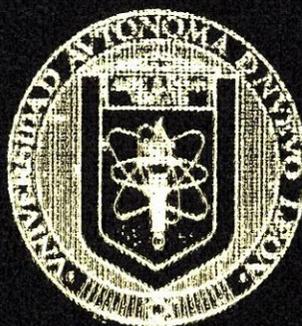


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



"INDICES DE SELECCION Y CURVAS DE CRECIMIENTO  
EN VERRACOS DE LAS RAZAS DUROC, HAMPSHIRE,  
YORKSHIRE Y LANDRACE".

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

GUADALUPE SALDAÑA LUGO

MARIN, N. L.

DICIEMBRE DE 1986.

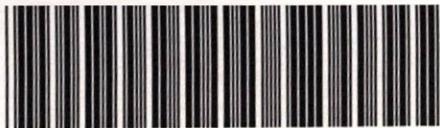
T

SF390

M6

S32

c.1



1080063735

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



"INDICES DE SELECCION Y CURVAS DE CRECIMIENTO  
EN VERRACOS DE LAS RAZAS DUROC, HAMPSHIRE,  
YORKSHIRE Y LANDRACE".

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA  
PRESENTA

GUADALUPE SALDAÑA LUGO

MARIN, N. L.

DICIEMBRE DE 1986.

006919

T  
SF396  
.M6  
S3

040.636  
FA26  
1986  
C.5

  
Biblioteca Ca-  
Mazca Solid:  
F. Tesis

  
BU Radi Rangal Fitas  
UANL  
FONDO  
TESIS LICENCIATURA

ESTE TRABAJO FORMA PARTE DEL PROYECTO DE INVESTIGACION  
"MEJORAMIENTO PORCINO PARA EL NORESTE DE MEXICO" DEL  
CENTRO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS DE LA FACULTAD  
DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
(C.I.A. - F.A.U.A.N.L.)

"INDICES DE SELECCION Y CURVAS DE CRECIMIENTO EN VERRACOS DE  
LAS RAZAS DUROC, HAMPSHIRE, YORKSHIRE Y LANDRACE"

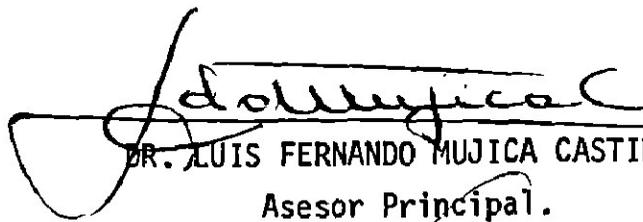
TESIS QUE PRESENTA:

GUADALUPE SALDAÑA LUGO

Como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

COMISION REVISORA:

  
DR. LUIS FERNANDO MUJICA CASTILLO  
Asesor Principal.

  
ING. M.C. ADALBERTO MARTINEZ ZAMBRANO  
Asesor Auxiliar

## DEDICATORIA

### A MI MADRE:

Sra. Mercedes Lugo de Saldaña

Como un sencillo homenaje a su persona, que  
con cariño y comprensión supo conducirme  
por un buen camino.

### A MI PADRE:

Sr. Heriberto Saldaña Salazar

Con respeto y admiración, quien como  
padre y amigo marcó para mí una senda  
de honradez y trabajo.

A MIS HERMANOS:

Omar

César

Heriberto

Matilde

Eva

Martín

Por su apoyo y ayuda.

A MI ABUELO:

Sr. Martín Saldaña Rodríguez

A MI NOVIA:

Srita. Patricia Arteaga M.

## AGRADECIMIENTOS

A MIS ASESORES:

Dr. Luis Fernando Mujica Castillo

Ing. M.C. Adalberto Martínez Zambrano

Por su valiosa colaboración en la realización de este trabajo.

A la Sra. Yolanda Díaz de Ruz, por su colaboración en la mecanografía del presente trabajo.

## INDICE

	Página
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1. Crecimiento.....	4
2.2. Naturaleza general de las curvas de crecimiento.....	11
2.3. Medida del crecimiento.....	11
2.4. Indice de selección.....	12
2.4.1. Generalidades.....	12
2.4.2. Construcción de los índices de selección.....	17
2.4.3. Principios generales de la selección.....	18
2.4.4. Principales características productivas del ve- rraco.....	19
2.4.4.1. Velocidad del crecimiento.....	19
2.4.4.2. Espesor de la grasa dorsal.....	19
2.4.4.3. Conversión alimenticia.....	19
III. MATERIALES Y METODOS.....	21
3.1. Materiales.....	21
3.2. Ubicación.....	21
3.3. Manejo.....	21
3.4. Métodos.....	22
3.4.1. Cálculo de los pesos económicos (I).....	24
3.4.1.1. Aumentos de peso.....	24
3.4.1.2. Eficiencia de conversión de alimentos.....	25
3.4.1.3. Espesor de la grasa dorsal.....	25
3.4.2. Parámetros poblacionales considerados en el ín- dice.....	25

	Página
3.4.2.1. Variables de información (Contenidas en el índice).....	26
3.4.2.2. Variables de selección (del valor genotípico).....	26
3.4.3. Correlación fenotípica y genotípica de los caracteres de información (Nos. 1, 2 y 3) y selección (Nos. 4, 5 y 6).....	26
3.4.4. Cálculo del Índice de Selección.....	26
3.4.4.1. Elementos de la matriz P.....	27
3.4.4.2. Elementos de la matriz G.....	27
3.4.4.3. Elementos del Vector V.....	29
3.4.5. Estimación de la correlación entre el índice y el valor genotípico ( $r_{IA}$ ).....	30
3.4.5.1. Elementos de la matriz C.....	31
3.4.6. Estimación del adelanto genético.....	32
3.4.7. Curvas de crecimiento.....	33
3.4.8. Calificación subjetiva.....	33
3.4.9. Cálculos complementarios.....	33
3.4.9.1. Comparación entre razas.....	33
3.4.9.2. Estimación de correlaciones fenotípicas entre los caracteres analizados e índices estimados.....	33

	Página
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	34
4.1. Índices de Selección.....	34
4.2. Curvas de Crecimiento.....	42
V. CONCLUSIONES.....	56
VI. RECOMENDACIONES.....	57
VII. RESUMEN.....	58
VIII. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	60

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Relación entre la edad y el peso de los cerdos para la elección de reproductores (Pinheiro, 1973).....	5
2	Relación entre la edad y el incremento de peso diario (Cancellón, 1972).....	8
3	Marcha de los pesos según las edades (Craplet, citado por Cancellón, 1972).....	8
4	Relación entre peso, edad e índice de conversión alimenticia de los cerdos (Marks, 1973).....	20
5	Correlaciones fenotípicas ( $r_f$ ) y genotípicas ( $r_g$ ).....	28
6	Caracteres productivos de sementales de la raza Hampshire e índice de selección (sugerido por la Estación de Prueba de la Facultad de Agronomía, U.A.N.L.).....	44
7	Caracteres productivos de sementales de la raza Duroc e índice de selección (sugerido por la Estación de Prueba de la Facultad de Agronomía, U.A.N.L.).....	45
8	Caracteres productivos de sementales de la raza Yorkshire e índice de selección (sugerido por la Estación de Prueba de la Facultad de Agronomía, U.A.N.L.) .....	46
9	Caracteres productivos de sementales de la raza Landrace e índice de selección (sugerido por la Estación de	

Cuadro		Página
	Prueba de la Facultad de Agronomía, U.A.N.L.) .....	47
10	Clasificación de los animales de la raza Hampshire según los índices de selección sugeridos por la Estación de Prueba de la FAUANL, Estación de Prueba de Nebraska y por la Dirección General de Ganadería de la SAG.....	48
11	Clasificación de los animales de la raza Duroc según los índices de selección sugeridos por la Estación de Prueba de la FAUANL, Estación de Prueba de Nebraska y por la Dirección General de Ganadería de la SAG.....	49
12	Clasificación de los animales de la raza Yorkshire según los índices de selección sugeridos por la Estación de Prueba de la FAUANL, Estación de Prueba de Nebraska y por la Dirección General de Ganadería de la SAG.....	50
13	Clasificación de los animales de la raza Landrace según los índices de selección sugeridos por la Estación de Prueba de la FAUANL, Estación de Prueba de Nebraska y por la Dirección General de Ganadería de la SAG.....	51
14	Efecto de la raza del verraco sobre caracteres productivos e índices de selección.....	52
15	Correlaciones fenotípicas entre características productivas e índices de selección.....	53

## INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Curvas de Crecimiento en Cerdos (Pinheiro, 1973).....	7
2	Curvas de Crecimiento de los Verracos del Ciclo 1984 (35-95 kg).....	54
3	Curvas de Crecimiento de los Verracos del Ciclo 1985 (25-90 kg).....	55

## I. INTRODUCCION

En producción animal, para mejorar la productividad de las especies domésticas, es necesaria la selección de varias características que directa o indirectamente van a influir en el aumento de la misma, ya sea carne, leche, huevos, etc.

La selección de los animales en base a estas características, se puede realizar mediante tres métodos:

1. Método Tándem. Según el cual, los animales se seleccionan en generaciones sucesivas en base a una sola característica hasta llevarla a un nivel deseado, y posteriormente, se seleccionan en forma sucesiva en base a las otras características que se desean mejorar.
2. Método de Tasas Independientes de Eliminación. En este método se fijan niveles mínimos de selección para las diferentes características seleccionando los animales cuyas características cumplen los niveles mínimos.
3. Método de Tasas Dependientes de Eliminación. Este sistema relaciona los valores de las diferentes características, permitiendo compensar deficiencias relativas de unas características con la marcada superioridad de otras. Esto se realiza a través de los Indices de Selección.

Hasta ahora, la ganadería en México produce animales de mala calidad con rendimientos unitarios bajos, ya que aproximadamente el 80% del ganado en todas las especies son animales de baja productividad.

Si se quiere producir un buen tipo de cerdo, no puede empezarse con este tipo de reproductores; en su lugar, deben seleccionarse animales que hayan sido mejorados para un eficiente y alto índice de producción.

Las estaciones de prueba de reproductores, han demostrado ser de gran importancia para impulsar el progreso genético de la explotación porcina.

Las pruebas de reproductores (especialmente de verracos), se puede realizar en las estaciones combinando resultados obtenidos en una estación de prueba con aquellos obtenidos en las explotaciones (pruebas de campo).

En nuestro país, la selección de los sementales se hace en base al tipo de animal, sin tomar en cuenta si éstos son en realidad eficientes o si serán capaces de transmitir la precocidad en el crecimiento a sus descendientes. Las pruebas de comportamiento tienen, entre otras ventajas, la reducción del intervalo entre generaciones, es más rápido y económico que una prueba de descendencia y la selección de verracos puede intensificarse.

Tomando en consideración de que en nuestro país existen pocas estaciones de prueba y dada la gran demanda de sementales probados, el presente estudio pretende los objetivos siguientes:

1. Evaluar y seleccionar los verracos de las razas Duroc, Hampshire, Yorkshire y Landrace de la Estación de Prueba de la Facultad de Agronomía de la UANL, en base al comportamiento y características de conformación y tipo; considerando su merito en ganancia diaria, conversión alimenticia y grasa dorsal.

2. Evaluar y diferenciar las curvas de crecimiento entre los verracos de las razas Duroc, Hampshire, Yorkshire y Landrace.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Crecimiento

Para todos los animales, los aumentos de peso obtenidos durante el crecimiento presentan características muy semejantes debido a que las ganancias de peso muy pequeñas y lentas al principio, se aceleran rápidamente hasta alcanzar cierto nivel y declinan luego poco a poco hasta el ritmo y magnitud de los primeros períodos.

Su expresión gráfica, puede obtenerse mediante distintos procedimientos, siendo los principales: la curva de crecimiento, la curva de ganancias, las curva de ganancias por unidad de tiempo y la curva porcentual de incrementos de peso.

En general, el crecimiento de los animales se aprecia por los aumentos de peso y tamaño que experimentan desde que nace hasta la edad adulta.

Los coeficientes de aumento en ambas características no son constantes, ni su desarrollo completo a una fórmula matemática sencilla; por lo contrario, varía extraordinariamente con la especie, raza e individuo, aunque presenta cierta relación con la duración de la vida del animal (Díaz, 1965).

El crecimiento, es el aumento de peso hasta que el animal alcanza el tamaño correspondiente a la madurez.

La intensidad del crecimiento, medida en kilos de aumentos de peso, diario o semanal, es muy pequeña en las primeras etapas de la vida del anjmal; luego, aumenta hasta un máximo para disminuir en seguida hasta alcanzar la madurez. La época de mayor intensidad de crecimiento tiene gran im

portancia económica, es el período en que los animales rinden beneficios.

En los primeros estadios de crecimiento, el aumento de tamaño se produce principalmente, por multiplicación de las células, mientras que en fases posteriores, hay un aumento de su tamaño. Finalmente, en la madurez se produce una pequeña reducción en su número y tamaño (Pinheiro, 1973).

El peso y desarrollo de los reproductores deben de estar de acuerdo con la edad.

El Cuadro 1, indica la relación entre la edad y el peso mínimo que debe observarse en la selección de los reproductores.

El desarrollo debe considerarse seriamente, pues existen dos causas para que el animal tenga peso insuficiente: manejo inadecuado o constitución hereditaria. En el primer caso, a pesar de las consecuencias que sufrirá el animal en la reproducción, aún debe obtenerse una descendencia económica. En el segundo en cambio, se recomienda la eliminación inmediata.

CUADRO 1. Relación entre la edad y el peso de los cerdos para la elección de reproductores (Pinheiro, 1973).

Edad (meses)	Peso (kg)
2	18
3	30
4	55
5	80
6	120
7	140

La Figura 1, representa curvas de crecimiento y aumento diario de peso de los cerdos, basados en 12 experimentos que comprendieron 813 animales.

El trazado en línea llena, representa el período de observación y el punteado, la extensión de las curvas antes y después de ese período.

El punto de encuentro de las curvas, indica el momento económico óptimo para el sacrificio.

Los cerdos en crecimiento deben recibir para lograr aumentos de peso rápidos y económicos, raciones bien equilibradas que proporcionen una cantidad satisfactoria de proteínas que además sea de buena calidad. Se debe cuidar igualmente de que queden ampliamente satisfechas sus necesidades de minerales y vitaminas (Morrison, 1956).

Según Cancellón (1972), al nacer los lechones suelen pesar alrededor de 1,000 gramos, y si bien el ritmo de crecimiento varía en función de la raza, la camada, el individuo, la alimentación y los factores externos, debemos admitir un crecimiento diario medio que varía en función de la edad (Cuadro 2).

Craplet citado por Cancellón (1972), de acuerdo a sus investigaciones determinó igualmente relación entre el peso y la edad (Cuadro 3).

Según Zert (1969), se debe procurar que:

- El índice de consumo sea lo más bajo posible;
- Las canales producidas correspondan a las exigidas por la demanda; magras, jamón musculado, lomo ancho y peso adecuado.

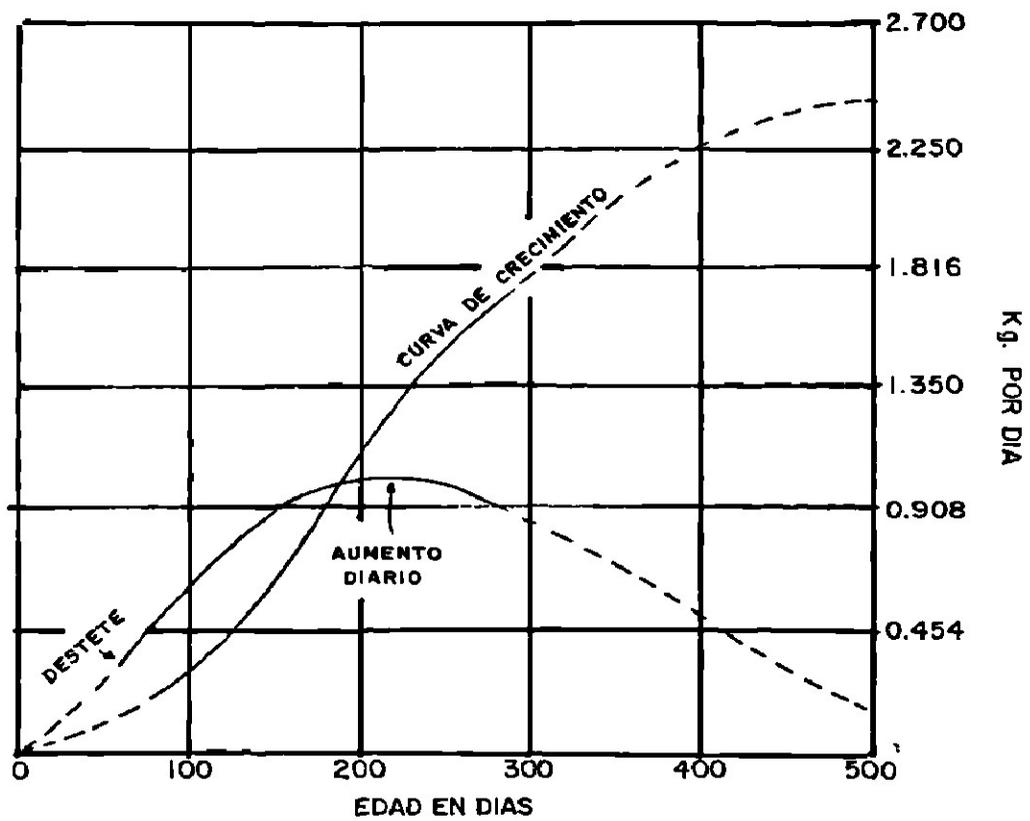


FIGURA 1. Curvas de crescimento em cerdos (Pinheiro, 1973).

CUADRO 2. Relación entre la edad y el incremento de peso diario (Cancun, 1972).

Meses	Peso (g)
1er.	150
2do.	300
3ro.	400
4to.	500
5to.	500
6to.	700
7to.	800
8vo.	900
9no.	1000

CUADRO 3. Marcha de los pesos según las edades (Craplet citado por Cancun, 1972).

Edad (meses)	Desarrollo	Peso al Final del mes
1	$1 + 0.150 \text{ g} \times 30 \text{ días}$	5.5
2	$5.5 + 0.300 \times 30$	14.5
3	$14.5 + 0.400 \times 30$	26.5
4	$26.5 + 0.500 \times 30$	41.5
5	$40 + 0.500 \times 30$	55
6	$55 + 0.700 \times 30$	76
7	$76 + 0.800 \times 30$	100
8	$100 + 0.900 \times 30$	127

Nuestros conocimientos sobre los fenómenos básicos pueden resumirse así:

1. El índice de consumo depende del patrimonio hereditario del animal y de dos factores en cierto modo antagonistas:
  - La rapidez de crecimiento
  - La composición del peso vivo ganado.
2. Un cerdo no puede producir carne en la cuantía permitida por su potencial genético, si no le ofrecen sustancias nitrogenadas en calidad y cantidad suficientes.
3. Ningún cerdo puede, sea cual fuere su edad, producir más carne de la permitida por su patrimonio hereditario, aunque reciba niveles altos de sustancias nitrogenadas.
4. Todo exceso de alimentos, incluso de los nitrogenados, se traduce en la formación de grasa suplementaria.
5. Las diferentes partes del cerdo no se desarrollan simultáneamente. La porción magra de la chuleta (lomo) aumenta en espesor al final y tanto más tardíamente cuanto más largo sea el animal.

Hammond (1959), señala que el crecimiento es uno de los fenómenos más importantes en la práctica ganadera.

De hecho, podría decirse que casi toda la producción agrícola está fundamentalmente basada en algún aspecto del crecimiento.

La importancia del fenómeno no se limita en modo alguno a la agricultura y su conocimiento tiene numerosas aplicaciones en las ciencias médicas y biológicas.

No debe, por tanto, sorprendernos que el crecimiento que parece en principio un proceso sumamente simple, sea en realidad, bajo un serio análisis, algo sumamente complejo.

Brody cit. por Hammond (1959), define el crecimiento como "un cambio temporal relativamente irreversible de la dimensión que se mide" tal definición abarca tanto el crecimiento en tamaño como en peso, y el concepto de irreversible excluye implícitamente, las fluctuaciones debidas a las variaciones en la alimentación, gestación y lactación.

Según esta definición, un animal que se mantiene en un peso constante, no crece si la dimensión que se mide es el peso corporal, pero sí, si se mide la longitud de los huesos.

Parece más razonable excluir las fluctuaciones accidentales, de corta duración del peso corporal, que las pérdidas más duraderas causadas por una dieta de submantenimiento o el esfuerzo de su lactación, que es una forma de crecimiento negativo, aún cuando la composición del peso corporal perdido sea distinta de la del peso ganado en idénticos intervalos.

Curvas de crecimiento. La curva de crecimiento, trazada representando gráficamente el peso en función de la edad, es sigmoidea, es decir, parecida en líneas generales a una S estirada, y muy semejante en todas las especies, excluyendo el hombre, cuya edad juvenil es excepcionalmente prolongada. La mayor parte de los animales superiores llegan a la pubertad al alcanzar aproximadamente el 30% del peso adulto, en tanto que el hombre en tal momento ha logrado ya del 60 al 70% del peso de madurez. Brody cit. por Hammond (1959). Según Montilla (1965), para todos los animales, los aumentos de peso obtenidos durante el crecimiento presentan caracte-

rísticas muy semejantes, debido a que las ganancias de peso, muy pequeñas al principio, se aceleran rápidamente hasta alcanzar cierto nivel y declinan luego poco a poco hasta el ritmo y magnitudes de los primeros períodos. Su expresión gráfica puede obtenerse mediante distintos procedimientos, siendo los principales: la curva de crecimiento, la curva de ganancias, la curva de ganancias por unidad de tiempo y la curva porcentual de incrementos de peso.

## 2.2. Naturaleza general de las curvas de crecimiento

Si registramos periódicamente el peso de un animal desde el nacimiento a la madurez, lo representamos gráficamente en función del tiempo a intervalos relativamente cortos y si unimos los puntos obtendremos una curva que representa la marcha del "crecimiento". Si hacemos esta medida en un número suficiente de animales semejantes, la línea que representa los pesos medios por edad será una curva uniforme de forma sigmoidea.

La curva ofrece dos grandes segmentos: La pendiente del primero es creciente y se extiende desde el nacimiento a la pubertad. La pendiente del segundo, es decreciente y comprende desde la pubertad a la madurez. El punto de inflexión que en la mayoría de las especies coincide con la pubertad, es de gran importancia biológica por marcar un punto en que la edad fisiológica de las diversas especies es equivalente. A esta edad, es máximo el ritmo de crecimiento potencial, así como también la eficiencia alimenticia determinada por la cantidad de alimento requerido por unidad de aumento de peso (Crampton, 1962).

## 2.3. Medida del crecimiento

La más común de las medidas de crecimiento, es probablemente el in-

crecimiento en peso vivo, pero se usan con frecuencia también otras medidas de tamaño, tales como: la altura y longitud. Resulta frecuentemente más valiosa que el peso vivo solo, una combinación de éste y las medidas de tamaño, por señalar las modificaciones formales ocurridas durante el crecimiento normal; y demuestra que el animal puede continuar creciendo en tamaño; permaneciendo constante su peso corporal.

La velocidad de crecimiento en peso vivo puede expresarse como coeficiente medio de crecimiento, que es la ganancia absoluta de peso por unidad de tiempo, representado por la fórmula:  $P_2 - P_1 / t_2 - t_1$  : donde  $P_2 - P_1$  representa la ganancia en peso durante el intervalo de tiempo  $t_2 - t_1$  Hammond (1959).

Según Maynard et al. (1979), el crecimiento total del cuerpo se mide con frecuencia como un incremento del peso. También se emplea asiduamente talla, altura y otras dimensiones corporales. Una combinación de peso y tamaño es mucho más útil que cualquiera de las dos en forma aislada.

Un animal puede aumentar de peso por el simple depósito de grasa, sin registrar ningún incremento en los tejidos y órganos estructurales que caracterizan el crecimiento. Un animal que esté recibiendo cantidades insuficientes de proteínas y energía para permitirle el desarrollo de sus músculos y órganos, puede manifestar un aumento en la talla debido al crecimiento del esqueleto.

## 2.4. Indicés de selección

### 2.4.1. Generalidades

Según Ensminger (1980), el índice de selección combina todos los caracteres importantes en un valor o índice general. Teóricamente, proporcio

na la manera más conveniente de seleccionar por varios caracteres que cualquiera de los métodos anteriores.

Los índices de selección se preparan con el propósito de lograr lo siguiente:

- a) Acentuar los distintos caracteres, manteniendolos dentro de su importancia relativa.
- b). Comparar en cada animal, los puntos fuertes con los débiles.
- c). Obtener un puntaje total general para cada ejemplar de modo que los animales pueden ser clasificados posteriormente de mayor a menor.
- d). Lograr que el grado de énfasis que se pone en cada carácter considerado, sea constante y objetivo sin que los ideales varíen de un año a otro.
- e). Proporcionar la forma adecuada de corregir los defectos del medio, como la edad de la madre, etc.

A pesar de las virtudes que se les reconocen, los índices de selección no son perfectos. Entre sus deficiencias figuran las siguientes:

- a). No se dispone de índices prácticos para todas las clases de animales
- b). De su uso puede resultar que ciertos defectos o fallas perjudiciales quede ocultos o enmascarados.
- c). No tienen en cuenta las diferencias que se producen de un año a otro.

Cancellón (1965) señala que los diferentes centros experimentales realizan la selección de los progenitores de forma distinta.

Destacamos el hecho de que algunos utilizan un índice de selección, mientras que otros no hacen uso del mismo.

Los índices de selección juegan un papel muy importante en la producción animal, en particular en la porcina, pero desde luego son complejos por la intervención de numerosos caracteres, su mejora, por tanto, está subordinada a cada uno de ellos. Lush (1969) y sus colaboradores han demostrado como la tentativa de hacer progresar sucesivamente los diferentes caracteres de una raza a mejorar da resultados inferiores a la selección simultánea, pero independiente, de los diversos caracteres.

Este último método es menos eficaz que el basado en un índice de selección, puesto que éste permite seleccionar simultáneamente todos los caracteres, apareciendo el valor global de los reproductores considerados como un todo y no como la unión de unos caracteres tomados por separado.

El índice de selección es un número proporcional al valor genético global de un individuo y constituye un criterio utilizable para retenerlo o, por el contrario, eliminarlo de la reproducción.

Este índice permite asimismo, valorar no solamente cualidades del mismo individuo, sino también de los ascendientes, descendientes y colaterales, lo que asegura un máximo de datos sobre los reproductores a elegir.

La cría de mejores cerdos tiende a ser un negocio complicado y confuso. Los índices de selección más recomendados en los Estados Unidos incluyen cuando menos cuatro características: tamaño de la lechigada a los 21 días, peso de la lechigada a los 21 días tantos días para los 104 kg y grasa dorsal a los 104 kg. En un índice, tres de estas cuatro características necesitan ser ajustadas antes de que el índice de selección pueda

calcularse. Existen otros dos índices disponibles si la información de la eficiencia alimenticia está a la mano y otro índice si no. Finalmente, hay disponible un índice de productividad de la cerda, el cual evalúa a las cerdas en su ganado y un cálculo del valor productivo de cría de la cerda, el cual toma en consideración cada una de las lechigadas que la cerda parió (Kuhlers, D.L. y Jungst, S.B., 1984).

Según Henderson (1963, citado por Mujica, 1983), el índice de selección es una combinación lineal de valores fenotípicos observados, que se emplean para el cálculo de criterios de selección entre los individuos que se desean seleccionar. El índice de selección estima el valor genotípico de los individuos basándose en sus producciones, por esto, es una función lineal de valores fenotípicos observados.

El índice combina todas las informaciones disponibles del individuo y sus parientes, de tal forma que la correlación entre el índice (I) y el verdadero valor genotípico (A) del individuo debe ser un máximo ( $r_{IA}$ ).

Esto se realiza a través de una ecuación de regresión múltiple, dando valores óptimos a las diferentes informaciones.

Según Mujica (1983), los usos de los índices de selección son:

1. Selección de una característica en base a observaciones en el individuo y sus parientes.
2. Selección de varias características según datos observados en el individuo.
3. Selección de varias características, para la cual hay disposición valores observados en el individuos y en sus parientes.

4. Selección de líneas o cruce de líneas, basándose en datos sobre sus propiedades de combinación especial y general.

Pond y Maner (1974) indican que cuando la selección se realiza para más de un carácter, puede confeccionarse un índice de selección que permite valorar, según un orden, a los reproductores potenciales sobre la base de un baremo combinado para varios caracteres. La importancia ponderal de los diversos caracteres sometidos a selección puede tener en cuenta el grado de heredabilidad a cada carácter y su importancia económica relativa.

A continuación se incluye como ejemplo, un índice de selección que fue preparado por especialistas en genética animal de la Universidad del Estado de Iowa para ser utilizado en los centros de valoración porcina de Iowa:

Ejemplo 1.

Indice (I) =  $270 + (222 \times \text{ganancia diaria media en kg}) - (60 \times \text{espesor de grasa dorsal en cm}) - (35 \times \text{kg de alimento} \times \text{kg de ganancia})$ .

	Ganancia Diaria media	Espesor de la grasa dorsal	Conversión Alimenticia	Indice
Rendimiento del Verraco A	.81	3.75	3.2	113
Rendimiento del Verraco B	.72	2.75	2.6	174

Decisión: El Verraco A creció con mayor rapidez que el Verraco B, pero éste tiene menor espesor de la grasa dorsal y mejor índice de transformación de los alimentos. Se debe seleccionar el Verraco B para utilizarlo como macho en la piara (Pond y Maner, 1974).

#### 2.4.2. Construcción de los índices de selección.

Los principios para la construcción de los índices de selección destinados a obtener el máximo progreso son los de regresión múltiple, donde se desea predecir tan exactamente como sea posible una variable desconocida o "dependiente" a partir de dos o más variables conocidas (independiente).

En este caso, la variable dependiente es la calidad genética neta o valor de reproducción del animal, en tanto que sus varios caracteres, o aún los de sus parientes, son las variables independientes.

Para cada uno de los caracteres se necesitan cuatro tipos de información:

- a) El valor medio en que una variación dada en ese carácter eleva o baja realmente la calidad fenotípica neta del animal. A esto podemos llamar la importancia del carácter.
- b) Las bases genéticas de cada carácter; éstas son importantes debido a que la fracción del progreso fenotípico es logrado en la descendencia para cada unidad de la calidad fenotípica en los progenitores seleccionados.
- c) Las correlaciones fenotípicas entre ese carácter y los otros se presentarán si han estado afectados por algunos de los mismos incidentes ambientales. Esto, en combinación con las diferencias en bases genéticas, incluso puede determinar que algunos caracteres sean útiles sobre todo como indicadores del tipo del medio ambiente en que se desarrollaron los caracteres más importantes.

d) Las correlaciones genéticas entre ese carácter y el resto, puede surgir si algunos de los mismos genes afectan a dos o más de ellos. Esto significa que la selección a favor del carácter "x" podrá favorecer o perjudicar la mejora en el carácter "y" comparado con lo que sucedería si fueran independientes (Lush, 1969).

#### 2.4.3. Principios generales de la selección.

En condiciones naturales, los animales mejor adaptados al medio ambiente son los que sobreviven y se reproducen; este hecho recibe el nombre de supervivencia de los más fuertes, o selección natural. Resulta difícil identificar los efectos de los genes individuales cuando la selección se efectúa para varios caracteres al mismo tiempo. Surge la excepción a esta afirmación cuando trabajando con factores como por ejemplo, la velocidad de crecimiento, hay que eliminar animales que muestren caracteres condicionados por genes recesivos, tal sucede con el enanismo, la criptorquidia y el color rojo en las razas negras. Los individuos, las líneas o razas no contienen nunca todos los genes favorables, ni todos los desfavorables. Solamente si existe variación en los genes puede conseguirse una mejora. Conviene recordar que las razas de cerdos más comunes en Estados Unidos a excepción de la Berkshire, Yorkshire, Tamworth y Landrace, se formaron mediante cruzamientos llevados a cabo en el siglo pasado.

Incluso antes de que la genética fuese considerada como una ciencia, los criadores aplicaban ya el principio de reunir genes beneficiosos, de orígenes muy diversos, en razas o líneas definidas. Este principio sigue teniendo vigencia y aplicación todavía. La selección basada en el aspecto y producción del individuo recibe la denominación de fenotípica (Carroll et al., 1967).

#### 2.4.4. Principales características productivas del verraco

2.4.4.1. Velocidad de crecimiento. La precocidad de desarrollo y la rapidez para alcanzar el peso de beneficio, es un carácter de particular importancia económica. Puede evaluarse de tres maneras: La primera a través de la ganancia diaria desde el destete hasta los 90 kg de peso. La segunda por la edad que tiene el cerdo al llegar a los 90 kg de peso. Por último, se puede medir por el peso de los animales a una edad determinada, tal como a los 154 días de nacido (Quijandria, 1979). Según Aguirre (1977), los cerdos deberán lograr por lo menos 90 kg de peso a los 165 días de edad o menos.

2.4.4.2. Espesor de grasa dorsal. Esta característica que puede ser evaluada en el animal vivo, es el mejor indicador de la calidad de carcasa del animal de 5 cm de la línea media superior a la altura de la última costilla. Esta medida está altamente correlacionada con los factores que influyen en la calidad de la carcasa (Quijandria, 1979). Según Mujica (1984), los puntos de medida con aparatos ultrasónicos son: la primera en el punto máximo de espesor de la grasa de la vértebra lumbar, la segunda en el punto máximo de espesor de la grasa de la espaldilla, donde se forma el vértice del triángulo de la espaldilla. Por último, en el punto mínimo de espesor de la grasa, más o menos a la altura de la última costilla. Según Ensminger (1970), el espesor de la grasa a los 90 kg de peso no debe exceder de 3.54 cm.

2.4.4.3. Conversión alimenticia. Es posiblemente el carácter de mayor importancia económica, pues indica la economía de la ganancia de peso. Esta característica está relacionada con la velocidad de crecimiento de tal forma que, seleccionando por alcanzar esta característica, se mejo-

rará la conversión alimenticia (Quijandria, 1979). Según Johanson y Rendel (1972), estas dos medidas están correlacionadas ( $r = -0.8$ ) de tal manera que los incrementos en rapidez de aumentos de peso conllevan adelantos automáticos en eficiencia. Según Aguirre (1977), el cerdo no deberá de comer más de 325 kg de alimento para convertir 100 kg de peso vivo.

Según Marks (1973), a través de sus investigaciones determinó relación entre peso, edad e índice de conversión alimenticia de los cerdos (Cuadro 4).

CUADRO 4. Relación entre peso, edad e índice de conversión alimenticia de los cerdos (Marks, 1973).

Edad Aprox. (semanas)	Ganancia Diaria (g)	Índice de Conversión Alim.	Alimento Consumido/día (kg)	Peso (kg)
10.7	454	2.4	1.10	22.70
13.7	590	2.6	1.55	34.05
16.2	681	3.0	2.00	45.40
18.6	681	3.6	2.41	56.75
20.9	726	3.8	2.73	68.10
23.0	772	4.0	3.00	79.45
25.1	772	4.3	3.23	90.80

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Materiales

Pruebas de comportamiento de 84 verracos de las razas Duroc, Hampshire, Yorkshire y Landrace probados en la Estación de Prueba de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. De los 84 verracos, 35 son del ciclo 1984 y 49 del ciclo 1985, de los cuales fueron:

- 30 Duroc
- 25 Hampshire
- 22 Yorkshire
- 7 Landrace

#### 3.2. Ubicación

El presente trabajo se realizó en la Estación de Prueba de la Facultad de Agronomía de la UANL, ubicada sobre la Carretera Zuazua-Marín Km 17.5 en el municipio de Marín, N.L. Las coordenadas geográficas de este municipio son: 25°53' Latitud Norte y 100°03' Longitud Oeste. El clima predominante en la región es semiárido, con una temporada de lluvias muy irregular.

#### 3.3. Manejo

Las pruebas de comportamiento se iniciaron con la evaluación de los animales de 25 kg de peso vivo (dándoles un intervalo de tres a cuatro días de adaptación antes de los 25 kg en la Estación de Prueba), y la terminación de la prueba es a los 90 kg; en el intervalo de los 25 a 90 kg, se les dá alimento a libre acceso, se toman pesadas cada 14 días (tanto de peso vivo de los animales como del alimento rechazado) y se realizan

mediciones del espesor de la grasa dorsal al final de la prueba (90 kg). Las mediciones se efectúan a través de un aparato de ultrasonido.

### 3.4. Métodos

El criterio de selección se realizó teniendo como base la conversión alimenticia, ganancia diaria de peso y el espesor de la grasa dorsal. Se utilizó el índice de selección sugerido por la Estación de Prueba de la Facultad de Agronomía, UANL (Mujica, 1984).

$$I = 0.115 (X_1 - \bar{X}_1) - 72.25 (X_2 - \bar{X}_2) - 25.25 (X_3 - \bar{X}_3) + 100 \quad (I)$$

$X_1$  = Aumentos diarios de peso del verraco (g)

$\bar{X}_1$  = Aumentos diarios de peso de la población (g)

$\bar{X}_2$  = Eficiencia de conversión de la población (kg)

$X_2$  = Eficiencia de conversión del verraco (kg)

$X_3$  = Espesor de la grasa dorsal del verraco (cm)

$\bar{X}_3$  = Espesor de la grasa dorsal de la población (cm)

La construcción de índices de selección está basada en las siguientes suposiciones:

1. Distribución normal de las observaciones fenotípicas y valores genotípicos.
2. Acción aditiva del genotipo y medio ambiente en la expresión fenotípica de las características.
3. La variabilidad genética no aditiva es de tan poca importancia, que puede ser desechada.
4. Los estimadores de parámetros poblacionales empleados en el índice deben ser conocidos y medidos en la población, donde se encuentran

los animales a seleccionar.

Esta última condición, no pudo ser cumplida, pues aún no se terminaban los trabajos destinados a medir los parámetros poblacionales del noroeste de México, área de acción de la Estación de Prueba.

La construcción de índice de selección (I) para un individuo según la función de Fisher citado por Mujica (1984), tiene la forma:

$$I = b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n = \sum_{i=1}^n b_i X_i$$

Donde:

$X_i$  = valores fenotípicos observados en el individuo o en sus parientes (características de información "i"); pueden ser expresados como desvío de una medida de comparación ( $X_i - \bar{X}_i$ ).

$b_i$  = peso o importancia del índice (coeficientes de ponderación o regresión parcial del mérito sobre el valor fenotípico  $X_i$ ).

$n$  = número de características incluidas en el índice (características de información).

Los valores " $b_i$ " se determinan a través de la solución de la ecuación normal.

$$\underline{P} \underline{b} = \underline{G} \underline{V}$$

$$\underline{b} = \underline{P}^{-1} \underline{G} \underline{V}$$

Donde:

$P$  = matriz de orden ( $n \times n$ ) de las varianzas y covarianzas fenotípicas entre las " $n$ " variables de información.

$b$  = vector columna de orden ( $n \times 1$ ) de los factores del índice (de

las "n" variables de información).

G = matriz de orden (n x m) de las varianzas y covarianzas genéticas entre las "n" variables de información del índice y las "m" variables de selección o del valor genotípico total.

V = vector columna de orden (m x 1) de los pesos económicos de las "m" variables de selección.

### 3.4.1. Cálculo de los pesos económicos (V)

Para las características de selección, se calculan los pesos o factores económicos según las relaciones de precio existentes en México (para estos ejemplos, se tomó la base de agosto de 1983). (Mujica, 1983).

3.4.1.1. Aumentos de peso. La importancia económica de los aumentos de peso tiene relación con el mayor o menor número de días que los cerdos deben permanecer en la explotación hasta finalizado el engorde. Se estimó en \$10.00 el costo por cerdo/día en base a gastos por concepto de: administración, salario, vestuario, transporte, amortización de instalaciones y artículos medicinales de desinfección y limpieza.

Con un aumento diario de peso de 600 g (entre 20 y 100 kg), los días de engorda son 133.3, o sea, 19 días más que si el aumento diario de peso fuera 700 g (114.3 días de engorda). Estos 100 g más de ganancia diaria de peso ahorran \$190.00 (1 g = \$1.90) por cerdo .

Si los aumentos de peso son de 500 g/día (160 días de engorda), estos 100 g menos de aumento de peso significan un gasto extra de: \$267.00 (1 g = \$2.67) por cerdo. En base a estos datos, se estimó que cada gramo de aumento de peso corresponden a \$2.30.

3.4.1.2. Eficiencia de conversión de los alimentos. El kilogramo de alimento para cada cerdo cuesta aproximadamente \$25.00; si un cerdo tiene una eficiencia de conversión de 3.5 kg (de alimento por kilogramo de aumento de peso), su consumo durante el engorde (20-100 kg) sería de 280 kg, esto es: \$7,000.00.

Si la eficiencia de conversión es de 4.5 kg, su consumo sería 360 kg, o sea, \$9,000.00 y si es de 2.5 kg, el consumo sería de 200 kg, o sea, \$5,000.00.

La diferencia (en relación con los costos de alimentación) que significa 1 kg de mayor a menor eficiencia de conversión corresponde entonces a ± \$2,000.00

3.4.1.3. Espesor de la grasa dorsal. Actualmente en México, no hay pagos preferenciales entre los animales de engorde según su mayor o menor grado de engrosamiento. Sin embargo, en Monterrey hasta el año de 1982 (de acuerdo a tablas establecidas), se castigaba al animal graso y se premiaba al magro en base al espesor de la grasa dorsal y el peso de la canal.

Se estimó que un aumento o disminución de la grasa dorsal en un centímetro, debería significar un castigo o un premio del precio de la carne de un 3%. En la relación actual de precio, esto significa más o menos \$300.00/cm de grasa dorsal.

### 3.4.2. Parámetros poblacionales considerados en el Índice

Los parámetros considerados en estas mediciones son:

### 3.4.2.1. Variables de información (contenidas en el Índice)

	$S_p$	$h^2$	$V$
- Aumentos de peso (sementales) (=1)	100	.4	2.3
- Eficiencia conversión (sementales) (=2)	.2	.4	-2000
- Grasa dorsal (sementales) (=3)	.4	.4	-300

### 3.4.2.2. Variables de selección (del valor genotípico):

	$S_p$	$h^2$	$V$
- Aumento de peso (animales de abasto) (=4)	90	.4	
- Eficiencia conversión (animales de abasto) (=5)	.14	.4	
- Grasa dorsal (animales de abasto) (=6)	.5	.5	

### 3.4.3. Correlaciones fenotípicas y genotípicas de los caracteres de información (Nos 1, 2 y 3) y selección (Nos. 4, 5 y 6).

Las correlaciones constituyen un promedio de la literatura consultada (Mujica, 1983). Los valores correspondientes son dados en el Cuadro 5.

### 3.4.4. Cálculo del Índice de Selección

El índice empleado por la Estación de Prueba de la Facultad de Agronomía (Mujica, 1983) fue calculado de acuerdo a la solución de la ecuación normal:

$$\underline{P} \underline{b} = \underline{G} \underline{V}$$

para esto, se estimaron los elementos de las matrices y vectores: P, G y V.

3.4.4.1. Elementos de la matriz P, o sea, la matriz de orden (3x3) de las varianzas y covarianzas fenotípicas entre las tres variables de información del Índice.

$$P_{11} = S_1^2 = (100)^2 = 10\ 000$$

$$P_{12} = P_{21} = r \cdot S_1 \cdot S_2 = (-.5) (100) (.02) = -10$$

$$P_{13} = P_{31} = r \cdot S_1 \cdot S_3 = (0) (100) (.4) = 0$$

$$P_{22} = S_2^2 = (.2)^2 = .04$$

$$P_{23} = P_{32} = r \cdot S_2 \cdot S_3 = (0) (.2) (.4) = 0$$

$$P_{33} = S_3^2 = (.4)^2 = .16$$

3.4.4.2. Elementos de la matriz G, o sea, la matriz de orden (3x3) de las varianzas y covarianzas genéticas entre las tres variables de información del índice y las tres variables de selección del valor genotípico total.

$$G_{11} = S_1 \cdot h_1 \cdot S_4 \cdot h_4 \cdot r_{g14} = 100(\sqrt{.4}) (90) (\sqrt{.4}) (.5) = 1\ 800$$

$$G_{12} = S_1 \cdot h_1 \cdot S_5 \cdot h_5 \cdot r_{g15} = 100 (\sqrt{.4}) (.14) (\sqrt{.4}) (-.3) = -1.68$$

$$G_{13} = S_1 \cdot h_1 \cdot S_6 \cdot h_6 \cdot r_{g16} = 100 (\sqrt{.4}) (.5) (\sqrt{.5}) (0) = 0$$

$$G_{21} = S_2 \cdot h_2 \cdot S_4 \cdot h_4 \cdot r_{g24} = .2 (\sqrt{.4}) (90) (\sqrt{.4}) (-.3) = -2.16$$

$$G_{22} = S_2 \cdot h_2 \cdot S_5 \cdot h_5 \cdot r_{g25} = .2 (\sqrt{.4}) (.14) (\sqrt{.4}) (.5) = .0056$$

$$G_{23} = S_2 \cdot h_2 \cdot S_6 \cdot h_6 \cdot r_{g26} = .2 (\sqrt{.4}) (.5) (\sqrt{.5}) (0) = 0$$

$$G_{31} = S_3 \cdot h_3 \cdot S_4 \cdot h_4 \cdot r_{g34} = .4 (\sqrt{.4}) (90) (\sqrt{.4}) (0) = 0$$

$$G_{32} = S_3 \cdot h_3 \cdot S_5 \cdot h_5 \cdot r_{g35} = .4 (\sqrt{.4}) (.14) (\sqrt{.4}) (0) = 0$$

$$G_{33} = S_3 \cdot h_3 \cdot S_6 \cdot h_6 \cdot r_{g36} = .4 (\sqrt{.4}) (.5) (\sqrt{.5}) (.6) = .05366$$

CUADRO 5. Correlaciones fenotípicas ( $r_f$ ) y genotípicas ( $r_g$ ).

$r_g$	$r_f$	1	2	3	4	5	6
1	1	1	-.5	0	.4	-.3	0
2	-.5	1	0	-.3	.4	0	
3	0	0	1	0	0	.5	
4	.5	-.3	0	1	-.5	0	
5	-.3	.5	0	-.5	1	0	
6	0	0	.6	0	0	1	

3.4.4.3. Elementos del vector V, o sea, el vector columna de orden (3 x 1) de los pesos económicos de las tres variables de selección.

$$V_{11} = 2.30$$

$$V_{21} = -2\ 000$$

$$V_{31} = -300$$

por lo tanto:

$$\begin{array}{c} \text{P} \\ \left[ \begin{array}{ccc} 10\ 000 & -10 & 0 \\ -10 & .04 & 0 \\ 0 & 0 & .16 \end{array} \right] \end{array} \begin{array}{c} \text{b} \\ \left[ \begin{array}{c} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{array} \right] \end{array} = \begin{array}{c} \text{G} \\ \left[ \begin{array}{ccc} 1\ 800 & -1.68 & 0 \\ -2.16 & .0056 & 0 \\ 0 & 0 & .05366 \end{array} \right] \end{array} \begin{array}{c} \text{V} \\ \left[ \begin{array}{c} 2.30 \\ -2000 \\ -300 \end{array} \right] \end{array}$$

Los factores  $b_1$ ,  $b_2$  y  $b_3$  del índice se obtienen al resolver el siguiente sistema de ecuaciones en términos matriciales.

$$b = P^{-1} G V$$

$$\begin{array}{c} \text{b} \\ \left[ \begin{array}{c} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{array} \right] \end{array} = \frac{1}{48} \begin{array}{c} P^{-1} \\ \left[ \begin{array}{ccc} .0064 & 1.6 & 0 \\ 1.6 & 1600 & 0 \\ 0 & 0 & 300 \end{array} \right] \end{array} \begin{array}{c} \text{G} \\ \left[ \begin{array}{ccc} 1\ 800 & -1.68 & 0 \\ -2.16 & .0056 & 0 \\ 0 & 0 & .053665 \end{array} \right] \end{array} \begin{array}{c} \text{V} \\ \left[ \begin{array}{c} 2.30 \\ -2000 \\ -300 \end{array} \right] \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
 b \\
 \left[ \begin{array}{c} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{array} \right] \\
 = 1/48
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 P^{-1} \\
 \left[ \begin{array}{ccc} .0064 & 1.6 & 0 \\ 1.6 & 1600 & 0 \\ 0 & 0 & 300 \end{array} \right]
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 G V \\
 \left[ \begin{array}{c} 7500 \\ -16.168 \\ -16.0997 \end{array} \right]
 \end{array}$$

de aquí:

$$b_1 = .4610667$$

$$b_2 = -288.933$$

$$b_3 = -100.62313$$

Por razones prácticas se dividieron los factores del Índice (b) por cuatro (4) quedando por consiguiente estructurado el Índice empleado por la Estación de Prueba en la forma ya establecida :

$$I = .115(X_1 - \bar{X}_1) + (-72.25)(X_2 - \bar{X}_2) + (-25.25)(X_3 - \bar{X}_3)$$

3.4.5. Estimación de la correlación entre el Índice y el Valor Genotípico ( $r_{IA}$ )

Para la estimación de la correlación ( $r_{IA}$ ) entre el valor estimativo del índice (I) y el verdadero valor genotípico (A) se empleó la fórmula (Mujica, 1983):

$$r_{IA} = \frac{S_I}{S_A}$$

Donde:

$$S_I^2 = \text{varianza del índice} = b'Pb$$

$$S_A^2 = \text{varianza del valor genotípico} = V'CV$$

para esto, se construyó la matriz C.

3.4.5.1. Elementos de la matriz C, o sea, la matriz cuadrada de orden (3x3) de las varianzas y covarianzas genotípicas entre las tres variables contenidas en el valor genotípico total.

$$C_{11} = S_4^2 \cdot h_4^2 = (90)^2 \cdot (.4) = 3240$$

$$C_{12} = S_4 \cdot h_4 \cdot S_5 \cdot h_5 \cdot r_{g_{45}} = 90(\sqrt{.4}) (.14) (\sqrt{.4}) (-.5) = -2.52$$

$$C_{13} = S_4 \cdot h_4 \cdot S_6 \cdot h_6 \cdot r_{g_{46}} = 90(\sqrt{.4}) (.5) (\sqrt{.5}) (0) = 0$$

$$C_{21} = S_5 \cdot h_5 \cdot S_4 \cdot h_4 \cdot r_{g_{54}} = .14(\sqrt{.4}) (90) (\sqrt{.4}) (-.5) = -2.52$$

$$C_{22} = S_5^2 \cdot h_5^2 = (.14)^2 (.4) = .00784$$

$$C_{23} = S_5 \cdot h_5 \cdot S_6 \cdot h_6 \cdot r_{g_{56}} = .14 (\sqrt{.4}) (.5) (\sqrt{.5}) (0) = 0$$

$$C_{31} = S_6 \cdot h_6 \cdot S_4 \cdot h_4 \cdot r_{g_{64}} = .5 (\sqrt{.5}) (90) (\sqrt{.4}) (0) = 0$$

$$C_{32} = S_6 \cdot h_6 \cdot S_5 \cdot h_5 \cdot r_{g_{65}} = .5 (\sqrt{.5}) (.14) (\sqrt{.4}) (0) = 0$$

$$C_{33} = S_6^2 \cdot h_6^2 = (.5)^2 .5 = .125$$

con esto resultó:

$$S_I^2 = 9749.4662$$

$$S_I = 98.739385$$

$$S_A^2 = 82933.6$$

$$S_A = 287.98194$$

$$r_{IA} = .3428666$$

### 3.4.6. Estimación del Adelanto Genético

Utilizando este índice de selección, se puede estimar el adelanto genético (AG) de acuerdo a la siguiente forma. (Mujica, 1983):

$$AG = i \frac{b'G}{S_I}$$

Considerando una intensidad de selección ( $i$ ) igual a uno ( $i=1$ ), se estima los siguientes progresos genéticos en una generación para las variables de selección consideradas:

El programa genético por generación ( $i=1$ ) sería para los aumentos de peso = 14.72, para la eficiencia conversión = -.024 y para el espesor de la grasa dorsal = -.054.

Se probaron otros índices, como por ejemplo: el de Nebraska y el sugerido por la Dirección General de Ganadería de la SAG, los cuales se usan como medida de comparación, con el utilizado en este estudio (en cuanto a clasificación de los animales).

Nebraska (Hubbard, 1981):

$$I = 100 + 45 (G - \bar{G}) - 65 (F - \bar{F}) - 60 (B - \bar{B}) \quad (II)$$

$G$  = Aumentos diarios de peso del verraco (g)

$\bar{G}$  = Aumentos diarios de peso de la población (g)

$F$  = Eficiencia de conversión del verraco (kg)

$\bar{F}$  = Eficiencia de conversión de la población (kg)

$B$  = Espesor de la grasa dorsal del verraco (cm).

$\bar{B}$  = Espesor de la grasa dorsal de la población (cm)

SAG (Avilés, 1976):

$$I = 250 - 50 (PGD) - 50 (CA) (PG) \quad (III)$$

PGD = Promedio de ganancia diaria

CA = Conversión de alimento

PG = Promedio de grasa

#### 3.4.7. Curvas de Crecimiento

En base a los controles de peso, se confeccionaron curvas de crecimiento en el período de control (25-90 kg).

#### 3.4.8. Calificación subjetiva.

Los datos de los sementales se complementaron con una calificación subjetiva de la conformación, patas, jamón y lomo en base a una escala del 1 al 5.

#### 3.4.9. Cálculos complementarios

3.4.9.1. Comparación entre razas. Se efectuó mediante Pruebas de comparación de Medias según el Método Tukey y Scheffé (SNEDECON, 1980).

3.4.9.2. Estimación de correlaciones fenotípicas entre los caracteres analizados e Indices estimados según las correlaciones Pearson (SNEDECON, 1980).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Indices de Selección

Para la selección de los sementales, se utilizó el Índice de Selección (I) sugerido por la Estación de Prueba de la Facultad de Agronomía de la UANL, tomando en cuenta como caracteres de información: la ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y el espesor de la grasa dorsal. Además, se utilizaron otros dos Índices de Selección como medida de comparación en cuanto a la clasificación de los animales.

Los resultados de los sementales considerados en este estudio lo podemos observar en los Cuadros 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15.

Los verracos a seleccionar serían los que obtuvieran el mayor índice, los que se pueden observar en los Cuadros 5, 6, 7 y 8. Por ejemplo, el verraco 1 de la raza Hampshire, que fue el que obtuvo un mayor índice  $I = 131.82$  superando a los demás, sería por lo tanto, el primero en seleccionarse. Una forma de criterio de selección sería seleccionar el 75% y rechazar el 25% de los verracos restantes.

Se utilizaron otros Índices de Selección para observar la afinidad que tenían con el utilizado en este estudio. Los índices utilizados son: el sugerido por la Estación de Prueba de Nebraska (Hubbard, 1981), y el sugerido por la Dirección General de Ganadería de la SAG (Avilés, 1976). Como se puede observar en los Cuadros 9, 10, 11 y 12, se realizó una clasificación de los animales en cada uno de los índices, para comparar la afinidad que tenían los índices entre sí. En lo que respecta a la clasificación de los animales. Para lo cual se calcularon correlaciones (Cuadro 15) entre las clasificaciones de los índices Mujica-Hubbard, Mujica-Avi-

lés y Hubbard-Avilés, resultando la correlación más alta ( $r = .90$ ) entre Mujica-Hubbard, esto indica que son los que tienen más afinidad en cuanto a la clasificación de los animales.

Además se calcularon correlaciones (Cuadro 15) entre los índices mencionados anteriormente, resultando también la correlación más alta ( $r = .94$ ) entre los índices Mujica-Hubbard. Esto indica que ambos índices son muy semejantes, ya que obtuvieron correlaciones altas tanto para el índice, como para la clasificación de los animales.

Esto se puede explicar en que ambos índices utilizaron en la construcción de los mismos, parámetros poblacionales parecidos (variables de información contenidos en el índice y variables de selección del valor genotípico) (Materiales y Métodos); y semejante en el cálculo de los pesos económicos del Índice de Selección, ya que según Mujica (1983), para todas las características de selección, se calculan los pesos económicos según las relaciones de precio existentes a la fecha (1983).

Se realizó un análisis de varianza para ver la relación de las razas de los verracos con el valor de los Índices de Selección sugeridos por Mujica (1983) (I), Hubbard (1981) (II) y Avilés (1976) (III), resultando altamente significativo, altamente significativo y significativo respectivamente, o sea, que existe evidencia estadística de que hay diferencia entre las razas de los verracos en relación con el valor del Índice de Selección. En el índice I y II se detectaron diferencias significativas entre las razas de los verracos Landrace, Yorkshire y Duroc sobre la raza Hampshire, donde las razas Landrace y Yorkshire tienen los mayores índices de selección. En el Índice (III), el análisis de varianza fue significativo ( $P \leq .05$ ) más no se detectaron diferencias significativas entre las medias

de las razas (Cuadro 14). Seguramente debido a que el método empleado (Tukey), es demasiado estricto para valorar la significancia entre las medias.

Esto indica supuestamente, que los verracos de las razas Landrace y Yorkshire fueron los que mejor se comportaron durante la prueba de comportamiento según los índices (I y II), pero debe considerarse a que dichos índices utilizan medias poblacionales y las medias se calcularon en base a cada raza, por lo que el valor de los índices de los sementales de una raza tienen diferente base de comparación que los índices de los sementales de otra raza. No podemos con esto decir con exactitud mediante dichos índices, cuáles razas fueron las que se comportaron mejor. En el índice (III), no se detectaron diferencias significativas, pero se puede observar en el Cuadro 14 que las razas que obtuvieron el mayor índice fueron las razas Hampshire y Duroc, contrario a lo que ocurrió en el índice (I y II) debido a que en el índice (III) no utiliza medias poblacionales. Por esto, con este índice si se puede decir que las razas que mejor se comportaron fueron las razas Hampshire y Duroc.

El índice de selección sugerido por la Estación de Prueba de la Facultad de Agronomía de la UANL (Mujica, 1983) (I);

$$I = .115 (X_1 - \bar{X}_1) - 72.25 (X_2 - \bar{X}_2) - 25.25 (X_3 - \bar{X}_3) + 100$$

donde:

$X_1$  = ganancia diaria

$X_2$  = conversión alimenticia

$X_3$  = grasa dorsal

podemos observar donde se encuentra el mayor factor del índice que multi-

plica a la característica y que por lo tanto, va a ser de mayor importancia para que aumente o disminuya el índice, según sea el caso. Como se puede constatar en el Ejemplo 2, la característica de mayor importancia fue la conversión alimenticia, ya que el verraco 30 con mejor ganancia diaria y espesor de grasa dorsal, obtuvo menor índice que el verraco 48 que obtuvo mejor conversión alimenticia.

Ejemplo 2:

No.	Raza	Ganancia Diaria	Conversión Alimenticia	Grasa Dorsal	Indice (Mujica)
48	Duroc	.823	2.82	2.16	144.86
30	Duroc	.866	3.29	1.91	116.71

Como se puede observar en el Cuadro 15, se calcularon correlaciones entre el índice (I) y sus correspondientes características para confirmar lo mencionado anteriormente, o sea, que la conversión alimenticia es el factor de mayor importancia en el índice (I).

Resultando la correlación más alta, la correspondiente a conversión alimenticia ( $r = -.85$ ), como se puede observar la correlación fue alta y negativa, lo cual indica que a medida que disminuye el valor de conversión alimenticia (o sea, mejor eficiencia conversión) se incrementa el valor del índice.

En el índice de selección sugerido por la Estación de Prueba de Nebraska (Hubbard, 1981) (II);

$$I = 100 + 45 (G-\bar{G}) - 65 (F-F) - 60 (B-B)$$

Donde:

G = ganancia diaria

F = conversión alimenticia

B = grasa dorsal.

podemos observar que no hay mucha diferencia en cuanto a los factores del índice, que multiplican a las características en comparación con el índice sugerido por Mujica (1983). En el índice Hubbard, no está tan marcada la importancia de la conversión alimenticia, como en el caso del índice sugerido por Mujica (1983). Como se puede constatar en el ejemplo 3, el verraco 14 con mejor ganancia diaria y espesor de grasa dorsal que el verraco 4 con mejor conversión alimenticia obtuvo mayor índice según Mujica y el verraco 14 obtuvo mayor índice según Hubbard; con esto, se puede ver que el índice de Hubbard le da menos importancia a la conversión alimenticia en comparación con el índice de Mujica.

Ejemplo 3:

No.	Raza	Ganancia Diaria	Conversión Alimenticia	Grasa Dorsal	Índice (Mujica)	Índice (Hubbard)
4	Hampshire	.677	3.9	2.08	54.47	35.76
14	Hampshire	.710	4.15	1.71	45.60	42.84

Como se puede observar en el Cuadro 15, se calcularon correlaciones entre el índice (II) y sus correspondientes características, para confirmar lo mencionado anteriormente. La conversión alimenticia sigue siendo el carácter de mayor importancia, pero en menor grado. Resultando una correlación alta y negativa entre el índice (II) y conversión alimenticia ( $r = -.65$ ). Esto indica que a medida que disminuya el valor de la conversión alimenticia, se va incrementando el valor del Índice de Selección,

aunque en menor grado en comparación con el índice (I).

En el índice sugerido por la Dirección General de Ganadería de la SAG (Avilés, 1976) (III);

$$I = 250 - 50 (PGD) - 50 (CA) (PG)$$

Donde:

PGD = promedio de ganancia diaria

CA = conversión alimenticia

PG = promedio de grasa

podemos observar que los factores del índice que multiplican a las características son iguales y con la diferencia que donde se encuentran conversión alimenticia y espesor de grasa dorsal se multiplican entre sí. De esta multiplicación, resulta el valor de mayor importancia para que aumente o disminuya el índice según sea el caso. Como se puede constatar en el ejemplo 4, el verraco 13 con mejor ganancia diaria obtuvo menor índice que el verraco 16 de mejor conversión alimenticia y espesor de grasa dorsal (diferenciándose los índices considerablemente). Con esto, se puede ver que dicho índice le da también mayor importancia a conversión alimenticia y al espesor de la grasa dorsal.

#### Ejemplo 4

No.	Raza	Ganancia Diaria	Conversión Alimenticia	Grasa Dorsal	Índice (Avilés)
13	Landrace	.800	4.14	2.11	-228.21
16	Landrace	.776	3.67	1.93	-143.50

Como se puede observar en el Cuadro 15, se calcularon correlaciones entre el índice III y sus correspondientes características, para confir-

mar lo anterior, resultando las correlaciones más altas y negativas para el espesor de la grasa dorsal ( $r = -.66$ ) y conversión alimenticia ( $r = -.46$ ), para la ganancia diaria ( $r = .12$ ) no es significativa. Esto nos indica que los caracteres de mayor importancia en el índice (III), son el espesor de la grasa dorsal y la conversión alimenticia; por lo cual, a medida que sean menores los valores del espesor de la grasa dorsal y mejor la conversión alimenticia, el valor del índice se va incrementando .

La ganancia diaria promedio de todos los animales durante la prueba de comportamiento fue de 760.39 g/día y la ganancia diaria promedio de cada raza fue Hampshire 755.4, Duroc 785.77, Yorkshire 736.5 y Landrace 744.57 g/día. Estos valores son mayores que los encontrados por Lush, citado por Ortiz (1974) que reporta 665 g/día y a los encontrados por Johansson y Rendel (1972) que reportan 684 g/día de ganancia diaria.

Al realizar el análisis de varianza en relación con la ganancia diaria, entre razas de los verracos, resultó no significativo, o sea que no existe evidencia estadística de que haya diferencia entre razas en cuanto a ganancia diaria (Cuadro 14).

La conversión alimenticia promedio de todos los animales durante la prueba de comportamiento fue de 3.66 y la conversión alimenticia promedio de cada raza fue Hampshire 3.69, Duroc 3.53, Yorkshire 3.78 y Landrace 3.66 (medias ajustadas). Estos valores son más bajos (genéticamente) a los encontrados por Lush, citado por Ortiz (1974) que reporta una conversión alimenticia de 3.32 y a los encontrados por Johansson y Rendel (1972) que reportan una conversión alimenticia de 2.94.

Al realizar el análisis de varianza en relación con la conversión

alimenticia entre las razas de los verracos, resultó altamente significativo, para lo cual se efectuó una comparación de medias de conversión alimenticia entre la raza de los verracos. Se detecta diferencias significativas entre las razas Duroc (3.53) y Yorkshire (3.78) (Cuadro 14). Con esto, se deduce que los verracos de la raza Duroc tienen una mejor eficiencia de conversión de alimentos que los verracos de la raza Yorkshire (diferencias significativas ( $P \leq .05$ )).

El promedio del espesor de la grasa dorsal de todos los animales al terminar la prueba de comportamiento fue de 1.952 cm y el promedio de cada raza fue Hampshire 1.851, Duroc 1.992, Yorkshire 1.997 y Landrace 2.002 cm. Estos valores son mucho menores que los límites que menciona Ensminger (1970) el cual reporta que el espesor de la grasa dorsal a los 90 kg de peso no debe exceder de 3.54 cm y a los encontrados por Johanson y Rendel (1972) que reportan 2.61 cm de espesor de la grasa dorsal.

Al realizar el análisis de varianza en relación con el espesor de la grasa dorsal entre las razas de los verracos, resultó no significativo, o sea que no existe evidencia estadística de que haya diferencias significativas entre razas en cuanto al espesor de la grasa dorsal (Cuadro 14).

La correlación fenotípica entre ganancia diaria y conversión alimenticia obtenida en este estudio fue de -0.50 (Cuadro 15), esto difiere a lo encontrado por Johansson y Rendel (1972) (-0.8), Herrera (1983) (-0.7 a -1.0) y Alba (1964) (.7).

La correlación fenotípica entre ganancia diaria y espesor de la grasa dorsal obtenida en este estudio fue de 0.25 (Cuadro 15), esto difiere a lo encontrado por Johansson y Rendel (1972) (-0.1) y Herrera (1983) (-0.25 a + 0.13).

La correlación fenotípica entre conversión alimenticia y espesor de la grasa dorsal obtenida en este estudio fue de  $-0.28$  (Cuadro 15), esto difiere a lo encontrado por Johansson y Rendel (1972) ( $0.2$ ).

#### 4.2. Curvas de Crecimiento

La construcción de las curvas de crecimiento se realizaron en base al período de la prueba de comportamiento de los verracos de las razas comprendidas en este estudio. Observando las curvas de crecimiento, podemos establecer más fácilmente una relación entre las diferentes ganancias de peso, notándose así las diferencias en cuanto a la precocidad que hay entre las razas en estudio. Los resultados de lo anterior, los podemos observar en las Figuras 2 y 3.

La edad final promedio (es decir del nacimiento hasta el final de la prueba de comportamiento) de todos los animales fue de 178.02 días y la edad final promedio de cada raza fue Hampshire 179.60, Duroc 171.43, Yorkshire 185.73 y Landrace 176.43 días. Estos valores son mayores a los que reporta Aguirre (1977) según el cual deberán alcanzar los 90 kg de peso a los 165 días.

Al realizar el análisis de varianza en relación con edad final de los verracos, entre las razas comprendidas en este estudio, resultó altamente significativo. Por lo cual se efectuó una comparación de medias de la edad final entre las razas de los verracos detectándose diferencia significativas (Cuadro 14). La raza Duroc fue la que mostró una mejor edad final; con esto se deduce que los verracos de la raza Duroc tienen una mejor capacidad de crecimiento para alcanzar los 90 kg que los verracos de las razas Yorkshire y Hampshire.

La edad inicial promedio (es decir, del nacimiento hasta el inicio de la prueba de comportamiento) de todos los animales fue de 94.98 días y la edad inicial promedio de cada raza fue: Hampshire 95.94, Duroc 90.53, Yorkshire 101.50 y Landrace 93.29 días. La edad de la raza Duroc concuerda con la encontrada por Craplet citado por Cancellón (1972) según el cual, deberán alcanzar los 26 kg de peso a los 90 días. Los resultados de las razas Hampshire, Yorkshire y Landrace difieren con lo encontrado por Craplet, citado por Cancellón (1972).

Al realizar el análisis de varianza en relación con edad inicial de los verracos entre las razas comprendidas en este estudio, resultó altamente significativo, por lo cual se efectuó una comparación de medias de la edad inicial entre las razas de los verracos. Se detectó diferencias significativas entre la raza Duroc (90.53) y Yorkshire (101.53), con lo cual se deduce que los verracos de la raza Duroc tienen mayor precocidad para alcanzar los 25 kg que los verracos de la raza Yorkshire.

La correlación fenotípica entre edad inicial y edad final de la prueba de comportamiento obtenida en este estudio fue de 0.79 (Cuadro 15). Como se puede observar, la correlación es alta y positiva, esto indica que los animales que lleguen a más temprana edad al inicio de la prueba de comportamiento (25 kg) son los que llegarán al final de la prueba de comportamiento (90 kg) con una menor edad.

CUADRO 6. Caracteres productivos de sementales de la raza Hampshire e Índice de selección (sugerido por la Estación de Prueba de la Facultad de Agronomía de la UANL).

No.	Ganancia diaria (kg)	Conversión alimenticia (kg)	Espesor grasa dorsal (cm)	Índice de Selección
<u>Verracos 1985:</u>				
1	.802	2.91	1.85	131.82
2	.802	2.97	1.683	131.70
3	.792	3.06	1.71	115.94
4	.677	3.9	2.08	54.47
6	.820	3.26	1.73	109.56
10	.722	3.39	2.06	91.82
11	.738	3.55	1.9	84.31
12	.764	3.54	1.9	85.03
14	.710	4.15	1.716	45.60
16	.822	3.49	1.73	92.94
17	.792	3.35	1.6	106.34
18	.783	3.45	1.9	91.54
19	.666	3.5	1.95	86.65
20	.783	3.64	1.966	76.14
23	.714	3.61	1.883	80.40
24	.802	3.41	1.916	94.02
32	.774	3.66	1.883	76.79
42	.730	3.44	1.8	94.78
44	.830	3.55	2.166	77.60
<u>Vernacos 1984:</u>				
3	.697	4.17	1.816	41.63
6	.830	4.06	1.866	48.33
19	.895	3.5	1.916	87.53
32	.697	4.12	1.666	49.03
22	.588	4.39	1.65	29.19
33	.682	3.83	1.95	62.81

CUADRO 7. Caracteres productivos de sementales de la raza Duroc e Índice de selección (sugerido por la Estación de Prueba de la Facultad de Agronomía de la UANL).

No.	Ganancia diaria (kg)	Conversión alimenticia (kg)	Espesor grasa dorsal (cm)	Índice de Selección
<u>Verracos 1985:</u>				
25	.812	3.32	1.9	115.30
27	.812	3.39	2.25	101.41
28	.812	3.47	2.25	95.63
29	.833	3.40	1.983	107.43
30	.866	3.295	1.916	116.71
33	.764	3.41	2.183	101.65
34	.812	3.218	2.25	113.83
35	.773	3.40	2.0	106.99
36	.833	3.38	2.2	103.39
37	.737	3.54	1.85	100.66
38	.774	3.25	2.11	115.05
39	.722	3.66	2.033	87.37
41	.844	3.24	2.3	110.98
43	.803	3.58	1.983	94.42
45	.774	3.69	1.966	86.90
46	.773	3.37	2.05	107.90
48	.823	2.82	2.16	144.86
49	.773	3.67	2.28	80.41
50	.738	3.44	1.883	97.03
<u>Verracos 1984:</u>				
1	.723	4.02	1.666	70.62
4	.645	4.35	1.733	45.08
5	.857	3.51	2.033	98.22
21	.723	3.31	2.25	107.18
31	.779	3.92	1.766	75.33
35	.833	3.39	1.733	114.46
36	.769	3.64	1.8	94.70
37	.845	3.49	1.733	107.24
38	.857	3.45	1.566	114.35
51	.750	4.05	2.166	55.83
52	.714	3.63	1.766	96.28

CUADRO 8. Caracteres/productivos de sementales de la raza Yorkshire e Índice de selección (sugerido por la Estación de Prueba de la Facultad de Agronomía de la UANL).

No.	Ganancia diaria (kg)	Conversión alimenticia (kg)	Espesor grasa dorsal (cm)	Índice de Selección
<u>Verracos 1985:</u>				
9	.698	3.5	1.8	130.95
13	.663	3.56	2.083	119.46
15	.722	3.54	2.033	122.18
21	.698	3.49	1.916	128.74
22	.738	3.56	1.96	122.58
26	.730	3.69	1.95	113.43
31	.739	3.47	1.766	133.98
40	.722	3.51	1.966	126.03
47	.747	3.404	1.85	136.62
<u>Verracos 1984:</u>				
2	.723	4.4	1.633	70.14
14	.750	3.97	2.516	78.91
15	.714	3.97	1.75	98.25
17	.740	4.37	1.616	72.74
34	.594	5.67	1.483	-17.83
43	.759	3.74	2.35	99.73
44	.769	4.01	1.833	93.27
45	.732	3.5	2.6	110.75
46	.811	3.44	2.55	116.36
47	.674	4.01	1.83	93.34
48	.868	3.66	2.316	106.38
50	.823	4.21	2.166	70.42
54	.789	4.53	1.966	52.35

CUADRO 9. Caracteres productivos de sementales de la raza Landrace e Índice de Selección (sugerido por la Estación de Prueba de la Facultad de Agronomía de la UANL).

No.	Ganancia diaria (kg)	Conversión alimenticia (kg)	Espesor de grasa dorsal (cm)	Índice de Selección
<u>Verracos 1985</u>				
5	.699	3.75	1.53	116.21
7	.699	3.30	2.133	133.50
<u>Verracos 1984:</u>				
13	.800	4.14	2.117	73.23
16	.776	3.67	1.933	111.83
18	.783	3.72	2.283	99.38
24	.723	4.20	1.75	78.15
49	.732	3.92	2.266	85.35

CUADRO 10. Clasificación de los animales de la raza Hampshire según los índices de selección sugeridos por la Estación de Prueba de la Facultad de Agronomía de la UANL,<sup>1</sup> Estación de Prueba de Nebraska<sup>2</sup> y por la Dirección General de Ganadería de la SAG.<sup>3</sup>

No.	Índice (Mujica)	Clas	Índice (Hubbard)	Clas	Índice (Avilés)	Clas
<u>Verracos 1985:</u>						
1	131.82	1	119.54	2	-59.275	4
2	131.70	2	125.66	1	-40.025	1
3	124.51	3	115.94	3	-51.23	2
4	54.47	18	35.76	19	-189.45	19
6	109.56	4	104.80	5	-79.99	5
10	91.82	9	72.14	11	-135.27	15
11	84.31	13	72.06	12	-124.15	10
12	85.03	12	73.88	10	-124.5	11
14	45.60	19	42.84	18	-141.57	16
16	92.94	8	89.94	6	-92.985	6
17	106.34	5	105.49	4	-57.6	3
18	91.54	10	80.58	9	-116.9	9
19	86.65	11	69.07	13	-124.55	12
20	76.14	17	64.27	16	-146.962	17
23	80.40	14	68.10	14	-125.581	13
24	94.02	7	83.08	8	-116.778	8
32	76.79	16	67.55	15	-133.289	14
42	94.78	6	84.85	7	-96.1	7
44	77.60	15	59.02	17	-174.615	18
<u>Verracos 1984:</u>						
3	41.63	5	34.95	5	-163.486	5
6	48.33	4	45.09	4	-170.29	6
19	87.53	1	81.41	1	-130.05	2
32	49.03	3	47.20	3	-128.046	1
22	29.19	6	25.71	6	-141.575	3
33	62.81	2	48.34	2	-157.525	4

<sup>1</sup> (Mujica)

<sup>2</sup> (Hubbard)

<sup>3</sup> (Avilés)

CUADRO 11. Clasificación de los animales de la raza Duroc, según los índices de selección sugeridos por la Estación de Prueba de la Facultad de Agronomía de la UANL,<sup>1</sup> Estación de Prueba de Nebraska<sup>2</sup> y de la Dirección General de Ganadería de la SAG.<sup>3</sup>

No.	Índice (Mujica)	Clas	Índice (Hubbard)	Clas	Índice (Avilés)	Clas
<b>Verracos, 1985:</b>						
25	115.30	3	118.37	3	-106.0	2
27	101.41	12	92.82	14	-171.975	17
28	95.63	15	87.62	16	-180.975	18
29	107.43	8	109.14	4	-128.76	7
30	116.71	2	121.47	2	-108.961	3
33	101.65	11	90.78	15	-160.401	14
34	113.83	5	104.0	9	-152.625	12
35	106.99	9	105.42	7	-128.65	6
36	103.39	10	97.42	12	-163.45	15
37	100.66	13	103.7	10	-114.3	5
38	115.05	4	108.61	5	-131.575	8
39	87.37	17	84.24	18	-158.139	13
41	110.98	6	101.01	11	-164.8	16
43	94.42	16	96.09	13	-145.107	10
45	86.90	18	88.65	17	-151.427	11
46	107.90	7	104.37	8	-134.075	9
48	144.86	1	135.77	1	-95.71	1
49	80.41	19	71.07	19	-207.03	19
50	97.03	14	108.26	6	-110.776	4
<b>Verracos, 1984:</b>						
1	70.62	9	82.91	9	-121.016	6
4	45.08	11	53.93	10	-159.177	10
5	98.22	5	100.07	6	-149.641	8
21	107.18	4	94.02	7	-158.525	9
31	75.33	8	85.93	8	-135.086	7
35	114.46	1	124.79	2	-85.393	2
36	94.70	7	101.64	5	-116.05	5
37	107.24	3	118.83	3	-94.658	3
38	114.35	2	131.99	1	-62.985	1
51	55.83	10	52.17	11	-226.115	11
52	96.28	6	101.85	4	-106.229	4

<sup>1</sup> (Mujica)

<sup>2</sup> (Hubbard)

<sup>3</sup> (Avilés)

CUADRO 12. Clasificación de los animales de la raza Yorkshire, según los Índices de Selección sugeridos por la Estación de Prueba de la Facultad de Agronomía de la UANL,<sup>1</sup> por la Estación de Prueba de Nebraska,<sup>2</sup> y por la Dirección General de Ganadería de la SAG.<sup>3</sup>

No.	Índice (Mujica)	Clas.	Índice (Hubbard)	Clas.	Índice (Avilés)	Clas.
<u>Verracos, 1985:</u>						
9	130.95	3	131.83	3	- 99.9	2
13	119.46	8	109.37	9	-153.924	9
15	122.18	7	116.33	7	-145.941	7
21	128.74	4	125.52	4	-119.242	4
22	122.58	6	120.13	6	-135.78	6
26	113.43	9	111.92	8	-146.275	8
31	133.98	2	137.66	1	- 93.351	1
40	126.03	5	122.30	5	-131.133	5
47	136.62	1	137.27	2	-102.22	3
<u>Verracos, 1984:</u>						
2	70.14	11	84.47	8	-145.31	3
14	78.91	8	60.66	11	-286.926	13
15	98.25	5	105.0	1	-133.075	1
17	72.74	9	88.21	6	-140.096	2
34	-17.83	13	5.12	13	-200.130	6
43	99.73	4	85.97	7	-227.4	8
44	93.27	7	99.89	2	-155.966	5
45	110.75	2	85.36	9	-241.6	11
46	116.36	1	95.81	4	-229.15	9
47	93.34	6	95.80	5	-150.615	4
48	106.38	3	98.12	3	-217.228	7
50	70.42	10	69.34	10	-247.093	12
54	52.35	12	59.01	12	-234.749	10

<sup>1</sup> (Mujica)

<sup>2</sup> (Hubbard)

<sup>3</sup> (Avilés)

CUADRO 13. Clasificación de los animales de la raza Landrace, según los Índices de Selección sugerido por la Estación de Prueba de la Facultad de Agronomía de la UANL<sup>1</sup>, la Estación de Prueba de Nebraska<sup>2</sup> y por la Dirección General de Ganadería de la SAG.<sup>3</sup>

No.	Indice (Mujica)	Clas.	Indice (Hubbard)	Clas	Indice (Aviles)	Clas
<u>Verracos, 1985:</u>						
5	116.21	2	130.13	1	- 71.83	1
7	133.50	1	123.20	2	-136.895	2
<u>Verracos, 1984:</u>						
13	73.23	5	74.11	5	-228.219	4
16	111.83	1	114.62	1	-143.505	1
18	99.38	2	90.68	2	-213.788	3
23	78.15	4	88.76	3	-153.65	2
49	85.35	3	76.41	4	-230.736	5

<sup>1</sup> (Mujica)

<sup>2</sup> (Hubbard)

<sup>3</sup> (Avilés)

CUADRO 14. Efecto de la raza del verraco sobre caracteres productivos e Indices de Selección.

Caracteres Raza	No. de Sementales	Edad Inicial (dfas)	Edad Final (dfas)	Ganancia Diaría (g)	Conversión Alimenticia (1:kg) <sup>+</sup>	Grasa Dorsal (mm)	Indices		
							I <sup>+</sup>	II <sup>+</sup>	
Hampshire	25	95.04ab	179.60a	755.40NS	3.69 ab	18.51 NS	77.84b	69.45b	-127.45 a
Duroc	30	90.53 b	171.43b	785.77NS	3.53 b	19.92 NS	97.68a <sup>+</sup>	98.31a	-133.82 a
Yorkshire	22	101.53a	185.73a	736.50NS	3.78 a	19.97 NS	103.30a	100.69a <sup>+</sup>	-163.41 a
Landrace	7	93.29ab	176.43ab	744.57NS	3.66 ab	20.02 NS	106.90a	105.14a <sup>+</sup>	-157.35 a
Sig. de ANVA		**	**	NS	**	NS	**	**	*

\* = Significativo (P .05)

\*\* = Altamente significativo ( P .01)

NS = No significativo

+ = Medias ajustadas en relación con peso inicial (covariable)

a,b,c,d = Valores medios con diferentes letra, difieren significativamente entre sí (P .05)



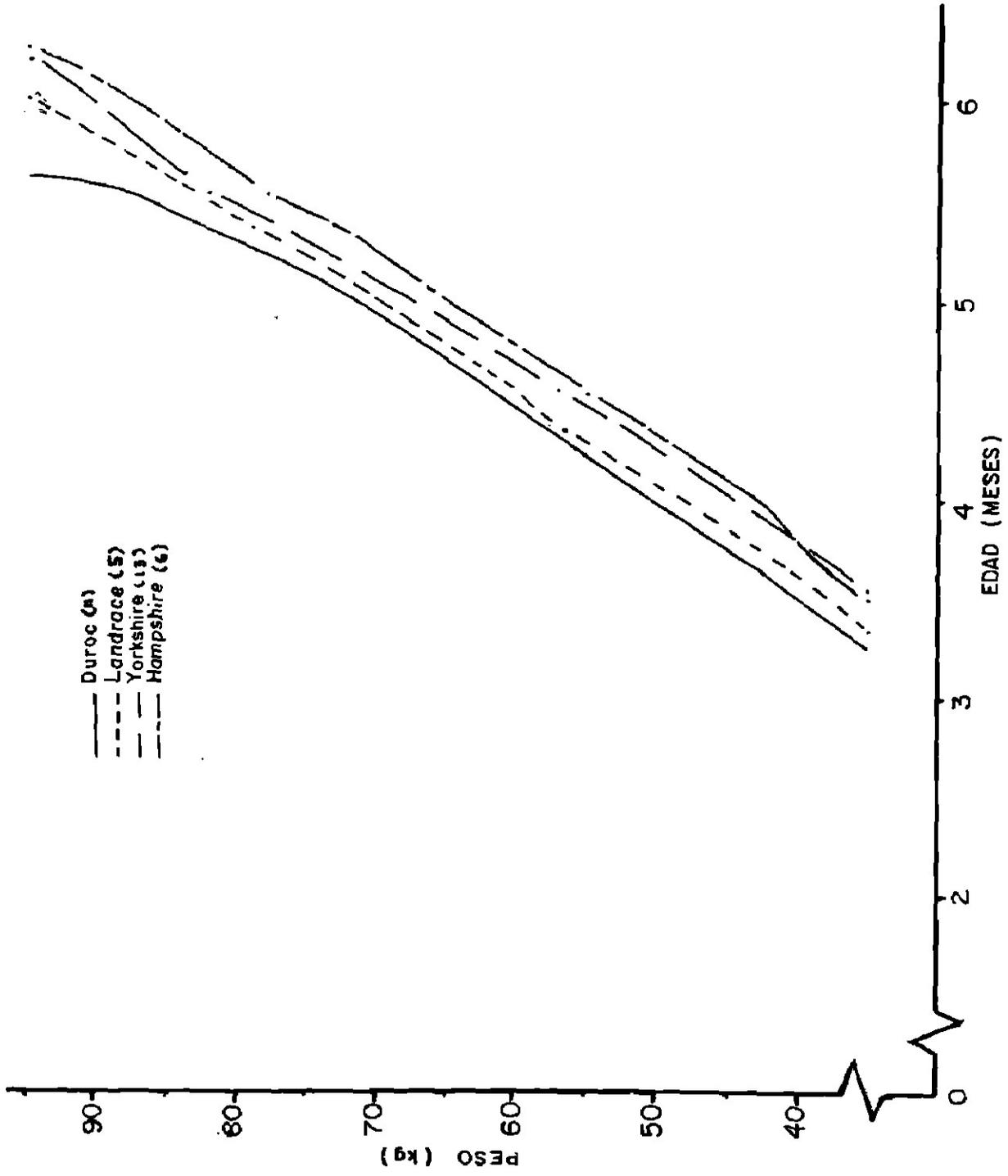


FIGURA 2. Curvas de crecimiento de los verracos de los ciclos 1984 (35-95 kg).

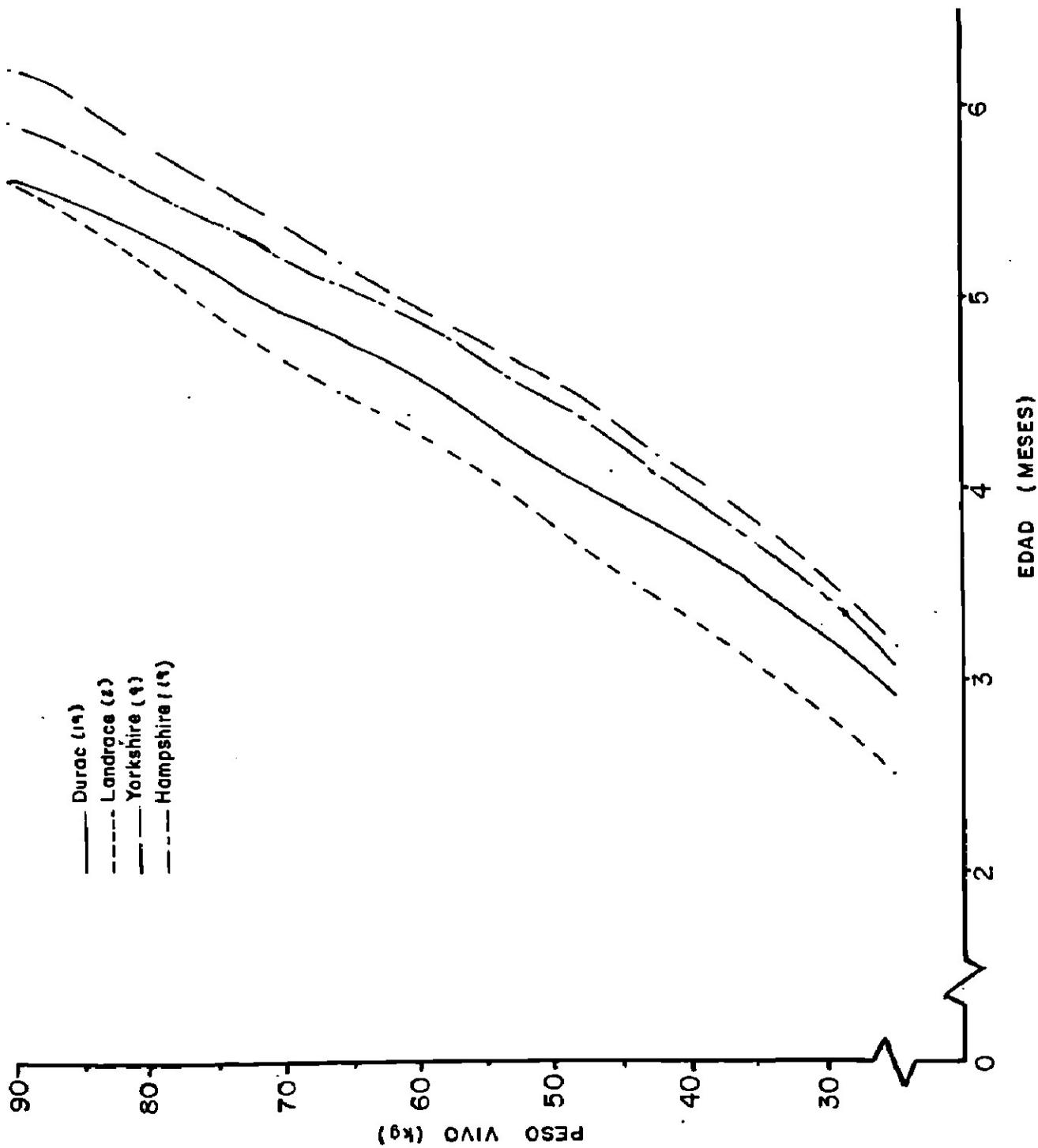


FIGURA 3. Curvas de crecimiento de los verracos del ciclo 1985 (25-90 kg).

## V. CONCLUSIONES

El índice de selección, es un estimador del valor genético del animal por lo que se recomienda seleccionar los animales en base al Índice de Selección.

La correlación entre los diferentes índices de selección usados en este estudio, fue alta, por lo que se concluye que son muy semejantes según sus rendimientos productivos.

En base a las correlaciones entre los índices de selección y sus correspondientes variables, se concluye que la variable que tiene mayor importancia dentro de los índices de selección utilizados en este estudio, para que aumente o disminuya el índice, es la conversión alimenticia.

La raza que obtuvo un mejor comportamiento en cuanto a ganancia diaria, fue la Duroc.

La raza que obtuvo un mejor comportamiento en cuanto a conversión alimenticia, fue la Duroc.

La raza que obtuvo un mejor comportamiento en cuanto a espesor de la grasa dorsal fue la Hampshire.

Se concluye que la raza Duroc fue la que obtuvo mayor precocidad para alcanzar el peso de sacrificio (90 kg).

Se tubo un efecto altamente significativo de la raza del verraco sobre las siguientes rasgos: edad inicial, edad final (en cuanto a la prueba de comportamiento), observándose que en general la raza Duroc tuvo los mejores promedios para estas características.

## VI. RECOMENDACIONES

- Cuando no se puede seleccionar a los verracos mediante un índice de selección debido a que no se cuenta con los datos necesarios, se recomienda seleccionar a los animales que tienen mayor rapidez de crecimiento que suelen requerir menor cantidad de alimento por cada kilogramo de aumento de peso vivo.
- Se recomienda la utilización de la raza Duroc como semental para la obtención de animales de abasto, ya que éstos manifestaron un mejor comportamiento en la mayoría de los caracteres productivos analizados.

## VII. RESUMEN

Con el objetivo de evaluar y seleccionar los verracos de las razas Hampshire, Duroc, Yorkshire y Landrace y de confeccionar curvas de crecimiento de las mismas razas, se realizáron pruebas de comportamiento en la Estación de Prueba de la Facultad de Agronomía de la UANL en Marín, N.L.

El peso de los animales al inicio de la prueba de comportamiento, fue de 25 kg para los del ciclo 1985 y 35 kg para los del ciclo 1984 (teniendo de 3-4 días de adaptación antes de llegar al peso del inicio de la prueba). El peso final de los animales fue de 90 kg (1985) y de 95 kg (1984).

Los animales se alojaron en corraletas individuales (de 2 x 1.30 metros), en donde el manejo de los mismos fue homogéneo desde el punto de vista de la alimentación, ambiente y manejo; y se midieron los rasgos de ganancia diaria, conversión alimenticia y el espesor de la grasa dorsal.

Para el procesamiento de este trabajo, se tomaron los siguientes datos: peso inicial, edad, peso cada 14 días (tanto de peso vivo como de alimento rechazado), registro de alimento consumido, registro de pesos cada 15 días y espesor de la grasa dorsal al final de la prueba.

El criterio de selección se estableció teniendo en base la ganancia diaria, conversión alimenticia y el espesor de la grasa dorsal. Se utilizó el Índice de Selección sugerido por la Estación de Prueba de la Facultad de Agronomía de la UANL; además, se utilizaron otros dos índices de selección como medida de comparación en cuanto a la clasificación de los animales.

En base a los controles de peso, se confeccionaron curvas de cre  
cimiento entre las razas en estudio en los períodos (25-90 kg) y (35-  
95 kg).

## VIII. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ALBA, J. 1964. Reproducción y Genética Animal. Editorial SIC. pag. 387
- AGUIRRE, J. 1977. Porcirama. Revista mensual. pp. 20-23
- AVILES, F. 1976. Ganadero. Revista bimestral (1976) pp. 30-33
- BRODY, S. 1945. Bioenergéticos and Growth: New York Reinold.
- CANCELLON, M.A. 1965. Porcinocultura (Explotación del cerdo y sus productores. Editorial AEDOS Barcelona. pp. 174-175.
- CANCELLON, M.A. 1972. Porcinocultura (Explotación del cerdo y sus productos. Editorial AEDOS. Barcelona. pp. 303-305.
- CARROLL, W.E.; Krider, J.L. y Andrews, F.N. 1967. Explotación del Cerdo. Editorial Acribia. Zaragoza España. pp. 86-87.
- CRAMPTON, E.W. 1962. Nutrición Animal Aplicada. Editorial Acribia. pp. 130-131.
- ENSMINGER, E.M. 1970. Producción Porcina. Editorial "El Ateneo" Buenos Aires. pp. 50-52.
- ENSMINGER, E.M. 1980. Producción Porcina. Editorial "El Ateneo" Buenos Aires. pp. 90-91.
- FISHER, R.A. 1936. The use of multiple measurements Taxonomic problem Annals of Eugenics. pp. 179-188.
- HAMMOND, J. 1959. Avances en Fisiología Zootécnica. Editorial Acribia. Zaragoza. pp. 471-475.
- HENDERSON, C.R. 1963. Selection index and expected genetic advance. "Symposium on statistical genetics and plant Breeding" NAS-NRE. 982.

- HERRERA HARO, J.G. 1983. Introducción al Mejoramiento Genético Animal. Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas (Chapingo) pag. 109.
- HUBBARD, D.D. 1981. Guidelines for uniform swine improvement programs. Program Leader. Animal Science. pp. 6-8.
- JOHANSSON, I. y RENDEL, J. 1972. Genética y Mejora Animal. Editorial Acribia. Zaragoza (España). pag. 351.
- KUHLERS, D.L. y JUNGST, S.B. 1984. Síntesis Porcina. Revista mensual. Enero (1984). pp 8-9.
- LUSH, L.J. 1969. Bases para la selección animal. Editorial Agropecuarias Perí - Buenos Aires. pp. 242-243.
- MARKS, H.F. 1973. El Cerdo, Alimentación y Producción. Editorial Acribia Zaragoza. pp. 102-105.
- MONTILLA, D.R. 1965. Ganado Porcino. Editorial SALVAT, S.A. Barcelona pp 314.318.
- MORRISON, F.B. 1956. Compendio de Alimentación del ganado.
- MUJICA C., F. 1983. Índices de Selección para Porcinos en México. pp. 8-9.
- MUJICA C., F. 1984. Catálogo de Índices de Selección del Proyecto de Mejoramiento Porcino para el Noreste de México. pp. 6-7-8.
- PINHEIRO, M.L.C. 1973. Los Cerdos. Editorial Hemisferio Sur S.R.L. pp. 319-320.
- POND, W. y MANER, J.H. 1976. Producción de cerdos en climas templados y tropicales.

QUIJANDRIA, B.S. 1979. Mejoramiento Genético del Cerdo. pp. 38-41.

SNEDECOR, G.W. y CUCHRAN, W.G. 1980. Métodos Estadísticos. C.E.C.S.A. México.

ZERT, P. 1969. Vademecum del productor de cerdos. Editorial Acribia. Zaragoza. pp. 391-392.

