kg) $\bar{X} \pm ES$ | Grasa dorsal (cm) $\bar{X} \pm ES$ |
|---------|------|-------------------------------|---------------------------------------|
| Hembras | 2096 | 91,52 ^a ± 0,39 | 1,17 ^a ± 0,005 |
| Machos | 680 | 99,05 ^b ± 0,63 | 1,08 ^b ± 0,009 |

N = número de observaciones. \bar{X} = media. ES = Error estándar. ^{a b} Distintas literales en la misma columna indican valores estadísticamente diferentes ($P < 0,05$).

TABLA V
ÍNDICE DE HERENCIA PARA LAS CARACTERÍSTICAS PESO A 154 DÍAS Y GRASA DORSAL A 105 KG DE PESO EN LAS RAZAS DUROC, LANDRACE Y YORKSHIRE / INDEX OF HEREDITY FOR CHARACTERISTICS OF WEIGHT TO 154 DAYS AND BACK FAT TO 105 KG IN DUROC, LANDRACE AND YORKSHIRE BREEDS

| | Raza Peso a 154 días $h^2 \pm DS$ | Grasa dorsal a 105 kg $h^2 \pm DS$ |
|-----------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Duroc | 0,26 \pm 0,013 | 0,33 \pm 0,014 |
| Landrace | 0,50 \pm 0,022 | 0,18 \pm 0,034 |
| Yorkshire | 0,45 \pm 0,026 | 0,53 \pm 0,028 |

h^2 = heredabilidad. DS = Desviación estándar de la heredabilidad.

En lo referente a los promedios de grasa dorsal a 105 kg de peso por sexo, los resultados obtenidos fueron similares a los encontrados por otros investigadores en los que se observa que los machos poseen menor cantidad de grasa dorsal que las hembras y los machos castrados [1, 3].

Por otro lado, al evaluar la grasa dorsal en los animales Landrace-Yorkshire y Yorkshire-Landrace, los resultados muestran mayor cantidad de grasa dorsal de los cerdos Landrace-Yorkshire, esto contradice un reporte que menciona que no se encontraron diferencias en los cruzamientos Landrace-Yorkshire y Yorkshire-Landrace para grasa dorsal a 90 kg [12]. Los promedios de grasa dorsal en ambos cruzamientos son inferiores a lo reportado para el cruzamiento Yorkshire-Landrace el cual fue de 2,76 cm [9]. Esto puede ser atribuido a las líneas genéticas bajo estudio y a posibles cambios en el manejo y las condiciones medio ambientales presentes a través de los años.

En esta población, al igual que para el peso a 154 días, existe un programa de selección para el espesor de la granja dorsal, al realizar el análisis de varianza para la grasa dorsal a 105 kg de peso, se observó un efecto altamente significativo sobre los factores año, raza y sexo, y en las interacciones año por raza y año por raza por sexo. Estos resultados concuerdan con otros reportes en donde se observa un efecto sobre los factores año y sexo en la grasa dorsal ajustada a 100 kg peso [4], y sobre los factores raza y sexo, y en la interacción raza por sexo para la grasa dorsal [21].

Por último, en la TABLA V se muestra el índice de herencia estimado para las características peso a 154 días y grasa dorsal a 105 kg de peso por raza. La heredabilidad estimada para el peso a 154 días fue de 0,26; 0,50 y 0,45 para las razas Duroc, Landrace y Yorkshire respectivamente; mientras que para la variable grasa dorsal a 105 kg de peso, la heredabilidad estimada fue de 0,33; 0,18 y 0,53, para los cerdos de las razas Duroc, Landrace y Yorkshire, respectivamente. En el caso de los resultados de la heredabilidad estimada para el peso ajustado a 154 días, los índices obtenidos son superiores en cerdos de las razas Landrace y Yorkshire a los obtenidos en un trabajo que también ajustaron los días a 100 kg, pero en el caso de la raza Duroc se obtuvo el mismo índice de herencia (0,26) [11], aunque este último es inferior a lo mencionado

en otra investigación donde se encontró un índice de herencia de 40% [4].

En el caso de la heredabilidad estimada para la grasa dorsal ajustada a 105 kg, los índices de herencia obtenidos son inferiores a un reporte donde también se ajustó la grasa dorsal a 100 kg de peso [11], con excepción de la raza Yorkshire en cuyo caso particular son similares ambos trabajos (0,53 y 0,51), pero ambos difieren de una investigación que obtuvo un índice de herencia de 0.24 para cerdos de raza Yorkshire [7].

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de la granja se puede concluir que la raza Landrace es la que alcanza mayor peso a los 154 días de edad, mientras que la raza Yorkshire muestra menor acumulación de grasa dorsal a los 105 Kg de peso, sin embargo, a través de los años se observaron fluctuaciones en los promedios de ambas características que se encuentran relacionadas con la presencia de agentes infecciosos en la explotación.

En el caso de los animales Landrace-Yorkshire y Yorkshire-Landrace, las características bajo estudio no son mejoradas por la heterosis, esto se demuestra en ambos cruzamientos, ya que se observan menores promedios para el peso a 154 días con respecto a las razas que les dieron origen.

En lo referente a la heredabilidad de la grasa dorsal, ésta es baja para las razas Duroc y Landrace, lo cual implica un marcado efecto de dominancia y epistasia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CHOI, C.S; LEE, J.G. Investigation of breed, sex and environmental factors of swine economic traits from on-farm test records. *J .Anim. Sci. and Technol.* 43(4): 431- 444. 2001.
- [2] FLORES, C.J; CONTRERAS, H.M. **Mejoramiento genético del cerdo**. Sistema de Universidad Abierta y Educación a Distancia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM. México D.F. 170pp. 1997.

- [3] FUKAWA, K.; SUGIYAMA, T.; KUSUHARA, S.; KUDOH, O.; KAMEYAMA, K. Model selection and genetic parameter estimation for performance traits, body measurement traits and leg score traits in a closed population of Duroc pigs. **J. Anim. Sci.** 97: 97-106. 2001.
- [4] GIBSON, J.P.; QUINTON, M.V.; SIMEDREA, R. Responses to selection for growth and back fat in closed nucleus herds of Hampshire and Duroc pigs. **Can. J. Anim. Sci.** 81: 17-23. 2001.
- [5] HAER, L.C.; VRIES, A.G. Effects of genotype and sex on the feed intake pattern of group housed growing pigs. **Livestock Prod. Sci.** 36: 223-232. 1993.
- [6] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA. **Anuario estadístico del estado de Guanajuato**. Edit. INEGI México DF. 137pp. 2001.
- [7] JOHNSON, Z.B.; CHEWNING, J.J.; NURGENT, R.A.. Genetic parameters for production traits and measures of residual feed intake in Large White swine. **J. Anim. Sci.** 77: 1679-1685. 1999.
- [8] KENNEDY, B.W.; QUINTON, V.M.; SMITH, C. Genetics changes in Canadian performance-tested pigs for fat depth and growth rate. **Can. J. Anim. Sci.** 76: 41-48. 1996.
- [9] KIM, M.H.; PARK, J.W.; JUNG, Y.C.; PARK, Y.I. Comparison of different crosses for certain production and carcass traits in pigs. **Korean J. of Anim. Sci.** 34:132-139. 1992.
- [10] KUEHL, O.R. Diseños factoriales modelos aleatorios y mixtos. En: Kuehl O.R. (Ed.), **Diseños experimentales, Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación**. México, DF: Thompson Learning, México D.F. 232-262 pp. 2001
- [11] LI, X.; KENNEDY, B.W. Genetics parameters for growth rate and backfat in Canadian Yorkshire, Landrace, Duroc and Hampshire pigs. **J. Anim. Sci.** 72: 1450-1454. 1994.
- [12] LIU, C.T.; CHANG, S.C. Performance test on growth of Landrace X Yorkshire crossbreed gilts. **J. Chin. Soc. Ani. Sci.** 22: 259-270. 1993.
- [13] MARTÍNEZ, GR. Mejoramiento genético del cerdo. En: Castro, MI (Ed.), **Examen general de calidad profesional para medicina veterinaria y zootecnia**. Material de estudio: área porcinos. Jaiser Eds. 53-71 pp. 1999.
- [14] MATHUR, P.K. Recording and improvement of conformation traits. **Can. Swine Breed. Assoc.** 56.-57. 2002.
- [15] NGUYEN, N.H.; MCPHEE, C.P.; WADE, C.M.; LUXFORD, B.G. Genetic parameters and predicted response to selection for lean growth in an Australian commercial nucleus pig herd. **Aust. J. Agric. Res.** 51: 813-817. 2000.
- [16] RICO, G.M. **Genética estadística**. Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas, Madrid España. 320 pp. 1965.
- [17] ROSAS, GM. Comportamiento productivo de cerdas Yorkshire y Landrace con camadas puras y cruzadas. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. (Tesis de Maestría). 44pp.1992.
- [18] ROSAS, GM. **Mejoramiento animal: genética en cerdos**. Editado por Sistema de Universidad Abierta. UNAM. México D.F. 250 pp. 1999.
- [19] SPIDE, P.L.; RORHSCHILD, M.F.; WUNDOR, W.W. **Genética aplicada**. Iowa State University. USA. 219 pp. 1981.
- [20] STATISTISCAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (SAS). User guide. 4th Ed. Volume 2, Cary NC. 891-1686 pp. 1990.
- [21] WU, S.C.; CHANG, H.L.; LIU, C.T. Evaluation of performance: 1. Breed, sex and test effects on live traits at the South-Central Test Station. **J. Taiwan Livest. Res.** 29: 201-212. 1996.