

01673



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

PROCEDIMIENTOS PARA AJUSTAR LA EDAD Y  
GRASA DORSAL A LOS 113 kg. EN CERDOS.

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN PRODUCCION ANIMAL  
(G E N E T I C A)

P R E S E N T A:

KATHERINE G. <sup>Guadalupe</sup> ARANCIBIA SALINAS

ASESOR: Ph.D. MOISES MONTAÑO BERMUDEZ

MEXICO, D. F.

2000



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

El autor da consentimiento a la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, para que la tesis esté disponible para cualquier tipo de reproducción e intercambio bibliotecario.

---

Katherine G. Arancibia Salinas

## DEDICATORIAS

*A Karlo y Mariana,  
quienes tal vez no comprendieron el poco tiempo que les dediqué  
durante mis estudios, el cual se ve culminado en esta tesis.*

*A mis padres,  
que siempre me estimularon y apoyaron para seguir adelante en este  
proyecto.*

*A Ricardo, Liliana y Alejandro,  
quienes de diversas maneras me apoyaron y me dieron mucha  
confianza en los momentos difíciles.*

*A Víctor Hugo,  
que fue el pilar más importante para la culminación de este proyecto,  
por su infinita paciencia y apoyo incondicional, y con quien deseo seguir  
compartiendo momentos maravillosos.*

## **AGRADECIMIENTOS**

**Deseo agradecer en forma especial al Dr. Moisés Montaña Bermúdez, que confió en mi para la realización de este proyecto y de quien he aprendido mucho.**

**Gracias al Dr. Carlos Apodaca Sarabia, al Dr. Carlos Sosa Ferreira, al Dr. Pedro Ochoa Galván y al Dr. Heroldo Palomares, por el apoyo y la confianza que me brindaron desde el principio.**

**Gracias a la Dra. María Elena Trujillo y al Dr. Roberto Martínez Gamba, por su amistad y su apoyo en este proyecto.**

**Deseo agradecer en forma especial a Germán Muñoz, por sus palabras de entusiasmo y su amistad.**

**Gracias al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), que a través del otorgamiento de una beca para la realización de estudios de Maestría se financió la realización de la tesis del autor.**

**Gracias a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnica de la UNAM, por apoyar mi superación académica y por permitirme formar parte de su grupo de académicos.**

## INDICE

---

|  |    |
|--|----|
| <b>RESUMEN</b>   | I  |
| <b>SUMMARY</b>   | II |
| <b>INTRODUCCION</b>  | 1  |
| <b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>  |    |
| Importancia de la producción porcina   | 3  |
| Importancia de la calidad de la carne  | 4  |
| Importancia de la calidad de la canal  | 7  |
| Importancia de la medición de la grasa dorsal y<br>procedimientos para medirla | 8  |
| Efectos indeseables de genes que disminuyen la<br>grasa dorsal                 | 9  |
| Recomendaciones de ajuste y su importancia                                     | 13 |
| Recomendaciones de la NSIF para ajustar grasa<br>dorsal y días a 250 lb.       | 14 |
| <b>OBJETIVOS</b>   | 16 |

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| Registros                   | 17 |
| Base de datos               | 17 |
| Edición de la base de datos | 19 |
| Evaluación de los ajustes   | 19 |
| Formación de archivos       | 19 |
| Ajustes generados           | 24 |
| Modelo estadístico          | 26 |

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| Estadísticas descriptivas        | 28 |
| Ajustes recomendados por la NSIF | 28 |
| Ajustes a 220 lb.                | 31 |
| Ajustes generados                | 33 |

## **CONCLUSIONES**

## **LITERATURA CITADA**

## ÍNDICE DE CUADROS

---

|          |  |    |
|----------|--|----|
| Cuadro 1 | Promedio de las características de producción de la canal de diferentes razas                                    | 10 |
| Cuadro 2 | Estadísticas descriptivas de la base de datos original   | 18 |
| Cuadro 3 | Estadísticas descriptivas de la base de datos final  | 20 |
| Cuadro 4 | Frecuencia de animales por cada año de estudio en cada granja  | 21 |
| Cuadro 5 | Frecuencia de animales divididos en grupos genéticos por sexo en cada raza                                       | 22 |
| Cuadro 6 | Estadísticas descriptivas del primer archivo   | 23 |
| Cuadro 7 | Estadísticas descriptivas del segundo archivo  | 25 |
| Cuadro 8 | Suma de cuadrados de grasa dorsal sin ajustar (GDS) y ajustada (GDA) a 113 kg con las recomendaciones de la NSIF | 29 |
| Cuadro 9 | Suma de cuadrados de la edad sin ajustar (EDS) y ajustada (EDA) a 113 kg con las recomendaciones de la NSIF      | 30 |



|            |  |    |
|------------|--|----|
| Cuadro 10  | Suma de cuadrados de grasa dorsal sin ajustar (GDS) y ajustada (GDA) a 100 kg con las recomendaciones de la NSIF | 32 |
| Cuadro 11  | Suma de cuadrados de la edad sin ajustar (EDS) y ajustada (EDA) a 100 kg con las recomendaciones de la NSIF      | 34 |
| Cuadro 12. | Constantes generadas para ajustar grasa dorsal y edad a 100 kg. en los cuatro grupos                             | 35 |
| Cuadro 13. | Suma de cuadrados de grasa dorsal sin ajustar (GDS) y ajustada (GDA) a 100 kg. con los ajustes generados         | 36 |
| Cuadro 14. | Suma de cuadrados de edad sin ajustar (EDS) y ajustada (EDA) a 100 kg. con los ajustes generado                  | 37 |

## RESUMEN

### **PROCEDIMIENTOS PARA AJUSTAR LA EDAD Y GRASA DORSAL A LOS 113 kg. EN CERDOS. TESIS DE MAESTRIA EN PRODUCCIÓN ANIMAL (GENÉTICA), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. KATHERINE G. ARANCIBIA SALINAS. 1999. ASESOR: DR. MOISES MONTAÑO BERMÚDEZ.**

Se utilizaron los registros de medidas de grasa dorsal (GD) y peso final (PF) de 10,742 cerdos de cuatro granjas del centro del país, con el objetivo de determinar si los procedimientos recomendados por la National Swine Improvement Federation (NSIF) 1996 de U.S.A. para ajustar GD a un mismo peso y ajustar la edad (ED) al peso al sacrificio son adecuados en las condiciones de producción de México. Las mediciones se hicieron entre 1991 y 1997, en hembras y machos enteros, Duroc, Hampshire, Landrace, Large White, Yorkshire y cruzados. Los promedios y desviaciones estándar en la base de datos fueron de 1.4, 0.63 cm, 92.8, 12.8 kg. y 170, 17 d, para grasa dorsal y peso y edad a la medición, respectivamente. Los ajustes se hicieron a 113 y 100 kg. Para los análisis se consideraron 4 grupos con rangos en peso a la medición de grasa de 18, 36, 54 y 72 kg. alrededor del peso deseado. El modelo utilizado incluyó los efectos fijos de granja, raza, sexo, año, peso final como (co)variable y la interacción raza-sexo. Los análisis se hicieron con el Procedimiento de Modelos Lineales Generales (GLM) del paquete SAS. Además con los mismos grupos para 100 kg. se generaron los factores de ajuste particulares considerando los promedios de GD, PF y ED y las regresiones de GD y ED sobre PF. Los factores de ajuste obtenidos para cada grupo fueron los siguientes: para GD: -42, -37 -32 y -34 para machos; +9, -3, -3, y -4 para hembras. Para ED: +130,+133, +130 y +127 para machos y +114, +120, +124 y +127 para hembras. Para determinar si los ajustes eran adecuados, se compararon las sumas de cuadrados totales de las variables ajustadas (GDA ó EDA) con las sumas de cuadrados totales de las variables sin ajustar (GDS ó EDS) en cada grupo; lo mismo se hizo con la suma de cuadrados asociada a la regresión sobre PF, donde también se analizó su significancia. Con el ajuste a 113 kg., se encontró para GD que GDA fue mayor en todos los grupos entre 1 y 13% más con respecto a GDS; para ED, se encontró que EDA fue mayor en todos los grupos entre el 1 y 45% con respecto a EDS. Al utilizar los factores de ajuste la variabilidad aumentó, por lo cual éstos no fueron adecuados. Con el ajuste a 100 kg., se encontró para GD que GDA fue menor entre el 2 y el 12 % con respecto a GDS, sin embargo sólo en el grupo 1 el efecto de PF sobre GDA no fue significativo; para ED, se encontró que EDA fue mayor entre el 1 y el 36 % más con respecto a EDS, el efecto de PF sobre ED fue significativo en los cuatro grupos, lo cual indica que los ajustes nuevamente no funcionaron de la manera esperada. Con el ajuste a 100 kg. usando los ajustes generados, se obtuvo que para GD en los cuatro grupos se redujo GDA entre el 2 y el 12% con respecto a GDS, y en los grupos 1 y 2 el efecto de PF sobre GD no fue significativo. Para ED, EDA fue menor entre el 2 y el 9% con respecto a EDS y el efecto de PF sobre ED no fue significativo en los cuatro grupos lo que indica que al usar las constantes generadas sí reducen la variabilidad. Estos resultados sugieren que no resulta recomendable el uso de los procedimientos recomendados por la NSIF para ajustar GD y ED y los ajustes generados en este trabajo pueden ser usados sólo cuando las mediciones se toman entre los 80 y los 120 kg. de peso.

**Palabras clave: cerdos enteros, factores de ajuste, grasa dorsal, carne magra.**

## SUMMARY

### PROCEDURES TO ADJUST AGE AND BACKFAT TO 113 kg. WEIGHT IN PIGS.

There were used records of backfat (BF) and final weight (FW), of 10,742 pigs from four farms, in the central region of the country, with the object to determinate if the recommend procedures by the National Swine Improvement Federation (NSIF, 1996) to adjust BF to a the same weight animal and adjust age (AG) to sacrifice weight, are adecuate under mexican production condition. Measures were taken from 1991 to 1997 on female and boars Duroc, Hampshire, Landrace, Large White, Yorkshire and crosse-breeded. The average and standard deviation from the data base were 1.4, 0.63 cm., 92.8, 12.8 kg. and 170, 17 d, for BF and AG and FW to the measurements were made to 113 kg. and 100 kg. of body weight. For the analisis, there were considered 4 groups with ranks of WF of BF measure of 18, 36, 54 and 72 kg. around the desired weight. The model used included the fixed effects related to the farm, breed, sex, year, weight as a covariable and the interaccion between breed and sex. Statistical analysis were done with the General lineal model procedure of SAS software. Furthermore with the same groups for 100 kg. particular adjusting factors were generate considering the averages of BF, FW and AG, and the regressions of BF and AG over FW. The adjust factors obtained for each group were the following: for BF: -42, -37 -32 and -34 for males; +9, -3, -3, and -4 for females. For AG: +130, +133, +130 and +127 for males and +114, +120, +124 and +127 for females. In order to determinate if the adjust was adecuate, total square sums of the adjusted variables (BFA or AGA) were compared with the total square sums of the unadjusted variables (BFS or AGS) from each group. The same procedure was done with the square sum associated to the regression over FW and it's significace was also analized. With the adjust went of BF to 113 kg. it was found that BFA was greater in all groups, (from 1 to 13 %) with respect to BFS; for AG it found that AGA was greater in all groups from 1 to 45 % with respect to AGS. Using the adjustment factors, the variability increased, therefore these were not adequate. With the ajustement to 100 kg. for BF it was found that BFA was minor (2 and 12%) with respect to BFS. However, only in the group 1 the effect of FW over BFA was not significative. For AG, it was found that AGA was greater (1 and 36%) than AGS. The effect of FW over AG was significative in the 4 groups, this indicates that the adjustment does not work on the expected way. Using the generated ajustement with the adjustment to 100 kg. for BF in the 4 groups, a reduction of BFA from 2 to 12% was obseved, with respect to BFS, and in groups 1 and 2 the effect of FW over BF was not significative. For AG, AGA was smaller from 2 to 9% with respect to AGS and the effect of FW over AG was not significative in the four groups. This indicates that using the constant generated, the variability could be reduced. This results suggest that it is not commendable to use the procedures recomend by the NSIF for adjustment BF and AG and that the adjustment generated in this study can be used only when the measures were taken between 80 and 120 kg. of body weight.

**Key words:** boars, adjust factors, backfat, lean meet.

## INTRODUCCION

El primer objetivo en una granja porcina estriba en obtener la máxima masa muscular y como segundo objetivo, obtener canales que sean de excelente calidad (Cooksley y Cunnighan, 1977; Meléndez, 1984; Gibson, 1998), debido a que el precio de éstas, está ligado a los respectivos porcentajes de tejido magro y graso. Existen diversos factores que modifican la calidad de la canal como son: la genética, la nutrición, los tratamientos hormonales y los promotores de crecimiento, siendo considerados los dos primeros como los más importantes (Denise, 1983; Goodwin, 1985; Bidanel, 1994), ya que dentro de los aspectos genéticos, la selección es la base para mejorar la calidad de la canal, dado que es una característica con una heredabilidad alta, 40-60% (Jesse, 1983; Warwick y Legates, 1990; Weber, 1996;).

Dentro de las características de importancia económica en la producción porcina se encuentra la ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, reducción en el espesor de la grasa dorsal y edad a un peso determinado (Hetzer y Miller, 1970; Gu et al., 1991; Stewart et al., 1991). Estas dos últimas están dentro de las cuatro características para las que se hacen evaluaciones genéticas en las diferentes razas en U.S.A. También, con base en estas características se aplican algunos índices de selección, como el índice de línea paterna, de acuerdo a las recomendaciones de la NSIF.

La variabilidad genética aditiva existe dentro de las poblaciones de cerdos y es transmitida a su progenie. Para que el mejoramiento genético

suceda, individuos superiores deben ser utilizados como padres, sin embargo el mérito genético de un individuo no se conoce con exactitud, por lo que la selección se realiza en base a estimadores del mérito genético.

La grasa dorsal es un indicador del rendimiento en cortes magros y en cortes primarios (cabeza de lomo, entrecot, tocino, espaldilla y jamón) (Secofi, 1983). El rendimiento en cortes primarios está asociado con el largo de la canal, lo cual es de suma importancia para el "tablajero", ya que requiere saber cuanto puede vender de la canal y de esta manera estimar sus ganancias.

Los factores de ajuste para edad y grasa dorsal recomendados por la NSIF como herramienta para la evaluación de cerdos, se empezaron a utilizar a partir de esta década, debido a la falta de conocimiento de los responsables de las explotaciones porcinas. Sin embargo es importante evaluar el uso de estos ajustes en las condiciones de producción de México. Por lo tanto, el propósito de este trabajo es investigar si las recomendaciones de la NSIF para ajustar la edad y la grasa dorsal a un peso fijo son aplicables en México y la evaluación que se realiza con base en estas variables ajustadas es exacta.

## REVISIÓN DE LITERATURA

**Importancia de la producción porcina.** La producción porcina es una actividad económica importante en el país. La carne de cerdo se considera como un producto nutritivo y sabroso, que también es versátil y encaja perfectamente dentro de la costumbre alimenticia de hoy en día. El cerdo ofrece diversas ventajas como prolificidad, ciclo reproductivo corto, espacio reducido para su producción y baja conversión alimenticia. Nutricionalmente hablando, las ventajas de esta carne son: su alto contenido de tiamina, riboflavina, vitaminas B6 y B12, calcio, fósforo, zinc y hierro, así como potasio (Roppa, 1998).

El mercado actual exige un mayor número de cerdos para abasto en el menor tiempo posible y con un porcentaje mínimo de grasa, esto es favorable para el productor porque es más caro producir 1 kg de grasa que 1 kg de músculo; esto se debe a que los animales necesitan mayor cantidad de alimento para la producción de grasa (Trujillo y Flores, 1988) y ésta no tiene precio en el mercado actual. Por lo antes mencionado los cerdos deben ser sacrificados cuando la proporción de músculo, grasa y hueso sean óptimos de acuerdo al mercado, costo y condiciones de producción (Quijandria y Robinson, 1971).

La eficiencia productiva en cerdos en crecimiento va a estar determinada por la distribución de nutrimentos dirigidos a deposición de proteína en relación a deposición de grasa, y por la velocidad con que esto ocurra. Diversos autores han trabajado para seleccionar características para peso y canal (Lo et al., 1992b; Woltmann et al., 1992). Stewart et al. (1991) desarrollaron programas de

mejoramiento genético en ganado porcino, utilizando pruebas y evaluación genética por etapas.

**Importancia de la calidad de la carne.** Se define como la combinación de características (organolépticas, bioquímicas, físicas y microbiológicas) que la hagan deseable y apetecible al consumidor (Berruecos y Rivera, 1973; Chorne, 1983; Sebranek, 1998). Entre los caracteres de calidad de carne, se pueden distinguir los que inciden directamente sobre la calidad tecnológica (pH, color, contenido en proteína sarcoplasmática y miofibrilar), que tiene una heredabilidad media o baja (Cole et al., 1988), y los que determinan su calidad organoléptica (sabor, olor, etc.), ya sea para su consumo directo o previo un proceso de cocción. Entre ellos es preciso destacar el porcentaje de grasa intramuscular y la composición de ácidos grasos, los cuales tienen valores de heredabilidad altos (Casas, 1985; Sellier, 1988) y están altamente correlacionados con el porcentaje de grasa global de la canal y muy influidos por el régimen y tipo de alimentación (Tibau, 1992). La carne de cerdo contiene 65% de grasas insaturadas y 35% de grasas saturadas, lo cual es preferido nutricionalmente, así mismo es rica en ácido linoléico, el cual neutraliza eficazmente los efectos negativos del ácido palmítico que contienen las grasas saturadas (Roppa, 1998).

La velocidad de crecimiento y la conversión alimenticia, son los indicadores más importantes del comportamiento que se miden para determinar los costos por unidad producida de cerdo. Sin embargo, muy pocos estudios han

sido realizados con cerdos, en los cuales el valor de crecimiento era el único carácter bajo selección (Kuhlers y Jungst, 1990; 1991a; 1991b).

La evaluación de la carne es una parte importante para determinar el éxito de la producción porcina. Siguiendo la reproducción, alimentación y mercadeo del cerdo, el paso final es la transformación en alimento para las personas. A través de estos procesos, los porcicultores pueden evaluar efectivamente su progreso en la selección y manejo (Ducos, 1994; Kauffman et al., 1998).

Obtener eficiencia y rápido crecimiento en el cerdo es especialmente importante porque más del 70% del costo de producción es debido al alimento, principalmente en aquellos cerdos que son alimentados *ad libitum*, y más del 85% del valor de la canal estriba en la carne magra para el empacador (Akridge, 1990; Klosz et al., 1994), por lo que muchos porcicultores intentan producir más kilogramos de carne al menor tiempo y costo posibles.

La demanda de productos cárnicos con poca grasa ha hecho del porcentaje de carne magra de las canales un objetivo de selección y un criterio económico de primera magnitud. Las características en la calidad de la canal y el manejo del cerdo son por lo tanto muy importantes, y es probable que se incrementen rasgos de importancia económica en el futuro (Lo et al., 1992a; Lundeheim et al., 1994). En México muchas granjas porcinas (medianas y grandes), realizan la medición del grosor de la grasa dorsal y los días a mercado, de esta forma se lleva un control de la productividad y rentabilidad de la granja, lamentablemente este control no se realiza en granjas pequeñas,



debido a que muchas de ellas no cuentan con el equipo necesario.

Los efectos de raza, sexo y régimen alimenticio sobre grasa dorsal fueron estudiados previamente por diversos autores (McPhee et al., 1979; Diestre y Kempster, 1985; Kuhlert y Jungst 1992;), así como predecir el porcentaje de carne magra en el cerdo a partir de la grasa y el área del ojo de la chuleta, ha sido de gran ayuda en la selección.

Actualmente en los cerdos el 70% de la grasa está localizada debajo de la piel, y solamente el 30% en el resto del cuerpo. Al remover la piel, la carne presenta baja cantidad de grasa y en el interior de los músculos contiene sólo 1.1 a 2.4% de grasa; como dato interesante esta cantidad es similar a la que contiene la carne de pollo y menor que la de la carne bovina (2.5%) y ovina (6.5%) (Roppa, 1998).

La cantidad y calidad de carne han sido mejorados principalmente por efectos genéticos aditivos, mientras que la fertilidad y los rasgos de productividad por efecto de heterosis. Este efecto puede ser utilizado en el cruzamiento rotacional (Fu et al., 1994).

La heredabilidad y correlaciones genéticas dentro de razas son esenciales, y se deben realizar seguimientos del progreso genético, mediante la medición imparcial a lo largo de toda la vida productiva de los animales (Bryner et al., 1992).

El crecimiento y la curva de deposición de grasa dorsal son de importancia considerable en el desarrollo de programas de prueba en cerdos. La dirección de Programas de Mejoramiento del Cerdo en Canada (Record of

Performance, ROP) y de los Estados Unidos (NSIF), utilizan el mismo procedimiento para ajustar edad y grasa dorsal a un peso deseado de 90 y 113 Kg., respectivamente (McKay y Garnett, 1988; 1990). En los últimos 10 años en Estados Unidos la grasa dorsal ha disminuido cerca de 0.6mm/año y la ganancia diaria a aumentado 15 a 22 g/año (Short et al., 1994).

**Importancia de la calidad de la canal.** La canal puede ser definida de diferente manera por los diversos sectores ganaderos y por la industria cárnica, Canon et al. (1996) sugieren que la calidad de la canal esta asociada con términos como fresca, sanidad y composición.

Los caracteres de la canal (longitud de la canal, porcentaje de carne magra y espesor de la grasa dorsal, porcentaje de jamón y lomo) son altamente heredables y mejorables mediante la selección. Los genetistas y criadores han logrado disminuir la grasa y el colesterol; de 1980 a la fecha, se ha disminuido en 31% el contenido de grasa, 14% en calorías y 10% en colesterol (Roppa, 1998; Oliver, 1993). También se ha observado claramente que una mejor eficiencia alimenticia conlleva a la producción de canales más magras (Kanis, 1988).

Los sistemas de clasificación de la canal, pueden basarse en la predicción del contenido magro o en el contenido de cortes primarios de acuerdo a la tradición y cultura de cada región o país (Velázquez y Belmar, 1998).

## **Importancia de la medida de la grasa dorsal y procedimientos para medirla.**

El rendimiento magro puede ser evaluado en las canales en el matadero o por la obtención indirecta de la medida de la grasa dorsal en animales vivos (Mersmann, 1984; Sather et al., 1987), el cual es un sistema indirecto para la determinación del porcentaje de carne magra, muy preciso, tanto en los núcleos de selección como a nivel de granjas de producción (Tibau, 1992). El área del ojo de la chuleta y la grasa intramuscular son obtenidas principalmente en canales (Burson, 1994). En la actualidad existen diversos métodos para la medición de la grasa dorsal:

- ◆ Ultrasonido
- ◆ Modo digital
- ◆ Velocidad de sonido y
- ◆ Elastografía

Estos cuatro métodos, se clasifican como métodos no invasivos y por lo tanto no estresan al animal y no modifican o alteran la calidad de la canal.

El equipo de ultrasonido ha sido usado en programas reproductivos porcinos por muchos años, puede utilizarse en varias formas, además de ser capaz de presentar imágenes en donde puede ser observado el marmoleo (grasa intramuscular) y en ocasiones, se pueden detectar absesos. Han habido estudios, en los cuales las medidas de ultrasonido de tiempo-real seriadas, han sido correlacionadas con crecimiento y composición corporal en los cerdos y nadie ha investigado la posibilidad de utilizar un ultrasonido para mejorar la

exactitud de decisiones de selección temprana (McLaren et al., 1989).

Otra forma es el modo digital, donde el sensor detecta señales digitales que se pueden usar sin ser convertidas a imágenes; esto es altamente efectivo para medir la composición corporal. La tercera posibilidad es utilizar la velocidad del sonido. Para lograr esto, se necesitan dos sensores uno emitiendo y el otro recibiendo. El cambio entre la señal enviada y la recibida, se puede usar para medir marmoleo. Finalmente, se puede usar la elastografía, ésta es una variación del ultrasonido tradicional, pero se utiliza una segunda vez, cuando la muestra ha sido comprimida (Forrest et al., 1998).

La utilidad de la grasa dorsal y del área del ojo de la chuleta para predecir la composición de la canal porcina está muy bien documentada (Grisdale, 1984; Joyal, 1987).

En el Cuadro 1, se muestran diferencias encontradas en mediciones invasivas para grasa dorsal y el área del ojo de la chuleta, que son indicadores de la composición de la canal en diferentes razas.

Hoy en día el registro de la grasa dorsal es considerada en la mayoría de las explotaciones como una herramienta de gran utilidad al momento de evaluar la producción. El punto en que normalmente se mide la grasa dorsal es a la altura de la última costilla a 6.5 cm de la línea media (Sather et al., 1991).

**Efectos indeseables de genes que disminuyen la grasa dorsal.** Dos condiciones indeseables, o síndromes, se han convertido en problemas en el ganado porcino, por el cambio hacia el tipo de carne magra con menos grasa

**CUADRO 1. PROMEDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE PRODUCCIÓN DE LA CANAL DE DIFERENTES RAZAS.**

| Raza          | Promedio grasa dorsal<br>cm | Area del ojo de la chuleta<br>cm <sup>2</sup> |
|---------------|-----------------------------|---|
| Duroc         | 3.38                        | 28.2  |
| Hampshire     | 2.92                        | 31.7  |
| Yorkshire     | 3.38                        | 29.8  |
| Chester White | 3.29                        | 28.3  |
| Landrace      | 3.52                        | 26.9  |
| Spot          | 3.37                        | 28.0  |
| Poland China  | 3.03                        | 30.7  |

(TRUJILLO y FLORES, 1988)

dorsal.

La primera condición se conoce como carne pálida, blanda y exudativa (PSE) (Pale Soft Exudative). En los animales afectados, el tejido muscular es más pálido que el normal, carece de firmeza y los fluidos pueden manar de la superficie al corte (capacidad de retención de agua, color, textura, etc.). Este síndrome provoca una rápida glucólisis anaerobia (caída de pH), que junto con temperaturas internas de la canal, superiores a 38°C produce la desnaturalización de las proteínas miofibrilares (estructura) y sarcoplasmáticas (color) del tejido muscular. Estos cambios musculares se aprecian macroscópicamente por una pérdida de la capacidad de retención de agua y por una mayor palidez en el color de la carne. Algunas pruebas han demostrado que el sabor no se afecta de modo regular en esta condición; sin embargo, la carne carece de atractivo a nivel de los cortes al menudeo.

La segunda condición se conoce como síndrome del estrés porcino (PSS) (Porcine Stress Syndrome); los individuos afectados son incapaces de soportar períodos cortos de ejercicio físico intenso, y pueden morir rápidamente cuando se les somete a este tipo de esfuerzo o "estrés" masivo, la muerte puede sobrevenir durante los procedimientos rutinarios de manejo (Judge et al., 1998). La muerte es precedida por rigidez muscular, aumento de temperatura, taquicardia y bradicardia; otros síntomas son temblores musculares y superficies blancas y enrojecidas; hay un rápido aumento en la concentración de ácido láctico en la sangre con el consecuente pH sanguíneo bajo. Las causas fisiológicas de esta situación aún no se han estudiado bien, pero se advierten

alteraciones en la función de la pituitaria y de las suprarrenales en las líneas de los cerdos susceptibles al estrés. Los niveles circulantes de hormona adrenocorticotrófica (ACTH) son altos, pero sin los correspondientes niveles altos de corticoides adrenales. La tasa de producción de cortisol es muy elevada. Los cerdos susceptibles pueden tener altos niveles de globulina enlazadora de corticoesteroides (Warwick y Legates, 1990). Algunos estudios han encontrado también una hiperactividad tiroidea.

Esta condición se relaciona con el síndrome de hipertemia maligna (MHS), que en humanos se caracteriza por reacciones anormales a los anestésicos halogenados (Campion y Topel, 1975; Hovenier, 1993).

Esta relación dio por resultado lo que se llama la "prueba del halotano" para identificar animales susceptibles al estrés. En esta prueba los cerdos se exponen a un nivel fijo del anestésico halotano durante un periodo prescrito; los animales que son susceptibles manifiestan rigidez muscular, mientras que los normales no se afectan.

Las dos condiciones (PSE y PSS) están relacionadas, pero los animales pueden padecer PSE sin haber presentado los síntomas de PSS. Ambas condiciones tienen una base hereditaria; ha sido posible desarrollar poblaciones experimentales en las cuales un alto porcentaje de los animales son susceptibles al estrés. Aparentemente el PSS se hereda como un recesivo autosómico monogénico. Existe una relación aparente entre las condiciones PSE y PSS y los cerdos con altos rendimientos de cortes de carne, pero la asociación está lejos de ser absoluta (Warwick y Legates, 1990).

Aparte de los problemas de PSE y PSS, una buena cantidad de investigaciones demuestran que el contenido de grasa del músculo de los cerdos está correlacionado de modo positivo con su jugosidad, sabor, aroma y suavidad; entonces resulta deseable, por lo menos un cierto grado óptimo de grasa intramuscular para que la carne resulte más aceptable para el consumidor. Si se llega a mostrar evidencia de que la selección del cerdo de tipo de carne, es decir, de la musculosidad y la poca grasa, reduce el sabor de la carne magra lo suficiente para disminuir la demanda por parte de los consumidores, se pueden requerir revisar los procedimientos de selección para invertir la tendencia (Warwick y Legates, 1990).

**Recomendaciones de ajuste y su importancia.** Los factores de ajuste se obtienen a partir de los datos del rendimiento de un gran número de animales. Si se usan correctamente los factores de ajuste pueden aumentar considerablemente la precisión de la selección (Kemp y Rothschild, 1996). En los casos más simples, su efecto es reducir la varianza ambiental y por lo tanto reducir la varianza fenotípica, lo que a su vez aumenta la heredabilidad (Nicholas, 1990).

La principal utilidad de los factores de ajustes es eliminar los efectos ambientales para permitir la comparación y selección de los animales en forma equitativa (Kemp y Rothschild, 1996). Por otra parte, el utilizar procedimientos de ajustes facilita el manejo en la granja al poder medir animales de diferentes pesos.



Sobre procedimientos de ajustes en cerdos se han realizado diversos trabajos, la mayoría, se refiere al peso de la camada a 21 días de edad (Wood et al., 1990), otros trabajos incluyen además el efecto de las razas puras e híbridas en los ajustes para peso de la camada a los 21 días (Irvin et al., 1994).

La tasa de mejoramiento genético depende del uso de las herramientas que producen medidas precisas del comportamiento y estimadores del mérito genético. Tradicionalmente los factores de ajuste han sido usados para estandarizar los registros, y permitir un mejor aislamiento de los componentes genéticos de las varianzas observadas. Se utilizan ajustes diferentes para hembras y machos porque la tasa de crecimiento es diferente. La NSIF proporciona factores de ajuste para grasa y días que son usados en las organizaciones participantes (Brubaker et al., 1994; Culbertson et al., 1997).

**Recomendaciones de la NSIF para ajustar grasa dorsal y días a 250 lb.** La NSIF de U.S.A. en su Guidelines for Uniform Swine Improvement Programs (1996), recomienda las siguientes fórmulas para ajustar días y grasa a 250 lb.

$$\text{Días ajustados} = \text{edad actual} + \left[ \left( 250 - \text{peso actual} \right) * \frac{\text{edad actual} - a}{\text{peso actual}} \right]$$

Donde:

a = 50 para machos enteros o castrados

a = 40 para hembras

$$\text{Grasa ajustada} = \text{grasa actual} + \left[ \left( 250 - \text{peso actual} \right) * \frac{\text{grasa actual}}{\text{peso actual} - b} \right]$$

Donde:

b = - 20 para machos enteros

b = + 30 para machos castrados

b = + 5 para hembras

Es importante señalar que en las recomendaciones de la NSIF para los programas de pruebas, no existen restricciones en cuanto a que los animales sean puros o híbridos.

## **OBJETIVO**

Determinar si el uso de los procedimientos recomendados por la NSIF para ajustar grasa dorsal y edad a 113 kg. son adecuados en las condiciones de producción del centro del país.

## MATERIAL Y METODOS

**Registros.** Se utilizaron 11,062 registros, procedentes de cuatro granjas porcinas, en las cuales se utilizan las recomendaciones de ajuste de la NSIF. Dos de las granjas están ubicadas en Irapuato y dos en Querétaro. Se cuenta con 1,871 registros de la granja 1; 2,059 de la granja 2; 3,145 de la granja 3 y 3,987 de la granja 4. Los registros se tomaron entre 1991 a 1997.

**Base de datos.** La información de los registros, contenía las siguientes variables por granja:

- **Grupo genético** (Duroc, Hampshire, Landrace, Large White, Yorkshire y cruzados)
- **Sexo** (hembras, machos enteros y machos castrados)
- **Peso final** (entre 35 y 157 kg.)
- **Grasa dorsal** (entre 0.5 y 4.3 cm.)
- **Edad** (entre 103 y 372 días)

La medición de grasa se realizó una sola vez, utilizando un equipo Lean Meater, marca Renco. Se tomaron dos lecturas a nivel de la última costilla, entre 5 y 6 cm. a ambos lados de la línea media, que se promediaron.

En el Cuadro 2 se muestran las estadísticas descriptivas de la base de datos original.

**CUADRO 2. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LA BASE DE DATOS ORIGINAL**

| Variable          | Media  | D.E.  | C.V. | Mínimo | Máximo |
|-------------------|--------|-------|------|--------|--------|
| Grasa Dorsal (cm) | 1.40   | 0.63  | 45   | 0.50   | 4.30   |
| Peso Final (kg.)  | 93.95  | 13.40 | 14   | 35.00  | 157.00 |
| Edad (días)       | 170.75 | 17.73 | 10   | 103.00 | 372.00 |

n= 11,062

**Edición de la base de datos.** De la base de datos original (n=11,062), se eliminaron registros incompletos y de:

- Machos castrados; ya que se contaba solamente con tres registros, y
- Animales en los que las mediciones de GD se hicieron por abajo de 64 kg. o por arriba de los 135 kg. de PF.

**Evaluación de los ajustes.** Después de realizar la edición, la base de datos se redujo a 10,742 registros (Cuadro 3). Para determinar si los ajustes eran aplicables, se comparó la suma de cuadrados totales de la variable ajustada (GDA ó EDA) respecto a la suma de cuadrados totales de la variable sin ajustar (GDS ó EDS) en cada grupo, observando si ocurría una reducción en la variabilidad. Por otra parte también se analizó la significancia de la suma de cuadrados de la regresión sobre PF. En el Cuadro 4 se muestra el número de registros por año de estudio en cada granja. Los números de registro por raza y sexo se muestran en el Cuadro 5.

**Formación de archivos.** Se formaron dos archivos, cada uno con cuatro grupos. El primer archivo se formó de acuerdo a las recomendación de la NSIF es decir a 250 lb; en los grupos el rango fue aumentando en 40 lb., quedando de la siguiente manera: 230 - 270 lb. para el grupo 1, con 1,941 observaciones; 210 - 290 lb. para el grupo 2, con 4,602 observaciones; 190 - 310 lb para el grupo 3, con 7,684 observaciones y 170 - 330 lb. para el grupo 4, con 9,804 observaciones (Cuadro 6).

**CUADRO 3. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LA BASE DE DATOS FINAL**

| Variable          | Media  | D.E.  | C.V. | Mínimo | Máximo |
|-------------------|--------|-------|------|--------|--------|
| Grasa Dorsal (cm) | 1.41   | 0.63  | 45   | 0.65   | 4.06   |
| Peso Final (kg.)  | 94.15  | 12.80 | 13   | 63.50  | 136.00 |
| Edad (días)       | 170.58 | 17.05 | 10   | 128.00 | 225.00 |

n=10,742

**CUADRO 4. FRECUENCIA DE ANIMALES POR CADA AÑO DE ESTUDIO EN CADA GRANJA**

| Año          | Granja      |             |             |             | Total        |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
|              | 1           | 2           | 3           | 4           |              |
| 91           |             | 310         |             |             | 310          |
| 92           |             | 402         |             |             | 402          |
| 93           |             | 686         |             | 317         | 1003         |
| 94           | 176         | 227         | 876         | 549         | 1828         |
| 95           | 616         |             | 956         | 1241        | 2813         |
| 96           | 804         | 345         | 1229        | 967         | 3345         |
| 97           | 167         | 38          |             | 836         | 1041         |
| <b>Total</b> | <b>1763</b> | <b>2008</b> | <b>3061</b> | <b>3910</b> | <b>10742</b> |



**CUADRO 5. FRECUENCIA DE ANIMALES DIVIDIDOS EN GRUPOS GENÉTICOS POR SEXO EN CADA RAZA**

| Grupo genético     | Granja      |            |             |            |             |            |             |             | Total        |
|--------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|--------------|
|                    | 1           |            | 2           |            | 3           |            | 4           |             |              |
|                    | H           | M          | H           | M          | H           | M          | H           | M           |              |
| Duroc              | 33          | 19         | 34          | 27         | 89          | 86         | 566         | 290         | 1144         |
| Hampshire          |             |            |             |            | 216         | 144        | 2           | 2           | 364          |
| Landrace           | 346         | 33         | 30          | 18         | 472         | 117        | 657         | 182         | 1855         |
| Large Write        |             |            |             |            | 808         | 208        |             |             | 1016         |
| Yorkshire          | 336         | 60         | 793         | 95         |             |            | 2           | -           | 1286         |
| Cruza Duroc        | 384         | -          | 5           | -          | 107         | 81         | 8           | 6           | 591          |
| Cruza Hampshire    |             |            |             |            | 6           | 11         | 96          | 133         | 246          |
| Cruza Landrace     |             |            |             |            | 3           | 1          | 35          | 9           | 48           |
| Landrace-Yorkshire |             |            | 24          | -          | 71          | -          | 994         | 321         | 1410         |
| Cruza Pietrain     | 1           | 1          |             |            |             |            | 235         | 118         | 355          |
| Yorkshire-Landrace | 550         | -          | 982         | -          | 378         | 263        | 238         | 16          | 2427         |
| <b>Total</b>       | <b>1650</b> | <b>113</b> | <b>1868</b> | <b>140</b> | <b>2151</b> | <b>911</b> | <b>2833</b> | <b>1077</b> | <b>10742</b> |

**CUADRO 6. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DEL PRIMER ARCHIVO**

| Rango          | Variable  | Media  | D.E.  | C.V. | Mínimo | Máximo |
|----------------|-----------|--------|-------|------|--------|--------|
| 230-270<br>lb. | GD (cm)   | 1.80   | 0.76  | 42   | 0.81   | 4.00   |
|                | PF (kg.)  | 111.18 | 4.88  | 4    | 104.51 | 122.02 |
|                | ED (días) | 182.00 | 17.77 | 10   | 142.00 | 225.00 |
| 210-290<br>lb. | GD (cm)   | 1.65   | 0.71  | 43   | 0.70   | 4.06   |
|                | PF (kg.)  | 105.61 | 7.87  | 7    | 95.48  | 131.54 |
|                | ED (días) | 177.00 | 17.62 | 10   | 130.00 | 225.00 |
| 190-310<br>lb. | GD (cm)   | 1.52   | 0.66  | 43   | 0.70   | 4.06   |
|                | PF (kg.)  | 100.15 | 9.82  | 10   | 86.50  | 140.48 |
|                | ED (días) | 177.00 | 17.62 | 10   | 130.00 | 225.00 |
| 170-330<br>lb. | GD (cm)   | 1.45   | 0.64  | 44   | 0.66   | 4.06   |
|                | PF (kg.)  | 96.40  | 12.00 | 12   | 77.52  | 148.01 |
|                | ED (días) | 171.59 | 17.13 | 10   | 128.00 | 225.00 |

El segundo archivo se formó a partir de 220 lb., en vista que las condiciones de producción del país son diferentes a las de los Estados Unidos. En este segundo archivo se utilizaron las mismas constantes que recomienda la NSIF. Los datos se dividieron en cuatro grupos, ampliando los rangos progresivamente en 40 lb, quedando como sigue: 200 - 240 lb. para el grupo 1, con 4,827 observaciones; 180 - 260 lb. para el grupo 2, con 8,473 observaciones; 160 - 280 lb. para el grupo 3, con 10,208 observaciones y 140 - 300 lb. para el grupo 4, con 10,742 observaciones (Cuadro 7).

**Ajustes generados.** Se formó un tercer archivo, los grupos fueron los mismos que cuando el ajuste fue a 220 lb. En cada uno de estos grupos se utilizaron los promedios de GD (e), PF (g) y ED (f), así como las regresiones de GD (c) y ED (d) sobre PF para obtener los valores de las constantes, que se utilizan en los procedimientos recomendados por la NSIF (1996). Los cálculos se hicieron por sexo y el procedimiento fue el siguiente:

Para GD:

$$a = g - \frac{e}{c}$$

Para ED:

$$b = f - g d$$

Obtenidos los cálculos se procedió a utilizar el mismo procedimiento, sólo que se utilizaron las constantes generadas.

**CUADRO 7. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DEL SEGUNDO ARCHIVO**

| Rango          | Variable  | Media  | D.E.  | C.V. | Mínimo | Máximo |
|----------------|-----------|--------|-------|------|--------|--------|
| 200-240<br>lb. | GD (cm)   | 1.45   | 0.61  | 42   | 0.71   | 3.96   |
|                | PF (kg.)  | 98.50  | 4.78  | 5    | 91.00  | 108.50 |
|                | ED (días) | 172.00 | 15.92 | 9    | 130.00 | 225.00 |
| 180-260<br>lb. | GD (cm)   | 1.42   | 0.62  | 44   | 0.66   | 3.99   |
|                | PF (kg.)  | 96.35  | 8.78  | 9    | 82.01  | 116.98 |
|                | ED (días) | 171.00 | 16.46 | 10   | 128.00 | 225.00 |
| 160-280<br>lb. | GD (cm)   | 1.41   | 0.63  | 45   | 0.65   | 4.06   |
|                | PF (kg.)  | 94.88  | 11.47 | 12   | 72.98  | 127.00 |
|                | ED (días) | 170.00 | 16.85 | 10   | 128.00 | 225.00 |
| 140-300<br>lb. | GD (cm)   | 1.41   | 0.63  | 45   | 0.65   | 4.06   |
|                | PF (kg.)  | 94.15  | 12.79 | 13   | 63.50  | 135.99 |
|                | ED (días) | 170.00 | 17.04 | 10   | 128.00 | 225.00 |

Cooksley y Cunningham (1977) reportaron la necesidad de separar los factores de ajustes para machos y hembras basándose en la diferencia de deposición de grasa, los ajustes generados en las granjas en estudio concuerdan con esto, al generar la regresión sobre PF en ambas variables.

**Modelo estadístico.** Los análisis se realizaron usando el procedimiento de modelos lineales generales (PROC GLM) del paquete SAS (Statistics Analysis Sistem, 1991). Los análisis en los que se utilizaron las constantes que recomienda la NSIF se hicieron en libras y pulgadas; en los que se utilizaron los ajustes generados se hicieron en kilos y centímetros.

El modelo utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + GR_i + RZ_j + SX_k + A_l + (RZ \cdot SX)_{jk} + b_1 (PF_m) + e_{ijklm}$$

Donde:

$Y_{ijkl}$  = observaciones en edad o grasa dorsal (sin ajustar o ajustada)

$\mu$  = media poblacional,

$GR_i$  = efecto fijo de la i-ésima granja,

$RZ_j$  = efecto fijo de la j-ésima raza,

$SX_k$  = efecto fijo del k-ésimo sexo del cerdo,

$A_l$  = efecto fijo del l-ésimo año

$(RZ \cdot SX)_{jk}$  = interacción entre raza y sexo,

$b_1 (PF_m)$  = peso final, como (co)variable,

$e_{ijkl}$  = error residual aleatorio.

Cabe señalar que se corrieron modelos preliminares, incluyendo diversas interacciones, siendo significativa solamente la incluida en el modelo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Estadísticas descriptivas.** Las estadísticas descriptivas revelan que las bases de datos original y final son semejantes, lo que indica que al eliminar 320 registros, la base de datos no fue sesgada.

Berruecos y Rivera (1973) obtienen un promedio de grasa dorsal de  $0.961 \pm 0.209$  pulgadas. McPhee et al (1979) presentó ganancias de peso de  $0.862 \pm 0.102$  lb, siendo la máxima mucho menor que la encontrada en este trabajo, la diferencia es debida a que este autor utilizó exclusivamente la raza Landrace para obtener este valor, la cual tiene una cantidad de GD promedio menor a las razas Hampshire, Yorkshire y Duroc, las cuales fueron utilizadas en este estudio.

**Ajustes recomendados por la NSIF.** En el Cuadro 8 se muestran los análisis de GD sin ajustar y ajustados con las recomendaciones de la NSIF. Se encontró que GDA y GDS son similares solamente en el grupo 1. En los siguientes grupos GDA fue mayor entre el 1 y 13% con respecto a GDS. La suma de cuadrados asociada con el PF en la variable ajustada fue menor en todos los grupos en un 98%, con respecto a la variable sin ajustar. El efecto de PF sobre GD ajustada no resultó significativo solamente en el grupo 1, esto indica que el rango para trabajar con ajustes debe ser reducido.

En el Cuadro 9 se muestran los análisis de ED sin ajustar y ajustados con las recomendaciones de la NSIF. Para esta variable la suma de cuadrados

**CUADRO 8. SUMA DE CUADRADOS DE GRASA DORSAL SIN AJUSTAR (GDS) Y AJUSTADA (GDA) A 113 Kg. CON LAS RECOMENDACIONES DE LA NSIF.**

| Rango   | GDS                      |                    |        | GDA                      |                    |        |
|---------|--------------------------|--------------------|--------|--------------------------|--------------------|--------|
|         | <u>Suma de cuadrados</u> |                    | Pr>F   | <u>Suma de cuadrados</u> |                    | Pr>F   |
|         | Total                    | Regresión sobre PF |        | Total                    | Regresión sobre PF |        |
| 230-270 | 171                      | 1.4                | 0.0001 | 173                      | 0.0234             | 0.2462 |
| 210-290 | 365                      | 8.2                | 0.0001 | 385                      | 0.1480             | 0.0015 |
| 190-310 | 531                      | 20.4               | 0.0001 | 582                      | 0.3190             | 0.0001 |
| 170-330 | 628                      | 34.1               | 0.0001 | 710                      | 0.5440             | 0.0001 |



**CUADRO 9. SUMA DE CUADRADOS DE LA EDAD SIN AJUSTAR (EDS) Y AJUSTADA (EDA) A 113 Kg. CON LAS RECOMENDACIONES DE LA NSIF.**

| Rango   | EDS                      |                    |        | EDA                      |                    |        |
|---------|--------------------------|--------------------|--------|--------------------------|--------------------|--------|
|         | <u>Suma de cuadrados</u> |                    | Pr>F   | <u>Suma de cuadrados</u> |                    | Pr>F   |
|         | Total                    | Regresión sobre PF |        | Total                    | Regresión sobre PF |        |
| 230-270 | 612,911                  | 17,938             | 0.0001 | 621,743                  | 16,288             | 0.0001 |
| 210-290 | 1,427,885                | 106,529            | 0.0001 | 1,506,506                | 110,719            | 0.0001 |
| 190-310 | 2,321,951                | 231,225            | 0.0001 | 2,749,277                | 388,483            | 0.0001 |
| 170-330 | 2,877,479                | 306,925            | 0.0001 | 4,164,465                | 996,642            | 0.0001 |

totales de los cuatro grupos ajustados fue mayor que en los grupos sin ajustar, en la variable ajustada representó entre el 1 y el 45% respecto a EDS. La suma de cuadrados asociada con el PF en la variable ajustada fue menor solamente en el grupo 1 representando un 10%, en los demás grupos aumentó entre el 4 y el 324% con respecto a la variable sin ajustar. El efecto de la regresión de PF sobre ED fue significativo, lo que indica que al aplicar los ajustes la variabilidad aumentó.

Los resultados de estos análisis indican que las recomendaciones del NSIF no están siendo efectivas al ser aplicadas en las granjas en estudio.

**Ajustes a 220 lbs.** Al obtener los resultados arriba descritos, se cambió el peso deseado a 220 lb. En el Cuadro 10 se muestran los análisis de GDS y GDA con las recomendaciones de la NSIF. Se encontró que GDA fue menor en todos los grupos, esto significa que al cambiar el peso deseado los ajustes están reduciendo la variabilidad. En GDA esto representa entre el 2% en el grupo de menor rango y el 12% en el grupo de mayor rango. La suma de cuadrados asociada con el PF en la variable ajustada fue menor entre un 99 y un 97%, independientemente del rango, respecto a la variable sin ajustar, sin embargo el efecto del PF sobre GD no fue significativo solamente en el grupo 1.

Estos resultados indican que es importante que el peso deseado en la ecuación de la NSIF se adecúe a las condiciones de mercado de nuestro país y de esta manera los ajustes funcionen de la manera esperada en los cuatro grupos.

**CUADRO 10. SUMA DE CUADRADOS DE GRASA DORSAL SIN AJUSTAR (GDS) Y AJUSTADA (GDA) A 100 Kg. CON LAS RECOMENDACIONES DE LA NSIF.**

| Rango   | GDS                      |                    |        | GDA                      |                    |        |
|---------|--------------------------|--------------------|--------|--------------------------|--------------------|--------|
|         | <u>Suma de cuadrados</u> |                    | Pr>F   | <u>Suma de cuadrados</u> |                    | Pr>F   |
|         | Total                    | Regresión sobre PF |        | Total                    | Regresión sobre PF |        |
| 200-240 | 281                      | 3.4                | 0.0001 | 275                      | 0.0059             | 0.5269 |
| 180-260 | 504                      | 16.9               | 0.0001 | 476                      | 0.2960             | 0.0001 |
| 160-280 | 620                      | 34.3               | 0.0001 | 562                      | 0.5677             | 0.0001 |
| 140-300 | 662                      | 42.1               | 0.0001 | 584                      | 1.0940             | 0.0001 |

En el cuadro 11 se muestran los análisis de EDS y EDA con las recomendaciones de la NSIF con un peso deseado de 220 lb. Se encontró que EDA aumentó en todos los grupos, esto representó entre el 1 y el 36% respecto a EDS. La suma de cuadrados asociada con el PF en la variable ajustada fue mayor representando entre el 200 y el 443%. Respecto a la variable sin ajustar. El efecto del PF sobre ED fue significativo en los cuatro grupos, lo cual indica nuevamente, que al ajustar no se está reduciendo la variabilidad.

Estos resultados nos indican que el ajuste a 220 lb, sería de utilidad solamente para la variable GD.

**Ajustes generados.** En el Cuadro 12 se presentan los ajustes generados para la grasa dorsal y edad, en los cuatro grupos, obtenidos al despejar las constantes.

En el Cuadro 13 se muestran los análisis de GDS y GDA aplicando los ajustes generados. Se puede observar que en los cuatro grupos GDA disminuyó entre el 2 y el 12% respecto a GDS. La suma de cuadrados asociada con el PF en la variable ajustada disminuyó considerablemente en todos los grupos un 99%, y no fue significativa en los grupos 1 y 2.

Estos resultados demuestran que la mejor opción es generar los ajustes en rangos no muy amplios, ya que así se reduce la variabilidad para GD y hay un efecto importante sobre PF.

En el Cuadro 14 se muestran los análisis de EDS y EDA con los ajustes generados. Se aprecia que en EDA se redujo entre el 2 y el 9% en los cuatro

**CUADRO 11. SUMA DE CUADRADOS DE LA EDAD SIN AJUSTAR (EDS) Y AJUSTADA (EDA) A 100 Kg. CON LAS RECOMENDADOS DE LA NSIF.**

| Rango   | GDS                                 |   |        | GDA                               |   |        |
|---------|-------------------------------------|---|--------|-----------------------------------|---|--------|
|         | <u>Suma de cuadrados</u><br>Totales | <u>Suma de cuadrados</u><br>Regresión<br>sobre PF | Pr>F   | <u>Suma de cuadrados</u><br>Total | <u>Suma de cuadrados</u><br>Regresión<br>sobre PF | Pr>F   |
| 200-240 | 1,223,636                           | 32,200  | 0.0001 | 1,230,324                         | 64,927  | 0.0001 |
| 180-260 | 2,294,754                           | 146,225   | 0.0001 | 2,524,740                         | 453,839   | 0.0001 |
| 160-280 | 2,898,754                           | 273,550   | 0.0001 | 3,598,821                         | 1,021,306   | 0.0001 |
| 140-300 | 3,120,802                           | 325,730   | 0.0001 | 4,254,313                         | 1,443,997   | 0.0001 |

**CUADRO 12. CONSTANTES GENERADAS PARA AJUSTAR GRASA DORSAL Y EDAD A 100 Kg. EN LOS CUATRO GRUPOS.**

| RANGO   | GRASA DORSAL |         | EDAD   |         |
|---------|--------------|---------|--------|---------|
|         | MACHOS       | HEMBRAS | MACHOS | HEMBRAS |
| 200-240 | - 42         | + 9     | +130   | +114    |
| 180-260 | - 37         | - 3     | +133   | +120    |
| 160-280 | - 32         | - 3     | +130   | +124    |
| 140-300 | - 34         | - 4     | +127   | +127    |

**CUADRO 13. SUMA DE CUADRADOS DE GRASA DORSAL SIN AJUSTAR (GDS) Y AJUSTADA (GDA) A 100 Kg. CON LOS AJUSTES GENERADOS.**

| Rango   | GDS                      |                 |        | GDA                      |                 |        |
|---------|--------------------------|-----------------|--------|--------------------------|-----------------|--------|
|         | <u>Suma de cuadrados</u> |                 | Pr>F   | <u>Suma de cuadrados</u> |                 | Pr>F   |
|         | Totales                  | Regresión en PF |        | Total                    | Regresión en PF |        |
| 200-240 | 1,817                    | 22              | 0.0001 | 1,782                    | 0.076           | 0.3702 |
| 180-260 | 3,254                    | 109             | 0.0001 | 3,086                    | 0.176           | 0.1751 |
| 160-280 | 3,974                    | 214             | 0.0001 | 3,628                    | 0.460           | 0.0001 |
| 140-300 | 4,271                    | 272             | 0.0001 | 3,776                    | 0.814           | 0.0041 |

**CUADRO 14. SUMA DE CUADRADOS DE EDAD SIN AJUSTAR (EDS) Y AJUSTADA (EDA) A 100 Kg. CON LOS AJUSTES GENERADOS.**

| Grupo   | EDS                               |                    |        | EDA                               |                    |        |
|---------|-----------------------------------|--------------------|--------|-----------------------------------|--------------------|--------|
|         | <u>Suma de cuadrados</u><br>Total | Regresión<br>en PF | Pr>F   | <u>Suma de cuadrados</u><br>Total | Regresión<br>en PF | Pr>F   |
| 200-240 | 1,223,636                         | 32,200             | 0.0001 | 1,202,985                         | 9                  | 0.8085 |
| 180-260 | 2,294,754                         | 146,226            | 0.0001 | 2,189,873                         | 244                | 0.2325 |
| 160-280 | 2,875,135                         | 262,350            | 0.0001 | 2,683,562                         | 619                | 0.0623 |
| 140-300 | 3,120,802                         | 325,730            | 0.0001 | 2,846,344                         | 544                | 0.0834 |



grupos respecto a EDS. La suma de cuadrados asociada con el PF en la variable ajustada fue menor en un 99% en todos los grupos respecto a la variable sin ajustar. Así mismo, en los cuatro grupos el efecto de PF sobre ED, no fue significativo.

Esto indica que el ajuste para ED puede emplearse en las granjas en estudio en los rangos de los cuatro grupos, ya que disminuye notablemente la variabilidad.

La interacción en todos los casos fue significativa, lo cual indica que la regresión de GD, ED, sobre PF fueron diferentes para hembras y machos.

## CONCLUSIONES

Los resultados indican que los procedimientos recomendados por la NSIF para ajustar la grasa dorsal a un mismo peso y calcular la edad ajustada a un peso a sacrificio, ya sea a 113 ó 100 kg., no reducen la variabilidad en la variable ajustada en relación con la variable sin ajustar. En grasa dorsal, la suma de cuadrados asociada al peso final en la variable ajustada, se reduce de manera considerable con respecto a la variable sin ajustar, sin embargo su efecto fue significativo, excepto cuando el peso a la medición está en el rango de  $\pm 9$  kg. En cambio, en edad al peso de sacrificio, la suma de cuadrados asociada con el peso es mucho mayor en la variable ajustada que en la variable sin ajustar y en ninguno de los casos el efecto del peso final dejó de ser altamente significativo.

Cuando se generaron los ajustes a partir de la misma información, tanto en grasa dorsal como edad al sacrificio, GDA y EDA fueron menores que GDS y EDS. La suma de cuadrados asociada al peso final fue drásticamente menor en la variable ajustada en todos los grupos respecto a la variable sin ajustar; el efecto del peso final no fue significativo hasta en un rango  $\pm 18$  kg.

Estos resultados sugieren que no resulta recomendable el uso de los procedimientos recomendados por la NSIF para ajustar grasa dorsal y edad, en la identificación de animales superiores y que, en todo caso, los ajustes generados en este trabajo pueden ser recomendados sólo cuando las mediciones se tomen entre los 80 y los 120 kg. de peso.

ESTABLECIMIENTO DE INVESTIGACIONES Y SERVICIOS  
SALUD DE LA BOVINOCULTA

## LITERATURA CITADA

1. Akridge JJ. Pricing model would base hog price on carcass value. *Feedstuffs* 1990;62.
2. Berruecos JM, Rivera A. Análisis de la variación genética y ambiental en una población de cerdos cruzados . II índices de herencia. *Técnica Pecuaria en México*. 1973;25:15-22.
3. Bidanel JP, Ducos A, Laprove F, Gueblez R, Gasnier C. Genetic parameters of backfat thickness, age at 100 kg and meat quality traits in Pietrain pigs. *Ann Zootech* 1994;43:141-149.
4. Brubaker M, Lofgren D, Einstein M, Stewart T. Comparison of Litter adjustment factors in Yorkshire and Landrace data. *J Anim Sci* 1994;72: 2538-2543.
5. Bryner SM, Mabry JW, Bertrand JK, Benyshek LL, Kriese LA. Estimation of direct and maternal heritability and genetic correlation for backfat and growth rate in swine using data from centrally tested Yorkshire boars. *J Anim Sci* 1992;70:1755-1759.
6. Burson DE. Estimating pork carcass lean. *NebGuide*. Cooperative Extension Service, Ins. of Agri and Natural Resources. Nebraska. 1994;G77-330-A.
7. Champion DR, Topel DG. A review of the role of swine skeletal muscle in malignant hypertermia. *J Anim Sci* 1975. 41:779-786.
8. Canon JE, Morgan JB, McKeith FK, Smith GC, Sonka S, Heauner J, Meeker DL. Pork chain quality audit survey: Quantification of pork characteristics. *J Muscle Foods* 1996;7:29-44.

9. Casas CJ. Comparación del peso final y la grasa dorsal de cuatro razas (tesis de licenciatura). México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1985.
10. Chorne UR. Evaluación de canales de cerdos provenientes de ocho diferentes grupos genéticos (tesis de licenciatura). México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1983.
11. Cole G, Le Hénaff G, Selleier PO. Parametres génétiques de quelques caractères de qualité de viande dans les races porcines Large White, Landrace Français et Landrace Belga. Journ. Rech. Porcine en France 1988;20:249-254.
12. Cooksley M, Cunningham PC. Backfat thickness and weight. Nebraska Swine Report. 1977; 23-25.
13. Culbertson MS, Mabry JW, Bertrand JK, Nelson AH. Breed-specific adjustment factors for reproductive traits in Duroc, Hampshire, Landrace, and Yorkshire swine. J Anim Sci 1997;75: 2362-2367.
14. Denise RS. Selection for increased leanness of Yorkshire swine. IV. Indirect responses of carcass, breeding efficiency and preweaning litter traits. J Anim Sci 1983;56:551-559.
15. Diestre A, Kempster AJ. The estimation of pig carcass composition from different measurements with special reference to classification and grading. Anim Prod 1985;41:383.
16. Ducos A. Evaluation génétique des porcs contrôlés dans les station publiques à l'aide d'un modèle animal multicaracère. (doctoral thesis) France: Inst. Nat. Agroom, Paris-Grigon, 1994.

17. Forrest JC, Sheiss EB, Morgan MP, Gerard DE. Determinación de la calidad en la carne de cerdo. Rev CarneTec marzo-abril 1998;38-41.
18. Fu Y, Horst P, Valle-Zárate A, Mathur PK. Significance of a modified rotational crossing to utilise complimentary, combination and heterosis effects in pigs. Memórias del V Congreso Mundial de Genética Aplicada a la Producción Animal. Guelph Canada. 1994;17:417-420.
19. Gibson JP, Aker C, Ball R. Levels of genetics variation for growth, carcass and meat quality traits of purebred pigs. 6<sup>th</sup> word Congress of Genetics Applied lo livestock Production. Australia. 1998.
20. Goodwin DH. Producción y Manejo del Cerdo. Zaragoza, España: Acribia 1985.
21. Grisdale BLL. Revised approaches to estimate lean of pork carcasses of known age or days on test. J Anim Sci 1984;58:335.
22. Gu Y, Schinckel AP, Forrest JC, Kuei CH, Watkins LE. Effects of ractopamine, genotype, and growth phase on finishing performance and carcass value in swine: II Estimation of growth rate and lean feed efficiency. J Anim Sci 1991;69:2694-2702.
23. Hetzer HO, Miller. Influence of selection for high and low fatness on reproductive performance of swine. J Anim Sci 1970;30:481-495.
24. Hovenier R. Breeding for pig meat quality in halotano negative populations a review. Pig News and information 1993;14:17N-25N.

25. Irvin KM, Peterson GA, Stewart ND. Adjustment of pig or litter weights to a 21-days basis in Duroc, Landrace, and crossbred swine. *Memorias del V Congreso Mundial de Genética Aplicada a la Producción Animal*. Guelph. Canada. 1994.
26. Jesse G. Backfat and loin eye area and their relationships to performance of boars tested to heavier weights. *J Anim Sci* 1983;56:545-550.
27. Joyal SM. Evaluation of electronic meat- measuring equipment in predicting carcass composition in live pig. *Animal Prod* 1987;45:97.
28. Judge MD, Christian LL, Eikelenboom G, Marple DN. Porcine stress syndrome. *Pork Industry Handbook*. Agricultural Communication Service. PIH-26. 1998.
29. Kanis E. Effects of average daily food intake on production performance in growing pigs. *Animal Prod* 1988;46:111-122.
30. Kauffman RG, Epley RJ, Carr TR. Carcass Evaluation. *Pork Industry Handbook*. Agricultural Communication Service. PIH-42. 1998.
31. Kemp RA, Rothschild MF. Environment effects and adjustment factors. *Fact Sheet 6*. Purdue University. Cooperative Extension Service. 1996.
32. Klosz T, Timár L, Körmendy L, Pusztai C, Németh A. An assessment of simple referee methods for the prediction of lean in pig carcasses. *Meat Science* 1994;37:169-180.
33. Kuhlert D.L, Jungst SB. Mass selection for increased 70-day weight in closed line of Landrace pigs. *J Anim Sci* 1990;68:2271.
34. Kuhlert DL, Jungst SB. Mass selection for increased 200'day weight in closed line of Duroc pigs *J Anim Sci* 1991a;69: 507.

35. Kuhlert DL, Jungst SB. Mass selection for increased 200-day weight in a closed line of Landrace pigs. *J Anim Sci* 1991b;69: 977-984.
36. Kuhlert DL, Jungst SB . Correlated responses in reproductive and carcass traits to selection for 70-day weight in Landrace swine. *J Anim Sci* 1992; 70:372-378.
37. Lo LL, McLaren DG, McKeith FK, Fernando RL, Novakofski J. Genetic analyses of growth, real-time ultrasound, carcass and pork quality traits in Duroc and Landrace pigs: I. Breed effects. *J Anim Sci* 1992a;70:2373-2386.
38. Lo LL, McLaren DG, McKeith FK, Fernando RL, Novakofski J. Genetics analyses of growth, real-time ultrasound, carcass, and pork quality traits in Duroc and Landrace pigs: II Heritabilities and correlations. *J Anim Sci* 1992b; 70: 2387-2396.
39. Lundeheim N, Johansson K, Rydhmer L, Andersson K. Realized generation intervals, selection differential and predicted genetic progress in the Swedish pig breeding programme. *Memorias del V Congreso Mundial de Genética Aplicada a la Producción Animal Guelph. Canada.* 1994;17:378-381.
40. McKay RM, Garnett I. Growth and fat deposition curves in swine. *Can J Anim Sci* 1988;68:57-67.
41. McKay RM, Garnett I. Responses to index selection for reduced backfat thickness and increased growth rate in swine. *Can J Anim Sci* 1990; 70:973-977.
42. McLaren DG, McKeith FM, Novakofski J. Prediction of carcass characteristics at market weight from serial real-time ultrasound measures of backfat and loin eye area in the growing pig. *J Anim Sci* 1989;67:1657-1667.

43. McPhee CP, Brennan PJ, Duncalfe F. Genetic and phenotypic parameters of Australian Large White and Landrace boars performed-test with offered food *ad libitum*. *Animal Production* 1979;28:79-85
44. Meléndez R. *Mercadeo de Producto Agropecuarios*. México, D.F. Limusa, 1984.
45. Mersmann HJ. Accretion of fat and muscle in growing swine as assessed by ultrasonic methods. *J Anim Sci* 1984;58:324-334
46. National swine Improvement Federation (NSIF). *Guidelines for Uniform Swine Improvement Programs*. National Pork Producers Council. 1996
47. Nicholas FW. *Genética Veterinaria*. Zaragoza, Editorial Acribia, España. 1990:468-469.
48. Oliver MA. La calidad de la carne de cerdo en varias razas y cruzamientos. *Tratado de ganado porcino* 1993;13:45-53.
49. Quijandría B Jr, Robinson OW. Body weight and backfat deposition in swine: Curves and correction factors. *J Anim Sci* 1971;33:911-918.
50. Roppa L. La carne de cerdo: mitos, realidades y su contribución a la alimentación y a la medicina. *Cerdos-swine*. 1998;14.
51. SAS (Statistics Analysis Systems) Institute Inc. *System for linear models*. Third Edition Cary, North Carolina. 1991.
52. Sather AP, Jones SDM, Joyal S. Feedlot performance, carcass composition and pork quality from entire male and female Landrace and Large White market-weight pigs. *Can J Anim Sci* 1991;71:29-42.



53. Sather AP, Tong AKW, Harbison DS. A study of ultrasonic probing techniques for swine II. Prediction of carcass yield from the live pig. *Can J Anim Sci* 1987;67:381-389.
54. Sebranek JG. Pork quality. *Pork Industry Handbook*. Agricultural Communication Service. PIH-127. 1998.
55. Secofi-DGN. Norma mexicana. Productos pecuarios - Carne de cerdo - Clasificación. 1983.
56. Sellier P. Aspects génétiques des qualités technologiques et organoleptiques de la viande chez le porc. *Journal Rech Porcine en France* 1988;20:227-242.
57. Short TH, Wilson ER, McLaren DG. Relationships between growth and litter traits in pig dam lines. *Memorias del V Congreso Mundial de Genética Aplicada a la Producción Animal*. Guelph. Canada. 1994;17:413-416.
58. Stewart TS, Lofgren DL, Harris DL, Einstein ME, Schinckel AP. Genetic improvement programs in livestock: Swine testing and genetic evaluation system (STAGES). *J Anim Sci* 1991;69:3882-3890.
59. Stewart TS, Schinckel AP. Genetics parameters for swine growth and carcass traits. In: *Genetics of swine*. Roman L. Hruska Meat Animal Research Center, Clay Center, Nebraska. 1994;77-79.
60. Tibau IF. Mejora genética de los caracteres productivos en el ganado porcino. *Rev Porci* 1992;7:1-21.
61. Trujillo MA, Flores J. Producción Porcina. *DEPAC. FMVZ Universidad Nacional Autónoma de México*. 1988;343-345.

62. Velázquez MP, Belmar CR. Predicción del contenido de cortes primarios en canales porcinas. Folleto de investigación. Centro de Investigación Regional del Sureste. 1998;3-22.
63. Warwick EJ, Legates JE. Cría y mejora del ganado. 3ra ed. México: McGraw Hill, 1990.
64. Weber GM. Guidelines for uniform swine improvement program. National Swine Improvement Federation. National Pork Producers Council. Iowa, U.S.A. 1996.
65. Woltmann MD, Clutter AC, Buchanan DS, Dolezal HG. Growth and carcass characteristics of pigs selected for fast or slow gain in relation to feed intake and efficiency. J Anim Sci 1992;70:1049-1059.
66. Wood CM, Christian LL, Rothschild MF. Factors to adjust litter weight of pigs to a standard 21 days of age. J Anim Sci 1990;68:2628-2633.