B 194 Tesis
C 287

CARACTERISTICAS DE LA CANAL DE LAS RAZAS CRIOLLO, BRAHMAN, SANTA GERTRUDIS Y SUS CRUZAS RECIPROCAS

por

Salvador Carmona Becerra

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

Centro de Enseñanza e Investigación

Turrialba, Costa Rica

Febrero de 1966

BIBLIOTECA CONMEMORATIVA
ORTON
INSTITUTO INTERAMERICANO DE
CIENCIAS AGRICOLAS
21738
TURRIALBA COSTA RICA

CARACTERISTICAS DE LA CANAL DE LAS RAZAS CRIOLLO, BRAHMAN, SANTA GERTRUDIS Y SUS CRUZAS RECIPROCAS

Tesis

Sometida al Consejo de Estudios Graduados
como requisito parcial para optar al Grado

de

Magister Scientiae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

Permiso para su publicación, reproducción total o
parcial, debe ser obtenido en dicho Instituto

APROBADA: _____ Consejero

_____ Comité

_____ Comité

_____ Comité

_____ Comité

Febrero de 1966

A mi madre y Hermanos

A la Familia Espinoza

A la memoria de mi maestro:

Ing. Guillermo L. Narváez
(Q.P.D.)

AGRADECIMIENTOS

Mi sincero agradecimiento:

Al Dr. John V. Bateman por haberme brindado toda clase de facilidades para continuar los estudios de postgraduado en la Disciplina de Zootecnia, además de los consejos para el desarrollo de este trabajo.

Al Ing. Hector Muñoz C. que con gran voluntad y constancia me trasmitió sus conocimientos y por la participación tan activa que tuvo en el desarrollo de todas las etapas de este estudio.

Al Dr. Richard A. Damon Jr. Director Asociado de la Estación Experimental de Massachusets por su valiosa ayuda en la solución de matrices mediante las máquinas IBM de dicha Institución.

Al Dr. Jorge de Alba por su contribución tan valiosa en la lectura, corrección y sugerencias del manuscrito.

Al Prof. S. H. Justesen por la revisión de los cálculos estadísticos.

Al Ing. Candelario Ríos por sus buenas sugerencias para verificar este trabajo; además de sus consejos personales.

Al Prof. John Blyndestein por sus sugerencias para la escritura de este trabajo.

A mis compañeros.

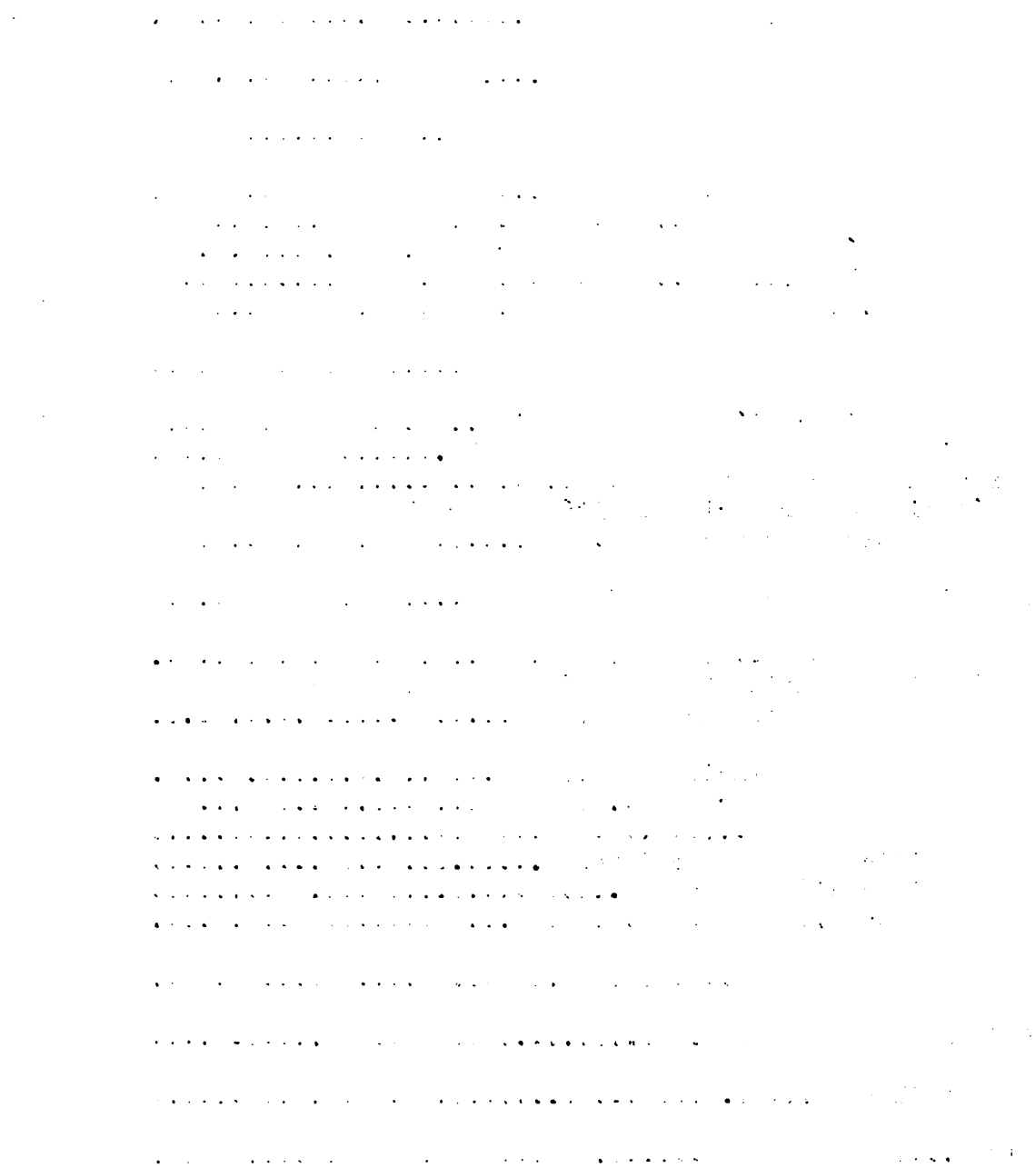
BIOGRAFIA

Salvador Carmona Becerra nació en Guadalupe, Zacatecas, México el 20 de mayo de 1942. Sus estudios de educación primaria y secundaria los verificó en su estado, la educación de Bachillerato se llevó a cabo en la Universidad de Nuevo León, en Monterrey N. L. que finalizó en 1959. En el mismo año ingresó a la Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro" de Saltillo, Coahuila de donde obtuvo su título de Ingeniero Agrónomo en junio de 1964.

En julio de 1964 ingresó al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas para hacer estudios de postgraduado en la Disciplina de Zootecnia, egresando en febrero de 1966.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
LISTA DE CUADROS	vii
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	3
Peso al sacrificio	5
Rendimiento en canal	6
Calificación al sacrificio y en canal	8
Area muscular	11
Suavidad	15
MATERIALES Y METODOS	18
Peso y calificación al sacrificio	19
Rendimiento y calificación en canal	20
Area muscular y dureza	22
Análisis de variancia simultáneo para los valores de los puros y sus cruzas	23
PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	27
Ajuste de datos	27
Análisis de variancia simultáneo para los valores de los puros y sus cruzas	28
Peso al sacrificio	30
Rendimiento en canal	36
Area muscular	39
Calificación al sacrificio	42
Calificación en canal	45
Suavidad	50
RESUMEN Y CONCLUSIONES	53
SUMMARY AND CONCLUSIONS	57
LITERATURA CITADA	61
APENDICE	70



LISTA DE CUADROS

Cuadro Nº		Página
1	Indices de herencia en por ciento para calificación al sacrificio y en canal, determinados por varios autores	11
2	Indices de herencia para área muscular, determinados por varios autores y métodos	13
3	Origen genético de los animales utilizados	18
4	Grados y puntuación utilizados para calificaciones al sacrificio y en canal	21
5	Grados de libertad para el modelo utilizado en las seis medidas bajo estudio	25
6	Datos originales de los cuatro años para peso al sacrificio, calificación al sacrificio y en canal de tres razas puras y sus cruzas recíprocas	77
7	Datos originales de los cuatro años para rendimiento en canal, área muscular y suavidad de tres razas puras y sus cruzas recíprocas	78
8	Ecuaciones de mínimos cuadrados para el Modelo $Y_{ghijk} = \mu + tg + ... + \Sigma_{ghijk}$. Peso al sacrificio	79
9	Ecuaciones reducidas por columnas en peso al sacrificio	79
10	Ecuaciones reducidas para mínimos cuadrados y R.H.M. (miembro derecho de la ecuación) para peso al sacrificio	79
11	Ecuaciones de mínimos cuadrados para el Modelo $Y_{ghijk} = \mu + tg + ... + \Sigma_{ghijk}$. Rendimiento en canal	80
12	Ecuaciones reducidas por columnas en rendimiento en canal	80
13	Ecuaciones reducidas para mínimos cuadrados y R.H.M. (miembro derecho de la ecuación) para rendimiento en canal	80

Cuadro Nº		Página
14	Ecuaciones de mínimos cuadrados para el modelo $Y_{ghijk} = \mu + tg + ... + \Sigma_{ghijk}$. Area muscular	81
15	Ecuaciones reducidos por columnas en área muscular	81
16	Ecuaciones reducidas para mínimos cuadrados y R.H.M. (miembro derecho de la ecuación) para área muscular	81
17	Ecuaciones de mínimos cuadrados para el modelo $Y_{ghijk} = \mu + tg + ... + \Sigma_{ghijk}$. Calificación al sacrificio	82
18	Ecuaciones reducidas por columnas en calificación al sacrificio	82
19	Ecuaciones reducidas para mínimos cuadrados y R.H.M. (miembro derecho de la ecuación) para calificación al sacrificio	82
20	Ecuaciones de mínimos cuadrados para el modelo $Y_{ghijk} = \mu + tg + ... + \Sigma_{ghijk}$. Calificación en canal	83
21	Ecuaciones reducidas por columnas en calificación en canal	83
22	Ecuaciones reducidas para mínimos cuadrados y R.H.M. (miembro derecho de la ecuación) para calificación en canal	83
23	Ecuaciones de mínimos cuadrados para el modelo $Y_{ghijk} = \mu + tg + ... + \Sigma_{ghijk}$. Suavidad	84
24	Ecuaciones reducidas por columnas en suavidad ...	84
25	Ecuaciones reducidas para mínimos cuadrados y R.H.M. (miembro derecho de la ecuación) en suavidad	84
26	Coeficientes de correlación entre las medidas bajo estudio y peso al sacrificio, y edad del torete	27
27	Análisis de variancia para peso al sacrificio, rendimiento en canal y área muscular	29

Cuadro Nº		Página
28	Análisis de variancia para calificación al sacrificio, calificación en canal y suavidad	30
29	Tabla de constantes para ajuste	31
30	Comparaciones para años y efectos genéticos, en pesos al sacrificio ajustados por sus constantes .	35
31	Comparaciones para años y efectos genéticos, en rendimiento en canal	39
32	Comparaciones para años en área muscular	42
33	Comparaciones de los efectos genéticos para calificación al sacrificio	45
34	Comparaciones para efectos genéticos, en calificación en canal	49
35	Comparaciones para años y efectos genéticos en datos ajustados de suavidad	52
36	Resumen de la influencia de los efectos genéticos sobre las características estudiadas	55

INTRODUCCION

El aumento de la población mundial en la actualidad, trae consigo el problema de proporcionarle alimento y la necesidad de incrementar la producción en todas las ramas agropecuarias. Con la aplicación de los principios genéticos a la cría del ganado bovino, especialmente al ganado bovino de carne, se han logrado adelantos que han contribuído en ciertos países a resolver en parte el problema del abastecimiento de carne.

Las razas especializadas en producción de carne son en su mayoría de origen europeo; estas razas fueron desarrolladas en ambientes muy favorables. Cuando estas razas fueron trasladadas de su lugar de origen para ser explotadas en otras condiciones, se observó que en ciertos ambientes, dichas razas prosperaban pero en otros se encontraban con serias dificultades para igualar la productividad de sus lugares de origen. Esto principalmente fue ocasionado por la falta de adaptación a climas rigurosos y a la falta de un manejo y alimentación adecuado. Estos problemas ocurren comúnmente en las regiones desérticas y tropicales.

Precisamente este problema de adaptación, hizo que los investigadores enfocaran su atención para buscar el tipo o tipos de ganado capaces de prosperar bajo dichas condiciones.

La técnica de cruzamientos surgió por la necesidad de combinar en un solo individuo, las características de adaptación observadas en razas como las cebuinas, con las características de producción de las razas europeas. De esta manera se llegó a obtener el conocimiento del efecto del vigor híbrido en el ganado.

En países tal como los Estados Unidos, donde la explotación pecuaria se efectúa en forma intensiva y en donde los adelantos logrados en

el mejoramiento genético de los animales ha sido paralelo al desarrollo tecnificado de manejo y alimentación, los logros alcanzados en la producción de carne han sido grandes. En los países de la América Latina donde la explotación del ganado de carne está basada en pastoreo y en donde los métodos de crianza, alimentación y manejo no han sido suficientemente desarrollados, el conocimiento e importancia de la calidad de la carne y las relaciones de esta con los diferentes genotipos que se explotan, son generalmente ignorados.

La situación es diferente en otros lugares en donde el mercado consumidor con sus preferencias por cierto tipo de carne con determinadas cualidades, ha impuesto algunos requisitos al criador, surgiendo así las divisiones, calificaciones, calidades, etc. del ganado y consecuentemente, la diferencia en remuneración del producto carne. Esto ha planteado la necesidad de estudiar más detalladamente las diferencias o similitudes existentes en las carnes de los distintos genotipos de razas puras o cruzamientos, para que de esta manera, se pudieran determinar los tipos que dieran mayores ventajas, considerando que la meta es tener una alta producción acompañada de buena calidad.

Los objetivos principales del presente trabajo, son los de estimar las diferencias entre las razas Criollo, Brahman y Santa Gertrudis, así como medir las diferencias en las razas puras en cuanto a su habilidad combinatoria general, efectos maternos y efectos ligados al sexo observables en los cruzamientos entre ellos y por lo que se refiere a las siguientes características cuantitativas y cualitativas de la canal: Peso al sacrificio, rendimiento en canal, calificación al sacrificio y en canal, área muscular y suavidad de la carne.

REVISION DE LITERATURA

Las ganaderías desarrolladas en zonas desérticas y de trópico húmedo y con recursos forrajeros muy precarios, se han visto favorecidas con la infusión de sangre de la especie Bos indicus.

La primera importación de cebúes a los Estados Unidos fue hecha a South Carolina en 1849, sin embargo, la popularidad de este ganado comenzó por el año de 1906 (6), fecha en que empezaron a efectuarse programas de cruzamientos con todas las razas existentes. Se había observado que esta raza era resistente no solamente a climas cálidos sinó también al ataque de parásitos y enfermedades, pero no mostraba un peso adecuado a una edad determinada y poseía un temperamente muy nervioso. Es así como se pensó en combinar su rusticidad con los caracteres de producción de otras razas para así lograr producir animales con mayor adaptabilidad y fertilidad.

Entre los primeros trabajos de cruzamientos está el de Black y asociados (6), quienes por varios años compararon las cruzas Brahman - Hereford y Brahman - Shorthorn con las razas puras Hereford y Shorthorn respectivamente, por comportamiento y ciertos caracteres de la carne. Contemporáneamente Baker y colaboradores (4) en Louisiana, efectuaron trabajos de cruzamientos de Aberdeen Angus con las razas Brahman y Africander e hicieron comparaciones entre las razas puras con animales con diferentes porcentajes de sangre de las razas usadas. Los resultados de estos trabajos de cruzamientos, fueron la base para que se llevaran a cabo la formación de razas como la Santa Gertrudis, bien establecida en la actualidad y otras (Beefmaster, Brangus, Charbray) todavía en proceso formativo. Estudios más recientes y más

completos sobre cruzamientos y sus ventajas, han sido efectuadas por Damon y colaboradores (26, 29, 30, 31) en Louisiana y por Cunha y colaboradores (28) en Florida.

Las ventajas de los cruzamientos en lo que respecta a factores de producción, han sido verificadas bajo diferentes condiciones. Sin embargo las preferencias del mercado, han influído para que el ganadero cambie sus métodos de cría para obtener además de altos rendimientos, un producto que cubra las exigencias de la demanda y en consecuencia obtener mejores precios (15, 54, 68).

Estas preferencias son las que dieron origen a normas de clasificación de ganado y calificación de la carne que en algunos países ganaderos, forman un código bien establecido (54, 67).

El animal y su producto son calificados tomando en cuenta la medida de ciertos factores como son: la conformación, acabado y calidad (4, 8, 12, 28). Con el fin de evitar en lo posible las variaciones al aplicar estas medidas, existen normas de comparación con divisiones definidas, de tal manera que la carne procedente de todos los animales en diferentes estados de desarrollo se puedan juzgar.

En la aplicación de las normas mencionadas por varios autores (67, 78) se reconocen las siguientes clases de ganado: novillos, toretes, vacas, toros y castrados adultos.

En cuanto a la calificación de la carne de las clases mencionadas, hay diferencias según el país; en los Estados Unidos son: Prime, Choice, Good, Standard, Commercial, Utility, Cutter y Canner ordenados en forma de categoría descendente.

Según opinión de varios autores (28, 67), la conformación se refiere a la forma general de la canal o a la proporción músculo, grasa,

hueso. El acabado es la cantidad y distribución interior y exterior de la grasa en la canal, tomándose en cuenta el color y la firmeza o suavidad de dicha grasa en el músculo; el color y textura de la carne; la edad fisiológica determinada por la forma, color y porosidad del hueso. Más específicamente puede decirse que la finalidad de estas medidas es para buscar la forma de seleccionar animales que tengan tales características.

Peso al sacrificio

El peso al sacrificio es una medida de crecimiento del animal, comúnmente usada para comparar el desarrollo de las diferentes razas en un tiempo dado y bajo condiciones similares. Es difícil establecer un peso final al que deban sacrificarse los animales, ya que las costumbres y métodos de engorde son variables en los países ganaderos (68). En los Estados Unidos donde se acostumbra el consumo de carne de animales jóvenes, alimentados con concentrados, el sacrificio se hace regularmente a las 900 lb. de peso o a una edad de dos años; estas condiciones difieren a las de muchos lugares de América Latina, debido a que la ceba de animales generalmente se lleva a cabo en pastoreo, por resultar más económico, pues el mercado no remunera el engorde en corrales por no estar bien establecido un sistema de calificación de calidad que mejore los precios. Por esto no es raro observar que se lleven al sacrificio animales de 4 o más años de edad (2).

El peso al sacrificio adquiere su verdadera importancia cuando se le estudia junto con la eficiencia y magnitud de los aumentos de peso durante el período de engorda y en este sentido varios autores (36, 39, 52), señalan la ventaja en favor de los animales cruzados sobre

los puros para lograr mayores pesos bajo igualdad de condiciones, sobresaliendo esta cualidad cuando intervienen en los cruzamientos las razas Brahman y Charolais (4, 8, 11, 26, 55, 68).

Con el propósito de disminuir más el tiempo en lograr los pesos al sacrificio, algunos autores (16, 73, 82, 98) muestran que con el uso de hormonas se estimula el crecimiento, el apetito y se mejora la eficiencia; bajo estas condiciones existe la opinión (6, 25, 74) de que los animales cruzados con Brahman y engordados en corral, tienen un comportamiento inferior que en condiciones de pastoreo.

El peso final es un carácter que muestra posibilidades de ser mejorado por selección pues la magnitud del índice de herencia determinado por varios autores (59, 60, 87) así lo manifiesta.

Rendimiento en canal

Se entiende por rendimiento en canal a la relación expresada en por ciento entre el peso al sacrificio y el peso de la canal oreada o refrigerada. Según opiniones de diferentes autores (9, 11, 31), el peso de la canal que se debe usar para obtener tal rendimiento, debe ser tomado después de 48 a 72 horas de oreo a una temperatura de 5ºC, pero cuando se efectúa con el peso de la canal en caliente (recién matada), debe rebajarse de 1 a 2% al rendimiento obtenido.

Las razas de ganado de carne muestran diferencias en rendimiento que han sido estudiadas por muchos autores. Damon (31) trabajando con ganado de las razas Angus, Brahman, Brangus, Charolais, Hereford, Shorthorn y cruzas recíprocas para algunas de éllas, encontró superioridad del ganado Brahman para producir altos rendimientos. En este mismo trabajo, los más altos valores pertenecieron a todos aquellos animales en

que intervenía como madre o padre la raza Brahman y la raza Charolais. La ventaja de los cruzamientos con Charolais para rendimiento han sido demostrados también por López y asociados (68) en Argentina.

Butler y colaboradores (9, 10) usaron la raza Hereford y el cruzamiento Brahman-Hereford, encontraron que la cruza rindió en promedio 62.98% contra 60.25% para la raza pura, además de sufrir esta última una merma por transporte mucho mayor. Resultados similares han sido obtenidos por otros autores (6, 12, 51, 74, 81).

Carpenter y otros (11) utilizaron el ganado Brahman y la cruza Brahman-Shorthorn y no encontraron efecto de vigor híbrido para rendimiento. Sin embargo, estos resultados están en desacuerdo con los obtenidos por Kincaid (55) con las razas inglesas y Brahman y por Gerlaugh (39) con las razas inglesas. El hecho de que el ganado Brahman tenga mayores rendimientos, ha llamado mucho la atención de varios investigadores (6, 10, 11, 85) quienes han observado de estudios de las diferentes razas y sus comparaciones, que la raza Brahman aparte de otras cualidades, tiene un canal digestivo mucho más liviano que las demás razas y con esto explican también, el hábito característico de este ganado, de comer poco en un tiempo pero a intervalos más seguidos.

Wellington y asociados (100) estudiaron el efecto de la edad y de varios niveles de nutrimentos sobre el rendimiento y otras características de la canal, encontraron que los animales que consumieron más nutrimentos digestibles totales tuvieron mayor rendimiento en canal y que este no fue afectado por la edad. Estos resultados son confirmados por Klosterman (5, 56, 62).

De estudios efectuados para la determinación del índice de herencia para este carácter, se han obtenido valores muy variables como los mostrados por Knapp y Nordskog (61) de 1% y otros de 69.1%, 72.7%, obtenidos por Dawson y Shelby (34, 87) respectivamente. Es claro que la variación observada no solamente se debe a los ambientes tan diferentes en que fueron tomados los datos, sinó también, a las diferentes razas y métodos usados en su determinación. Sin embargo la mayor parte de estos índices, muestran posibilidades para poder obtener el mejoramiento de este carácter a través de la selección.

Calificación al sacrificio y en canal

Si la calificación en pie y en canal son factores determinantes del precio que el ganado recibirá en el mercado, es lógico que no solamente el criador desee trabajar con aquellas razas que más le rindan en este sentido, sinó que también al comprador le interesa conocer cual será el rendimiento que obtendrá al adquirir determinada clase de animales.

Desde el punto de vista del mejoramiento del ganado, la selección se ha venido verificando sobre una apreciación subjetiva y visual como lo es la calificación y es de interés conocer las fuentes que puedan causar variación a esta característica, para así aplicarla sobre una base más segura y objetiva mediante los programas de mejoramiento.

Con el propósito de medir el comportamiento de varias razas puras y compararlas con sus cruzas, se citan varios trabajos entre los que se menciona el de Damon y asociados (31), quienes encontraron que los análisis de calificación al sacrificio y en canal dieron resultados similares y muestran que los novillos puros y las cruzas con las razas

Angus, Hereford y Shorthorn calificaron más alto que los de sangre Brahman, Brangus, y Charolais. Estos resultados son parecidos a los de López y colaboradores (68) quienes trabajaron con varias razas inglesas y Charolais.

Peacock y otros (11, 78, 79) estimaron la influencia de la raza Brahman en varios cruzamientos con Shorthorn, indicaron que a medida que aumentaba la sangre Shorthorn, se incrementaban las calificaciones y así el grado más alto perteneció al genotipo 3/4 Shorthorn-1/4 Brahman, el más bajo para el Brahman puro; así mismo, encontraron que el genotipo 3/4 Brahman-1/4 Shorthorn fue el más pesado y el que presentó mejor eficiencia bajo las condiciones de pastoreo. Temple y colaboradores (95) obtuvieron resultados similares con las razas Brahman, Charolais, Hereford y Shorthorn.

En estudios verificados con ganado Brahman y Hereford (10, 74) para comparar calificaciones y otras características de la canal de animales puros contra cruzas, el Hereford puro sobresalió en cuanto a los grados en pie y en canal, sin embargo, las cruzas mostraron mayores pesos al sacrificio y rendimiento. Estos resultados difieren a los obtenidos por Black y asociados (6) quienes no encontraron diferencia significativa entre puros y cruzas;asi mismo, estos autores hacen notar que la tendencia de las razas inglesas a calificar alto, se debe posiblemente al tiempo que llevan ya de selección subjetiva para los puntos que buscan los jueces.

Los efectos sobre la canal que pueda causar la castración de animales a diferentes edades antes del destete, y sus diferencias con toretes, fueron estudiadas por Klosterman (57) quien indica que los

toretes calificaron significativamente más bajo que los novillos, además de tener estos últimos un mayor rendimiento en canal.

Este autor no logró detectar diferencias entre los castrados a uno y siete meses de edad. Estos resultados concuerdan parcialmente con los de Kunkle y asociados (66) en donde los animales castrados a un mes de edad mostraron mejor calificación en canal.

Se han hecho varios intentos para obtener la calificación al sacrificio y en canal a través de medidas corporales pero poco se ha logrado según Mason y otros (9, 22, 70). Sin embargo Knapp (58) formuló una ecuación para calificar que fue probada en muy diversas condiciones con resultados bastante aproximados a los reales, su uso fue descontinuado por ser más práctica la evaluación visual.

Existen varios trabajos (53, 102, 105) que muestran una alta correlación entre calificación al sacrificio y en canal, es decir, que son grandes las posibilidades de obtener canales de alto grado si se seleccionan animales en pie también con valores altos. En este sentido también se ha indicado (14, 36, 47, 71) que los animales que logran mayores aumentos de peso en el engorde, tienden a calificar alto. Sin embargo Woodward (105) opina que la proporción de aumento, no es suficiente como una medida de predicción de la calidad de la canal, señalando que la selección solo para la habilidad de aumentar no mejorará la conformación y viceversa; es decir, que debe de aplicarse selección independiente si se quieren mejorar ambos caracteres.

Los índices de herencia para calificación al sacrificio y en canal han sido determinados por varios autores y muestran que se pueden obtener buenos adelantos al aplicar selección a estos caracteres ya que sus índices son altos. (Cuadro Nº 1).

Cuadro Nº 1. Indices de herencia en por ciento para calificación al sacrificio y canal, determinados por varios autores.

Autor	h Calif. sacrificio	h Calif. canal
Knapp y Nordskog (61)	63.0	84.0
Knapp y Klark (59)	--	33.0
Knapp y Klark (59)	19.0	10.0
Shelby y otros (87)	42.1	16.4
Dawson, Yao y Cook (34)	58.3	66.7
Carter y Kincaid (13)	45.0	20.0
Cundiff y otros (27)	--	62.0

Area muscular

En los Estados Unidos la preferencia por animales que rindan un mayor contenido de carne magra con poca grasa, ha impuesto serias dificultades a los criadores si se considera que animales que generalmente presentan altas calificaciones, dan canales con grandes depósitos de grasa, no sólo intramuscular sinó subcutánea; además presentan bajos rendimientos de carne. Por otro lado si se tienen animales en cuyas canales presentan mucho músculo y poca grasa, se está sacrificando la calificación y consecuentemente la remuneración será menor (44, 65). Sin embargo, tomando en cuenta que las razas aún cuando ya están bien establecidas, todavía presentan variaciones como lo demuestran las líneas dentro de razas, cabe la posibilidad de que existan animales que aparte de mostrar buena calificación tengan buen desarrollo muscular.

De esta manera se podría seleccionar o estudiar el mejoramiento por medio de cruzamientos y al mismo tiempo investigar los métodos a usarse para la engorda (37, 40).

Butler (9) comparó animales Hereford puros contra cruzados Brahman-Hereford y encontró que estos últimos tenían mayor área muscular, pero cuando los datos fueron ajustados a la base de peso constante, las diferencias no mostraron significancia.

En Argentina López y colaboradores (68) señalan la superioridad de las cruzas Charolais sobre las razas Británicas. Resultados parecidos presenta Damon (31) en donde los hijos de toro Charolais aparecieron significativamente más bajos en calificación en canal, fueron los primeros en área muscular. Sin embargo, estos no difirieron de los novillos con sangre Brangus y Angus, pero si de los que contenía sangre Shorthorn, Hereford y Brahman. Esto ha sido observado por otros autores (21, 52, 55).

El área muscular generalmente se mide en el músculo Longissimus dorsi y se interpreta como un estimador del desarrollo muscular de toda la canal (9, 31, 105). Hasta la fecha se sigue usando el planímetro para determinar su superficie; sin embargo debido a la necesidad de efectuar medidas rápidas en una gran cantidad de canales, se han desarrollado métodos fotográficos que además estiman ciertas características como el color, marmoleo, etc. (86, 88).

Se están desarrollando técnicas ultrasónicas para estimar el área muscular en bovinos, tal como la presentada por Stouffer y asociados (92) que ofrecerán ventajas muy prácticas para efectuar esta clase de medidas con animales en pie. Algunos autores (33, 43, 44) han obtenido coeficientes de correlación de 0.89 y 0.63 entre medidas reales y

estimaciones ultrasónicas para área muscular y para grosor de la grasa externa respectivamente. Esto señala su utilidad en la selección de animales para fines de mejoramiento, máxime, si se consideran los altos índices de herencia para estas características. (Cuadro Nº 2).

Cuadro Nº 2. Indice de herencia para área muscular determinados por varios autores y métodos.

Autor	h (%)	Método
Knapp y Nordskog (61)	69	Correlación de medios hermanos
Knapp y Klark (59)	68 y 31	" " " "
Shelby y otros (87)	71.5	Correlación de medios hermanos paternos
Cundiff y otros (27)	73	No especificado

Si se desea tener una medida más específica y explicativa que la obtenida por el área muscular, respecto al valor de la canal, es necesario investigar mejor la separación física de los componentes de la canal. La determinación de los componentes carne, grasa y hueso de la canal, pueden efectuarse mediante su separación física, pero esta operación resulta tardada y costosa por lo que es de importancia el desarrollo de técnicas más sencillas y fáciles de llevar a cabo. En este sentido, Hankins y Howe (42) estudiaron la relación existente entre los componentes carne-grasa-hueso de los bisteques correspondientes a las 9-10-11ª costillas del lado derecho de la canal y la canal entera de novillos, encontrando coeficientes de correlación de 0.90, 0.93 y 0.80 para carne, grasa y hueso respectivamente.

Crown (24) encontró coeficientes de correlación altamente significativos entre datos del 12º y 9-10-11º bisteques de las canales de novillos. En un trabajo posterior Crown y Damon (26) estudiaron el valor del 12º bistec para medir los componentes de la canal y detectaron valores altamente significativos en la magnitud de 0.81, 0.96 y 0.75 para carne, grasa y hueso separables.

Cole y otros autores (19, 76) comprobaron la validez de usar el área muscular del lomo, el contenido de carne de un corte o varios músculos en particular y otras medidas de la canal y encontraron que el contenido de carne de un corte, como pernil y otros son más descriptivos de la carnosidad de la canal que cualquiera de las otras medidas consideradas.

En un estudio posterior (20) desarrollaron ecuaciones de predicción con varias medidas, se encontró que la ecuación de más valor fue la que utilizó el espesor de la grasa y el peso de la canal y que estas medidas están asociadas con mas del 70% de la variación en la carne separable; los valores obtenidos por el uso de estas ecuaciones, son comparables en exactitud a los de Hankins y Howe (42). En Tennessee Cole y otros autores (21) utilizaron las razas Hereford, Angus, Brahman (puros y cruzas), Santa Gertrudis, Holstein, Jersey, Charolais (puros y cruzas), estudiaron la composición de las canales y encontraron que el más bajo porcentaje de músculo correspondió a las razas Hereford y Angus y el más alto a las razas Brahman y Holstein. Sin embargo, al considerar el contenido de grasa, este orden se invirtió totalmente, indicando así el contraste entre desarrollo muscular y contenido de grasa. En lo referente al componente hueso, las razas lecheras tuvieron los más altos valores, la raza Brahman fue intermedia

y las razas inglesas las menores. Damon (31) detectó una tendencia de las razas inglesas, a acumular mayor contenido de grasa que las razas Brahman y Charolais, las cuales no sólo tuvieron los índices más bajos en este sentido, sinó que además fueron las que rindieron más carne magra y un ligero aumento en contenido de hueso. Estos resultados están de acuerdo con los estudios obtenidos por otros autores (6, 55, 68).

Suavidad

El grado de aceptación de la carne está determinado por su suavidad, jugosidad y sabor; estos a su vez son afectados por una serie de factores como edad, marmoleo, raza y otras.

La mayoría de los investigadores están de acuerdo en que el papel más importante en la aceptabilidad lo desempeña la suavidad, la que generalmente es valorada por aparatos como el tenderómetro (Warner-Bratzler, Kramer), por pruebas organolépticas o por grupos de personal adiestrado (taste panel).

El comportamiento de las diferentes razas para esta característica ha sido estudiado por varios autores (6, 18, 31, 55, 68), quienes han encontrado ventajas de las razas inglesas sobre la raza Brahman y en un punto intermedio a las razas lecheras y sus cruzas. Estos resultados han sido confirmados por los trabajos de Carpenter y Palmer (11, 28) con las razas Shorthorn, Brahman y sus cruzas. Dichos autores indican que a medida que se incrementa la proporción de sangre Brahman en los cruzamientos, la carne resulta ser más dura pero con una menor pérdida al cocinarla, debido al menor contenido de grasa. Sin embargo Cole y colaboradores (21) no detectaron diferencia entre las razas Británicas para carne y las de tipo lechero.

Henrickson y Moore (46) investigaron el efecto de la edad sobre la aceptación con animales que variaban desde 6 hasta 90 meses de edad, encontraron que la carne más blanda era aquella de los animales más jóvenes y que el contenido de grasa dentro del músculo (marmoleo) tenía poca importancia en animales menores de 20 meses, pero que en animales más viejos, un buen marmoleo, no sólo mejoraba la suavidad, sino también la jugosidad y el sabor; estos resultados son confirmados por otros autores (17, 49, 99). Sin embargo Wellington y otros (1, 17, 23, 101) afirman que aparte del bajo coeficiente de correlación obtenido entre marmoleo y suavidad, las diferencias en dureza asociadas con el marmoleo contribuyen con sólo el 7% de la variación; lo cual indica la influencia de otros factores aparte de la gordura del animal.

La prueba de suavidad generalmente se determina en muestras del músculo L. dorsi o de algunos otros del pernil por ser los cortes más valiosos. Sin embargo, los valores no son iguales para todas las partes del animal, como lo demostraron los trabajos de Hiner y Hankins y otros autores (49, 83, 89, 93) quienes encontraron variación no sólo dentro del mismo músculo, sino también entre todos los que forman el cuerpo del animal.

Tuma, Hiner y otros autores (50, 94, 96) efectuaron estudios sobre la histología del músculo y su relación a la suavidad, encontraron una tendencia curvilinea entre el aumento de la edad del animal y el aumento del diámetro de la fibra y su dureza.

Ramsbottom y otros (7, 83, 93, 103) obtuvieron una correlación entre la suavidad y la cantidad de tejido conjuntivo (colágeno y elastina) de la muestra y un aumento de dicho tejido con la edad del animal.

Estos resultados no están de acuerdo con los de Wilson y colaboradores (104).

Con el propósito de mejorar la suavidad de la carne por tratamientos especiales, es práctica común someter ésta a maduración en refrigeración y congelamiento. Sin embargo, la literatura consultada (48, 72, 80, 84, 106) señala cierta discrepancia en cuanto al tiempo y temperatura adecuada de refrigeración y congelación para no perjudicar la calidad y aspecto general de la carne.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el Departamento de Industria Animal del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de Turrialba, Costa Rica.

El registro de los datos se verificó a partir del año de 1961 hasta 1964 utilizándose un total de 105 toretes pertenecientes a las razas Santa Gertrudis, Brahman, Criollo y sus cruzas recíprocas como aparecen en el Cuadro Nº 3. La información sobre origen del Criollo, formación de los hatos de empadre para la obtención de los toretes, manejo de los animales y condiciones ambientales del lugar han sido descritas en forma más detallada en las publicaciones pertenecientes a de Alba y Luna (3, 69).

Cuadro Nº 3. Origen genético de los animales utilizados.

		Padres		
		Santa Gertrudis	Brahman	Criollo
MADRES	Santa Gertrudis	G x G	B x G	C x G
	Brahman	G x B	B x B	C x B
	Criollo	G x C	B x C	C x C

G = Santa Gertrudis B = Brahman C = Criollo

Los animales se destetaron todos los años a una edad promedio de 8 meses y después de un período de 15 o 20 días post-destete, eran sometidos a una prueba de 140 días sobre pastoreo con el propósito de estudiar su producción y aumentos de peso, rindiendo de esta manera

animales que promediaban 13 meses de edad al tiempo del sacrificio. Los datos analizados en este estudio son: peso al sacrificio, calificación al sacrificio y en canal, rendimiento en canal, área muscular y dureza o suavidad de la carne; así mismo, se levantaron otras observaciones de carácter acumulativo para trabajos posteriores como análisis de albúmina de la sangre, peso del canal digestivo lleno y vacío, contenido del rumen, separación de la carne, grasa y hueso de medias canales, marmoleo, dureza de carne congelada por cierto tiempo, pruebas de aceptación y otras.

Peso y calificación al sacrificio

Los animales generalmente se sacrificaron al completar la prueba de 140 días. Se pesaban por la mañana, usándose una báscula con aproximación de un kilo e inmediatamente eran puestos a disposición del personal calificador para asignarle su grado al sacrificio; también se obtenía la muestra de sangre para el estudio de la albúmina y en esta condición los animales eran conducidos en camiones hacia el matadero.

Los rastros utilizados en los diferentes años fueron los de la ciudad de Cartago y San José situados a 45 y 60 Km. de Turrialba respectivamente.

Los animales en el rastro, permanecían como mínimo 12 horas sin tomar alimentos antes de ser sacrificados, pero sí tenían libre acceso al agua; de este lugar se llevaban a la báscula para identificarlos debidamente y registrar el peso al sacrificio que es el que se utilizó para el análisis de este trabajo.

Para decidir que ajustes era necesario hacer a los pesos al sacrificio, se hicieron correlaciones con todas las características bajo

estudio además de la edad de la madre y edad del torete y se tomó el criterio de ajustar solamente para la edad del animal, para lo cual los datos fueron sometidos al método de constantes de ajuste, descrito en la obra de Steel y Torrie (91). Es claro que se usó el mencionado método, no porque ese sea su objetivo sino que se aprovechó, porque en su desarrollo se obtienen factores de ajuste para los tratamientos y en este trabajo es lo que se requería. Los datos de la edad de los animales se clasificaron en tres grupos:

a) Animales de 375 y menos días

b) Animales de 376 hasta 410 días inclusive

c) Animales de 411 y más días.

Los pesos al sacrificio también fueron divididos como a continuación se presenta:

a) Animales de 150 a 199 Kg.

b) Animales de 200 a 249 Kg.

c) Animales de 250 a 299 Kg.

d) Animales de 300 y más Kg.

Los factores de ajuste obtenidos se presentan en la página 28. Las observaciones ya ajustadas fueron analizadas por el método de mínimos cuadrados (Least square) dado por Henderson (45) cuyo modelo matemático y análisis de variancia aparecen en la página 23.

Rendimiento y calificación en canal

El peso de la canal se tomó cuando la res estaba libre de patas, cabeza, y vísceras. Se utilizó una báscula con aproximación de un kilo y en seguida las canales fueron divididas en cuatro partes y refrigeradas a una temperatura de 4 a 6ºC durante 24 horas, después de lo

cual fueron calificadas.

La calificación en canal se llevó a cabo por el mismo personal que calificó a los animales en pie.

Con los datos de peso al sacrificio y en canal, se obtuvieron los rendimientos expresados en por ciento (Cuadro Nº 7).

Para calificar los animales al sacrificio y en canal, se usaron los grados oficiales de los Estados Unidos modificados (41). Las modificaciones se efectuaron por considerar que los animales cebados en pastoreo dificilmente alcanzarían los grados superiores de calificación realizados en corrales de engorde, por no tener la conformación y requisitos de la canal exigidos por las mencionadas normas originales. La corta edad de los animales al sacrificio, fue otra razón que indujo a verificar la modificación, ya que la edad de sacrificio en que se obtienen los mejores grados de calificación tanto en pie como en canal, fluctúa alrededor de dos años y que tales logros son con la ayuda de alimentación especial. Los grados y escalas corregidas para este estudio son presentados en el Cuadro Nº 4.

Cuadro Nº 4. Grados y puntuación utilizados para calificaciones al sacrificio y en canal.

Good o Superior	+ = 14	Comercial	+ = 8
" "	= 13	"	= 7
" "	- = 12	"	- = 6
Standard o Satisfactorio	+ = 11	Utility o Deficiente	+ = 5
" "	= 10	" "	= 4
" "	- = 9	" "	- = 3

Con los datos de porcentaje de rendimiento en canal y calificación en canal resumidos en los Cuadros Nos. 6 y 7, se procedió a hacer un análisis de variancia simultáneo para los valores de los puros y las cruzas, usando el mismo modelo que se utilizó para peso y calificación al sacrificio.

Area muscular y dureza

Para verificar el área muscular y la dureza se separó el bistec (L. dorsi) de la undécima costilla del lado derecho de todas las canales de acuerdo a la técnica dada por Crown y Damon (26). Estos bisteques fueron almacenados en bolsas de polietileno a una temperatura de 5ºC para ser trasladados del matadero a Turrialba para los análisis respectivos. Cuando se separó el onceavo bistec, también se hizo la separación física de los componentes carne, grasa y hueso de las medias canales del lado derecho y a su vez se tomaron muestras para la prueba de aceptación.

Para medir el área muscular, se calcó la superficie del bistec en hojas de papel encerado transparente. El contorno obtenido fue medido con el planímetro de superficies, obteniéndose los resultados expresados en centímetros cuadrados y que aparecen en el Cuadro Nº 7. La dureza fue determinada con el tenderómetro de Warner-Bratzler siguiendo una técnica similar a la adoptada por Means (75) para lo cual se extrajeron 5 trozos representantivos de cada muestra (ver fotos) de 16 milímetros de diámetro. Los promedios de las 5 lecturas expresadas en libras de tensión, aparecen en el Cuadro Nº 7. Los trozos sometidos a la prueba de dureza se conservaban en refrigeración para hacer la determinación del contenido de grasa o Extracto Etéreo. La técnica

seguida para la obtención de los datos de dureza, difirió un poco en los diferentes años ya que en 1961 y 1962 la prueba se verificó teniendo el bistec 24 horas de refrigeración, mientras que en los años de 1963 y 1964 se llevó a cabo después de 48 horas. El análisis de los datos de dureza y área del L. dorsi se efectuó de la misma manera que las características anteriores y el modelo matemático se presentan a continuación.

Análisis de variancia simultáneo para los valores de los puros y las cruzas

Entre los problemas que frecuentemente ocurren en estos estudios, es el de la desigualdad en el número de observaciones dentro de los tratamientos. Esto ocasiona que las estimaciones de los valores para los efectos principales por medio del análisis de variancia, pierdan exactitud debido a la no ortogonalidad de los datos. La aplicación del método de mínimos cuadrados (véase breve descripción del desarrollo en el apéndice) a los análisis de datos con desproporción en la subclase, permite ajustar tal desigualdad y estimar en forma independiente los efectos de los factores considerados (77, 97). Lo más importante de este método es que permite incluir una serie de factores genéticos y estimar una constante para cada efecto. La restricción impuesta para cada constante es dada por el número de grados de libertad para el efecto considerado en el análisis de variancia.

Para el análisis de las características desarrolladas en este trabajo se utilizó el siguiente modelo matemático (45):

$$Yghijk = \mu + tg + an + P_{1ii} + g.i + g.j + m.j + Y_{2ij} + \Sigma ghijk$$

donde:

Y_{ghijk} = La observación K^{ava} en la progenie proveniente del apareamiento de una vaca de la raza j^{ava} con un toro de la raza i^{ava} en el tipo h^{avo} "de cría" (puro o cruza), en el g^{avo} año.

μ = Promedio general (con igual frecuencia en la subclase).

tg = Un efecto común para todos los animales nacidos en el g^{avo} año.

an = Efecto común a todas las progenies del tipo de "cría" (puros o cruzas), la diferencia entre estos efectos constituye un estimador de la heterosis.

P_{1ii} = Efecto común a todas las progenies de un apareamiento entre una vaca de la raza i^{ava} y un toro de la raza i^{ava}.

g.i(g.j) = Este es el efecto de la habilidad combinatoria general y se asume ser la mitad de la genética aditiva de la raza i^{ava} (j^{ava}).

m.j = Efecto materno para la raza j^{ava} de madre. Mide la habilidad pre y post natal de una raza y cada una es más bien una función del genotipo de una raza que de los genes trasmitidos a la progenie hembra de la raza.

Y_{2ij} = Es un efecto común a todos los animales resultantes del apareo de la raza i^{ava} de madre por la j^{ava} raza de padre. Este es el efecto ligado al sexo y mide la diferencia entre las cruzas recíprocas después de haber sido estimada la diferencia en habilidad combinatoria materna entre las razas i^{ava} y j^{ava}.

Σ_{hijk} = Error al azar que se asume independiente y normalmente distribuído. NID $(0,\sigma_e^2)$.

Los grados de libertad para el modelo mencionado se presentan en el Cuadro Nº 5.

Cuadro Nº 5. Grados de libertad para el modelo utilizado en las seis medidas bajo estudio.

Fuente de variación	Grados de Libertad	
	Cálculo	Actuales
Años	$n'-1$	3
Heterosis	1	1
Puros	$P-1$	2
Habilidad combinatoria general	$P-1$	2
Efecto materno	$P-1$	2
Efecto ligado al sexo	$\frac{P(P-3)}{2} + 1$	1
Error	$(n-p^2)-(n'-1)$	93
Total	$n-1$	104

P = Número de razas puras en estudio
n = Número total de observaciones
n' = Número de años considerados en estudio.

La inversión de las matrices para obtener las constantes de ajuste para cada efecto, así como las sumas de cuadrados, se obtuvieron mediante una calculadora electrónica (IBM)*. Las ecuaciones de mínimos cuadrados y la reducción por hileras y columnas para las seis medidas

* Gracias a la valiosa cooperación del Dr. Richard A. Damon, Director Asociado de la Estación Experimental de Massachusets.

mencionadas en este estudio son resumidas en los Cuadros Nos. 8, 9,... 25. (Apéndice).

Para cada efecto se efectuaron comparaciones con los promedios ajustados y las diferencias fueron verificadas en una prueba de rango múltiple (DUNCAN modificada por Kramer 64); también se utilizó la prueba de t cuando solo se compararon dos promedios (90).

PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

Ajuste de Datos

En la verificación de los análisis, se pretendió eliminar de los datos originales todos aquellos efectos que pudieran causar variación de tipo no genético, es decir, que para la obtención de estimaciones más reales de los efectos incluídos en los análisis de mínimos cuadrados, era necesario hacer con anterioridad diferentes ajustes.

Para decidir que ajustes deberían de llevarse a cabo, además de conocer las relaciones entre las medidas bajo estudio y otras características, se hicieron diferentes correlaciones que son presentadas en el Cuadro Nº 26.

Cuadro Nº 26. Coeficientes de correlación entre las medidas bajo estudio y peso al sacrificio, y edad del torete.

	Edad del torete	Peso al sacrificio
Peso al sacrificio	.4343**	----
Rendimiento en canal	.0328	.2802**
Calificación en pie	.2946**	.5902**
Calificación en canal	.0959	.5286**
Area muscular	.1617	.4602**
Suavidad	-.0978	-.1595
Edad de la madre	---	.0458

** Significativo al 1%.

La significancia mostrada por los coeficientes de correlación de la edad del torete con el peso al sacrificio y la calificación en pie, fue objeto de estudio para el ajuste de datos.

Para ajustar los pesos al sacrificio de acuerdo a la edad del animal, se utilizaron los factores que a continuación se mencionan y cuya obtención ya fue descrita en la página 20.

-13.59 Kgs. para animales menores de 375 días de edad.

+ 5.18 Kgs. " " entre los 376 y 410 días de edad.

+ 8.41 Kgs. " " de 411 y más días de edad.

Los pesos al sacrificio originales y ajustados, son presentados en el Cuadro Nº 6. (Apéndice).

El método utilizado para la calificación del animal en pie, no permitió que pudiera llevarse a cabo el ajuste de dicha calificación para la edad del animal, por resultar los factores de ajuste demasiado pequeños con relación al rango de las medidas.

Después de los ajustes y cálculos mencionados, los datos se sometieron al método de análisis de variancia simultáneo para los valores de puros y cruzas.

Análisis de variancia simultáneo para los valores de los puros y sus cruzas

Los resultados de los análisis de variancia para peso al sacrificio, rendimiento en canal, área muscular, calificación al sacrificio, calificación en canal y suavidad aparecen en los Cuadros Nos. 27 y 28.

Las constantes de ajuste para los efectos considerados en cada análisis de variancia, son resumidos en el Cuadro Nº 29.

Cuadro Nº 27. Análisis de variancia para peso al sacrificio, rendimiento en canal y área muscular.

Fuente de variación	G.L.	Peso al sacrificio	Rendimiento en canal	Area muscular
		C.M.	C.M.	C.M.
Años	3	6295.4**	19.8**	603.1**
Heterosis	1	15874.7**	2.8	209.4
Entre puros	2	1774.2	16.4*	140.7
Habilidad combinatoria general	2	3401.0*	20.4**	58.8
Efectos maternos	2	487.4	6.1	162.7
Efectos ligados al sexo	1	1302.9	5.3	152.7
Error	93	924.095	3.4969	77.258

C.M. Cuadrado medio

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

Cuadro Nº 28. Análisis de variancia para calificación al sacrificio, calificación en canal y suavidad.

Fuente de variación	G.L.	Calificación al sacrificio	Calificación en canal	Suavidad
		C.M.	C.M.	C.M.
Años	3	3.6	42.3**	302.3**
Heterosis	1	40.9**	34.5**	0.745
Entre puros	2	32.9**	40.6**	4.4
Habilidad combinatoria general	2	48.1**	76.9**	30.4**
Efectos maternos	2	10.2	2.0	3.7
Efectos ligados al sexo	1	17.1	0.22	1.13
Error	93	5.566	3.7691	3.2030

C.M. Cuadrado medio

** Significativo al 1%

Peso al sacrificio

1. Años

Los resultados del análisis de variancia (Cuadro Nº 27) muestran significancia al 1% para los promedios de peso al sacrificio de los diferentes años. Las constantes de ajuste también fueron distintas para cada año (Cuadro Nº 29). La constante positiva y mayor perteneció al año de 1961, siguiéndole el de 1964 y la última más pequeña y negativa para 1962.

Cuadro Nº 29. Tabla de constantes para ajustes.

	Peso al sacrificio (Kg.)	Rendimiento en canal (%)	Calificación al sacrificio	Calificación en canal	Area muscular (cm^2)	Suavidad (lb. de tensión)
μ	283.552	53.988	8.035	7.943	65.003	8.992
AÑOS						
1961	12.099	-0.770	0.397	0.393	3.973	4.079
1962	-22.632	-0.722	-0.375	-0.598	-6.216	1.899
1963	2.977	0.260	-0.272	1.631	-1.862	-3.033
1964	7.556	1.232	0.250	-1.426	4.105	-2.944
HETEROSIS						
Puros	-14.201	-0.190	-0.720	-0.667	-1.630	-0.097
Híbridos	+14.201	0.190	0.720	0.667	1.630	0.097
ENTRE PUROS						
Sta. Gertrudis	-10.787	-0.080	1.945	1.941	-5.621	0.997
Brahman	- 8.860	1.567	0.723	1.043	1.064	-0.698
Criollo	19.646	-1.487	-2.668	-2.984	4.557	-0.299
HABILIDAD COMB. GENERAL						
Sta. Gertrudis	- 8.144	-0.463	0.364	-0.138	-2.013	1.209
Brahman	16.406	1.251	1.413	2.156	0.638	-1.428
Criollo	- 8.262	-0.788	-1.778	-2.018	1.374	0.219
EFECTOS MATERNOS						
Sta. Gertrudis	5.794	0.470	-0.781	0.247	1.585	-0.537
Brahman	- 4.785	-0.648	-0.021	-0.379	-3.371	0.360
Criollo	- 1.009	0.178	0.802	0.132	1.787	0.177
EFECTOS LIGADOS AL SEXO						
Sta. Gertrudis x Brahman	+ 4.249	+0.270	+0.487	+0.056	-1.454	+0.125
Sta. Gertrudis x Criollo	- 4.249	-0.270	-0.487	-0.056	+1.454	-0.125
Brahman x Sta. Gertrudis	- 4.249	-0.270	-0.487	-0.056	+1.454	-0.125
Brahman x Criollo	+ 4.249	+0.270	+0.487	+0.056	-1.454	+0.125
Criollo x Sta. Gertrudis	+ 4.249	+0.270	+0.487	+0.056	-1.454	+0.125
Criollo x Brahman	- 4.249	-0.270	-0.487	-0.056	+1.454	-0.125

En la comparación de los promedios ya ajustados por sus constantes (Cuadro Nº 30), los años de 1961, 1963 y 1964 no fueron estadísticamente diferentes pero ambos si lo fueron respecto al año de 1962.

Estas diferencias observadas, es posible que se deban al uso de toros diferentes a través de los años o también, a diferencias en el manejo de los animales o condiciones meteorológicas.

2. Heterosis

La constante para heterosis favoreció a los seis tipos de cruzas, resultando ser grande la diferencia sobre los puros (Cuadro Nº 29). Esta diferencia fue detectada por el análisis de variancia (Cuadro Nº 27) en donde muestra ser altamente significativa.

Al efectuar las comparaciones entre los puntos y sus cruzas (Cuadro Nº 30), los híbridos Santa Gertrudis x Brahman, Brahman x Santa Gertrudis, así como también los Brahman x Criollo y Criollo x Brahman resultaron con promedios de peso superiores estadísticamente al promedio de peso de los becerros de las razas puras progenitoras. Las cruzas Santa Gertrudis x Criollo y Criollo x Santa Gertrudis, también fueron ligeramente más pesados que sus razas puras pero las diferencias no fueron significativas (Cuadro Nº 30).

Estos resultados concuerdan con los presentados por Damon (31), quien encontró que los animales obtenidos por cruzamientos entre razas, eran más pesados que los puros. También se confirma el efecto benéfico del vigor híbrido para lograr mayores pesos al sacrificio por los trabajos de Baker, Butler y otros (4, 8, 9, 51, 68).

3. Entre puros

El análisis de variancia (Cuadro Nº 27) no mostró ninguna significancia para las diferencias.

La falta de diferencias entre las razas puras es sorprendente, dado que en estado adulto, la raza Santa Gertrudis se reconoce como más pesada que las otras dos razas. Es muy posible que a esta edad de sacrificio (13 meses), la raza Santa Gertrudis está en desventaja de adaptabilidad.

4. Habilidad combinatoria general

La habilidad combinatoria de las tres razas para producir altos pesos al sacrificio, es superior en la raza Brahman sobre el Criollo y Santa Gertrudis, señalándose en el análisis de variancia (Cuadro Nº 27) una diferencia significativa al nivel del 5%.

Las constantes para ajustar los promedios, fueron muy parecidas para las razas Criollo y Santa Gertrudis no así para la raza Brahman, que resultó con una constante positiva mucho mayor (Cuadro Nº 29).

Al efectuar la descomposición de los grados de libertad para llevar a cabo las comparaciones individuales (Cuadro Nº 30), se encontró que la raza Brahman presentó diferencias superiores y significativas al nivel del 5% con respecto a las razas Santa Gertrudis y Criollo, quienes tuvieron un comportamiento similar por no presentar ninguna significancia sus diferencias.

Estos resultados están de acuerdo con los obtenidos por Peacock (79) en Florida y con los de Damon (31) en Louisiana, en el sentido de la buena habilidad de la raza Brahman para cruzarse con otras razas

y producir buen mejoramiento en los pesos en todas sus cruzas con animales no Brahman.

5. Efectos maternos

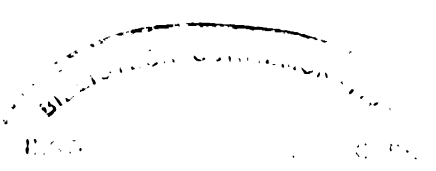
Si por efectos maternos entendemos el cuidado que la madre tiene para el becerro desde que está en proceso de formación en el útero hasta que se desteta el animal, es muy posible que en esta etapa de crecimiento ya no tengan ninguna influencia tales efectos, pues el torete ya no dependía en nada de la madre durante la prueba.

Los resultados de los análisis de variancia presentados en los Cuadros Nos. 27 y 28 no mostraron diferencias significativas para este efecto en ninguna de las características de la canal estudiadas en este trabajo y por esta razón no serán mencionados en las próximas descripaciones.

6. Efectos ligados al sexo

Esta medida es la que va a indicar las diferencias entre los cruzamientos recíprocos.

Posiblemente la disponibilidad de sólo un grado de libertad en el análisis de variancia para este efecto, sea demasiado estricto, ya que en el peso al sacrificio así como en todas las demás características de la canal, no se registró ninguna significancia para las diferencias (Cuadros Nos. 27 y 28).



Cuadro Nº 30. Comparaciones para años y efectos genéticos, en pesos al sacrificio ajustados por sus constantes[1].

AÑOS

1961	1964	1963	1962
295.65	291.11	286.53	260.92

HETEROSIS

Puros	V.S.	Híbridos	
Santa Gertrudis y Brahman	V.S.	GxB y BxG	5.18**
Brahman y Criollo	V.S.	BxC y CxB	4.13**
Criollo y Santa Gertrudis	V.S.	CxG y GxC	0.67 N.S.

HABILIDAD COMBINATORIA GENERAL

Brahman	Santa Gertrudis	Criollo
299.95	275.40	275.29

1/ La falta de significancia estadística entre los promedios, está indicada por la línea que los subraya.

Rendimiento en canal

1. Años

El análisis de variancia (Cuadro Nº 27), señala una significancia al nivel del 1% para las diferencias entre los diversos años.

Las constantes de ajuste (Cuadro Nº 29) mostraron similitud para los años de 1961 y 1962, siendo de signo negativo. La constante mayor y positiva favoreció al año de 1964.

En la descomposición de los grados de libertad para verificar las comparaciones individuales de los promedios ajustados para los diferentes años (Cuadro Nº 31) se obtuvo que el año de 1964 presentó diferencias significativas con todos los demás años, excepto para 1963 que tuvo un promedio muy similar.

Las diferencias obtenidas en las comparaciones del año de 1963 con los años 1961 y 1962, no fueron lo suficientemente grandes para alcanzar significancia estadística (Cuadro Nº 31). Las diferencias en rendimiento durante los cuatro años pueden ser debidas no sólo a un efecto confundido de toros o manejo de animales sinó también a las diferencias en estado de gordura de los animales en cada sacrificio.

2. Heterosis

La constante favoreció a los híbridos (Cuadro Nº 29) aunque su valor fuera de pequeña magnitud; esto se indica también en el análisis de variancia (Cuadro Nº 31), que no mostró diferencia significativa para los distintos valores.

Estos resultados no están de acuerdo con los obtenidos por Damon (31), quien muestra que en general, los cruzamientos con la raza

Brahman produjeron más altos rendimientos en canal que aquellos procedentes de las cruzas entre razas inglesas.

Black y otros (6) con las razas Brahman, Hereford y Shorthorn, presentan también la ventaja para altos rendimientos en canal a la progenie de la raza Brahman. De la misma manera, Baker y Black (4) compararon a la raza Angus contra la cruza Angus x Brahman y encontraron que sobresalía el cruzamiento. Otros autores (8, 9, 10) muestran resultados similares.

Resultados parecidos a los obtenidos en este trabajo, son presentados por Carpenter y otros (11) quienes no detectaron ninguna diferencia entre los rendimientos de la raza Brahman y la cruza Brahman x Shorthorn. Resultados similares ocurrieron también en el trabajo de Mc Cormick y Shoutwell (74).

3. Entre puros

Las diferencias para rendimiento en canal de las tres razas puras, son presentadas en el análisis de variancia (Cuadro Nº 27) con una significancia al nivel de 5% de probabilidad para la diferencia entre los promedios ajustados.

En este caso la constante mayor y positiva fue para la raza Brahman, en cambio para la raza Criollo y Santa Gertrudis fueron de signo negativo (Cuadro Nº 29).

Con los promedios ajustados por sus constantes, la raza Brahman tuvo el promedio mayor, pero no difirió significativamente del promedio de la raza Santa Gertrudis y sí del de la raza Criollo (Cuadro Nº 31).

Las diferencias obtenidas entre los promedios de rendimiento en canal de las razas Santa Gertrudis y Criollo, carecieron de significancia (Cuadro Nº 31).

4. Habilidad combinatoria general

La habilidad de la raza Brahman para cruzar bien con las razas Criollo y Santa Gertrudis y producir altos rendimientos en canal, vuelve a manifestarse a su favor. El análisis de variancia muestra una diferencia altamente significativa (Cuadro Nº 27), lo que se muestra también en lo que a constantes de ajuste se refiere (Cuadro Nº 29).

De las comparaciones individuales efectuadas con los promedios ajustados, se observa que las razas Santa Gertrudis y Criollo, tuvieron un comportamiento similar al no presentar significancia la diferencia, sin embargo, ambas si fueron distintas de la raza Brahman al nivel del 1% de probabilidad. (Cuadro Nº 31).

Cuadro Nº 31. Comparaciones para años y efectos genéticos, en rendimiento en canal[1].

AÑOS

1964	1963	1962	1961
55.22	54.25	53.27	53.22

ENTRE PUROS

Brahman	Santa Gertrudis	Criollo
55.37	53.72	52.31

HABILIDAD COMBINATORIA GENERAL

Brahman	Santa Gertrudis	Criollo
55.24	53.52	53.20

1/ La falta de significancia estadística entre los promedios, está indicada por la línea que los subraya.

Area Muscular

1. Años

Las constantes de ajuste para los años de 1961 y 1964, fueron las mayores y positivas, no sucediendo lo mismo para los otros dos años cuyo signo fue negativo (Cuadro Nº 29).

No solamente se observa la variación en las constantes, sino que también el análisis de variancia (Cuadro Nº 27) indica una diversidad en el comportamiento de este carácter durante los cuatro años de estudio, originando así que las diferencias sean altamente significativas.

Para conocer que años eran los que diferían más, se efectuaron las comparaciones individuales con los promedios ajustados y se obtuvo (Cuadro Nº 32), que los años de 1961 y 1964 no presentaban diferencias estadísticas entre sí, sin embargo, con respecto a los otros años si apareció la significancia. El año de 1962, fue el que presentó el promedio más pequeño en áreas musculares pero no difirió significativamente del año de 1963.

2. Heterosis

El propósito primordial de este trabajo, es medir la magnitud de la heterosis durante diversos estados de desarrollo del animal, pero al igual que en la característica anterior, no se volvió a detectar ninguna significancia estadística para las diferencias entre los cruzamientos y las razas puras (Cuadro Nº 27).

Los resultados de este trabajo para esta etapa de crecimiento, no están de acuerdo con los indicados por Butler y colaboradores (8, 9), quienes obtuvieron una diferencia significativa en favor del cruzamiento Brahman x Hereford frente a la raza Hereford.

Estos resultados están parcialmente de acuerdo con los obtenidos por Cole y otros (21), quienes no señalan ninguna diferencia estadística entre la raza Brahman y sus cruzamientos.

3. Entre puros

El comportamiento de las razas puras para la formación de áreas musculares, fue muy similar, así lo desmuestra el análisis de variancia al no detectar ninguna significancia para las diferencias entre ellas (Cuadro Nº 27). La raza Criollo se vio favorecida con la constante mayor, no así la Santa Gertrudis que tuvo una constante de magnitud similar pero de signo negativo (Cuadro Nº 29).

4. Habilidad combinatoria general

El análisis de variancia no muestra significancia estadística para la habilidad de cruzamiento de las tres razas (Cuadro Nº 27). Sin embargo, la raza Criollo tuvo una ligera tendencia a sobresalir sobre las otras dos razas.

La constante mayor favoreció a la raza Criollo, pues la Santa Gertrudis tuvo una constante menor (Cuadro Nº 29).

5. Efectos ligados al sexo

Comparando las constantes obtenidas para el ajuste de este efecto en todas las carcaterísticas bajo estudio, fue sorprendente que solamente en área muscular, la constante positiva favoreció a las cruzas Santa Gertrudis x Criollo, Brahman x Santa Gertrudis y Criollo x Brahman y de la misma manera, la constante negativa pertenecía a las cruzas recíprocas (Cuadro Nº 29), sin embargo, el análisis de variancia no muestra ninguna diferencia significativa entre los cruzamientos (Cuadro Nº 27).

Cuadro Nº 32. Comparaciones para años en área muscular[1].

AÑOS			
1964	1961	1963	1962
69.11	68.98	63.14	58.79

1/ La falta de significancia estadística entre los promedios, está indicada por la línea que los subraya.

Calificación al sacrificio

1. Años

La calificación al sacrificio de los diferentes genotipos, fue muy similar en los cuatro años de estudio; el análisis de varian-cia muestra resultados carentes de diferencias significativas (Cuadro Nº 28).

2. Heterosis

La constante de ajuste obtenida para este efecto, resultó de pequeña magnitud pero favoreciendo a los cruzamientos (Cuadro Nº 29). El análisis de variancia (Cuadro Nº 28) muestra diferencias altamente significativas entre las calificaciones de las tres razas y sus cruza-mientos recíprocos. Con los datos ajustados por sus constantes, se efectuó la descomposición de los grados de libertad para verificar las comparaciones individuales y se obtuvo, que los cruzamientos Brahman x Criollo, Criollo x Brahman así como los Santa Gertrudis x Brahman y Brahman x Santa Gertrudis, muestran promedios de calificación al

sacrificio muy superiores a los promedios de las razas puras, siendo estas diferencias altamente significativas.

Las calificaciones de los cruzamientos Criollo x Santa Gertrudis y Santa Gertrudis x Criollo, fueron ligeramente superiores a las calificaciones de sus respectivas razas puras pero estas diferencias no alcanzaron significancia.

Estos resultados concuerdan parcialmente con los obtenidos por otros autores (95) en el sentido de el efecto benéfico logrado por medio de la heterosis para el mejoramiento de la calificación al sacrificio.

Los trabajos de Damon (30, 31), muestran resultados diferentes a los de este estudio y expresan que en general, aquellos novillos en donde intervenían las sangres Brahman y Charolais resultaban con las más bajas calificaciones a diferencia de los novillos de razas inglesas, que recibían los grados más altos.

3. Entre puros

Las constantes de ajuste obtenidas para este efecto, ponen en ventaja a la raza Santa Gertrudis y se asigna a la raza Criollo una constante negativa de magnitud considerable (Cuadro Nº 29).

La calificación al sacrificio de las tres razas puras, ponen de manifiesto su diversidad en conformación, la que se presenta en el análisis de variancia (Cuadro Nº 28) con una diferencia significativa al nivel del 1%.

De los tres promedios ajustados por sus constantes, el mayor perteneció a la raza Santa Gertrudis, sin embargo, en la comparación con el de la raza Brahman, no hubo ninguna significancia, no sucediendo lo

mismo con el promedio de la raza Criollo cuya diferencia fue altamente significativa (Cuadro Nº 33). La raza Brahman resultó ser superior a la raza Criollo con una diferencia estadística al nivel del 1%. Sin embargo, debe de observarse que aún cuando el criterio de calificación trató de adaptarse al tipo de animales producidos, poco se logró en su uso al tratar de predecir algunas medidas como el área muscular, pues el Criollo presentó la más baja calificación en pie pero tuvo el promedio de área muscular mayor, aunque no lograra significancia la diferencia con respecto a las otras razas. Estos resultados ponen también de manifiesto que es ineficiente asegurar una buena selección de genotipos valiéndose solamente de una simple calificación sin tomar en cuenta medidas de producción real.

4. Habilidad combinatoria general

La habilidad de cada una de las tres razas para combinar con las otras, muestran en el análisis de variancia (Cuadro Nº 28) una diferencia altamente significativa.

La constante positiva favoreció a la raza Brahman (Cuadro Nº 29), mientras que la raza Criollo presenta la constante negativa.

El promedio mayor ya ajustado, pertenece a la raza Brahman que comparado con el de la Santa Gertrudis, no presenta ninguna significancia su diferencia, en cambio, comparado con el promedio del Criollo, resultó la diferencia con una significancia al nivel del 1%. La raza Santa Gertrudis también difirió de la raza Criollo con una diferencia altamente significativa en su favor (Cuadro Nº 33).

Cuadro Nº 33. Comparaciones de los efectos genéticos para calificación al sacrificio[1].

HETEROSIS			
Puros	V.S.	Híbridos	
Brahman y Criollo	V.S.	BxC y CxB	3.26**
Santa Gertrudis y Brahman	V.S.	GxB y BxG	2.61**
Criollo y Santa Gertrudis	V.S.	CxG y GxC	0.60 N.S.

ENTRE PUROS

Santa Gertrudis	Brahman	Criollo
9.26	8.04	4.65

HABILIDAD COMBINATORIA GENERAL

Brahman	Santa Gertrudis	Criollo
9.45	8.40	6.26

1/ La falta de significancia estadística entre los promedios, está indicada por la línea que los subraya.

Calificación en canal

1. Años

La calificación de las canales en los diferentes años, tuvo

una amplia variación como lo muestra la significancia al nivel del 1% obtenida en el análisis de variancia (Cuadro Nº 28).

La constante de ajuste mayor y positiva del año de 1963, coloca a su promedio en ventaja frente a los otros tres años, dos de los cuales tienen una constante negativa (Cuadro Nº 29).

Al comparar los promedios, el año de 1963 presenta amplias diferencias a su favor al nivel del 5% con respecto al año de 1961. Esta diferencia todavía es mayor en el caso de los años de 1962 y 1964, cuya significancia estadística está al nivel del 1% (Cuadro Nº 34).

Los promedios de los años de 1961 y 1962, no presentaron gran diferencia, sin embargo, el primero si difirió de 1964 con una diferencia altamente significativa (Cuadro Nº 34).

El año de 1962, fue ligeramente superior al año 1964 pero sus diferencias carecieron de significancia.

2. Heterosis

La calificación de la canal de las seis cruzas recíprocas, presenta amplias diferencias a su favor con respecto a la calificación de las tres razas puras, originando así en el análisis de variancia valores altamente significativos (Cuadro Nº 28). La constante de ajuste también pone en desventaja a las razas puras frente a los híbridos (Cuadro Nº 29), indicando así, el beneficio logrado para esta característica mediante la explotación del vigor híbrido.

En las comparaciones individuales de los promedios ajustados, se obtuvo que las cruzas Santa Gertrudis x Brahman, Brahman x Santa Gertrudis así como las Brahman x Criollo y Criollo x Brahman superaron en esta característica a sus respectivas razas progenitoras, con una

diferencia altamente significativa (Cuadro Nº 34).

El promedio de las cruzas Santa Gertrudis x Criollo y Criollo x Santa Gertrudis, también fue ligeramente superior al de sus padres con una diferencia sin significancia estadística (Cuadro Nº 34).

Estos resultados están de acuerdo con los obtenidos por Black y colaboradores (6), quienes muestran que los novillos cruzados, producto del apareo de la raza Brahman con las razas Shorthorn y Hereford, presentaban canales tan buenas como los de las razas inglesas puras, ante el juicio subjetivo según las normas estadounidenses.

La literatura presenta gran número de trabajos verificados por diversos autores (11, 25, 31, 74, 78) con diferentes razas, que señalan la característica de la raza Brahman para bajar las calificaciones en pie y canal cuando se cruza con las razas productoras de carne; sin embargo, para los resultados de este trabajo debe tomarse en cuenta, que la raza Brahman se cruzó con dos razas que en ninguna forma son tan especializadas y mejoradas como lo son las razas inglesas usadas en los cruzamientos de los trabajos mencionados y además no se usaron las normas de calificación de los Estados Unidos.

3. Entre puros

El análisis de variancia (Cuadro Nº 28) muestra una diferencia altamente significativa en las calificaciones en canal de las tres razas puras. Las constantes de ajuste de las razas Santa Gertrudis y Brahman son positivas similares, no así en el caso de la raza Criollo en que su constante es negativa y de considerable magnitud (Cuadro Nº 29).

Al efectuar el ajuste de los promedios y verificar las

comparaciones individuales, se observó que la calificación de la raza Santa Gertrudis era la mayor y su diferencia con la raza Brahman, careció de significancia, pero con respecto al Criollo fue altamente significativa (Cuadro Nº 34). Las diferencias en calificación de la raza Brahman y Criollo, también presentaron significancia al nivel del 1% (Cuadro Nº 34).

4. Habilidad combinatoria general

La variación altamente significativa mostrada por el análisis de variancia (Cuadro Nº 28) para la habilidad de cruzamiento de las tres razas, se manifiesta también en las constantes de ajuste para cada uno de los promedios (Cuadro Nº 29), resultando la raza Brahman con la constante mayor y positiva.

Las diferencias encontradas en las comparaciones de las tres razas, muestran un comportamiento muy diverso con una significancia al nivel del 1%, así mismo, en sus promedios (Cuadro Nº 34), se observa la superioridad de la raza Brahman, siguiéndole la Santa Gertrudis y en último lugar la raza Criollo.

Cuadro Nº 34. Comparaciones para efectos genéticos, en calificación en canal[1].

AÑOS

1963	1961	1962	1964
9.57	8.34	7.34	6.52

HETEROSIS

Puros	V.S.	Híbridos	
Brahman y Criollo	V.S.	BxC y CxB	4.59**
Santa Gertrudis y Brahman	V.S.	GxB y BxG	3.83**
Criollo y Santa Gertrudis	V.S.	CxG y GxC	0.21 N.S.

ENTRE PUROS

Santa Gertrudis	Brahman	Criollo
9.22	8.32	4.29

HABILIDAD COMBINATORIA GENERAL

Brahman	Santa Gertrudis	Criollo
10.10	7.80	5.92

1/ La falta de significancia estadística entre los promedios, está indicada por la línea que los subraya.

Suavidad

1. Años

El comportamiento de esta medida para los diferentes años, presenta una variación amplia que se manifiesta en el análisis de variancia con una diferencia altamente significativa (Cuadro Nº 28). En este caso, las constantes negativas son las favorables y pertenecen a los años de 1963 y 1964 (Cuadro Nº 29).

Con los promedios ajustados por sus respectivas constantes, se efectuaron comparaciones y se observó que en 1961, las lecturas de dureza fueron muy superiores y sus diferencias con los tres años restantes, fueron altamente significativas, le siguió el año de 1962, el cual presentó también diferencias al nivel del 1% con respecto a los promedios de 1963 y 1964 (Cuadro Nº 35).

El año de 1963 presenta el promedio más bajo pero su diferencia con 1962, carece de significancia estadística (Cuadro Nº 35).

Los resultados obtenidos se deben en parte a la diferencia en técnicas de muestreo utilizadas, las cuales ya fueron explicadas en párrafos anteriores; otra fuente de variación sería debida a un efecto de toros que no fue separado de los datos y posiblemente, también exista alguna influencia del medio ambiente.

2. Heterosis

La influencia del vigor híbrido en esta etapa fue casi nula, es decir, que la carne obtenida de animales cruzados, no difiere de la de los animales puros en lo que a suavidad se refiere, hecho que es mostrado en el análisis de variancia con diferencias sin significancia

estadística (Cuadro Nº 28). Las constantes de ajuste, fueron de muy pequeña magnitud (Cuadro Nº 29).

Estos resultados son diferentes a los obtenidos por varios autores (7, 11, 18, 28, 31, 55), quienes señalan que la raza Brahman tiende a producir mayor dureza de la carne y que los cruzamientos en donde interviene, poseen también esa calidad, sin embargo debe de notarse que en la mayoría de estos trabajos, la raza Brahman fue comparada con las razas inglesas más especializadas y mejoradas en producción de carne, situación diferente a la de este trabajo.

3. Entre puros

Las tres razas puras produjeron carne de suavidad similar, lo que se comprobó en el análisis de variancia, en donde las diferencias carecieron de significancia (Cuadro Nº 28).

Las constantes de ajuste aunque muy pequeñas, favorecieron a la raza Brahman que tuvo la constante mayor y negativa en puntuación pero positiva en suavidad (Cuadro Nº 29).

Estos resultados son similares a los obtenidos por Cole y colaboradores (21), quienes no detectaron diferencias significativas entre las razas Brahman y Santa Gertrudis.

4. Habilidad combinatoria general

Las diferencias en habilidad de cruzamiento de las tres razas para producir carne suave, muestran en el análisis de variancia, cifras altamente significativas (Cuadro Nº 28).

Las constantes de ajuste de las razas Santa Gertrudis y Brahman son muy similares pero, resulta favorecida esta última por poseer su

constante el signo negativo (Cuadro Nº 29).

En las comparaciones se observa que no existe diferencia significativa para habilidad combinatoria entre las razas Santa Gertrudis y Criollo, no sucediendo lo mismo con la raza Brahman cuyas diferencias con ambas razas son altamente significativas (Cuadro Nº 35).

Cuadro Nº 35. Comparaciones para años y efectos genéticos en datos ajustados de suavidad[1].

AÑOS

1961	1962	1964	1963
13.07	10.89	6.04	5.96

HABILIDAD COMBINATORIA GENERAL

Santa Gertrudis	Criollo	Brahman
10.20	9.21	7.56

1/ La falta de significancia estadística entre los promedios, está indicada por la línea que los subraya.

RESUMEN

El presente trabajo es una continuación del proyecto de cruzamientos de ganado de carne iniciado en el Departamento de Industria Animal del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas en el año de 1961.

El registro de los datos se verificó de un total de 105 toretes pertenecientes a las razas Santa Gertrudis, Brahman, Criollo y sus cruzas recíprocas. El objetivo principal fue el de verificar el estudio de algunas características de la canal.

Los animales se destetaron todos los años a una edad promedio de 8 meses, después de un lapso de 15 días fueron sometidos a una prueba bajo pastoreo de 140 días de duración, con el propósito de estudiar su producción y aumentos de peso, rindiendo de esta manera animales que promediaban 13 meses de edad al tiempo del sacrificio.

Las características analizadas fueron: Peso al sacrificio, calificación al sacrificio y en canal, rendimiento en canal, área muscular y dureza de la carne.

Al finalizar la prueba de 140 días, se registró el peso de los animales e inmediatamente fueron puestos a disposición del jurado calificador para asignarle su calificación al sacrificio y así trasladarlos al matadero.

Los rastros utilizados en los diferentes años fueron los de Cartago y San José situados a 45 y 60 Km. de Turrialba respectivamente, en cuyos lugares se tomó el peso al sacrificio utilizándose una báscula con aproximación de un kilogramo.

El peso de la canal se verificó cuando la res estaba libre de patas, cabeza y vísceras, utilizándose una báscula con aproximación de

un kilogramo. Las canales fueron divididas en 4 partes y refrigeradas a una temperatura de 4 a 6ºC durante 24 horas, después de lo cual fueron calificadas.

La calificación en canal se llevó a cabo por el mismo personal que calificó a los animales en pie utilizándose los grados oficiales de los Estados Unidos con algunas modificaciones. Con los datos de peso al sacrificio y en canal, se obtuvieron los rendimientos expresados en por ciento.

Para efectuar las medidas del área muscular y de dureza, se separó el bistec (L. dorsi) de la undécima costilla del lado derecho de todas las canales de acuerdo a la técnica de Crown y Damon (26). Se calcó la superficie del bistec en papel encerado, al contorno obtenido se le pasó el planímetro de superficie, obteniéndose los resultados en centímetros cuadrados.

La dureza fue determinada con el tenderómetro de Warner-Bratzler adoptándose una técnica similar a la de Means (75), para lo cual se extrajeron 5 trozos de cada muestra de 16 milímetros de diámetro. La lectura utilizada fue el promedio de las 5 lecturas expresadas en libras de tensión.

Con el propósito de eliminar variaciones de origen no genético, se verificaron correlaciones con todas las medidas en estudio, la edad del torete y edad de la madre, y se decidió ajustar el peso al sacrificio de acuerdo a la edad del torete.

Los valores ajustados se analizaron por el método de mínimos cuadrados, en un análisis de variancia simultáneo para los valores de los puros y las cruzas. Los métodos para analizar esta clase de datos son presentados por Henderson (45).

El modelos matemático utilizado para analizar los datos de las 6 medidas en estudio es el siguiente:

$$Y_{ghijk} = \mu + tg + an + P_{1ii} + g.i + g.j + m.j + Y_{2ij} + \Sigma_{ghijk}$$

Cuadro Nº 36. Resumen de la influencia de los efectos genéticos sobre las características estudiadas[1].

Características			
	HETEROSIS		
Peso al sacrificio	Cruzas con sangre Brahman mejores que sus razas progenitoras		
Calificación al sacrificio	Cruzas con sangre Brahman mejores que sus razas progenitoras		
Calificación en canal	Cruzas con sangre Brahman mejores que sus razas progenitoras		
	ENTRE PUROS		
Calif. sacrificio	Santa Gertrudis	Brahman	Criollo
Calif. en canal	Santa Gertrudis	Brahman	Criollo
Rend. en canal	Brahman	Santa Gertrudis	Criollo
	HABILIDAD COMBINATORIA GENERAL		
Peso al sacrificio	Brahman	Santa Gertrudis	Criollo
Calif. sacrificio	Brahman	Santa Gertrudis	Criollo
Calif. en canal	Brahman	Santa Gertrudis	Criollo
Rend. en canal	Brahman	Santa Gertrudis	Criollo
Suavidad	Brahman	Criollo	Santa Gertrudis

1/ No se encontraron diferencias significativas para las características que no aparecen bajo cada efecto. De la misma manera los efectos maternos y los efectos ligados al sexo no mostraron diferencias significativas para alguna característica.

Los resultados de los análisis de variancia son como sigue: El efecto de años mostró diferencias altamente significativas ($P < .01$) en todas las características en estudio, excepto para calificación al sacrificio. Los años sobresalientes en las comparaciones individuales dentro de cada característica fueron diferentes.

De lo expuesto anteriormente se pueden apuntar las siguientes observaciones:

1. La infusión de sangre Brahman resultó ser benéfica en el mejoramiento de las características de la canal.
2. El efecto del vigor híbrido benefició a las calificaciones y el peso al sacrificio, esto no quiere decir que las otras características no sean factibles de mejorar sino que posiblemente necesiten más tiempo en la prueba para manifestar tal efecto.
3. Aún cuando en los efectos ligados al sexo no se encontraron diferencias estadísticas, se observó un comportamiento mejor de determinadas cruzas en todas las características.
4. Parece que la edad al sacrificio de los animales no fue adecuada ya que los diferentes genotipos, no dispusieron del tiempo necesario para poder mostrar su verdadero potencial genético en cada característica estudiada. Estos resultados no son definitivos y están sujetos a modificación si se prolonga la edad al sacrificio utilizada en este estudio.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

This study is a continuation of a cross breeding project begun at the Inter-American Institute of Agricultural Sciences in 1961, involving the Santa Gertrudis, Brahman and Criollo breeds and their reciprocal crosses. In this phase 105 animals were used to study some carcass characteristics. Those analyzed were: live weight, grade on the hoof, carcass grade, carcass yield, muscle area and tenderness.

As in the previous years calves were weaned at an average age of 8 months. After 15 days they were pastured for 140 days to measure weight gaining ability. Weight of animals was taken at the end of the 140 day trial, after which they were graded on the hoof and then sent to the slaughter house, located about 60 kilometers from Turrialba. Pre-slaughter weight was taken immediately prior to slaughter, on a scales capable of weighing to one kilogram.

After removal of head, skin, hooves and viscera, carcass weight was taken to the nearest kilogram. Carcasses were then quartered and stored for 24 hours at 4º to 6ºC. Carcasses were graded by the same persons who graded the animales on the hoof, using modification of the official grades of the United States. Carcass yield is expressed as a percentage of the pre-slaughter weight, taken at the slaughter house.

Muscle area and tenderness measurements were made on the eye (L. dorsi) of the tenth rib on the right side of each carcass, using the techniques of Crown and Damon (26). The surface area was traced with wax paper and a planimeter was used to measure the area in square centimters. Tenderness was determined with a Warner-Bratzler tenderometer, using a technique similar to that of Means (72). Five plugs, 16

millimeters in diameter, were taken from each rib eye. The five readings were averaged, and the results expressed in pounds of tension.

The results of this year's study were combined with those of previous years for analysis. However, it should be noted that the slaughter houses were not the same each year. Changes were made to take advantage of better facilities.

To eliminate variations of non-genetic origin, correlations between the age of the animal and the age of its mother were made for all measurements studied. The decision was then made to adjust the weight at slaughter according to the age of the animal killed. The adjusted values were than analyzed by the least squares method with a simultaneous analysis of variance of the values for purebreds and crossbreds. Methods for this type of analysis are described by Henderson (45). The mathematical model used to analyze data for the six measurements under study is as follows:

$$Y_{ghijk} = \mu + tg + an + P_{1ii} + g.i + g.j + m.j + \gamma_{2ij} + \Sigma_{ghijk}$$

The result of the analysis of variance was as follows: the effect of years was highly significant ($P < .01$) on all characteristics under study except for grade on the hoof. The inficidual comparisons for each characteristic were outstanding in different years.

Table Nº 36. Genetic influence on characteristics studied[1].

Characteristics	HETEROSIS				
Slaughter weight	Brahman crosses exceeded parent breeds				
Grade on hoof	"	"	"	"	"
Carcass grade	"	"	"	"	"

	PURE BREEDS		
Grade on hoof	Sta. Gertrudis	Brahman	Criollo
Carcass grade	Sta. Gertrudis	Brahman	Criollo
Carcass yield	Brahman	Sta. Gertrudis	Criollo

	GENERAL COMBINING ABILITY		
Slaughter weight	Brahman	Sta. Gertrudis	Criollo
Grade on hoof	Brahman	Sta. Gertrudis	Criollo
Carcass grade	Brahman	Sta. Gertrudis	Criollo
Carcass yield	Brahman	Sta. Gertrudis	Criollo
Tenderness	Brahman	Criollo	Sta. Gertrudis

1/ No significant differences were found for those characteristics not listed under each genetic influence. Similarly, maternal and sex-linked influences did not show significant differences for some characteristics.

Note: The solid line indicates the absence of significance.

From the foregoing data it is possible to make the following observations:

1. The use of Brahman blood is beneficial for the improvement of carcass characteristics.
2. Hybrid vigor improved grade and weight on the hoof. With the data available, it is not possible to determine whether or not hybrid vigor has any influence on the other characteristics studied.
3. Although the effect of sex-linkage on the studied characteristics was not significant, it was observed that the effect of sex-linkage was greater for some crossbreds.
4. It appears that the age of slaughter was not great enough to permit the animals to demonstrate their true genetic potential for each characteristic studied. These results are not definite, and probably will be subject to change if the age at slaughter is advanced beyong that used in this study.

LITERATURA CITADA

1. ADAMS, C. H. y ARTHAUD, V. H. Influence of sex and age differences on tenderness of beef. (Abstract) Journal of Animal Science 22(4):1112. 1963.

2. ALBA, J. DE. Alimentación del ganado en América Latina. Mexico, Prensa Médica Mexicana, 1958. 337 p.

3. _____ y CARRERA, C. Selección del ganado criollo lechero. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Comunicaciones de Turrialba Nº 61. 1958.

4. BAKER, A. L. y BLACK, W. H. Crossbred types of beef cattle for the Gulf Coast Region. U.S. Department of Agriculture Circular Nº 844. 1950. 23 p.

5. BLACK, W. H. y HINER, R. L. Beef production and quality as affected by method of feeding supplements to steers on grass in the Appalachian Region. U.S. Department of Agriculture. Technical Bulletin Nº 717. 1940. 32 p.

6. _____, SEMPLE, A. T. y LUSH, J. L. Beef production and quality as influenced by crossing Brahman with Hereford and Shorthorn cattle. U.S. Department of Agriculture. Technical Bulletin Nº 417. 1934. 54 p.

7. BRAY, R. W., PHILLIPS, P. H. y BOHSTEDT, G. Moisture, ash, fat content of connective tissue from cattle of different ages. Journal of Animal Science 10(2):394-398. 1951.

8. BUTLER, O. D. The relation of conformation to carcass traits. Journal of Animal Science 16(1):227-233. 1957.

9. _____, WARWICK, B. L. y CARTWRIGHT, T. C. Slaughter and Carcass characteristics of shortfed yearling, Hereford, and Brahman x Hereford steers. Journal of Animal Science 15(1): 93-96. 1956.

10. _____ et al. Factors contributing to the difference in dressing percentage between Hereford and Brahman x Hereford steers. Journal of Animal Science 15(2):523-528. 1956.

11. CARPENTER, J. W. et al. Slaughter and carcass characteristics of Brahman and Brahman-Shorthorn crossbred steers. Journal of Animal Science 20(2):336-340. 1961.

12. CARROLL, F. D., ROLLINS, W. C. y ITNER, N. R. Brahman-Hereford crossbreds and Hereford gaines, carcass yields and carcass differences. Journal of Animal Science 14(1):218-223. 1955.

13. CARTER, R. C. y KINCAID, C. M. Estimates of genetic and phenotypic parameters in beef cattle. II. Heritability estimates from parent offspring and half-sib resemblances. Journal of Animal Science 18(1):323-330. 1959.

14. _____ y KINCAID, C. M. Estimates of genetic and phenotypic parameters in beef cattle. III. Genetic and phenotypic correlations among economic characters. Journal of Animal Science 18(1):331-335. 1959.

15. CAVANDOLI, H. E. et al. Evaluación de la res de novillo en el ganado por el procedimiento de los tres bifes. Revista de Investigaciones Agropecuarias (Serie 1) (Argentina) 1(2):1-34. 1964.

16. CHAPMAN, H. L. et al. Oral and implanted stilbestrol for beef cattle fattened on pasture and in drylot. Florida Agricultural Experiment Station. Bulletin Nº 666. 1964. 16 p.

17. COBB, E. H., WALKER, M. y OTAGAKI, K. K. Correlations among taste panel scores and various other measurements used in beef carcasses evaluation. (Abstract) Journal of Animal Science 20(3):674-675. 1961.

18. COLE, J. W., KINCAID, C. M. y HOBBS, C. S. Some effects of types and breeds of cattle on basic carcass characteristics. (Abstract) Journal of Animal Science 17(4):1153. 1958.

19. _____, ORME, L. E. y KINCAID, C. M. Relationship of Loin eye area, separable lean of various beef cuts and carcass measurements to toal carcass lean in beef. Journal of Animal Science 19(1):89-99. 1960.

20. _____, RAMSEY, C. B. y EPLEY, R. H. Simplified method for predicting pounds of lean in beef carcasses. Journal of Animal Science 21(2):355-361. 1962.

21. _____ et al. Effects of type of breed of British, zebu and dairy cattle, on production, carcass composition and palatability. Journal of Dairy Science 47(10):1138-1144. 1964.

22. COOK, A. C., KOHLI, M. L. y DAWSON, W. M. Relationship of five body measurements to slaughter grade, carcass grade, and dressing percentage in milking Shorthorn steers. Journal of Animal Science 10(2):386-393. 1951.

23. COVER, S., BUTLER, O. D. y CARTWRIGHT, T. G. The relationship of fattness in yearling steers to juiciness and tenderness of broiled and braiced steaks. Journal of Animal Science 15(2): 464-472. 1956.

24. CROWN, R. M. A preliminary study of carcass quality data from the 12th ribs of beef as compared to that of the 9-10-11 rib cuts. (Abstract) Journal of Animal Science 12(4):901. 1953.

25. CROCKET, J. R., et al. Feed lot performance and carcass characteristics of steers of various breeds and crossbreeds. (Abstract) Journal of Animal Science 18(4):1474. 1959.

26. CROWN, R. M. y DAMON, R. A., Jr. The value of the 12th rib cut for measuring beef carcass yields and meat quality. Journal of Animal Science 19(1):109-113. 1960.

27. CUNDIFF, L. V. et al. Genetic analysis of some growth and carcass traits in beef cattle. Journal of Animal Science 23(4):1133-1138. 1964.

28. CUNHA, T. J., KOGER, M. y WARNICK, A. C. Crossbreeding beef cattle. Gainesville, University of Florida. 1963. 228 p.

29. DAMON, R. A., Jr. et al. Performance of crossbred beef cattle in the Gulf Coast Region. Journal of Animal Science 18(1): 437-447. 1959.

30. _____ et al. Gaines and grades of beef steers in the Gulf Coast Region. Journal of Animal Science 18(3):1103-1113. 1959.

31. _____ et al. Carcass characteristics of purebred and crossbred beef steers in the Gulf Coast Region. Journal of Animal Science 19(3):820-844. 1960.

32. _____ et al. Genetic analysis of crossbreeding beef cattle. Journal of Animal Science 20(4):849-857. 1961.

33. DAVIS, J. K. et al. Use of ultrasonics and visual appraisal to estimate total muscling in beef cattle. Journal of Animal Science 23(3):638-644. 1964.

34. DAWSON, W. M., YAO, T. S. y COOK, A. C. Heritability of growth, beef characters and body measurements in milking Shorthorn steer. Journal of Animal Science 14(1):208-217. 1955.

35. DEROWEN, T. M. et al. Gains and carcass traits of Angus and Angus-zebu steers. (Abstract) Journal of Animal Science 20(4):905. 1961.

36. DURHAM, R. M. y KNOX, J. H. Correlations between grades and gaines of Hereford cattle at different stages of growth and between grades at differents times. Journal of Animal Science 12(4):771-774. 1953.

37. FONTENOT, J. P. et al. The effect of nutrition and age on the carcass composition of beef steers. (Abstract) Journal of Animal Science 18(4):1536. 1959.

38. GAINES, J. A. et al. Crossing three British breeds of beef cattle. (Abstract) Journal of Animal Science 20(4):906. 1961.

39. GERLAUGH, P., KUNKLE, L. E. y RIFE, D. C. Crossbreeding beef cattle. A comparison of the Hereford and Aberdeen Angus breeds and their reciprocal crosses. Ohio Agricultural Experiment Station. Bulletin Nº 703. 1951. 33 p.

40. GODBEY, E. G., KROPF, D. H. y WHEELER, R. F. Economy and rate of gain and quality of meat produced by steers fattened in dry lot and on winter forage. II. Carcass data. (Abstract) Journal of Animal Science 18(3):1154. 1959.

41. GUIA PARA calificación de reses en pie para el experimento de cruzas iniciado por Yamamoto, 1962. Turrialba, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1963. 2 p. (mimeografiado)

42. HANKINS, O. G. y HOWE, P. E. Estimation of the composition of beef carcasses and cuts. U.S. Department of Agriculture. Technical Bulletin Nº 926. 1946. 20 p.

43. HEDRICK, H. B. et al. Estimation of rib-eye area and fat thickness of beef cattle with ultrasonics. Journal of Animal Science 21(2):362-365. 1962.

44. _____ et al. Indices of meatiness in beef. Missouri Agricultural Experiment Station. Bulletin Nº 820. 1963. 55 p.

45. HENDERSON, C. R. Estimation of general, specific and maternal combining abilities in crosses among inbred of swine. Unpublished. Ph.D. Thesis. Iowa State College, 1948. 199 p. (Original no consultado; citado en Damon, R. A., Jr. et al. Genetic analysis of crossbreeding beef cattle. Journal of Animal Science 20(4):849-857. 1961).

46. HENRICKSON, R. L. y MOORE, R. E. Effects of animal age on the palatability of beef. Oklahoma Agricultural Experiment Station. Bulletin Nº T-115. 1965. 16 p.

47. _____, POPE, L. S. y HENDRICKSON, R. F. Effect of rate of gain of fattening beef calves on carcasses composition. Journal of Animal Science 24(2):507-513. 1965.

48. HINER, R. L. y HANKINS, O. G. Effect of temperature of freezing on histological characteristics and tenderness of beef. (Abstract) Journal of Animal Science 5(4):404. 1946.

49. HINER, R. L. y HANKINS, O. G. The tenderness of beef in relation to different muscles and age in the animal. Journal of Animal Science 9(3):347-353. 1950.

50. _____ et al. Fiber diameter in relation to tenderness of beef muscle. (Abstract) Journal of Animal Science 11(2):749-750. 1952.

51. HOLT, L. H. Crossbreeding beef cattle. (Abstract) Journal of Animal Science 14(4):1185. 1955.

52. KENNICK, W. H. et al. A comparison of carcass and meat characteristics of Herefords and Hereford x Charolais steers. (Abstract) Journal of Animal Science 24(2):587. 1965.

53. KIDWELL, J. F. et al. Relation of production factors to conformation scores and body measurements, associations among production factors and the relation of carcass grade and fattness to consumer preferences in yearling steers. Journal of Animal Science 18(3):894-908. 1959.

54. KIEHL, E. R. y RHODES, J. V. Historical development of beef quality and grading standards. Missouri Agricultural Experiment Station. Bulletin Nº 728. 1960. 60 p.

55. KINCAID, C. M. Breed crosses with beef cattle in the South. Alabama Agricultural Experiment Station. Southern Cooperative Series Bulletin 81. 1962. 25 p.

56. KLOSTERMAN, E. W., ALTHOUSE, P. G. y CAHILL, V. R. Effect of corn silage or ground ear corn full fed at various stages of growth and fattening upon carcass composition of beef cattle. Journal of Animal Science 24(2):454-458. 1965.

57. _____ et al. The effect of age of castration upon rate and economy of gain and carcass quality of beef calves. Journal of Animal Science 13(3):817-825. 1954.

58. KNAPP, B., Jr. Determination of slaughter-steer grades from weights and measurements. U.S. Department of Agriculture Circular Nº 524. 1939. 8 p.

59. _____ y CLARK, R. T. Revised estimates of heritability of economic characteristics in beef cattle. Journal of Animal Science 9(4):582-587. 1950.

60. _____ y NORDSKOG, A. W. Heritability of growth and efficiency in beef cattle. Journal of Animal Science 5(1):62-70. 1946.

61. _____ y NORDSKOG, A. W. Heritability of live animal scores, grades and certain carcass characteristics in beef cattle. Journal of Animal Science 5(2):194-199. 1946.

62. KNOX, J. H. Amount of grain for fattening yearling steers. New Mexico Agricultural Experiment Station. Bulletin Nº 367. 1951. 13 p.

63. KOGER, M. y KNOX, J. H. Heritability of grade and type in range beef cattle. Journal of Animal Science 11(2):361-369. 1952.

64. KRAMER, C. Y. Extension of multiple range tests to group correlated adjusted means. Biometrics 13(1):13-18. 1957.

65. KROPF, D. H. y CRAF, R. L. The effect of carcass grade, weight and classification upon boneless beef yield. Journal of Animal Science 18(1):95-103. 1959.

66. KUNKLE, L. E. et al. The apparent effects of age of castration on physical composition of Hereford males. (Abstract) Journal of Animal Science 12(4):902-903. 1953.

67. LEWIS, L. H., CUNHA, T. J. y RHODES, G. N. Beef cattle in Florida. Florida, Department of Agriculture. Bulletin Nº 28. 1960. 291 p.

68. LOPEZ, S. C. et al. Cruzas con Charolais en la región Pampeana. Balcarce, Argentina, Estación Experimental Agropecuaria. Boletín Técnico Nº 6. 1963. 74 p.

69. LUNA, D. J. Estudio del vigor híbrido en cruzamientos recíprocos de las razas Brahman, Santa Gertrudis y Criollo. Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1965. 77 p. (mecanografiada)

70. MASON, I. L. Performance recording in beef cattle. Animal Breeding Abstract 19(1):1-23. 1951.

71. MAGEE, W. T. et al. Some factors affecting carcass grade in steers. Journal of Animal Science 17(3):649-655. 1958.

72. McBEE, J. L., Jr. y NAUMANN, H. D. The influence of freezing on shear and taste panel evaluations of beef. (Abstract) Journal of Animal Science 18(4):1477. 1959.

73. McCORMICK, W. C., HALE, O. M. y SOUTHWELL, B. L. Effects of stilbestrol when fed or implanted on performance of steers fattened on pastures and limited grain. Georgia Agricultural Experiment Station. Bulletin Nº N.S. 23. 1961. 14 p.

74. _____ y SOUTHWELL, B. L. A comparison of Brahman crossbred with British crossbred cattle. Journal of Animal Science 16(1):207-216. 1957.

75. MEANS, R. H. y KING, G. T. The effect of the sire on tenderness of beef loin steaks as measured by a panel of families and the Warner-Bratzler shear machine. (Abstract) Journal of Animal Science 18(4):1475. 1959.

76. ORME, L. E. et al. Predicting total carcass lean in mature beef from weights of certain entire muscles. Journal of Animal Science 19(3):726-734. 1960.

77. PAEZ, B. G. Métodos de investigación en producción animal. Turrialba, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1964. 367 p.

78. PEACOCK, F. M. y KIRK, W. G. Feed lot performance and carcass grades of Brahman and Brahman-Shorthorn steers. Florida Agricultural Experiment Station. Bulletin Nº 597. 1958. 16 p.

79. _____ et al. Genetics and environmental influences on weaning weight and slaughter grade of Brahman, Shorthorn and Brahman-Shorthorn crossbred calves. Florida Agricultural Experiment Station. Bulletin Nº 624. 1960. 15 p.

80. PEARSON, A. M. y MILLER, J. I. The influence of rate of freezing and length of freezer-storage upon the quality of beef of known origin. Journal of Animal Science 91(1):13-19. 1950.

81. _____ et al. A comparison of certain carcass characteristics of Brahman versus British breeds of steers. (Abstract) Journal of Animal Science 12(4):897. 1953.

82. PILKINGTON, D. H., WALTERS, L. E. y POPE, L. S. Carcass studies with steers, bulls and stilbestrol-implanted bulls sold as slaughter calves. (Abstract) Journal of Animal Science 18(3):1154. 1959.

83. RAMSBOTTOM, J. M. et al. The comparative tenderness of representative beef muscles. (Abstract) Journal of Animal Science 3(4):445. 1944.

84. _____ y STRANDINE, E. J. Initial physical and chemical changes in beef as related to tenderness. (Abstract) Journal of Animal Science 7(4):519-520. 1948.

85. RAMSEY, C. B. et al. Effects of type and breed of British, zebu and dairy cattle on production, palatability and composition. IV. Yield of gastrointestinal tract and other non-carcass. components. Journal of Animal Science 24(1):120-126. 1965.

86. SCHOONOVER, C. O. y STRATON, P. O. A photographic grid used to measure rib eye areas. Journal of Animal Science 16(4): 957-960. 1957.

87. SHELBY, C. E. et al. Heritability of some pre and post-slaughter characteristics in beef cattle. (Abstract) Journal of Animal Science 13(4):962. 1954.

88. SHREWSBURY, L. C. y WIDEMAN, D. A new photographic technique for determination of fat and lean areas in meat carcass cuts. Journal of Animal Science 20(2):274-275. 1961.

89. SIMONE, M., CLEGG, M. T. y CARROLL, F. Effect of methods of stilbestrol administration of quality factors of beef. Journal of Animal Science 17(3):834-840. 1958.

90. SNEDECOR, G. W. Statistical methods applied to experiment in Agriculture and biology. 5th ed. Ames, Iowa State College Press, 1956. 534 p.

91. STEEL, R. G. D. y TORRIE, J. H. Principles and procedures of statistics. New York, Mc Graw-Hill, 1960. 481 p.

92. STOUFFER, J. R. et al. Development and application of ultrasonics methods for measuring fat thickness and rib-eye area in cattle and hogs. Journal of Animal Science 20(4):759-767. 1961.

93. STRANDINE, E. J., KOONZ, C. H. y RAMSBOTTOM, J. M. A study of variations in muscles of beef and chicken. Journal of Animal Science 8(4):483-494. 1949.

94. SWANSON, L. A. et al. Variability of muscle fiber size in Bovine Longissimus dorsi. Journal of Animal Science 24(1):97-101. 1965.

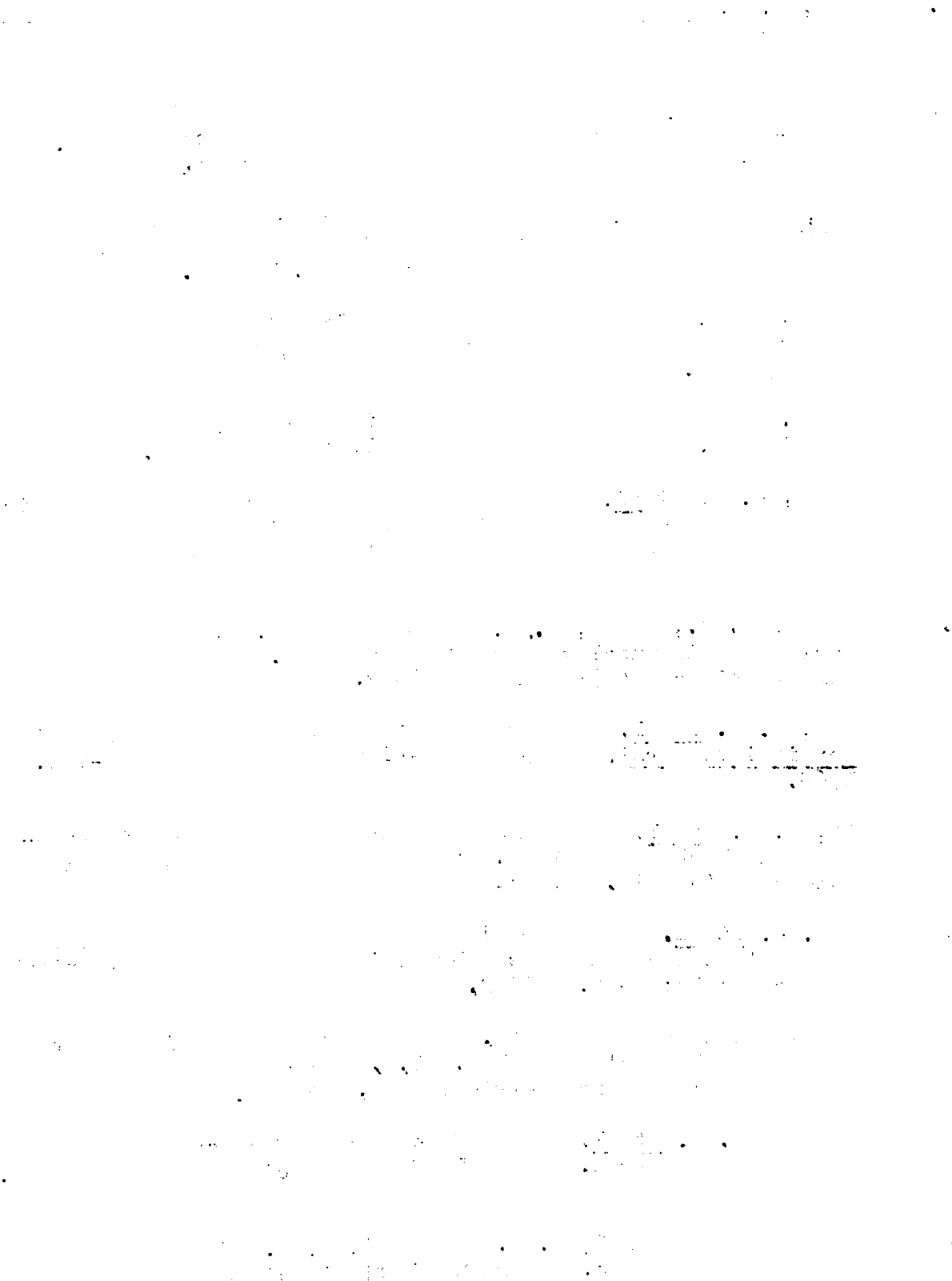
95. TEMPLE, R. S. et al. Genetic and environmental effects in purebred and backcross calves. (Abstract) Journal of Animal Science 20(4):912. 1961.

96. TUMA, H. J. et al. Relationship of fiber diameter to tenderness and meatiness as influenced by bovine age. Journal of Animal Science 21(1):33-35. 1962.

97. U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Least-squares analysis of data with enequal subclass number. U.S. Department of Agriculture. Agricultural Research Service, 1960. 157 p.

98. WALLANTINE, M. V. et al. Some effects on beef carcasses from feeding stilbestrol. Journal of Animal Science 20(4):792-795. 1961.

99. WEBB, N. B., KAHLENBERG, O. J. y NAUMANN, H. D. Factors influencing beef tenderness. Journal of Animal Science 23(4): 1027-1031. 1964.



100. WELLINGTON, G. H. et al. Body composition and carcass changes of young cattle. (Abstract) Journal of Animal Science 13(4):973. 1954.

101. _____ y STOUFFER, J. R. Beef marbling. Its estimation and influence on tenderness and juiciness. New York Agricultural Experiment Station. Bulletin Nº 941. 1959. 30 p.

102. WHEAT, J. D. y HOLLAND, L. A. Relationship between slaughter and carcass grades in beef cattle. Journal of Animal Science 19(3):722-725. 1960.

103. WIERBICKI, E. et al. A comparative study of the eating quality and biochemical characteristics of the meat from bulls, steers and bulls treated with Diethylstilbestrol. (Abstract) Journal of Animal Science 12(4):904. 1953.

104. WILSON, G. D., BRAY, R. W. y PHILLIPS, P. H. The effect of age and grade on the collagen and elastin content of beef and veal. Journal of Animal Science 13(3):826-831. 1954.

105. WOODWARD, R. R., QUESENBERRY, J. R. y WILLSON, F. S. Production and carcass quality in beef cattle. Montana Agricultural Experiment Station, Circular Nº 207. 1954. 11 p.

106. ZIEGLER, T. y CHRISTIAN, J. A. Factors influencing the quality of frozen storage meat. (Abstract) Journal of Animal Science 7(4):520. 1948.

A P E N D I C E

APENDICE

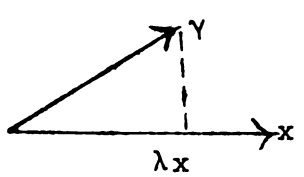
PRINCIPIOS DE MINIMOS CUADRADOS Y MATRICES

En la teoría de la regresión se trata de un número de variables llamadas independientes o explicativas y generalmente se representan como X_1, X_2, ... X_n; son de gran utilidad si al investigador le interesa la posibilidad de poder expresar otra variable Y como una combinación lineal de las X, menos una variable aleatoria normal.

La variable Y es de distribución aleatoria, en cambio la variable X no, debido a que su valor es fijo; entonces su expectación se puede representar así: $E(\underline{Y}) = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + ... + \beta_m X_n$. En esta ecuación llamada también modelo matemático se desconoce el valor de los coeficientes de regresión β_m, pero es posible estimarlos. El análisis de regresión se complica cuando aumenta el número de coeficientes β_m y es aquí donde se tiene que hacer uso de métodos especiales para obtener estimaciones correctas.

Entre los métodos especiales se menciona el de mínimos cuadrados que se basa en el principio de escoger valores θ; de tal manera que la suma de cuadrados de las diferencias entre los valores observados Y_i y valores calculados del modelo, sean un mínimo. Este método se puede también representar con ayuda de vectores en espacios vectoriales. A continuación se dan algunos ejemplos:

La proyección de Y sobre X, es el caso más simple y se verifica:

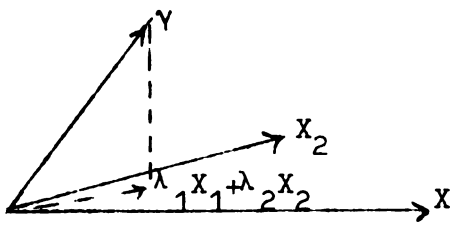


$$\gamma - \lambda x \perp x$$

$$x\gamma - \lambda xx = o \quad \text{(Producto interior de vectores)}$$

$$\lambda = \frac{x\gamma}{xx}$$

de la misma manera se hace la proyección sobre un espacio de 2 dimensiones:



$Y - \lambda_1 X_1 - \lambda_2 X_2 \perp X_1, X_2$

significa que el producto interior de los vectores debe de dar con $X_1 = 0$ y con $X_2 = 0$ resultando en las siguientes ecuaciones:

Producto interior de vectores

$$\begin{cases} X_1 Y - \lambda_1 X_1 X_1 - \lambda_2 X_1 X_2 = 0 \\ X_2 Y - \lambda_1 X_1 X_2 - \lambda_2 X_2 X_2 = 0 \end{cases}$$

$\lambda = \beta$

$\perp$ = Ortogonal

Finalmente se trabaja con ecuaciones de observación que son aquellas formadas con los valores originales de cualquier estudio, por ejemplo:

$$\begin{aligned} Y_1 &= \beta_1 X_{11} + \beta_2 X_{12} + \cdots\cdots + \beta_m X_{1m} + e_1 \\ &\vdots \quad\quad \vdots \quad\quad \vdots \quad\quad\quad\quad \vdots \quad\quad \vdots \\ Y_n &= \beta_1 X_{n1} + \beta_2 X_{n2} + \cdots\cdots + \beta_m X_{nm} + e_n \end{aligned}$$

Los grupos de ecuaciones anteriores también se pueden poner en forma de vectores:

$$\begin{pmatrix} Y_1 \\ \vdots \\ Y_n \end{pmatrix} = \beta_1 \begin{pmatrix} X_{11} \\ \vdots \\ X_{n1} \end{pmatrix} + \beta_2 \begin{pmatrix} X_{12} \\ \vdots \\ X_{n2} \end{pmatrix} + \cdots\cdots + \beta_m \begin{pmatrix} X_{1m} \\ \vdots \\ X_{nm} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e_1 \\ \vdots \\ e_n \end{pmatrix}$$

ahora se procede a proyectar o sea encontrar al vector o vectores ortogonales y se obtienen al verificar el productor interior de los vectores e igualar a cero. En estas condiciones se obtienen ecuaciones lineales que al resolverse resultan las estimaciones de los coeficientes de regresión. Sin embargo debe de suponerse que $E(\underline{e})=0$ y $\sigma^2(\underline{e})= \sigma^2$ o

sea que debe de partirse de una distribución con expectación igual a cero y variancia igual a σ^2. Para hacer pruebas de significancia de las β, supondremos además que la variante es normal.

La proyección de Y sobre el espacio generado por las X, nos da las ecuaciones normales.

$$\text{Ecuaciones normales} \begin{cases} \sum_{i=1}^{n} Y_i X_{i1} = \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^{n} X_{i1}^2 + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^{n} X_{i1}X_{i2} + \cdots\cdots + \hat{\beta}_m \sum_{i=1}^{n} X_{i1}X_{im} \\ \sum_{i=1}^{n} Y_i X_{i2} = \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^{n} X_{i1}X_{i1} + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^{n} X_{i2}^2 + \cdots\cdots\cdots + \hat{\beta}_m \sum_{i=1}^{n} X_{i2}X_{im} \\ \sum_{i=1}^{n} Y_i X_{im} = \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^{n} X_{im}X_{11} + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^{n} X_{im}X_{i2} + \cdots\cdots + \hat{\beta}_m \sum_{i=1}^{n} X_{in}^2 \end{cases}$$

Para resolver un sistema de ecuaciones de observación, se hace uso del método de mínimos cuadrados para obtener las ecuaciones normales y así aplicar algún método de álgebra de matrices para obtener los coeficientes de regresión.

Una matriz es un sistema rectangular de números del orden n x m en donde n = hileras y m = columnas.

Se verifican operaciones con matrices, es decir, se pueden sumar si sus órdenes son iguales. De la misma manera la multiplicación se lleva a cabo si el número de columnas de una matriz es igual al número de hileras de la otra.

Existen muchos tipos de matrices pero por el momento se mencionarán las utilizadas en este trabajo.

Matriz transpuesta A' es la obtenida de la matriz original A; en la primera las hileras y columnas corresponden a las columnas e hileras de la matriz A respectivamente.

Matriz **simétrica** es aquella en que $A = A'$ y entonces los elementos reflejados con respecto a la diagonal son iguales.

Matriz cuadrada es la que tiene igual número de hileras y columnas; solo este tipo de matrices tiene diagonal y también es simétrica. Este modelo de matrices se utilizó para el desarrollo del presente estudio.

Una matriz diagonal, es una matriz cuadrada pero con todos sus elementos igual a cero excepto los de la diagonal; si los valores de la diagonal son iguales recibe el nombre de Escalar; en caso de que tales valores correspondan al número uno, se habla de Unidad Matriz.

La matriz inversa A^{-1} es la que se utiliza para resolver todo el sistema de ecuaciones y generalmente para encontrarla se usan métodos como el de Gauss o Crout.

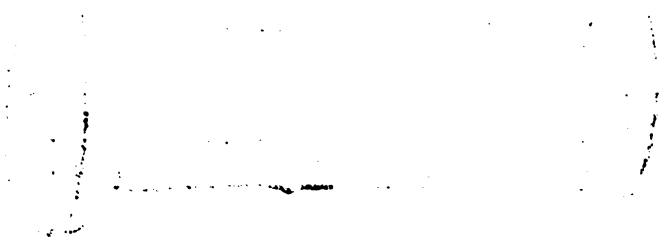
Para resolver por matrices un sistema de ecuaciones de observación, se siguen los pasos que a continuación se presentan:

a) Poner las ecuaciones en forma de matrices y vectores:

$$\underbrace{\begin{pmatrix} Y_1 \\ \vdots \\ Y_n \end{pmatrix}}_{Y} = \underbrace{\begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1m} \\ \vdots & \vdots & & \\ X_{n1} & X_{n2} & \cdots & X_{nm} \end{pmatrix}}_{X} \underbrace{\begin{pmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_m \end{pmatrix}}_{\beta}$$

b) Transponer la expresión anterior para obtener las ecuaciones normales; este paso equivale a proyectar o buscar el producto interior de vectores y se puede sintetizar en la forma siguiente:

$X' Y = X' X\beta$ pero si $X' X = A$ la expresión se transforma a $X' Y = A\beta$ que representa los valores de las ecuaciones normales dentro de la matriz.



c) Buscar la matriz inversa. Por el método de Gauss se obtienen directamente los valores de los coeficientes de regresión pero es largo el proceso. Por el método de Crout se necesita multiplicar las dos matrices triangulares resultantes para obtener A^{-1} y esta a su vez, multiplicarla por X'Y para hallar los valores de β.

Es de mencionarse que todos los cálculos para invertir la matriz se simplican con el uso de máquinas electrónicas.

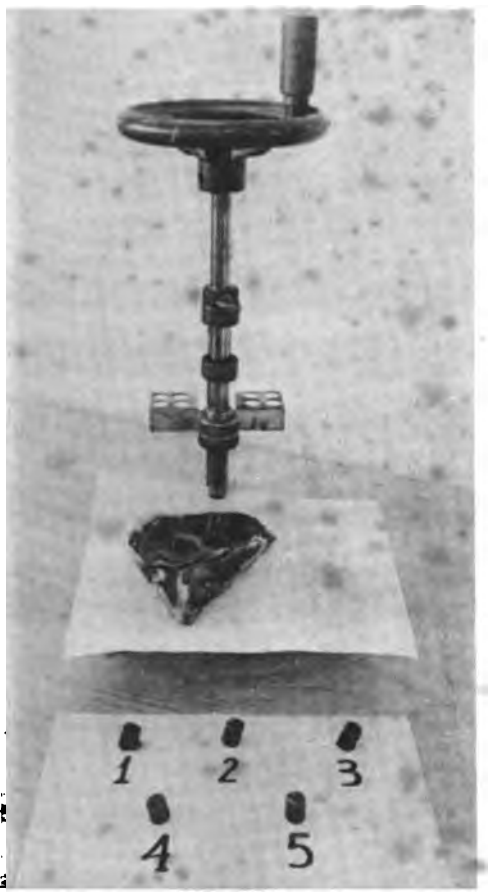


Foto No. 1 Aparato perforador de corchos utilizado para extraer las muestras del undécimo bistec.

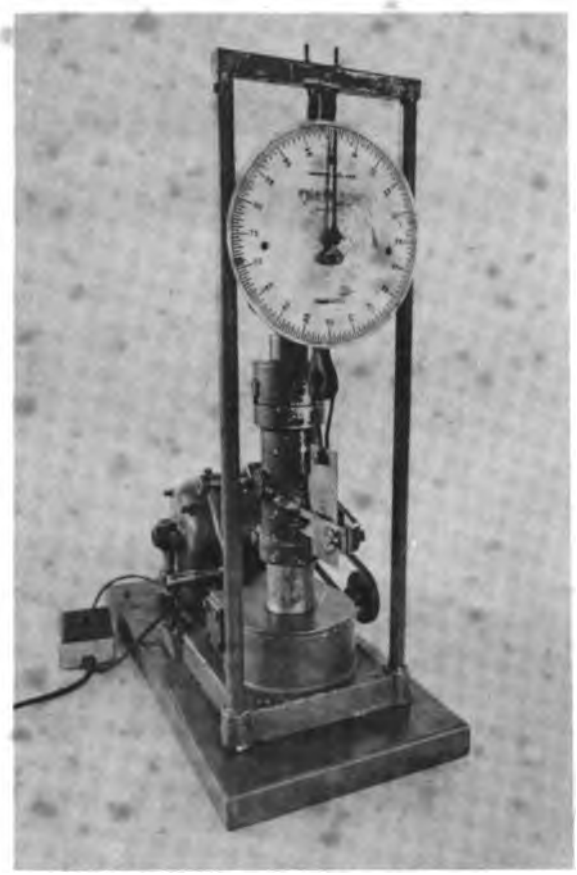


Foto No. 2 Tenderómetro de Warner-Bratzler

Foto No. 3 Parte del Tenderómetro mostrando el lugar y forma como debe colocarse la muestra para efectuar la medida de Suavidad

CUADRO 14 ECUACIONES DE MINIMOS CUADRADOS PARA EL MODELO

Date Due

SEP 16 1986
29 MAR. 1988
18 JUN 199[illegible]
08 JUL 1993

ACCOPRESS®
SCORED HINGE BINDER
BFS 2507 RED
BGS 2507 BLACK
BDS 2507 GREY
BPS 2507 GREEN
BUS 2507 BLUE
BYS 2507 YELLOW
2507 SH-DSO
BSS 2507 TURQUOISE
BQS 2507 PALM GREEN
BXS 2507 EXECUTIVE RED
BZS 2507 DARK GREEN
BAS 2507 TANGERINE
BBS 2507 ROYAL BLUE
ASSORTED DISPLAY

Date Due

MAY 3 0 1986
SEP 1 6 1986
2 9 MAR. 1988
8 JUN 199
0 8 JUL 1993
DE OCT 2001

ACCOPRESS®

SCORED HINGE BINDER

BFS 2507 RED	BSE 2507 TURQUOISE
BGS 2507 BLACK	BOS 2507 PALM GREEN
BDS 2507 GREY	BJS 2507 EXECUTIVE RED
BFS 2507 GREEN	BZS 2507 DARK GREEN
BUS 2507 BLUE	BAS 2507 TANGERINE
BYS 2507 YELLOW	BBS 2507 ROYAL BLUE
2507 SH-D50	ASSORTED DISPLAY