

Reg. 248



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ALTERNATIVAS DE UN SISTEMA DE CRUZAMIENTO EN CERDOS EN BASE A UN MODELO DE SIMULACION

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A :
FELIPE DE JESUS RUIZ LOPEZ

ASESORES :

- M. V. Z. Ph. D. FERNANDO QUINTANA ASCENCIO
- M. V. Z. Ms. Sc. JOSE GONZALEZ FRANCO GODOY

México, D. F.

Enero 1984



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.

I N D I C E

	Pág.
RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
REVISION DE LITERATURA.....	5
- Efectos del cruzamiento sobre diversas caracte- rísticas de los cerdos.	
- Efecto sobre tamaño de la camada y capacidad- de supervivencia.....	6
- Efecto sobre porcentaje de concepción.....	7
- Parámetros reproductivos del macho híbrido...	7
- Efecto de la heterosis en las características productivas.....	8
- Producción de hembras híbridas.....	8
OBJETIVOS.....	10
MATERIAL Y METODOS	
- Descripción General del Sistema de Cruzamiento.	11
- Descripción de los Modelos de Predicción.....	14
- Método de Evaluación de las Alternativas de Sig tema de Cruzamiento.....	23
RESULTADOS	
- Número de Lechones Producido.....	29
- Indices Económicos.....	30

DISCUSION

- Número de Lechones Producido.....	31
- Índice Económico.....	35

CONCLUSIONES	39
---------------------------	-----------

CUADROS	40
----------------------	-----------

FIGURAS	74
----------------------	-----------

BIBLIOGRAFIA	96
---------------------------	-----------

RESUMEN

Se simuló el desarrollo a 20 años de un sistema mixto de cruzamiento en cerdos. Se utilizaron las razas Yorkshire (Y), Landrace (L), Hampshire (H) y Duroc (D). El sistema mixto de cruzamiento comprendió la simulación del cruzamiento de dos de las razas anteriormente expuestas en un sistema estático para producir sementales híbridos, que se utilizaron en un cruzamiento con hembras producto de las dos razas complementarias en un sistema rotacional

Para cada alternativa de cruzamiento (combinación diferente de razas) se calcularon, a partir de los parámetros de razas puras, los valores de Porcentaje de Concepción, Tamaño de la camada al destete, Edad a los 100 kilogramos de peso y Grasa Dorsal. En función a estos valores se estimó el número de lechones producido en 20 años por cada alternativa del sistema a la vez que se construyó un Índice Económico para poder compararlas entre si y con otros sistemas de cruzamiento.

Las alternativas más prolíficas fueron: DH-YL, DY-HL, HD-DL y HD-HL. Las alternativas con mejor índice económico fueron DH-YL, HD-YL, DH-LY y HD-LY.

ALTERNATIVAS DE UN SISTEMA DE CRUZAMIENTO EN CERDOS EN BASE A UN MODELO DE SIMULACION

Durante los últimos años el Sector Agropecuario -- no ha podido crecer al ritmo de los otros sectores de la -- producción, dando esto como consecuencia una disminución de la parte proporcional del producto interno bruto aportada -- por este sector, (25,29).

De esta manera, la ganadería de nuestro país como -- rubro comprendido dentro del Sector Agropecuario, también -- ha visto disminuída su aportación proporcional al PIB, des -- cendiendo ésta del 3.73% en 1976 al 2.57% para 1980. Lo -- anterior no obstante al crecimiento neto de la misma que de 51.141.2 millones de pesos producidos en 1976 se elevó a -- 109,836.3 millones para el año de 1980 a precios corrientes (es decir de 24,097.9 millones en 1976 a 26,968.4 millones -- en 1980 a precios fijos de 1970), (25,29).

La producción porcina es uno de los renglones de -- la ganadería que mayor dinamismo ha presentado durante los -- últimos años, al elevar la población calculada, a 18,373.3 -- millones de animales para 1982, que produjeron durante el -- mismo año 1'385,000 toneladas de carne aproximadamente para alcanzar una disponibilidad per cápita de 18.94 kilogramos -- la más alta de todas las carnes del mercado (25,29).

No obstante, este crecimiento es insuficiente pa--

ra cubrir los requerimientos mínimos necesarios de la población en materia de carne de cerdo, lo que nos conduce a buscar nuevas alternativas para aumentar esta producción.

Una de estas alternativas es la de incrementar la producción sin aumentar el inventario ganadero de las explotaciones, lo que en otras palabras es mejorar la productividad, acción que es posible en las explotaciones intensivas dado el alto grado de tecnificación alcanzado por éstas, que aunque en número son inferiores a las explotaciones no tecnificadas (traspatio) en aportación del producto a mercado son significativamente más importantes.

Esta empresa puede no ser suficiente *per se* para satisfacer la demanda que sobre la carne de cerdo existe -- sin embargo, representa una vía importante de elevar la producción sin perjuicio de la rentabilidad de las explotaciones avocadas a la producción de este producto, además de -- optimizar la utilización de sus insumos.

Uno de los puntos más importantes en la cría de cerdos es el contar con grupos de hembras de reemplazo a -- los tiempos y condiciones adecuados.

Cuando realizamos la selección de los mismos en -- la propia granja, se evita la entrada de animales a la misma y el consecuente peligro de entrada de enfermedades.

Por otra parte son pocas las granjas que pueden tener grupos reproductores dedicados exclusivamente a la producción de los reemplazos híbridos que sería el sistema recomendado (por ejemplo la producción de hembras híbridas - - Yorkshire - Landrace), por lo que es necesario contar con -- sistemas alternativos de producción de hembras de reemplazo, sin embargo poca información existe de comparaciones entre - algunos de estos sistemas alternativos y el esquema de utili zación de hembras híbridas específicas.

Si se define cruzamiento mixto como aquel sistema de cruzamiento en el que se cuente con heterosis tanto en el semental como en la hembra reproductora, se podrá suponer, - con base en lo anteriormente expuesto, que este sistema de - cruzamiento producirá un mayor número de animales para abasto, con mejor calidad que los sistemas previamente evaluados (23,27,28) y a su vez podría ayudar a resolver el problema - de la producción de reemplazos.

REVISION DE LITERATURA.

Se entiende por sistema de cruzamiento abierto al apareamiento ordenado de dos o más líneas o razas de animales con el objeto de utilizar la combinación de habilidades y el incremento en la producción que en ocasiones presentan los hijos sobre los padres conocida como heterosis.

Varios autores (32) han estudiado la heterosis y a medida de que aumentan los conocimientos sobre el tema el modelo sugerido para representar los parámetros genéticos - adquiere mayor complejidad.

Dickerson (13) combina en un modelo los principales factores que influyen sobre un sistema de cruzamiento, - siendo éstos: a) Un efecto genético aditivo representado -- como g^I , b) Un efecto genético aditivo directo a través de la madre, determinado por los genes de la misma y representado como g^M , c) Un efecto similar al anterior debido al - padre y representado como g^P , d) Efectos heteróticos direc- tos debidos a un incremento en el porcentaje de genes heterocigóticos en los animales híbridos representados como h^I , e) Efecto de heterosis a través de hembras cruzadas repre- sentado como h^M y f) Efectos debidos a cambios en inter- acciones no alélicas en cruzamientos posteriores a la F1 -- cuando se comparan con la producción de la F1 que pueden -- ser directos r^I o maternas r^M .

Un modelo específico para cerdos fué desarrollado más tarde por Sellier (32), quien incluye ideas de Alschwede y Robison (1,2) y Bereskin (6).

Touchberry en colaboración con otros investigadores (4,5,8,9) propusieron un modelo que incluye los efectos debidos a las razas del padre, los debidos a los sementales dentro de cada raza, los debidos a la raza de la madre y -- los debidos al cruzamiento de las razas.

Posteriormente Robison y colaboradores (30) desarrollaron un procedimiento para estimar los valores de los parámetros genéticos en el que se utiliza la esperanza genética de las medias de producción de las diferentes cruzas -- haciendo uso de procedimientos de mínimos cuadrados para obtener estimadores de los parámetros. Para este cálculo -- Quintana(28) propuso que la estimación de los parámetros genéticos debe hacerse utilizando procedimientos de mínimos -- cuadrados ponderados.

Efectos del cruzamiento sobre diferentes características de los cerdos.

a) Efecto sobre tamaño de la camada y capacidad de supervivencia.

Diversos autores (3,12,14,15,18,19,22,26,37) han-

encontrado que la cruce de líneas o razas produce individuos con menor tasa de mortalidad que los individuos consanguíneos de las razas originales, además de que se incrementa el número de lechones nacidos vivos.

Bolick y colaboradores (10) al comparar un sistema rotacional de tres razas con sistemas de animales consanguíneos y puros evitando consanguinidad, encontraron que el primer sistema fué significativamente mejor en número de lechones nacidos vivos y en número de lechones destetados, al tiempo que Gaines y Hazel (17) afirman que las hembras híbridas son superiores a las hembras puras en características reproductivas.

Quintana (28) estima que pueden esperarse 0.87 lechones más por camada por heterosis directa así como de 0.45 a 2.21 lechones más por camada por heterosis maternal.

b) Efecto sobre el porcentaje de concepción.

Dickerson (14) cita que "indudablemente existe heterosis en el porcentaje de concepción" aunque la evidencia experimental a este respecto no es muy amplia. Quintana (28) calculó que la heterosis para esta característica es de 3.4%.

c) Parámetros reproductivos del macho híbrido.

Varios estudios (21,24,34) estiman que existen -- algunas ventajas para los machos híbridos en los que a es-- tos parámetros se refiere. Se ha encontrado que el número de espermatozoides eyaculados es mayor en machos híbridos - (+25%) lo que resulta en mejor porcentaje de concepción pa-- ra éstos (+7.9%) que para los animales puros.

Neely y colaboradores (27) afirman que los semen-- tales híbridos tienen mayor peso, tienden a tener testicu-- los más largos y más anchos a cualquier edad y más esperma-- tozoides por gramo de tejido testicular.

d) Efecto de la heterosis en las características producti-- vas.

Este tipo de características no ha presentado, -- en general, un comportamiento claro a la heterosis, siendo la eficiencia alimenticia la única característica que pre-- senta un claro y positivo efecto a la heterosis (12,14,16,- 21,33,35).

En la característica grasa dorsal existe contro-- versia ya que ha presentado valores positivos y negativos a la heterosis (7,20,28,38).

Producción de hembras híbridas

Al evaluar diferentes sistemas de cruzamiento ---

Quintana (28) determinó, en base a cuatro razas diferentes (Yorkshire (Y), Hampshire (H), Landrace (L) y Duroc (D)),- que cuando no se suponía heterosis en el semental la mejor combinación era la formada por las razas Y x L en un sistema de cruzamiento rotacional de dos razas, aunque al suponer heterosis en el semental híbrido tres combinaciones de un cruzamiento estático de cuatro razas eran las mejores -- (DH-LY, LH-YD, YD-LH) .

Wilson y Johnson (36) determinaron que al utilizar tres razas (Duroc, Yorkshire y Hampshire) en diferentes sistemas de cruzamiento el mejor resultado en producción se obtuvo de una retrocruza de sementales F1 Y x D con hembras Y.

OBJETIVOS:

a) Diseñar un sistema que permita evaluar y predecir el comportamiento del sistema de cruzamiento mixto - propuesto.

b) Comparar el sistema de cruzamiento mixto con simulaciones de los sistemas de cruzamiento de: razas puras, dos razas estático, dos razas rotacional, tres razas rotacional y cuatro razas estático.

MATERIAL Y METODOS

Descripción General:

El sistema contempla la reproducción de los animales de raza pura pilares del sistema, con lo que, para fines explicativos, se conjuntan los primeros cuatro núcleos poblacionales del mismo.

Núcleo 1 Hembras raza A para producir sementales para las hembras del Núcleo 5 y hembras de autoreemplazo para el propio núcleo.

Núcleo 2 Hembras raza B para producir hembras para el Núcleo 5 y hembras de autoreemplazo para el propio núcleo.

Núcleo 3 Hembras raza C para producir sementales para el Núcleo 6 y hembras de autoreemplazo para el propio núcleo.

Núcleo 4 Hembras raza D para producir hembras en un principio y sementales durante el desarrollo del sistema para el Núcleo 6 y hembras de autoreemplazo para el propio núcleo.

Los dos Núcleos poblacionales restantes se conforman como a continuación se cita:

Núcleo 5 Conformado por hembras raza B seleccionadas para cruzarse con sementales A -- seleccionados para dar como resultado -- sementales híbridos AB.

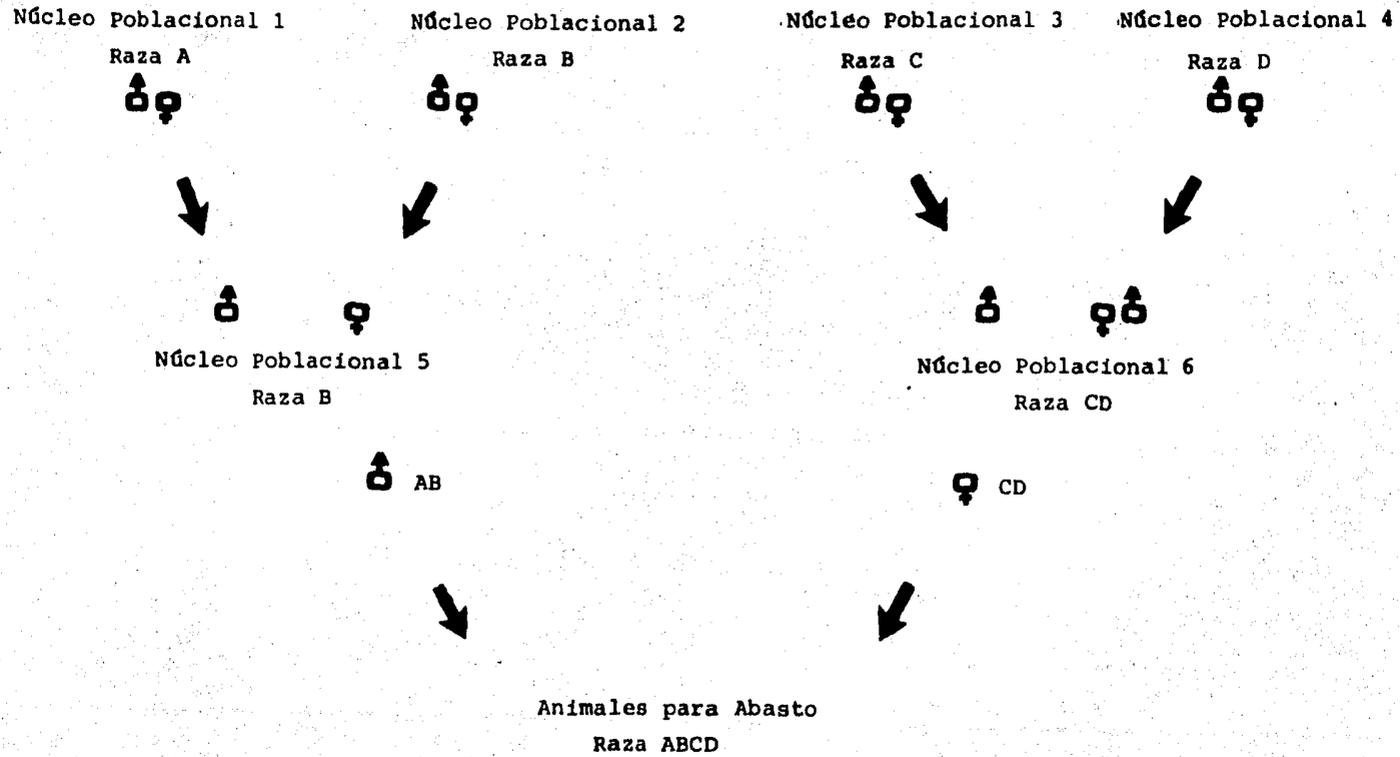
Núcleo 6 Formado por hembras híbridas CD en un sistema rotacional, para cruzarse con sementales de raza C y raza D alternativamente con el propósito de producir -- hembras CD de autoreemplazo para el Núcleo mismo y hembras CD para ser cruzadas con sementales híbridos AB y producir animales para abasto.

La representación esquemática del sistema se encuentra reflejada en la figura de la siguiente página:

Cabe hacer la aclaración de que los cálculos que se hicieron dentro del presente trabajo se realizaron en -- base al número de hembras que constituyeron cada uno de los núcleos anteriormente expuestos, calculando los sementales integrantes del sistema de manera igual para todas las alternativas y de acuerdo a los parámetros que más tarde se -- expondrán.

Se propuso el cruzamiento estático dentro de la -- producción de sementales con el objeto de evaluar las características reproductivas de las mismas y el cruzamiento -- rotacional en la obtención de hembras para optimizar el ma-

FIGURA 1



nejo y el procedimiento de selección.

Las razas utilizadas en el presente trabajo fueron Yorkshire (Y), Landrace (L), Hampshire (H) y Duroc (D) por ser las más ampliamente distribuidas en la República Mexicana, y se evaluaron cuatro parámetros, dos productivos (edad a los 100 kilogramos de peso (ED) y grasa dorsal (GD) y dos reproductivos (tamaño de la camada al destete (TC) y porcentaje de concepción (PC)).

Para poder obtener una base sólida de comparación entre las diferentes alternativas se construyó un índice económico para cada una, tomando en cuenta una valoración económica estimativa proporcional para cada característica en estudio, ponderada por el número de hembras de cada raza o combinación de éstas que componen a la alternativa particular.

Por último y en base a estos índices se compararon las alternativas aquí desarrolladas con otros sistemas previamente estudiados.

Descripción de los modelos:

El primer paso para poder llevar a cabo la simulación del sistema de cruzamiento que nos ocupa fué la obtención de los valores de los parámetros genéticos de las

razas y de las heterosis de las diferentes combinaciones a utilizar en las características de interés, para lo cual se utilizaron los parámetros estimados por Quintana (28) y que se ilustran en los cuadros 1 a 5. Es necesario hacer notar que los valores de los parámetros genéticos se encuentran expresados como desviaciones de la media para la característica específica de la raza Yorkshire, por que el modelo así lo requiere.

Asimismo se optó por utilizar los modelos matemáticos del mismo autor para estimar el comportamiento del sistema durante 20 años.

Estos modelos son:

Modelo A) Utilizado para predecir los efectos directos promedio y heterosis directa para porcentaje de concepción, edad a los 100 kilogramos de peso y grasa dorsal.

El modelo general consiste en:

$$V_{(1..s)(1..r)} = \mu + \sum_{i=1}^s k_i g_i + \sum_{j=1}^r k_j g_j + \sum_{i \neq j}^r k_{ij} h_{ij} + e_{(1..s)(1..r)}$$

DONDE

$Y_{(1..s) (1..r)_1}$ = Media de grupo genético dada por la cruce correspondiente en el 1 experimento para una característica dada.

μ = Media general.

g_i = Desviación debida al efecto aditivo directo del semental de la raza i.

g_j = Desviación debida al efecto aditivo directo de la hembra de la raza j.

h_{ij} = Heterosis directa en la cruce de las razas i y j.

k_j = Proporción de genes de la raza j.

k_i = Proporción de genes de la raza i.

r = Número de razas utilizadas por obtener a la hembra.

s = Número de razas utilizadas para obtener el macho.

k_{ij} = Número proporcional de loci con genes de las razas i y j.

$e_{(1..s) (1..r)_1}$ = Error de media cero y varianza proporcional al número de observaciones de la media.

(1..s) = Razas combinadas en la formación del macho.

(1..r) = Razas combinadas en la formación de la hembra.

Modelo B) Utilizado para predecir los efectos directos promedio, heterosis directa promedio y efecto de cruzamiento materno para tamaño de la camada al destete, considerando a ésta como característica dependiente de la madre.

El modelo general es el que a continuación se cita:

$$\bar{Y}_{(1..s)(1..r)_1} = \mu + \sum_{i=1}^s k_i g_i + \sum_{j=1}^r k_j g_j + \sum_{i \neq j}^r k_{ij} h_{ij} + Kh^L + e_{(1..s)(1..r)_1}$$

DONDE

$\bar{Y}_{(1..s)(1..r)_1}$ = Media del grupo genético dado para la cruce correspondiente en el 1 experimento para tamaño de la camada,

μ = Media general.

k_i = Proporción de genes de la raza i

g_i = Variaciones debidas a los efectos aditivos directos del tamaño de la camada de la madre de la hembra.

h_{ij} = Heterosis directa (Heterosis maternal para la camada).

h^L = Heterosis directa promedio para la camada (suponiendo la misma para todas las camadas híbridas).

k_j = Proporción de genes de la raza j.

g_j = Variaciones debidas a los efectos aditivos del tamaño de la camada de la madre de la hembra

r = Número de razas utilizadas para obtener a la hembra.

s = Número de razas utilizadas para formar al semental.

k_{ij} = Número proporcional de loci con genes de las razas i y j .

K = Cero si la camada es pura y uno si la camada es híbrida.

$e_{(1..s) (1..r)_1}$ = Error de media cero y varianza proporcional al número de observaciones en la media.

$(1..s)$ = Razas combinadas para obtener al semental.

$(1..r)$ = Razas combinadas para obtener a la hembra.

Los modelos desarrollados son del tipo determinístico, es decir, no existe distribución de probabilidad o azar en la solución del mismo.

Para calcular la evolución de cada grupo genético dentro del sistema de cruzamiento se elaboraron ecuaciones de predicción en base a los modelos anteriores y utilizando los parámetros genéticos estimados, citados anteriormente.

Las ecuaciones generales de predicción quedaron como a continuación se citan:

Ecuación general de predicción para el modelo A:-
 Para predecir valores de porcentaje de concepción, edad a los 100 kilogramos de peso y grasa dorsal.

$$\bar{Y}_{(1..s)(1..r)_1} = \mu + \sum_{i=1}^s k_i g_i + \sum_{j=1}^r k_j g_j + \sum_{i \neq j}^r k_{ij} h_{ij}$$

DONDE

$\bar{Y}_{(1..s)(1..r)_1}$ = Media esperada del valor de la cruce para una característica específica durante la 1 cruce del experimento.

μ = Media general.

g_i = Efectos aditivos directos del macho.

r = Número de razas combinadas para obtener al macho.

k_i = Proporción de genes de la i -ésima raza.

g_j = Efectos aditivos directos de la hembra.

s = Número de razas combinadas en la formación de la hembra.

k_j = Proporción de genes de la j -ésima raza.

h_{ij} = Heterosis directa.

k_{ij} = Número proporcional de loci con genes de las razas i y j .

(1..r) = Razas combinadas para obtener a la hembra.

(1..s) = Razas combinadas para obtener al semental.

Para porcentaje de concepción, g_i y g_j corresponden a los efectos del padre y la madre de la hembra respectivamente en la crucea y h_{ij} representa la heterosis de la hembra.

Por ejemplo para la crucea de un semental Yorkshire x Duroc (Y x D) con una hembra Landrace x Hampshire (L x H), el modelo quedaría como sigue:

$$\bar{Y}_{(YD)(LH)} = \mu + \frac{1}{4} g_Y + \frac{1}{4} g_D + \frac{1}{4} g_L + \frac{1}{4} g_H + \frac{1}{4} h_{YL} + \frac{1}{4} h_{YH} + \frac{1}{4} h_{DL} + \frac{1}{4} h_{DH}$$

Los coeficientes generales utilizados para el cálculo de estas características se ilustran en el cuadro 6.

Ecuación general de predicción para el modelo B:-

Para predecir valores de tamaño de la camada al destete.

$$\bar{Y}_{(1..s)(1..r)} = \mu + \sum_{i=1}^s k_i g_i + \sum_{j=1}^r k_j g_j + \sum_{i \neq j}^r k_{ij} h_{ij} + Kh^L$$

DONDE

$\bar{Y}_{(1..s)(1..r)_1}$ = Media esperada del valor para tamaño de la camada al destete para una hembra dada durante el 1 experimento.

g_i = Efecto aditivo directo del padre de la hembra.

k_i = Proporción de genes de la i-ésima raza.

g_j = Efecto aditivo directo de la madre de la hembra.

k_j = Proporción de genes de la j-ésima raza.

h_{ij} = Heterosis directa.

k_{ij} = Número proporcional de loci con genes de las razas i y j.

h^L = Heterosis promedio dependiente de la camada.

k = Cero si la camada es de raza pura y 1 si la camada es híbrida.

Por ejemplo, para la craza citada en la ecuación anterior, la presente ecuación quedaría como sigue:

$$\bar{Y}_{(YD)(LH)_1} = \mu + \frac{1}{2} g_L + \frac{1}{2} g_H + h_{LH}$$

si la camada es pura.

$$\bar{Y}_{(YD)(LH)_2} = \mu + \frac{1}{2} g_L + \frac{1}{2} g_H + \frac{1}{2} h_{LH} + h^L$$

si la camada es híbrida.

Los coeficientes generales utilizados para el cálculo de estas características se encuentran detallados en el cuadro 7.

Método de evaluación de las alternativas de sistema de cruzamiento.

Varios autores (28,32) han calificado o cuantificado diferentes sistemas de cruzamiento en base a una o más características, en forma estática o dinámica, evaluando -- únicamente a los individuos híbridos o al sistema completo.

Para poder evaluar al sistema de cruzamiento estudiado se simuló con una población en dinámica a 40 ciclos, evaluando a todos los individuos y de acuerdo a las siguientes suposiciones.

- 1.- Un macho por cada 10 hembras del Núcleo.
- 2.- Una presión de selección al año de:
 - a) 5% y 50% para machos y hembras respectivamente en el núcleo de reemplazo.
 - b) 50% para machos y hembras del núcleo comercial.
- 3.- Probabilidad de 50% para sexo al nacimiento - (proporción 1:1 de machos: hembras a nacimiento).
- 4.- 2% anual de pérdidas por muerte en adultos de los núcleos reproductivo y de reemplazo.
- 5.- No hay pérdidas por muerte en animales postdestete (no hay diferencias postdestete entre los grupos -- genéticos).
- 6.- El costo de mantenimiento y manejo de los núcleos poblacionales es el mismo para todas las alternativas.
- 7.- No existen efectos de consanguinidad.

8.- Los parámetros genéticos se conocen sin error.

9.- La tasa de reproducción es de dos ciclos al año.

10.- 50% de reemplazo para el núcleo reproductor.

11.- La diferencia en eficiencia alimenticia entre las razas puede ser predicha en base a las correlaciones entre esta característica y edad a los 100 kilogramos de peso y grasa dorsal.

12.- Un mejor precio puede ser obtenido para mejores canales (menos grasa dorsal).

13.- Los animales de desecho tienen el mismo valor que un animal vendido a los 100 kilogramos de peso (dado -- que cada animal de desecho se considera como un animal producido por el sistema).

14.- Los parámetros no cambian a través del tiempo.

15.- Los efectos de edad en machos y hembras son los mismos para todos los grupos genéticos.

16.- Tamaño de la camada al destete y porcentaje de concepción son características dependientes de la madre.

17.- Edad a 100 kilogramos de peso y grasa dorsal son características dependientes de la progenie.

Posteriormente se determinó la eficiencia de las diferentes alternativas de cruzamiento, en base a una población total de 1000 hembras durante 20 años y a las características genéticas antes expuestas. El desarrollo de dicha determinación fué como sigue:

La simulación del primer año de cada alternativa comprendió la adquisición por medio de compra de los animales de raza pura de las cuatro razas a utilizar (A,B,C y D- para fines explicativos) en la proporción que el propio modelo necesitara para su desarrollo posterior. El objeto de los núcleos poblacionales 1 y 3 será el de producir animales de autoreemplazo para los propios núcleos y producir sementales para los núcleos siguientes (5 y 6 respectivamente); la finalidad del núcleo poblacional 2 será la de producir animales de autoreemplazo y hembras para el núcleo poblacional 5 y el objetivo del núcleo poblacional 4 será el producir animales de autoreemplazo, producir hembras para el núcleo poblacional 6 durante el siguiente año y producir machos para este último grupo poblacional para el resto del desarrollo de la alternativa.

Durante el segundo año de cada alternativa y encontrándose consolidados los grupos poblacionales 1,2,3, y 4- se seleccionaron los sementales de la cruce directa A x B (AB) y se instauró un quinto núcleo poblacional con las hembras de la cruce rotacional C x D (CD), calculándose la proporción resultante de hembras para cada uno de estos núcleos, y los parámetros genéticos para las cruces AB y CD.

Finalmente del tercer al vigésimo año de cada alternativa en cuestión se calculó el número de lechones producidos al año por dicha alternativa, es decir los resultados de la cruce AB x CD más los animales no seleccionados -

producidos por los núcleos poblacionales anteriores así como las características genéticas para este nuevo grupo de animales para abasto.

Es necesario recalcar que dado que la cruce C x D es rotacional, los parámetros genéticos se calcularon por año (es decir por cada 2 ciclos de la introducción de la raza complementaria al núcleo) de acuerdo a las ecuaciones de predicción desarrolladas anteriormente.

Hechos todos los procedimientos anteriores se procedió a calcular un índice económico para cada núcleo poblacional dentro de la alternativa y para la alternativa como total en los 20 años de desarrollo.

La estructuración del índice para cada núcleo poblacional quedó como sigue:

$$I = 2 \left\{ \left[(B(ED - ED_V)) + (C * (GD - GD_V)) \right] * ((PC * TC) - A) \right\} + \left\{ D * ((PC - PC_V) / 100) \right\}$$

DONDE

A = Número de lechones producidos por 100 hembras de la raza Yorkshire.

B = Costo promedio por día de manutención de un cerdo en engorda.

C = Diferencia de precio por mayor o menor grasa dor-

sal.

D = Costo por mantener una ♀ en el sistema.

ED = Parámetro de edad a los 100 kilogramos de peso para el núcleo en cuestión.

ED_y = Parámetro de edad a los 100 kilogramos de peso para la raza Yorkshire.

GD = Parámetro de grasa dorsal para el núcleo poblacional específico.

GD_y = Parámetro de grasa dorsal para la raza Yorkshire.

PC = Porcentaje de concepción para el núcleo poblacional específico.

PC_y = Porcentaje de concepción para la raza Yorkshire.

TC = Tamaño de la camada para el núcleo poblacional específico.

Es claro que al tener una hembra extra (comparada con cierto estandar, en este caso la raza Yorkshire) dentro de un núcleo poblacional específico, existe un costo extra al sistema (D), mismo que fué calculado en -50 unidades económicas que es lo que se pierde por el alimento que esta hembra consume de la concepción al destete de la camada y por otros gastos.

Asimismo se tomó el valor calculado de cada lechón extra producido por una alternativa específica en comparación con un estandar (la media de producción de la raza Yorkshire), que aparece reportada por Quintana (28). Este valor es de 10 unidades económicas.

Se supuso que dos características de producción -- (edad a los 100 kilogramos, grasa dorsal) influyen el valor económico de las alternativas del sistema de cruzamiento.

Se tomaron los valores estimados por Quintana (28) (-.1 unidades económicas por cada día extra a los 100 kilogramos, y -5.87 unidades económicas por cada pulgada extra de grasa dorsal).

RESULTADOS.**Número de lechones producidos.**

El cuadro 8 demuestra que bajo las suposiciones del modelo la cruzada DH-YL fué la que más lechones produjo al cabo de 40 ciclos reproductivos seguida por las cruzadas DY-HL, HD-YL, HD-YL y DY-LH siendo las menos productivas las cruzadas YL-HD, LY-HD, LY-DH y YL-DH.

La figura 2 compara las producciones de las 24 combinaciones posibles incluidas dentro del trabajo.

Al promediar la producción por parejas de razas incluidas dentro de la formación de la madre y la formación del padre (por ejemplo el promedio de YL-DH incluye a las combinaciones YL-HD, LY-HD, YL-DH y LY-DH). El cuadro 9 y la figura 3 muestran cómo la mejor combinación promediada está representada por la combinación YD-HL, seguida por DH-YL y HL-YD siendo la menos productiva la combinación YL-DH con una diferencia a la combinación más productiva de 35,013.625 lechones al cabo de 40 ciclos reproductivos. Es decir 875.3406 lechones menos por ciclo.

El comportamiento anual de las dos mejores combinaciones (DH-YL y DY-HL) en lo que a número de lechones producido se refiere, se representa en el cuadro 10 y la figura 4.

Indices Económicos.

En lo que a este cálculo se refiere el cuadro 11- presenta a las cruzas DH-YL y HD-YL como las mejores cruzas bajo los supuestos del modelo, seguidas por las cruzas HD-LY y DH-LY. Asimismo presenta a las cruzas YH-LD y HY-LD - como las que menor valor económico obtienen al cabo de 40 - ciclos.

La figura 5 compara los índices económicos de las 24 alternativas simuladas en el trabajo.

Al estudiar los promedios de las diferentes combinaciones, tal y como se hizo en el punto anterior se nota - una clara diferencia del promedio de las combinaciones DH-YL con el resto de los promedios, asimismo se encontró que- el promedio de las combinaciones de la cruza YH-DL es la -- que menor índice obtiene. Estos resultados se encuentran - expresados en el cuadro 12 y la figura 6.

El comportamiento anual de los índices de los dos mejores promedios (DH-YL y HD-YL) se encuentra representado en el cuadro 13 y la figura 7.

DISCUSION

Las simulaciones de diferentes sistemas de cruzamiento realizadas por Quintana (28) (razas puras, dos razas estático, dos razas rotacional, tres razas rotacional y cuatro razas estático) bajo los mismos supuestos de los que se partieron para simular al sistema mixto, permiten contar con una base de comparación para el presente trabajo.

NUMERO DE LECHONES PRODUCIDO

Al comparar al sistema que se propone en esta tesis con un sistema de cruzamiento que solo incluya a una raza pura (D,H,Y,L) es de mención la marcada superioridad del sistema mixto (Cuadro 14 y Figura 8), mostrándose que las mejores alternativas de ambos sistemas para esta característica presentan una diferencia a favor del sistema mixto de 52699 lechones en 20 años, lo que representa 1316 lechones de diferencia producidos por ciclo.

Al efectuar esta misma comparación pero contra el sistema de cruzamiento estático de dos razas, se obtienen resultados similares (Cuadro 15 y Figura 9) ya que la diferencia de lechones producidos en 20 años es de 29538 a favor del cruzamiento mixto, es decir 738 lechones más por ciclo, y, asimismo al contrastar los resultados obtenidos contra un sistema de cruzamiento rotacional de tres razas la diferencia es de 160 lechones en 20 años, 4 lechones más por ciclo para el sistema mixto que se analiza (Cuadro 16, Figura 10).

Podemos suponer que estas diferencias son debidas a la inclusión de razas extra al sistema mixto, lo que desemboca en el aprovechamiento de los fenomenos heteróticos- que debido a esta inclusión se presentan y aunque la diferencia pudiera catalogarse como insignificante (en especial con el sistema rotacional de tres razas) las diferencias en características productivas, como se expondrá posteriormente, son importantes.

Ahora bien, al comparar al sistema mixto con un sistema rotacional de dos razas y evaluar la diferencia entre la mejor alternativa para cada sistema, el resultado favorece al sistema rotacional por 5539 lechones en 20 años - es decir 138 lechones mas por ciclo, esto no obstante el sistema mixto proponga en general mejores alternativas (Cuadro 17, Figura 11).

Por último al confrontar al sistema que nos ocupa con un sistema estático de cuatro razas, la situación es semejante al caso del sistema rotacional de dos razas aunque la diferencia es aún mas marcada, 16091 lechones menos en 20 años, 402 lechones por ciclo para las mejores alternativas de ambos sistemas (Cuadro 18, Figura 12). Al analizar las diferencias por promedio entre estos dos sistemas, se observa que la combinación de razas que mas difiere entre los dos sistemas de cruzamiento fue la DH-YL con 15237 lechones de diferencia en 20 años, favorable como era de esperarse al sistema estático (Cuadro 19, Figura 13).

Reviste cierta importancia recalcar que Wilson y cols. (36) trabajando con las razas H, D y L encontraron que la intervención de las razas Y y D en la formación de la hembra produjo el mayor número de lechones al cruzarse con sementales Yorkshire, sin embargo al utilizar machos híbridos de razas diferentes a la de la madre, lo anterior no se cumple.

Las diferencias encontradas en número de lechones producido se pueden explicar al analizar los siguientes puntos:

a) Al observar las implicaciones que trae consigo la implantación de un cruzamiento rotacional dentro del sistema mixto es de singular interés examinar la ecuación de predicción que dió origen a la estimación de las características reproductivas de los animales del Sistema, que son las que dan origen al cálculo del número de lechones producidos, y que se encuentra descrita en la página 20.

Al hacer incapié en el desarrollo de cualquier alternativa en 20 años, utilizando los coeficientes del cuadro 7, podremos facilmente denotar que dependiendo de la raza elegida para iniciar el cruzamiento, la mas alta o la mas baja entre las dos razas incluidas para una característica, la primera generación, ó F1, se encontrará con tendencia a aumentar o disminuir, respectivamente, la predicción de la característica y si a esto añadimos que la magnitud de esta predicción está dada por el signo y la dimensión del valor -

de la heterósis esperada, podremos deducir que la alternativa en cuestión tendrá su representación óptima en la primera generación del cruzamiento.

Es por esto que en lo que a características reproductivas se refiere los cruzamientos terminales o estáticos-tenderán a mostrar una producción más alta que los rotacionales.

Wilson y cols. (36) citan puntos similares al analizar siete sistemas de cruzamiento, siendo el mejor el conformado por tres razas en forma estática, situándolo por --- arriba del rotacional de las mismas tres razas.

Esto aplicado a la comparación del sistema mixto-expuesto con un sistema estático de dos razas, no se alcanza a distinguir completamente, dado que los fenómenos heteróticos aprovechados en el cruzamiento mixto de cuatro razas son mayores que los disponibles al utilizar solamente dos razas. Sin embargo al comparar al sistema mixto contra un sistema de cruzamiento estático de cuatro razas las heterósis disponibles son las mismas y alcanzan su máximo efecto, como se expuso anteriormente, en la primera generación con lo que, para esta característica el sistema mixto queda en desventaja.

Otro aspecto importante a considerar es el representado por los aspectos aditivos del cruzamiento, donde las

crias de padres muy reproductivos, producirán más crías que las descendientes de padres con mas bajos niveles de producción. Esto adquiere mayor relevancia al observar que si -- eliminamos del sistema a la raza menos productiva (en lo -- que a número de lechones producidos se refiere) el promedio aritmético de los padres para esta característica será mejor que al considerar a todas las razas en su conjunto, -- así se encuentra que existen sistemas de tres o dos razas -- incluidas con mejores alternativas en lo que a promedio de los padres para una característica se refiere.

Esto es de particular valor en el cruzamiento rotacional de dos razas ya que evidencia la razón por la cual -- dos alternativas de dicho sistema de cruzamiento obtienen -- valores mas altos en lo que a número de lechones producido se refiere.

INDICE ECONOMICO

Al comparar el índice económico obtenido por las -- mejores alternativas del sistema mixto con las mejores alternativas de cualquier sistema simulado anteriormente se -- observa marcada superioridad del primero con diferencias de 29.27 a 12.4 U.E. (Cuadros 20 a 24, Figura 14 a 18).

Lo anterior concuerda con lo hallado por Wilson y Cols.(35) en el sentido de que las crías híbridas de tres -- razas crecen más rápido, y son más eficientes que las crías híbridas de dos razas, características que son de importanu

cía en el Índice Económico y que al utilizarse cuatro razas en la formación del animal para abasto esperamos superar a las crías de tres razas, el mismo autor (36) al simular cruzas con tres razas (D,H,Y) concluye que la cruza D-HY es la mejor en eficiencia productiva por arriba de sistemas con una y dos razas incluidas. Al incluir a la raza Landrace dentro del sistema de cruzamiento se encuentra que la mejor combinación de razas en la formación de la hembra es Y-L y no H-Y como cita el autor.

Se encontró a la vez que la mejor combinación de razas para el semental fue DH, lo que concuerda con lo presentado por Khulers y cols. (23) quienes reportaron con anterioridad que al trabajar con cuatro razas (Y,D,L,H) la mejor raza para el semental en lo que a peso de la camada al nacimiento se refiere fue Hampshire y la mejor raza de semental para peso al destete de la misma fue Duroc.

Al efectuar esta comparación con el sistema de cuatro razas estático por promedios, como se explicó en el capítulo de resultados, se distingue una diferencia a favor del sistema mixto en cuatro de las seis combinaciones posibles (Cuadro 25, Figura 19).

Como era de esperarse, dada la mecánica de construcción del índice económico (descrita en la pág. 26) éste guarda cierta relación con el número de lechones producido, aunque como se advierte en la figura 20 esta relación -

no es muy fuerte ya que aunque el número de lechones producido es un factor de peso en el cálculo del índice, existen otros factores que lo determinan como es la calidad de la carne producida (grasa dorsal) y la velocidad con que se produce. (edad a las 100 kgs. de peso).

Al analizar la ecuación de predicción utilizada en la estimación de los valores de características productivas, edad a los 100 kgs. de peso y grasa dorsal; descrita en la pág. 19, se advierte que la inclusión de un mayor número de razas en un sistema, aporta mayores valores de predicción para estas características, lo que redundaría en un mejor índice económico ya que éste se basa tanto en el número de lechones producidos como en las características de éstos, lo que coincide con las conclusiones a las que llegan Wilson y cols (35, 36).

El cruzamiento rotacional incluido en el sistema mixto de cruzamiento que se propone posee la ventaja de que permite aprovechar al máximo las heterosis que afectan las características productivas por medio del conocimiento de su magnitud y la manipulación de las razas incluidas en el sistema.

Dado el procedimiento de obtención del índice económico es claro que la elección del tipo de sistema de cruzamiento a utilizar en una explotación cualquiera depende a grandes rasgos de las facilidades con que cuente dicha ex

plotación (tamaño, tipo y monto del financiamiento, disponibilidad de pié de cría , zona de ubicación, etc.), de la -- función objetivo de la misma (producción de pié de cría o -- de animales para abasto) y del volumen de producción que se pueda esperar de los sistemas de cruzamiento que se puedan implantar en dicha explotación.

Ya que este volumen de producción queda representado en el índice económico de los diferentes sistemas de cruzamiento, dado que incluye tanto al número de lechones producido como a sus características productivas y tomando en -- cuenta que el índice además contempla el desarrollo de cada alternativa a corto, mediano y largo plazo, es recomendable que sea éste índice y no el número de lechones producido el que sea tomado en consideración en la elección de un sistema de cruzamiento.

Cabe hacer la aclaración de que al ser los cálcu-- los realizados por una computadora en base a un algoritmo -- previamente formulado, resulta relativamente fácil, rápido y poco costoso el adaptar cualquiera de los supuestos utili zados en este trabajo a una realidad específica con lo que se cuenta con un arma de gran valor en el aspecto de planea ción y evaluación de explotaciones productoras de carne de cerdo.

CONCLUSIONES

- A) La utilización de un sistema de simulación como el propuesto permite evaluar, predecir y comparar diferentes sistemas de cruzamiento.
- B) El sistema mixto produce un mayor número de lechones - que los sistemas de razas puras, dos razas estático y tres razas rotacional, específicamente con sus alternativas DH-YL DY-HL y HD-YL que son las más prolíficas. Aunque no alcanza los niveles de producción de los sistemas rotacional de dos razas y estático de cuatro razas.
- C) El sistema mixto propuesto produce animales de mejor - calidad (menos grasa dorsal y menos días a 100 kilogramos de peso) que cualquiera de los sistemas citados en el párrafo anterior.

INDICE DE CUADROS

Pág.

CUADRO 1

Parametros Genéticos de las Cuatro Razas Incluidas
en el Sistema..... 44

CUADRO 2

Valores Estimados de Heterosis Directa para Edad -
a los 100 Kg..... 45

CUADRO 3

Valores Estimados de Heterosis Directa para Grasa
Dorsal..... 46

CUADRO 4

Valores Estimados de Heterosis Materna para Tama-
ño de la Camada..... 47

CUADRO 5

Valores Estimados de Heterosis Directa para Por-
centaje de Concepción..... 48

CUADRO 6

Coefficientes Utilizados en las Ecuaciones de Pre-
dicción para las Características Genéticas de los
Animales Producto del Sistema..... 49

CUADRO 7

Coefficientes Utilizados en las Ecuaciones de Pre-
dicción para Tamaño de la Camada al Destete y Por-
centaje de Concepción..... 51

CUADRO 8

Número de Lechones Producidos por Alternativa en
40 Ciclos..... 52

CUADRO 9

Número Promedio de Lechones Producidos por Parejas en 40 Ciclos..... 53

CUADRO 10

Comportamiento Anual de las Dos Mejores Alternativas para Número de Lechones Producidos..... 54

CUADRO 11

Indice Económico por Alternativa en 40 Ciclos.... 55

CUADRO 12

Indice Económico Promedio por Parejas en 40 Ciclos..... 56

CUADRO 13

Comportamiento Anual de las Dos Mejores Alternativas para Indice Económico..... 57

CUADRO 14

Mejores Alternativas Comparadas contra Sistemas de Razas Puras para Número de Lechones Producido al Cabo de 40 Ciclos 58

CUADRO 15

Mejores Alternativas Comparadas contra Cruzamientos Estáticos de Dos Razas para Número de Lechones Producido al Cabo de 40 Ciclos..... 59

CUADRO 16

Mejores Alternativas Comparadas Contra Cruzamientos Rotacionales de Tres Razas para Número de Lechones Producido al Cabo de 40 Ciclos..... 60

CUADRO 17

Mejores Alternativas Comparadas contra Cruzamien

tos Rotacionales de Dos Razas para Número de Lechones Producido al Cabo de 40 Ciclos.....	61
CUADRO 18	
Mejores Alternativas Comparadas contra Cruzamientos Estáticos de Cuatro Razas para Número de Lechones Producido al Cabo de 40 Ciclos.....	62
CUADRO 19	
Promedios de Alternativas del Sistema de Cruzamiento Mixto Comparadas con un Sistema Estático de 4 Razas para Número de Lechones Producidos...	64
CUADRO 20	
Mejores Alternativas Comparadas contra Sistemas de Razas Puras para Índice Económico.....	65
CUADRO 21	
Mejores Alternativas Comparadas contra Cruzamientos Estáticos de Dos Razas para Índice Económico	66
CUADRO 22	
Mejores Alternativas Comparadas contra Cruzamientos Rotacionales de Tres Razas para Índice Económico.....	67
CUADRO 23	
Mejores Alternativas Comparadas contra Cruzamientos Rotacionales de Dos Razas para Índice Económico.....	68
CUADRO 24	
Mejores Alternativas Comparadas Contra Cruzamientos Estáticos de Cuatro Razas para Índice Económico.....	69

CUADRO 25

Promedios de Alternativas del Sistema de Cruza--
miento Mixto Comparadas con un Sistema Estático
de Cuatro Razas para Índice Económico..... 71

CUADRO 26

Número de Lechones Producido e Índice Económico
Para las 24 Alternativas del Sistema de Cruza--
miento Mixto..... 72

PARAMETROS GENETICOS DE LAS CUATRO RAZAS INCLUIDAS EN EL
SISTEMA^a

	Tamaño de la Camada al destete	Porcentaje de Concepción	Edad a los 100 Kilogramos	Grasa Dorsal
YORKSHIRE	7.13	74.85	181.89	3.46
HAMPSHIRE	6.11	88.36	189.82	2.80
	(-1.02)	(13.51)	(7.93)	(-0.66)
DUROC	6.37	81.10	181.53	3.56
	(-0.76)	(6.25)	(-0.36)	(0.10)
LANDRACE	7.10	79.54	184.20	3.23
	(-0.03)	(4.69)	(2.31)	(-0.23)

* Las cantidades entre parentesis representan las desviaciones tomando como media los parámetros de la raza Yorkshire.

a) Quintana (28)

CUADRO 2

VALORES ESTIMADOS DE HETEROSIS
DIRECTA PARA EDAD A LOS 100 KG.^a

H	-	D	-	5.4570
Y	-	L	-	10.0900
H	-	Y	-	3.1000
H	-	L		1.0280
D	-	Y	-	3.1590
D	-	L	-	1.2130

a) Quintana (28).

CUADRO 3

VALORES ESTIMADOS DE HETEROSIS
DIRECTA PARA GRASA DORSAL^a

H	-	D	-	0.3170
Y	-	L		0.0990
H	-	Y		0.0660
H	-	L		0.8970
D	-	Y'	-	0.0600
D	-	L		0.7830

a) Quintana (28).

CUADRO 4

VALORES ESTIMADOS DE HETEROSIS
 MATERNA PARA TAMAÑO DE LA CAMADA ^a

H - Y	0.4495
Y - L	0.5543
H - L	2.2143
Y - D	0.6373
D - H	0.5998
L - D	0.7824
h^{L*}	0.88

* h^L es la heterosis debida a la camada suponiendo la misma para todas las camadas híbridas.

a) Quintana (28).

CUADRO 5

VALORES ESTIMADOS DE HETEROSIS
DIRECTA PARA PORCENTAJE DE
CONCEPCION^a

H - Y	5.0900
Y - L	12.8100
H - L	- 5.7400
Y - D	11.1300
D - H	- 4.2900
L - D	- 2.5100

a) Quintana (28).

COEFICIENTES UTILIZADOS EN LAS ECUACIONES DE PREDICCIÓN PARA LAS CARACTERÍSTICAS
GENÉTICAS DE LOS ANIMALES PRODUCTO DEL SISTEMA

$$B1 = 0$$

$$B2 = 0$$

$$B3 = .2500 A + .2500 B + .2500 C + .2500 D + .2500 HAC + .2500 HAD + .2500 HBC + .2500 HBD$$

$$B4 = .2500 A + .2500 B + .1250 C + .3750 D + .1250 HAC + .3750 HAD + .1250 HBC + .3750 HBD$$

$$B5 = .2500 A + .2500 B + .3125 C + .1875 D + .3125 HAC + .1875 HAD + .3125 HBC + .1875 HBD$$

$$B6 = .2500 A + .2500 B + .1563 C + .3437 D + .1563 HAC + .3437 HAD + .1563 HBC + .3437 HBD$$

$$B7 = .2500 A + .2500 B + .3281 C + .1719 D + .3281 HAC + .1719 HAD + .3281 HBC + .1719 HBD$$

$$B8 = .2500 A + .2500 B + .1641 C + .3359 D + .1641 HAC + .3359 HAD + .1641 HBC + .3359 HBD$$

$$B9 = .2500 A + .2500 B + .3320 C + .1680 D + .3320 HAC + .1680 HAD + .3320 HBC + .1680 HBD$$

$$B10 = .2500 A + .2500 B + .1660 C + .3340 D + .1660 HAC + .3340 HAD + .1660 HBC + .3340 HBD$$

$$B11 = .2500 A + .2500 B + .3330 C + .1670 D + .3330 HAC + .1670 HAD + .3330 HBC + .1670 HBD$$

$$B12 = .2500 A + .2500 B + .1665 C + .3335 D + .1665 HAC + .3335 HAD + .1665 HBC + .3335 HBD$$

$$B13 = .2500 A + .2500 B + .3333 C + .1667 D + .3333 HAC + .1667 HAD + .3333 HBC + .1667 HBD$$

$$B14 = .2500 A + .2500 B + .1666 C + .3334 D + .1666 HAC + .3334 HAD + .1666 HBC + .3334 HBD$$

$$B15 = .2500 A + .2500 B + .3333 C + .1667 D + .3333 HAC + .1667 HAD + .3333 HBC + .1667 HBD$$

$$B16 = .2500 A + .2500 B + .1666 C + .3334 D + .1666 HAC + .3334 HAD + .1666 HBC + .3334 HBD$$

CUADRO 6 (cont.)

$$B17 = .2500 A + .2500 B + .3333 C + .1667 D + .3333 HAC + .1667 HAD + .3333 HBC + .1667 HBD$$

$$B18 = .2500 A + .2500 B + .1666 C + .3334 D + .1666 HAC + .3334 HAD + .1666 HBC + .3334 HBD$$

$$B19 = .2500 A + .2500 B + .3333 C + .1667 D + .3333 HAC + .1667 HAD + .3333 HBC + .1667 HBD$$

$$B20 = .2500 A + .2500 B + .1666 C + .3334 D + .1666 HAC + .3334 HAD + .1666 HBC + .3334 HBD$$

CUADRO 7

COEFICIENTES UTILIZADOS EN LAS ECUACIONES DE PREDICCIÓN
 PARA TAMAÑO DE LA CAMADA AL DESTETE Y PORCENTAJE DE
 CONCEPCIÓN

A1	=	.0000	C	+	1.0000	D
A2	=	.5000	C	+	.5000	D + HCD
A3	=	.2500	C	+	.7500	D + .5000 HCD
A4	=	.6250	C	+	.3750	D + .7500 HCD
A5	=	.3125	C	+	.6875	D + .6250 HCD
A6	=	.6563	C	+	.3437	D + .6875 HCD
A7	=	.3281	C	+	.6719	D + .6563 HCD
A8	=	.6641	C	+	.3359	D + .6719 HCD
A9	=	.3320	C	+	.6680	D + .6641 HCD
A10	=	.6660	C	+	.3340	D + .6680 HCD
A11	=	.3330	C	+	.6670	D + .6660 HCD
A12	=	.6665	C	+	.3335	D + .6670 HCD
A13	=	.3333	C	+	.6667	D + .6665 HCD
A14	=	.6666	C	+	.3334	D + .6667 HCD
A15	=	.3333	C	+	.6667	D + .6666 HCD
A16	=	.6666	C	+	.3334	D + .6667 HCD
A17	=	.3333	C	+	.6667	D + .6666 HCD
A18	=	.6666	C	+	.3334	D + .6667 HCD
A19	=	.3333	C	+	.6667	D + .6666 HCD
A20	=	.6666	C	+	.3334	D + .6667 HCD

CUADRO 8

NUMERO DE LECHONES PRODUCIDOS POR
ALTERNATIVA EN 40 CICLOS

DH - YL	276222.8
DY - HL	276052.9
HD - YL	276007.4
YD - HL	275892.6
DY - LH	275254.9
YD - LH	275095.1
DH - LY	274623.3
HD - LY	274409.7
HL - DY	264591.7
LH - DY	264403.4
HL - YD	263931.9
LH - YD	263744.3
DL - YH	257043.1
LD - YH	256676.1
DL - HY	256390.6
LD - HY	256025.1
YH - DL	250367.8
HY - DL	250322.1
YH - LD	248166.6
HY - LD	248121.5
YL - DH	241365.2
LY - DH	241165.0
LY - HD	239855.4
YL - HD	239855.4

CUADRO 9

NUMERO PROMEDIO DE LECHONES PRODUCIDOS
POR PAREJAS EN 40 CICLOS

YD - HL	275573.875
DH - YL	275315.8
HL - DY	264167.825
DL - YH	256533.725
YH - DL	249244.5
YL - DH	240560.25

CUADRO 10

COMPORTAMIENTO ANUAL DE LAS DOS MEJORES
ALTERNATIVAS PARA NUMERO DE LECHONES
PRODUCIDOS

	DH - YL	DY - HL
Año 1	11246.3	11254.2
Año 2	11508.9	12511.2
Año 3	14933.3	14729.7
Año 4	13674.1	13613.3
Año 5	14132.1	14185.4
Año 6	13984.3	13894.3
Año 7	13932.3	14037.2
Año 8	14063.4	13965.1
Año 9	13882.5	13999.5
Año 10	14083.2	13982.8
Año 11	13870.1	13990.0
Año 12	14088.2	13987.3
Año 13	13867.0	13987.6
Año 14	14089.4	13988.4
Año 15	13866.2	13987.0
Año 16	14089.7	13988.6
Año 17	13866.0	13986.9
Año 18	14089.8	13988.7
Año 19	13866.0	13986.9
Año 20	14089.8	13988.7
Total	276222.8	276052.9

CUADRO 11

INDICE ECONOMICO POR ALTERNATIVA
EN 40 CICLOS

DH - YL	30.0
HD - YL	30.0
HD - LY	29.7
DH - LY	29.7
HL - DY	18.1
LH - DY	18.1
HL - YD	17.5
LH - YD	17.4
YL - DH	15.4
LY - DH	15.4
YL - HD	15.3
LY - HD	15.3
DL - HY	14.2
LD - HY	14.2
DL - YH	13.7
LD - YH	13.2
DY - HL	10.4
YD - HL	10.4
DY - LH	9.7
YD - LH	9.7
YH - DL	1.9
HY - DL	1.9
YH - LD	1.2
HY - LD	1.2

CUADRO 12

INDICE ECONOMICO PROMEDIO POR
PAREJAS EN 40 CICLOS

DH - YL	29.85
HL - DY	17.775
YL - DH	15.3500
DL - HY	13.8250
DY - HL	10.05
YH - DL	1.55

CUADRO 13

COMPORTAMIENTO ANUAL DE LAS DOS MEJORES
ALTERNATIVAS PARA INDICE ECONOMICO

	DH - YL	HD - YL
Año 1	.4	.4
Año 2	25.42	25.38
Año 3	37.49	37.44
Año 4	29.86	29.82
Año 5	32.80	32.76
Año 6	31.47	31.43
Año 7	31.63	31.59
Año 8	31.90	31.86
Año 9	31.34	31.29
Año 10	32.01	31.97
Año 11	31.26	31.22
Año 12	32.04	32.00
Año 13	31.25	31.20
Año 14	32.05	32.00
Año 15	31.24	31.20
Año 16	32.05	32.01
Año 17	31.24	31.20
Año 18	32.05	32.01
Año 19	31.24	31.20
Año 20	32.05	32.01
PROMEDIO	30.0	30.0

CUADRO 14

MEJORES ALTERNATIVAS COMPARADAS CONTRA
SISTEMAS DE RAZAS PURAS PARA NUMERO DE
LECHONES PRODUCIDO AL CABO DE 40 CICLOS

ALTERNATIVA ^b	LECHONES PRODUCIDOS	RAZA PURA ^{a,b}	LECHONES PRODUCIDOS	DIFERENCIA
DH - YL	276223	L	223524	52699
DY - HL	276053	H	213746	62307
HD - YL	276007	Y	211257	64750
YD - HL	275893	D	204563	71330

a) Quintana (28)

b) L=Landrace, H=Hampshire, Y=Yorkshire, D=Duroc

CUADRO 15

MEJORES ALTERNATIVAS COMPARADAS CONTRA -
 CRUZAMIENTOS ESTATICOS DE DOS RAZAS PARA
 NUMERO DE LECHONES PRODUCIDO AL CABO DE
 40 CICLOS

ALTERNATIVA ^b	LECHONES PRODUCIDOS	C. ESTATICO ^{a,b}	LECHONES PRODUCIDOS	DIFERENCIA
DH - YL	276223	HL	246685	29538
DY - HL	276053	YL	246638	29415
HD - YL	276007	DL	246507	29500
YD - HL	275893	LH	239612	36281
DY - LH	275255	YH	239399	35856

a) Quintana (28)

b) L=Landrace, H=Hampshire, Y=Yorkshire, D=Duroc

CUADRO 16

MEJORES ALTERNATIVAS COMPARADAS CONTRA
 CRUZAMIENTOS ROTACIONALES DE TRES RAZAS
 PARA NUMERO DE LECHONES PRODUCIDO AL --
 CABO DE 40 CICLOS

ALTERNATIVA ^b	LECHONES PRODUCIDOS	CRUZAMIENTO ^{a, b} ROTACIONAL	LECHONES PRODUCIDOS	DIFERENCIA
DH - YL	276223	DYL	276063	160
DY - HL	276053	DHL	262502	13551
HD - YL	276007	DHY	262299	13708
YD - HL	275893	HYL	259286	16607

a) Quintana (28)

b) L=Landrace, H=Hampshire, Y=Yorkshire, D=Duroc.

CUADRO 17

MEJORES ALTERNATIVAS COMPARADAS CONTRA
 CRUZAMIENTOS ROTACIONALES DE DOS RAZAS
 PARA NUMERO DE LECHONES PRODUCIDO AL -
 CABO DE 40 CICLOS

ALTERNATIVA ^b	LECHONES PRODUCIDOS	CRUZAMIENTO ^{a,b} ROTACIONAL	LECHONES PRODUCIDOS	DIFERENCIA
DH - YL	276223	H-L	281762	- 5539
DY - HL	276053	Y-L	281568	- 5515
HD - YL	276007	D-Y	269877	6130
YD - HL	275893	H-Y	260511	15382
DY - LH	275255	D-L	252057	23198

a) Quintana (28)

b) L=Landrace, H=Hampshire, Y=Yorkshire, D=Duroc.

CUADRO 18

MEJORES ALTERNATIVAS COMPARADAS CONTRA
 CRUZAMIENTOS ESTATICOS DE CUATRO RAZAS
 PARA NUMERO DE LECHONES PRODUCIDO AL -
 CABO DE 40 CICLOS

ALTERNATIVA ^b	LECHONES PRODUCIDOS	CRUZAMIENTO ESTATICO a,b	LECHONES PRODUCIDOS	DIFERENCIA
DH - YL	276223	DH - YL	292314	- 16091
DY - HL	276053	HD - YL	292007	- 15954
HD - YL	276007	DH - LY	289095	- 13088
YD - HL	275893	HD - LY	288794	- 12901
DY - LH	275255	DY - HL	288793	- 13538
YD - LH	275095	YD - HL	288659	- 13564
DH - LY	274623	DY - LH	287226	- 12603
HD - LY	274410	HL - DY	279213	- 4803
HL - DY	264592	LH - DY	279041	- 14449
LH - DY	264403	YD - LH	278093	- 13690
HL - YD	263932	HL - YD	278084	- 14152
LH - YD	263744	LH - YD	277913	- 14169
DL - YH	257043	DL - YH	266123	- 9080
LD - YH	256676	LD - YH	265680	- 9004
DL - HY	256391	DL - HY	264626	- 8235
LD - HY	256025	LD - HY	264187	- 8162
YH - DL	250368	YH - DL	256315	- 5947
HY - DL	250322	HY - DL	256164	- 5842
YH - DL	248167	YH - LD	252462	- 4295

CUADRO 18 (cont.)

ALTERNATIVA ^b	LECHONES PRODUCIDOS	CRUZAMIENTO ESTATICO a,b	LECHONES PRODUCIDOS	DIFERENCIA
HY - LD	248122	HY - LD	252316	- 4194
YL - DH	241365	YL - DH	245080	- 3715
LY - DH	241165	LY - DH	244785	- 3620
LY - HD	239855	YL - HD	242714	- 2859
YL - HD	239855	LY - HD	242485	- 2630

a) Quintana (28)

b) L=Landrace, H=Hampshire, Y=Yorkshire, D=Duroc.

CUADRO 19

PROMEDIOS DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA
DE CRUZAMIENTO MIXTO COMPARADAS CON -
UN SISTEMA ESTATICO DE 4 RAZAS PARA -
NUMERO DE LECHONES PRODUCIDOS

ALTERNATIVA ^b	PROMEDIO DE CRUZAMIENTO MIXTO	PROMEDIO DE CRUZAMIENTO ESTATICO a,b	DIFERENCIA
YD - HL	275574	287943	- 12369
DH - YL	275316	290553	- 15237
HL - DY	264168	278563	- 14395
DL - YH	256534	265154	- 8620
YH - DL	249245	254314	- 5069
YL - DH	240560	243751	- 3191

a) Quintana (28)

b) L=Landrace, H=Hampshire, Y=Yorkshire, D=Duroc.

CUADRO 20

MEJORES ALTERNATIVAS COMPARADAS CONTRA
 SISTEMAS DE RAZAS PURAS PARA INDICE --
 ECONOMICO

ALTERNATIVA ^b	I. E.	RAZA PURA ^{a,b}	I. E.	DIFERENCIA
DH - YL	30.0	L	.73	29.27
HD - YL	30.0	Y	0	30
HD - LY	29.7	D	-4.79	34.49
DH - LY	29.7	H	-6.13	35.83

a) Quintana (28)

b) L=Landrace, H=Hampshire, Y=Yorkshire, D=Duroc.

CUADRO 21

MEJORES ALTERNATIVAS COMPARADAS CONTRA
 CRUZAMIENTOS ESTATICOS DE DOS RAZAS --
 PARA INDICE ECONOMICO

ALTERNATIVA ^b	I. E.	CRUZAMIENTO ESTATICO a,b	I. E.	DIFERENCIA
DH - YL	30.0	H - L	6.45	23.55
HD - YL	30.0	Y - L	6.45	23.55
HD - LY	29.7	D - L	6.45	23.25
DH - LY	29.7	L - Y	5.44	24.26
HL - DY	18.1	D - Y	5.35	12.75

a) Quintana (28)

b) L=Landrace, H=Hampshire, Y=Yorkshire, D=Duroc.

CUADRO 22

MEJORES ALTERNATIVAS COMPARADAS CONTRA
 CRUZAMIENTOS ROTACIONALES DE TRES RAZAS
 PARA INDICE ECONOMICO

ALTERNATIVA ^b	I. E.	CRUZAMIENTO ROTACIONAL a,b	I. E.	DIFERENCIA
DH - YL	30.0	DYL	11.47	18.53
HD - YL	30.0	HYL	10.75	19.25
HD - LY	29.7	DHL	10.22	19.48
DH - LY	29.7	DHY	7.77	21.93

a) Quintana (28)

b) L=Landrace, H=Hampshire, Y=Yorkshire, D=Duroc.

CUADRO 23

MEJORES ALTERNATIVAS COMPARADAS CONTRA
 CRUZAMIENTOS ROTACIONALES DE DOS RAZAS
 PARA INDICE ECONOMICO

ALTERNATIVA ^b	I. E.	CRUZAMIENTO ROTACIONAL a,b	I. E.	DIFERENCIA
DH - YL	30.0	H - L	14.97	15.03
HD - YL	30.0	Y - L	12.32	17.68
HD - LY	29.7	D - Y	9.63	20.07
DH - LY	29.7	D - L	8.37	21.33
HL - DY	18.1	H - Y	7.44	10.66

a) Quintana (28)

b) L=Landrace, H=Hampshire, Y=Yorkshire, D=Duroc.

CUADRO 24

MEJORES ALTERNATIVAS COMPARADAS CONTRA
 CRUZAMIENTOS ESTATICOS DE CUATRO RAZAS
 PARA INDICE ECONOMICO

ALTERNATIVA ^b	I. E.	CRUZAMIENTO ESTATICO a,b	I. E.	DIFERENCIA
DH - YL	30.0	DY - HL	17.60	12.4
HD - YL	30.0	YD - HL	17.50	12.5
HD - LY	29.7	DY - LH	16.25	13.45
DH - LY	29.7	YD - LH	16.25	13.45
HL - DY	18.1	HD - YL	13.73	4.37
LH - DY	18.1	DH - YL	13.72	4.38
HL - YD	17.5	DH - LY	13.43	4.07
LH - YD	17.4	HD - LY	13.43	4.06
YL - DH	15.4	HL - DY	11.40	4.00
LY - DH	15.4	LH - DY	11.27	4.13
YL - HD	15.3	HL - YD	10.51	4.79
LY - HD	15.3	LH - DY	10.37	4.93
DL - HY	14.2	HY - DL	9.61	4.59
LD - HY	14.2	YH - DL	9.50	4.7
DL - YH	13.7	DL - HY	8.68	5.02
LD - YH	13.2	LD - HY	8.56	4.64
DY - HL	10.4	HY - LD	8.47	1.93
YD - HL	10.4	YH - LD	8.37	2.03
DY - LH	9.7	DL - YH	7.72	1.98

CUADRO 24 (cont.)

ALTERNATIVA ^b	I. E.	CRUZAMIENTO ESTATICO a,b	I. E.	DIFERENCIA
YD - LH	9.7	LD - YH	7.60	2.1
YH - DL	1.9	YL - HD	5.00	- 3.1
HY - DL	1.9	LY - HD	4.98	- 3.08
YH - LD	1.2	YL - DH	4.90	- 3.7
HY - LD	1.2	LY - DH	4.87	- 3.67

a) Quintana (28)

b) L=Landrace, H=Hampshire, Y=Yorkshire, D=Duroc.

CUADRO 25

PROMEDIOS DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE
CRUZAMIENTO MIXTO COMPARADAS CON UN SIS-
TEMA ESTATICO DE CUATRO RAZAS PARA INDI-
CE ECONOMICO

ALTERNATIVA ^b	PROMEDIO DE CRUZAMIENTO MIXTO	PROMEDIO DE CRUZAMIENTO ESTATICO a	DIFERENCIA
DH - YL	29.850	13.58	16.270
HL - DY	17.775	10.89	6.885
YL - DH	15.350	4.94	10.410
DL - HY	13.825	8.14	5.685
DY - HL	10.050	16.93	- 6.880
YH - DL	1.550	8.99	- 7.440

a) Quintana (28)

b) L=Landrace, H=Hampshire, Y=Yorkshire, D=Duroc.

CUADRO 26

NUMERO DE LECHONES PRODUCIDO E INDICE
ECONOMICO PARA LAS 24 ALTERNATIVAS DEL
SISTEMA DE CRUZAMIENTO MIXTO

ALTERNATIVA ^a	NO. DE LECHONES PRODUCIDO	INDICE ECONOMICO
DH-YL	276223	30
DY-HL	276053	10.4
HD-YL	276007	30
YD-HL	275893	10.4
DY-LH	275255	9.7
YD-LH	275095	9.7
DH-LY	274623	29.7
HD-LY	274410	29.7
HL-DY	264592	18.1
LH-DY	264403	18.1
HL-YD	263932	17.5
LH-YD	263744	17.4
DL-YH	257043	13.7
LD-YH	256676	13.2
DL-HY	256391	14.2
LD-HY	256025	14.2
YH-DL	250368	1.9
HY-DL	250322	1.9
YH-LD	248167	1.2
HY-LD	248122	1.2
YL-DH	241365	15.4

CUADRO 26 (cont.)

ALTERNATIVA ^a	No. DE LECHONES PRODUCIDO	INDICE ECONOMICO
LY-DH	241165	15.4
LY-HD	239855	15.3
YL-HD	239855	15.3

a) L=Landrace, H=Hampshire, Y-Yorkshire, D=Duroc.

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1	
Representación Esquemática del Sistema	13
FIGURA 2	
Número de Lechones Producidos por Alternativa en 40 Ciclos.....	77
FIGURA 3	
Número Promedio de Lechones Producidos por Pare- jas en 40 Ciclos.....	78
FIGURA 4	
Comportamiento Anual de las Dos Mejores Alterna- tivas para Número de Lechones Producidos.....	79
FIGURA 5	
Indice Económico por Alternativa en 40 Ciclos...	80
FIGURA 6	
Indice Económico Promedio por Pareja en 40 Ci--- clos.....	81
FIGURA 7	
Comportamiento Anual de las Dos Mejores Alterna- tivas para Indice Económico.....	82
FIGURA 8	
Mejores Alternativas Comparadas contra Sistemas de Razas Puras para Número de Lechones Producido al Cabo de 40 Ciclos	83
FIGURA 9	
Mejores Alternativas Comparadas Contra Cruzamien- tos Estáticos de Dos Razas para Número de Lecho-	

nes Producido al Cabo de 40 Ciclos.....	84
FIGURA 10	
Mejores Alternativas Comparadas contra Cruzamien- tos Rotacionales de Tres Razas para Número de Le- chones Producido al Cabo de 40 Ciclos.....	85
FIGURA 11	
Mejores Alternativas Comparadas contra Cruzamien- tos Rotacionales de Dos Razas para Número de Le- chones Producido al Cabo de 40 Ciclos.....	86
FIGURA 12	
Mejores Alternativas Comparadas contra Cruzamien- tos Estáticos de Cuatro Razas para Número de Le- chones Producido al Cabo de 40 Ciclos.....	87
FIGURA 13	
Promedios de Alternativas del Sistema de Cruza- miento Mixto Comparadas con un Sistema Estático de 4 Razas para Número de Lechones Producidos...	88
FIGURA 14	
Mejores Alternativas Comparadas contra Sistemas de Razas Puras para Índice Económico.....	89
FIGURA 15	
Mejores Alternativas Comparadas contra Cruzamien- tos Estáticos de Dos Razas para Índice Económico	90
FIGURA 16	
Mejores Alternativas Comparadas contra Cruzamien- tos Rotacionales de Tres Razas para Índice Econó- mico.....	91

FIGURA 17

Mejores Alternativas Comparadas contra Cruzamien <u>tos Rotacionales de Dos Razas para Indice Econó-</u> <u>mico</u>	92
---	----

FIGURA 18

Mejores Alternativas Comparadas contra Cruzamien <u>tos Estáticos de Cuatro Razas para Indice Econó-</u> <u>mico</u>	93
---	----

FIGURA 19

Promedios de Alternativas del Sistema de Cruza <u>miento Mixto Comparadas con un Sistema Estático</u> <u>de Cuatro Razas para Indice Económico</u>	94
---	----

FIGURA 20

Número de Lechones Producidos e Indice Económico para las 24 Alternativas del Sistema de Cruzamien <u>to Mixto</u>	95
---	----

FIGURA 2
 NUMERO DE LECHONES PRODUCIDOS POR ALTERNATIVA
 EN 40 CICLOS

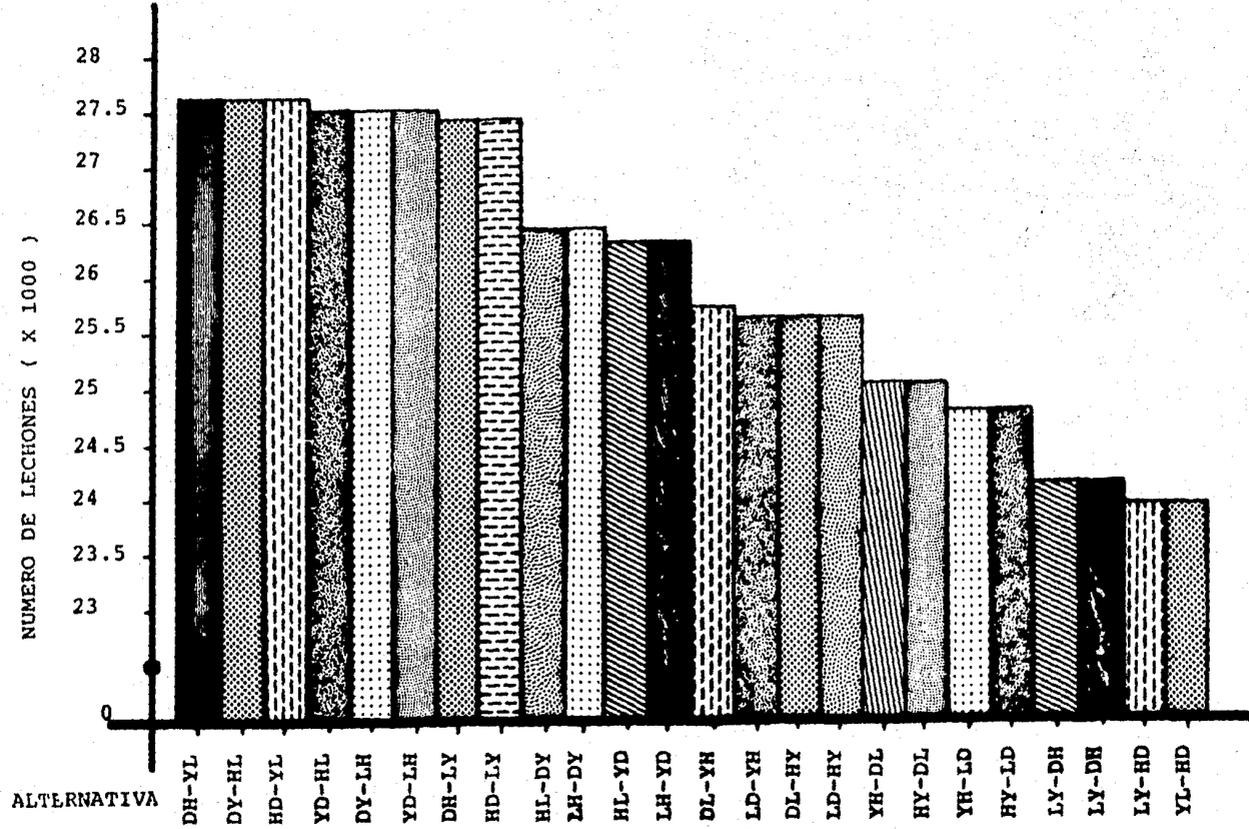


FIGURA 3
NUMERO PROMEDIO DE LECHONES PRODUCIDOS
POR PAREJAS EN 40 CICLOS

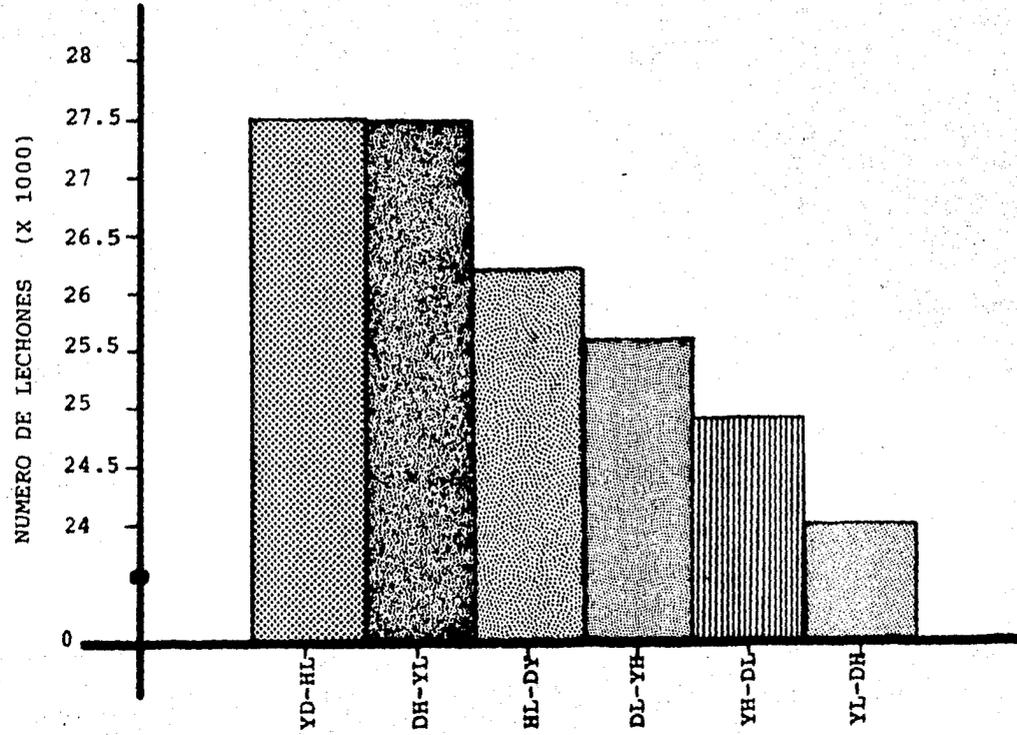


FIGURA 4

COMPORTAMIENTO ANUAL DE LAS DOS MEJORES ALTERNATIVAS
 PARA NUMERO DE LECHONES PRODUCIDOS

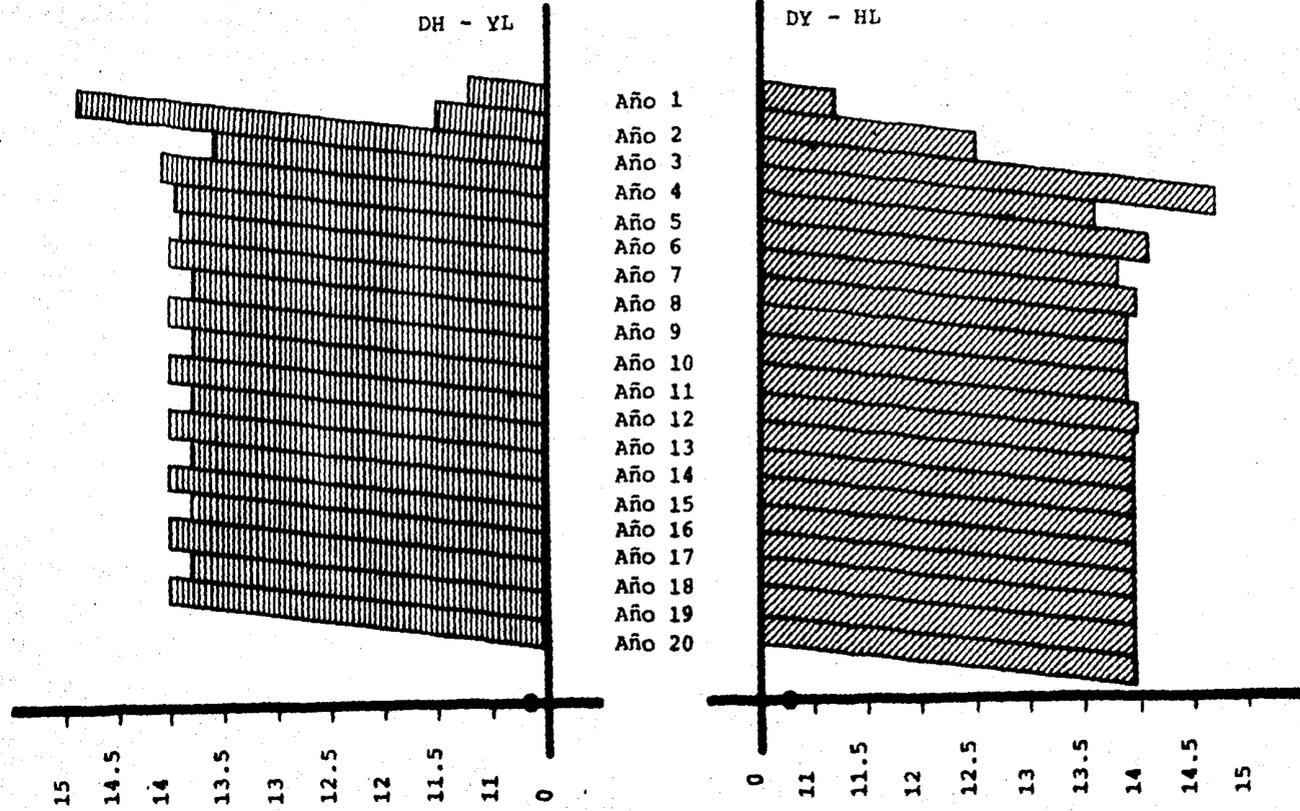
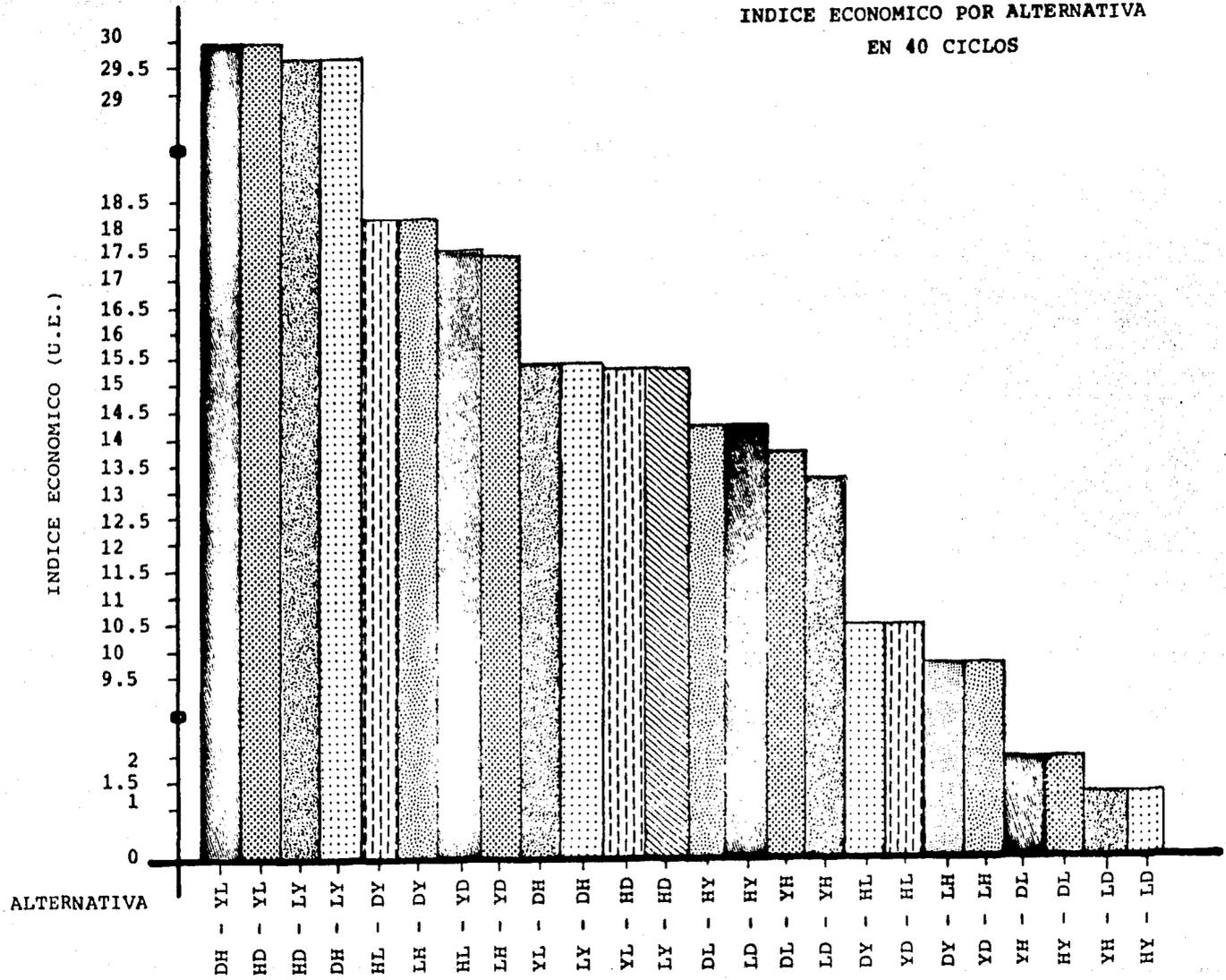


FIGURA 5

INDICE ECONOMICO POR ALTERNATIVA
EN 40 CICLOS



INDICE ECONOMICO PROMEDIO POR PAISES
EN 40 CICLOS

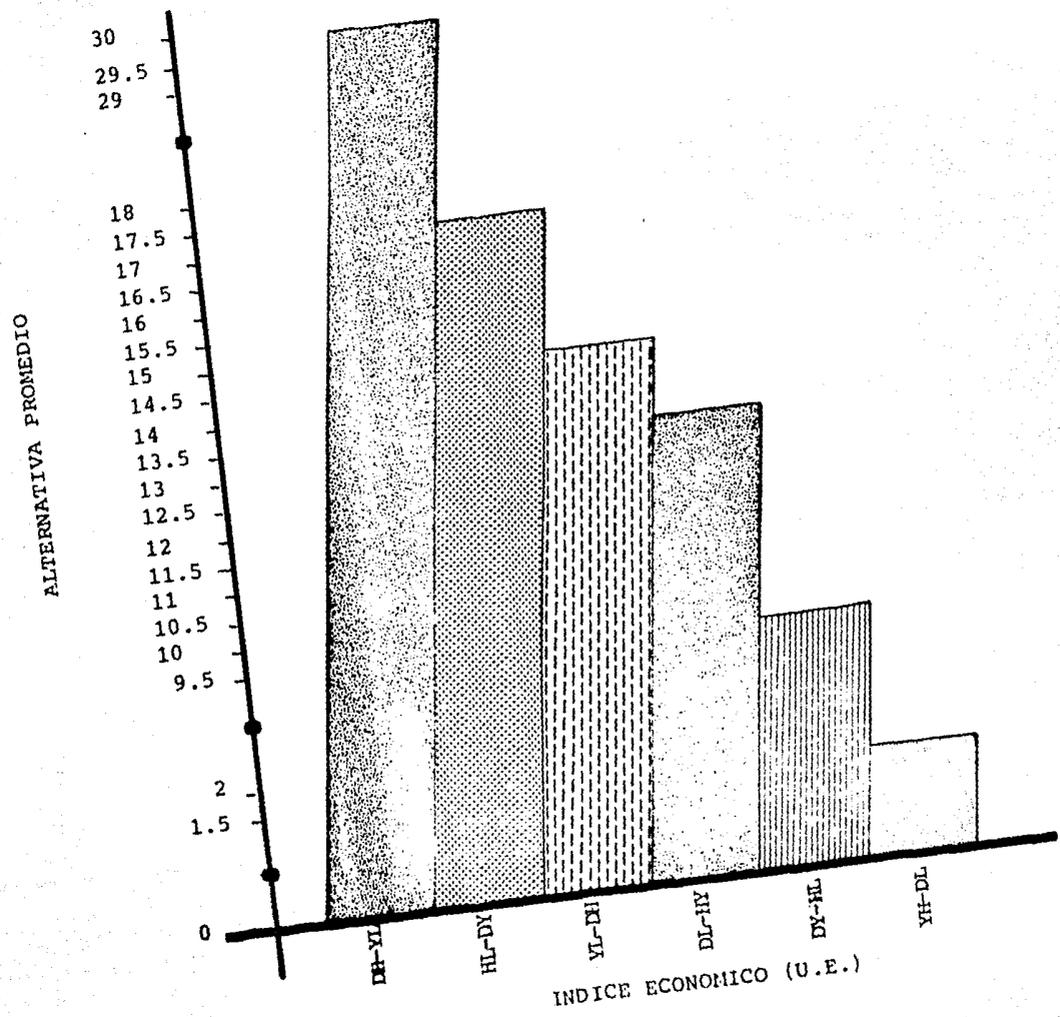


FIGURA 7
 COMPORTAMIENTO ANUAL DE LAS DOS MEJORES
 ALTERNATIVAS PARA INDICE ECONOMICO

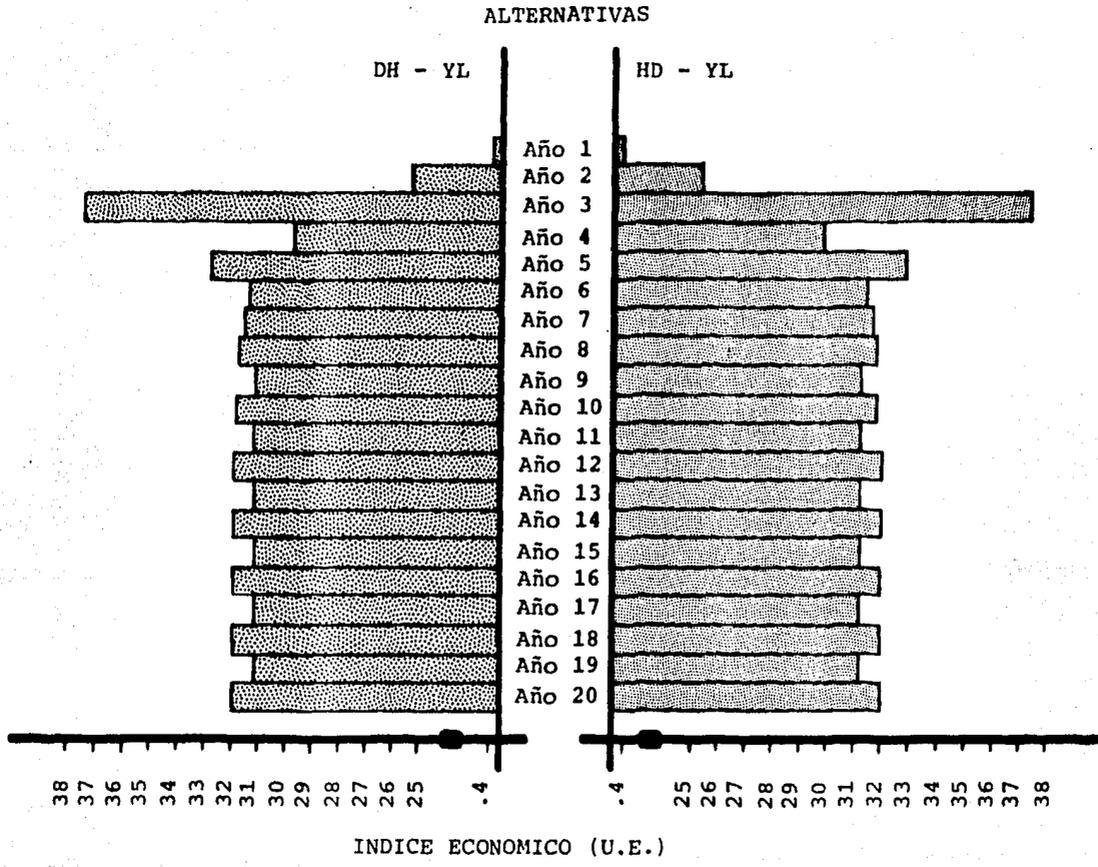
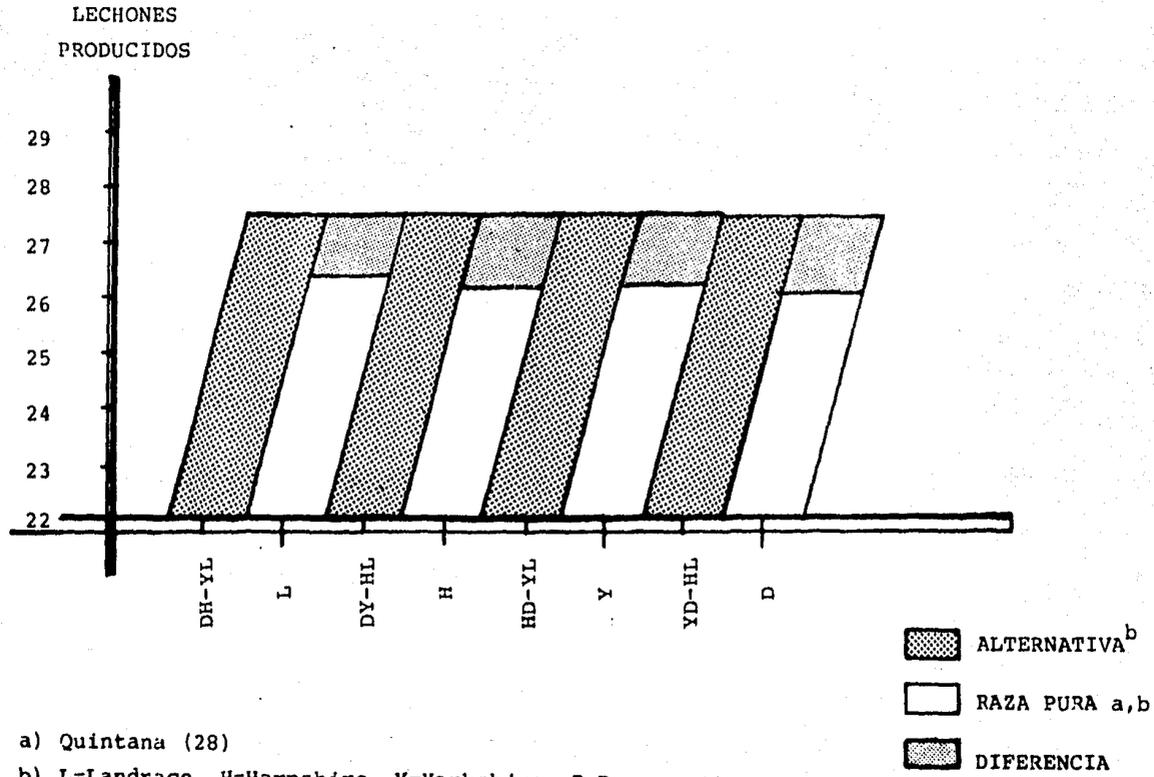


FIGURA 8
 MEJORES ALTERNATIVAS COMPARADAS CONTRA SISTEMAS
 DE RAZAS PURAS PARA NUMERO DE LECHONES PRODUCIDO
 AL CABO DE 40 CICLOS^a



a) Quintana (28)

b) L=Landrace, H=Hampshire, Y=Yorkshire, D=Duroc.

FIGURA 9
MEJORES ALTERNATIVAS COMPARADAS CONTRA CRUZAMIENTOS
ESTATICOS DE DOS RAZAS PARA NUMERO DE LECHONES PRO-
DUCIDO AL CABO DE 40 CICLOS

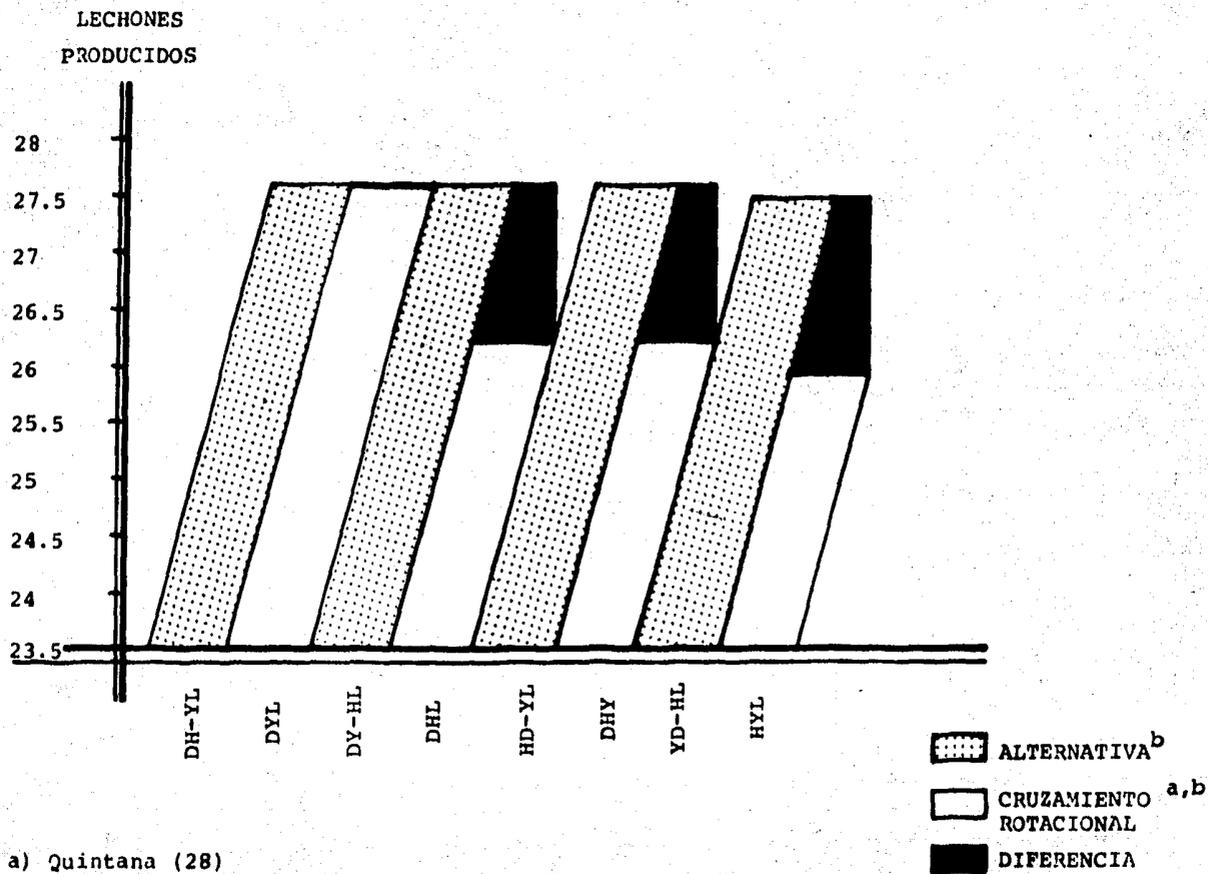


a) Quintana (28)

b) L=Landrace, H=Hampshire, Y=Yorkshire, D=Duroc

FIGURA 10

MEJORES ALTERNATIVAS COMPARADAS CONTRA CRUZAMIENTOS
 ROTACIONALES DE TRES RAZAS PARA NUMERO DE LECHONES
 PRODUCIDO AL CABO DE 40 CICLOS



a) Quintana (28)

b) L=Landrace, H=Hampshire, Y=Yorkshire, D=Duroc.

FIGURA 11

MEJORES ALTERNATIVAS COMPARADAS CONTRA CRUZAMIENTOS
 ROTACIONALES DE DOS RAZAS PARA NUMERO DE LECHONES
 PRODUCIDO AL CABO DE 40 CICLOS

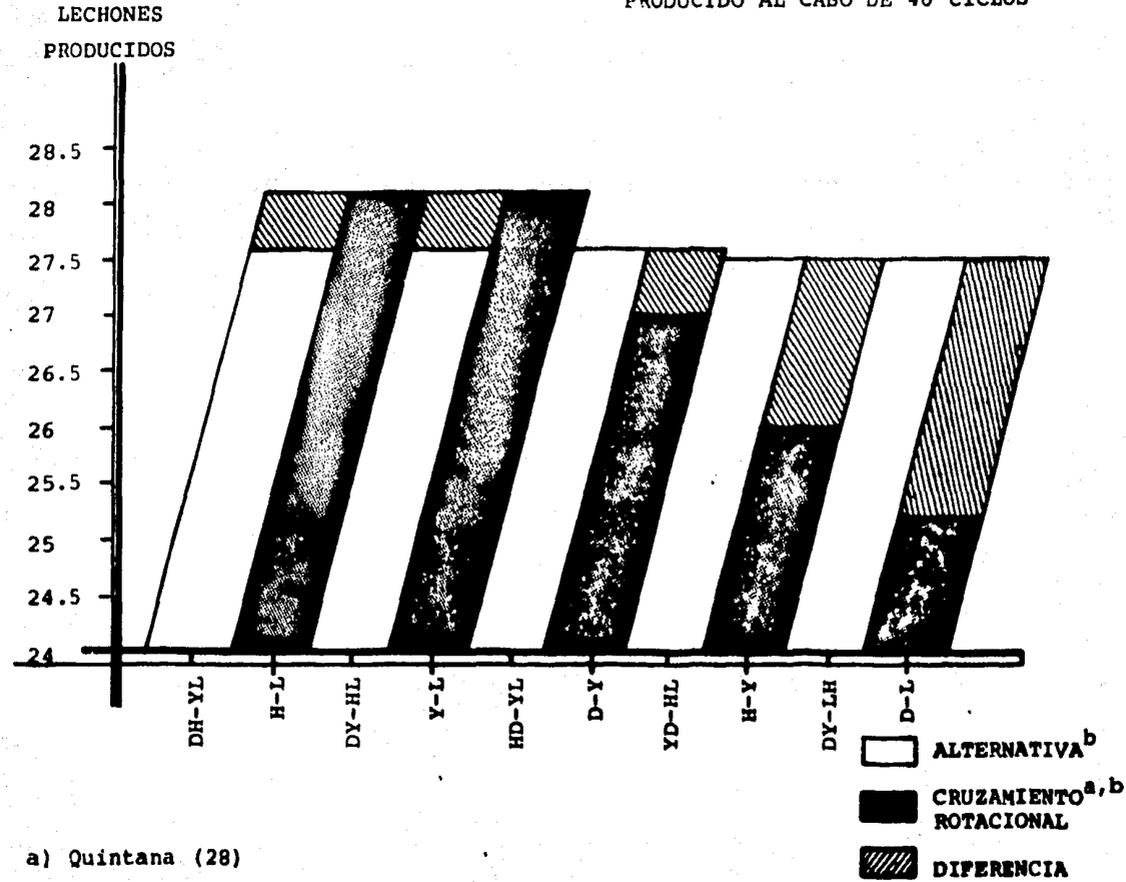
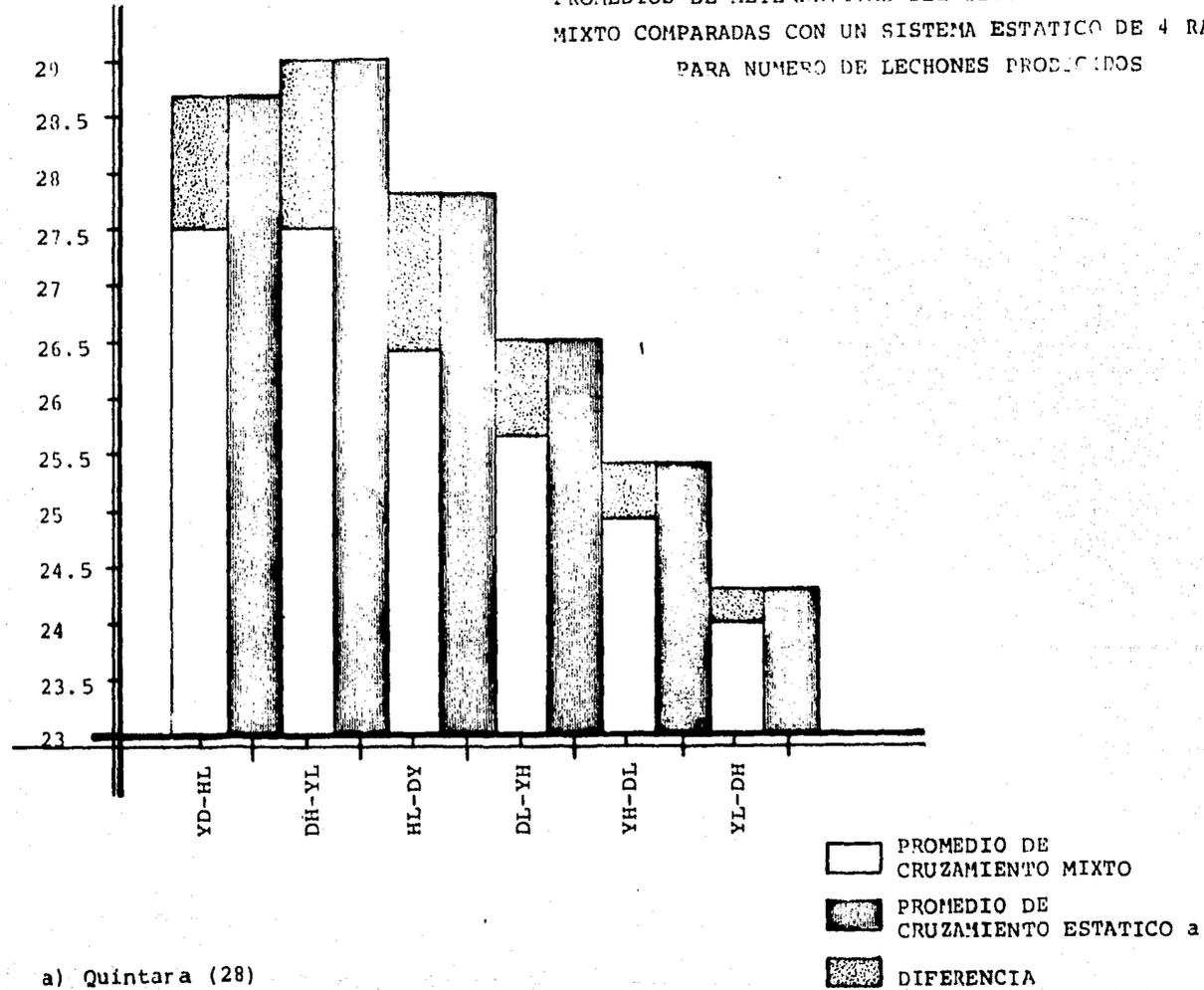


FIGURA 13

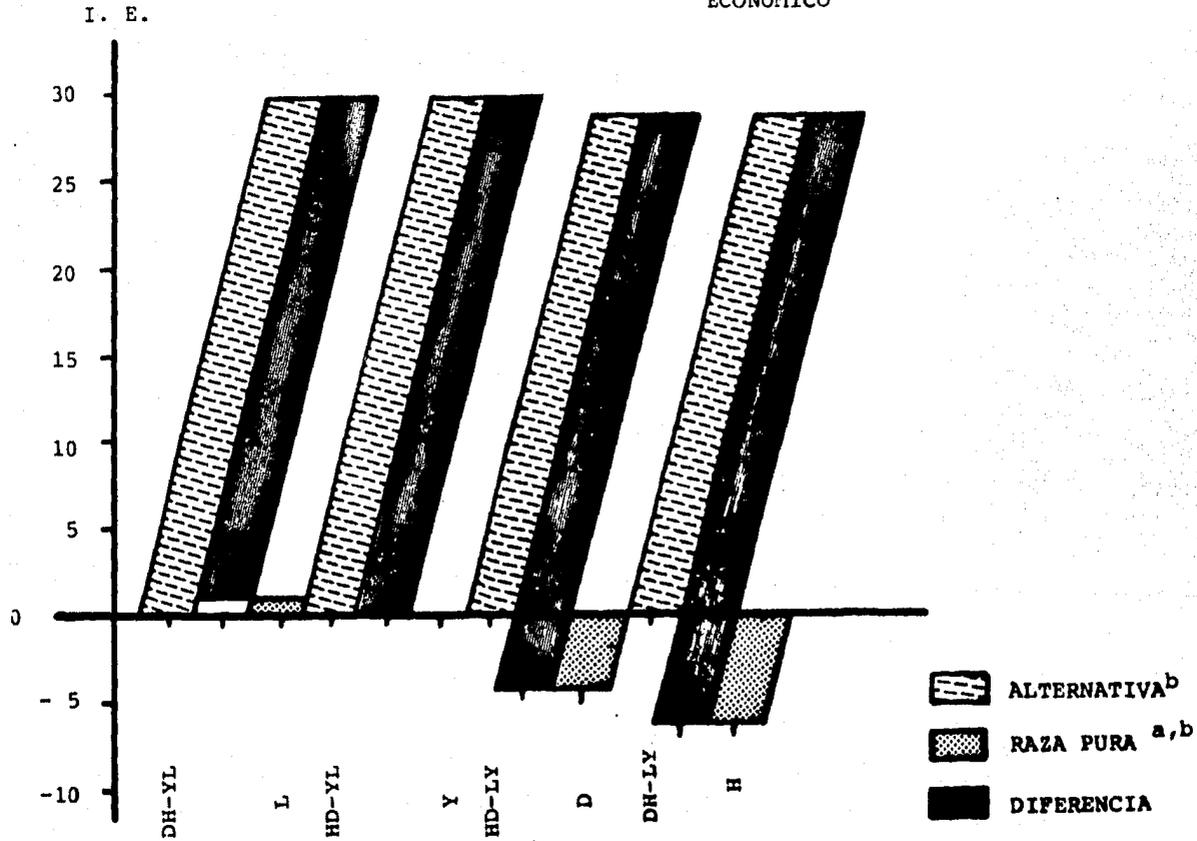
PROMEDIOS DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE CRUZAMIENTO MIXTO COMPARADAS CON UN SISTEMA ESTATICO DE 4 RAZAS PARA NUMERO DE LECHONES PRODUCIDOS



a) Quintara (28)

b) L=Landrace, H=Hampshire, Y=Yorkshire, D=Duroc.

FIGURA 14
 MEJORES ALTERNATIVAS COMPARADAS CONTRA
 SISTEMAS DE RAZAS PURAS PARA INDICE
 ECONOMICO

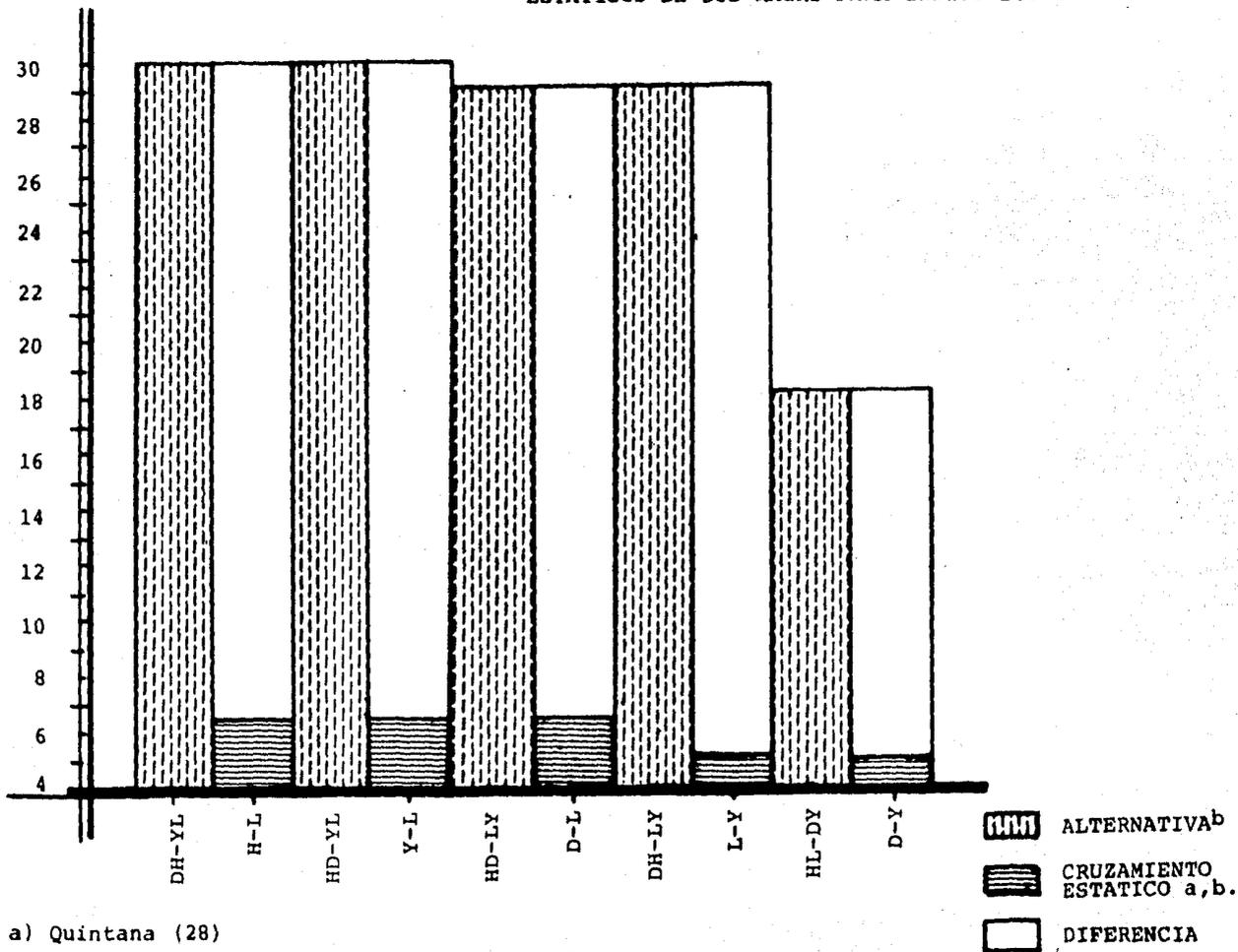


a) Quintana (28)

b) L=Landrace, H=Hampshire, Y=Yorkshire, D=Duroc.

MEJORES ALTERNATIVAS COMPARADAS CONTRA CRUZAMIENTOS
ESTATICOS DE DOS RAZAS PARA INDICE ECONOMICO

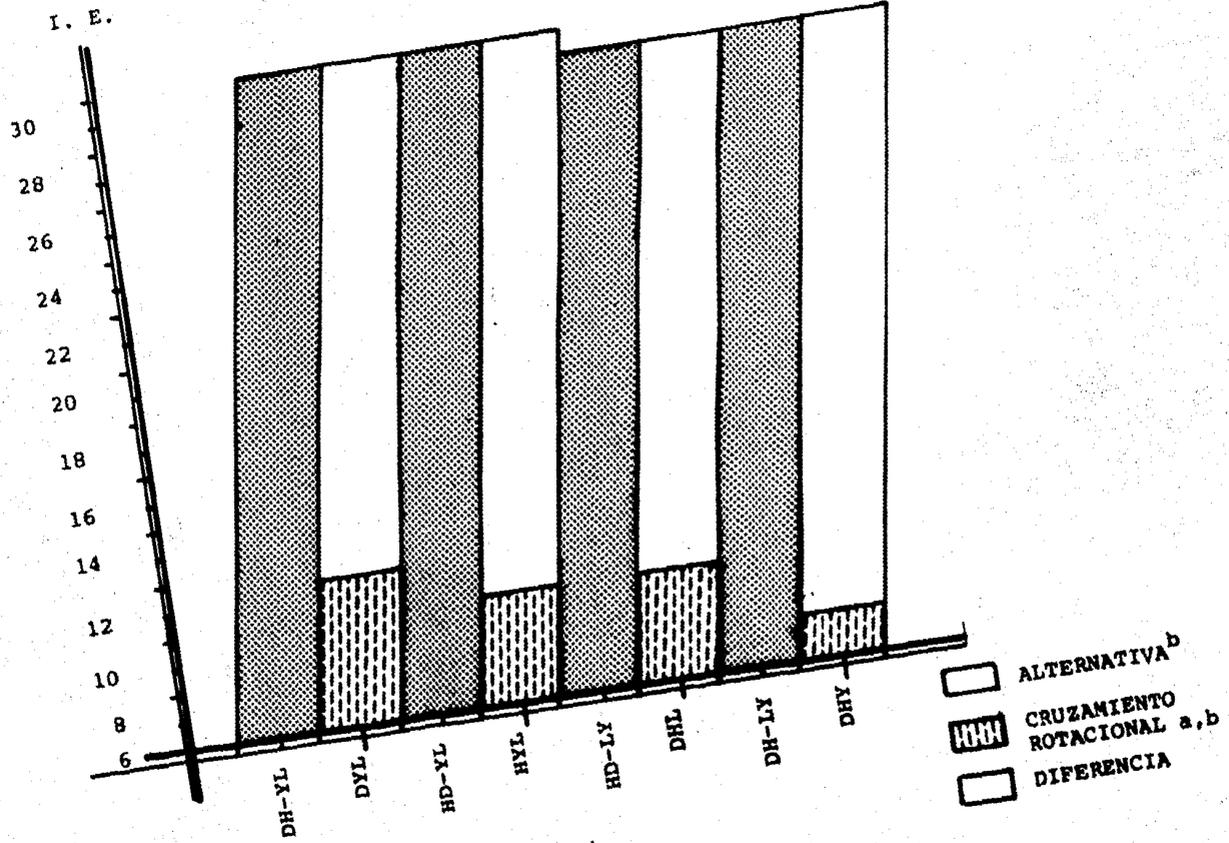
I. E.



a) Quintana (28)

b) L=Landrace, H=Hmpshire, Y=Yorkshire, D=Duroc.

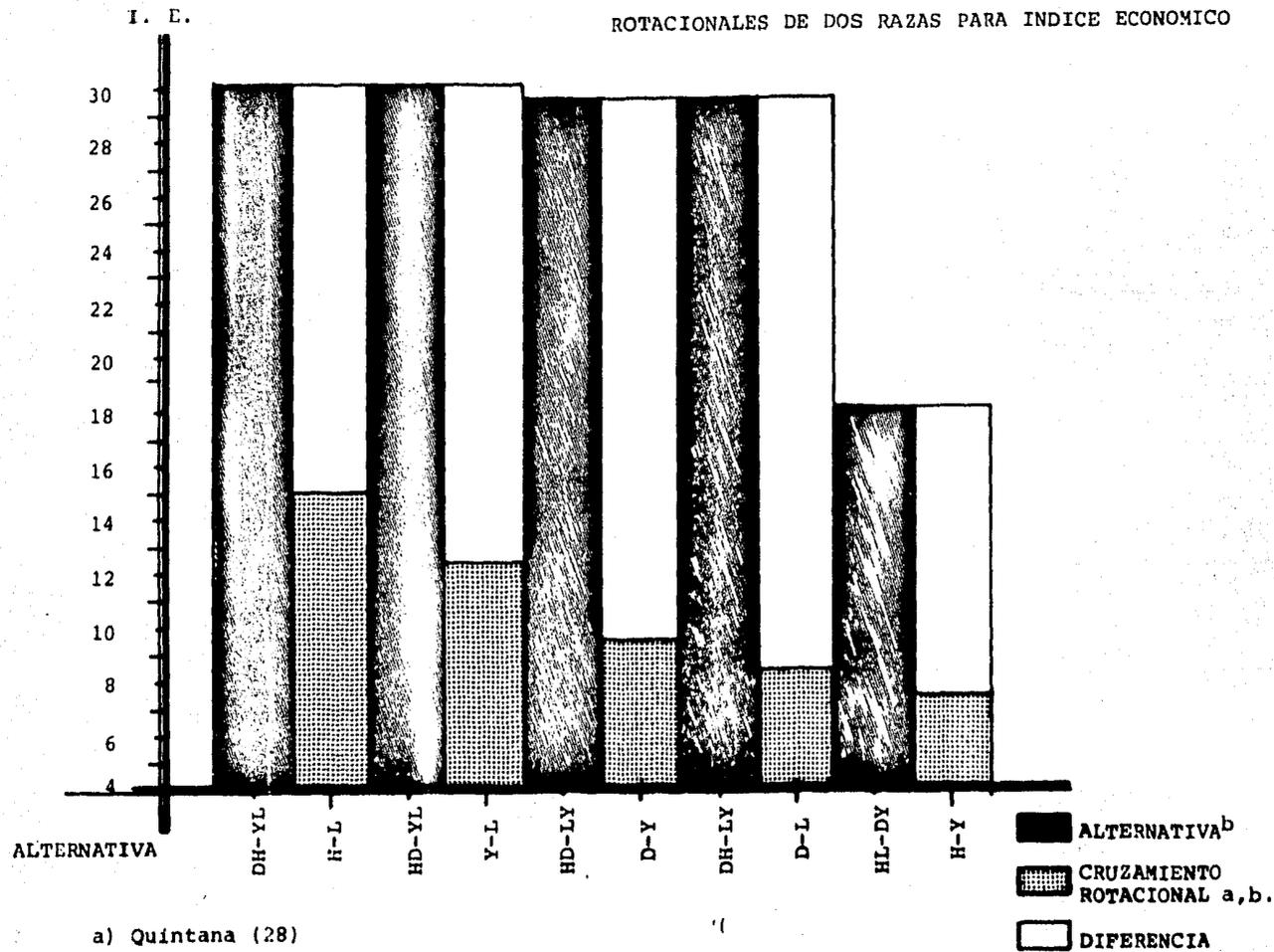
FIGURA 16
 MEJORES ALTERNATIVAS COMPARADAS CONTRA CRUZAMIENTOS
 ROTACIONALES DE TRES RAZAS PARA INDICE ECONOMICO



a) Quintana (28)
 b) Landrace, H=Hampshires, Y=Yorkshire, D=Duroc.

FIGURA 17

MEJORES ALTERNATIVAS COMPARADAS CONTRA CRUZAMIENTOS
ROTACIONALES DE DOS RAZAS PARA INDICE ECONOMICO

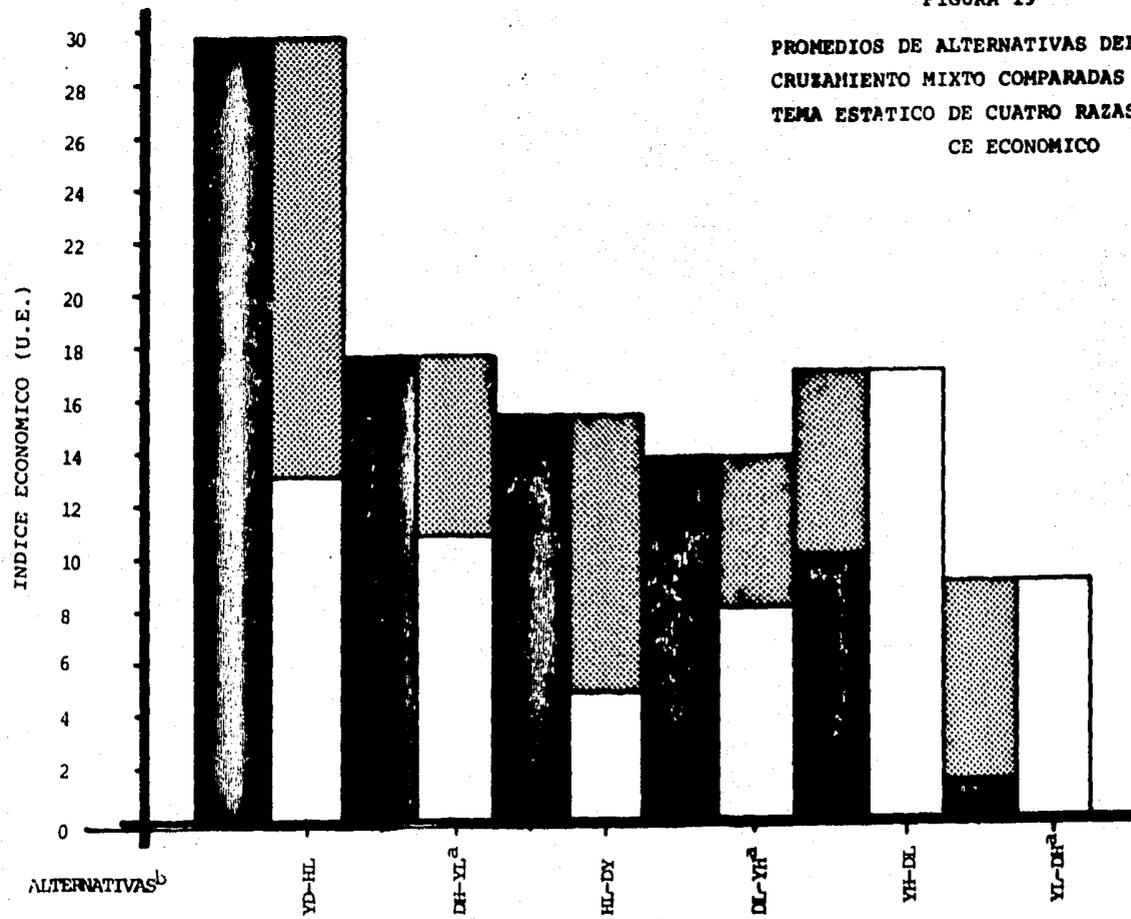


a) Quintana (28)

b) L=Landrace, H=Hampshire, Y=Yorkshire, D=Duroc.

FIGURA 19

PROMEDIOS DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE
 CRUZAMIENTO MIXTO COMPARADAS CON UN SIS-
 TEMA ESTATICO DE CUATRO RAZAS PARA INDI-
 CE ECONOMICO



a) Quintana (28)

b) L=Landrace, H=Hampshire, Y=Yorkshire, D=Duroc.

Bibliografia citada:

- 1.- Ahlschwede, W.T. and Robison, O.W.: Prenatal influences on growth and backfat in swine. *J. Anim. Sci.*, - 32:10-16 (1971).
- 2.- Ahlschwede, W.T. and Robison, O.W.: Maternal effects on weights and backfat of swine. *J. Anim. Sci.*, - - - 33:1206-1211 (1971).
- 3.- Alsing, I., Krippel, J. und Pirchner, F.: Maternal effects on the heritability of litter traits on pigs. - *Zeitschrift für Tierzüchtung und Züchtungsbiologie.*, 97:241-249 (1980). (Animal Breeding Abstracts 49:7131).
- 4.- Batra, T.R. and Touchberry, R.W.: Birth weight and -- gestation period in purebred and crossbred dairy - -- cattle. *J. Dairy Sci.*, 57:323-327 (1974).
- 5.- Batra, T.R. and Touchberry, R.W.: Weights and body -- measurements of Holstein and Guernsey females and -- their crosses, *J. Dairy Sci.*, 57:842-848 (1974).
- 6.- Bereskin, B., Hetzer, H.O., Peters, H.W. and Norton, H.W.: Genetic and maternal effects on pre-weaning - - traits in crosses of high and low fat lines of swine. *J. Anim. Sci.*, 39:1 (1974).
- 7.- Bereskin, B., Shelby, C.E. and Hazel, L.N.: Carcass - traits of purebred Duroc, Yorkshire and their crosses. *J. Anim. Sci.*, 32:413 (1971).
- 8.- Bereskin, B. and Touchberry, R.W.: Crossbreeding dairy cattle. III. First lactation production. *J. Dairy Sci.* 49:656-667 (1966).

- 9.- Bereskin, B. and Touchberry, R.W.: Crossbreeding dairy cattle. IV. Effects of breed group, lactation, production and pregnancy on body growth generation. *J. Dairy Sci.*, 50:876-883 (1967).
- 10.- Bolick, G.M., Stewart, H.A. and Dillard, E.U.: Comparison of three breed rotational crossbreeding program - with an inbred and an outbred population in swine. - - (Abstract). *J. Anim. Sci.*, 5:1222 (1956).
- 11.- Cartwright, T.C., Fitzhugh, H.A. and Long, C.R.: Systems analysis of sources of genetic and enviromental - variation in efficiency of beef production. *J. Anim. - Sci.*, 40:433 (1975).
- 12.- Chambers, D. and Whatley, J.A.: Heterosis in crosses - of inbred lines of Duroc swine. *J. Anim. Sci.*, 10:505 (1951).
- 13.- Dickerson, G.E.: Experimental approaches in utilising breed resources. *Anim. Breed. Abs.*, 37:191-202 (1969).
- 14.- Dickerson, G.E. Lush, J.L. and Culberston, C.C.: Hybrid vigor in single crosses between inbred lines of Poland China swine. *J. Anim. Sci.*, 5:16 (1946).
- 15.- Durham, R.M., Chapman, A.B. and Grummen, R.H.: Inbred versus non inbred boars used in two sire herds on Winsconsin farms. *J. Anim. Sci.*, 11:135 (1951).
- 16.- Freedden, H.T.: Pig breeding: current programs v.s. future production requirements. *Can. Jour. of Anim. Sci.*, 60:241-251 (1980). (*Anim. Breed. Abs.* 49:253).
- 17.- Gaines, J.A. and Hazel, L.N.: Diferences in litter size and growth rate among purebred and crossbred swine -

- 18.- Johnson, R.K. and Omtvedt, I.T.: Evaluation of purebred and two breed crosses in swine. Reproductive performance. J. Anim. Sci., 37:1279 (1973).
- 19.- Johnson, R.K. and Omtvedt, I.T.: Maternal hetrosis in swine. Reproductive performance and dam productivity. J. Anim. Sci., 40:29 (1975).
- 20.- Johnson, R.K., Omtvedt, I.T. and Walters, L.E.: Comparison of productivity and performance for two-breed and three-breed crosses in swine. J. Anim. Sci., 46:69-82 (1978).
- 21.- Johnson, R.K.: Crossbreeding in swine: experimental results. J. Anim. Sci., 52:906-923 (1981).
- 22.- King W.R., Gobble, J.L. and Henning, W.L.: A study of the use of inbred boars for crossbreeding in swine -- (abstract). J. Anim. Sci., 11:741 (1951).
- 23.- Kuhlert, D.L., Jungst, S.B., Edwards, R.L. and Little, J.A.: Comparison of specific crosses from Landrace, Duroc-Landrace and Yorkshire-Landrace sows. J. Anim. Sci., 53:40-48 (1981).
- 24.- Lishman, W.B., Smith, W.C., Richard, M. and Thompson, R.: The comparative performance of purebred and crossbred boars in commercial pig production. Anim. Prod., 21:69 (1975).
- 25.- López Portillo, José., Sexto Informe de Gobierno.: -- Anexo I Estadístico. Talleres Gráficos de la Nación. México, D.F. 1982.
- 26.- More O'Ferrall, G.L., Hetzer, H.O. and Gaines, J.A.: Heterosis in postweaning traits of swine. J. Anim. --

- Sci., 27:17 (1968).
- 27.- Neely, J.D., Johnson, B.H. and Robison, O.W.: Heterosis estimates for measures of reproductive traits in crossbred boars, J. Anim. Sci., 51:1070:1077 (1980).
- 28.- Quintana, F.G.: Crossbreeding in swine. An evaluation system. Ph. D. Thesis. Dep. Anim. Sci. N.C. State University, Raleigh, 1979.
- 29.- Plan Global de Desarrollo 1980-1982. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D.F. 1980.
- 30.- Robison, O.W., McDaniel, B.T. and Rincón, E.J.: Estimation of direct and maternal additive and heterotic effects from crossbreeding experiments in animals. J. Anim. Sci., 52:44-50 (1981).
- 31.- Sard, V.M.: Computer systems in veterinary practice. The Vet. Rec., June 20:529-531 (1981).
- 32.- Sellier, P.: The basis of crossbreeding in pigs. A review. Livestock Production Sci., 3:203-226 (1976).
- 33.- Tucker, H.F., Dickerson, G.E. and Lasley, L.E.: Crossbreeding effects on growth, digestion, feed utilization and carcass composition in swine under full and equalized feeding, with and without antibiotics (Abstract). J. Anim. Sci., 11:745 (1951).
- 34.- Wilson, E.R., Johnson, R.K. and Wetterman, R.P.: Reproductive and testicular characteristics of purebred and crossbred boars. J. Anim. Sci., 44:939-947 (1977).
- 35.- Wilson, E.R. and Johnson, R.K.: Comparison of three-breed and backcross swine for litter productivity and postweaning performance. J. Anim. Sci., 52:18-25 - -

(1981).

- 36.- Wilson, E.R. and Johnson, R.K.: Comparison of mating systems with Duroc, Hampshire and Yorkshire breeds of swine for efficiency of swine production. J. Anim. -- Sci., 52:26-36 (1981).
- 37.- Young, L.D., Johnson, R.K. and Omtvedt, I.T.: Reproductive performance of swine bred to produce purebred and two-breed cross litters. J. Anim. Sci., 46:1124 - (1976).
- 38.- Young, L.D., Johnson, R.K., Omtvedt, I.T. and Walters, L.E.: Postweaning performance and carcass merit of -- purebreds and two-breed cross pigs. J. Anim. Sci., -- 46:1124 (1976).