

**EFFECTO DE LA CONSANGUINIDAD SOBRE LAS CARACTERISTICAS
ECONOMICAS DEL GANADO CRIOLLO LECHERO**

Tesis de Grado de Magister Scientiae

Rafael Fuentes Aguilar Sagüéz

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA OEA
Centro de enseñanza e-Invstigación

**CRISTON MEMORIAL
LIBRARY**

1 MAY 1969

IIAS

Departamento de Zootecnia

Turrialba, Costa Rica

1969

EFEECTO DE LA CONSANGUINIDAD SOBRE LAS CARACTERISTICAS
ECONOMICAS DEL GANADO CRIOLLO LECHERO

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:



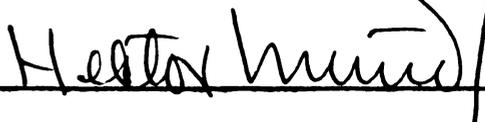
Consejero

Oliver Deaton, Ph. D.



Comité

Robert Taylor, Ph.D.



Comité

Héctor Muñoz, Ph.D.



Comité

Elemer Bornemisza, Ph.D.



iii

A mis padres

A mis hermanos

AGRADECIMIENTOS

El autor desea manifestar su agradecimiento a los miembros de su Comité Consejero, Dr. Robert Taylor, Dr. Elemer Bornemisza, y en forma especial al Dr. Oliver Deaton y Dr. Héctor Muñoz.

Al Dr. John V. Bateman y al personal técnico del Departamento de Zootecnia, por las enseñanzas y consejos que le proporcionaron.

A las Srtas. Maritza Huertas y Emilia Fernández, y a los señores Eladio Saborío, Manuel Mora, Rodrigo Mora, Miguel Mora, Carlos Monge, Rigoberto Romero y Guillermo Ramírez, por su cooperación en el transcurso de sus estudios.

A la Organización de Estados Americanos (OEA), que a través de su programa de becas le brindó la oportunidad de realizar estudios de post-graduación.

A los compañeros de estudios por su valiosa cooperación y por la amistad brindada durante su estadía en el Instituto.

BIOGRAFIA

El autor nació en la ciudad de Puebla, Pue., México, el 22 de mayo de 1939.

Sus estudios de educación primaria, secundaria y preparatoria los realizó en la ciudad de Puebla, finalizando en 1958. En el año 1960 ingresó a la Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro", en Saltillo, Coahuila, donde terminó sus estudios universitarios en junio de 1965, graduándose de Ingeniero Agrónomo en febrero de 1966.

En febrero de 1966 ingresó como técnico en el Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México, hasta agosto del mismo año.

En septiembre de 1966 ingresó como estudiante graduado al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Turrialba, Costa Rica, para efectuar estudios postgraduados en el Departamento de Zootecnia, obteniendo el grado de Magister Scientiae en abril de 1969.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
Peso al nacimiento	5
Crecimiento	8
Producción de leche	9
III. MATERIALES Y METODOS	13
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	19
V. RESUMEN Y CONCLUSIONES	32
SUMMARY	35
LITERATURA CITADA	37

I. INTRODUCCION

La consanguinidad como método de cría se basa en la unión o apareamiento de individuos emparentados de un modo estrecho o lejano.

Este método acompañado de la selección ha sido empleado en la formación de las razas existentes y de las nuevas razas de bovinos. El mecanismo esencial de la consanguinidad y la selección consiste en elevar la homogeneidad de los componentes genéticos de un individuo, de un hato o de una población. El criador por regla general trata de fijar las características económicamente deseables y de reducir la heterogeneidad de los individuos en su hato. Sin embargo, con el uso de la consanguinidad, la homogeneidad genética en la población puede tender también a fijar pares de genes homogéneos, pero indeseables. Por esta razón la consanguinidad puede ser considerada como un arma de dos filos para usarse como método de cría.

En el mejoramiento del ganado bovino, principalmente en hatos experimentales, el número de individuos con los que se trabaja es sumamente pequeño debido a razones de barreras geográficas y de cordones sanitarios existentes que impiden mantener intercambio de individuos, entre hatos o poblaciones. Esto conduce a la necesidad de aparear individuos emparentados y de aumentar la consanguinidad en el hato.

En el Departamento de Zootecnia del IICA en Turrialba, Costa Rica, se ha venido trabajando en el mejoramiento del ganado Criollo lechero. Este hato fue formado en 1948 con importaciones de animales provenientes de Nicaragua, Honduras y El Salvador.

Nuevas importaciones de animales fueron hechas en los años 1950, 1952 y 1964. Debido a que el intercambio de individuos entre poblaciones ha sido reducido, se llevó a cabo el presente trabajo con los siguientes objetivos:

Estimar el coeficiente de consanguinidad y su efecto en algunas medidas de producción:

- a. edad al primer parto
- b. número de servicios por preñez
- c. peso de la cría al nacimiento y de la madre al parto
- d. producción de leche
- e. producción de grasa y porcentaje de grasa de la leche

II. REVISION DE LITERATURA

La consanguinidad, junto con la selección, es un arma más que puede ser usada por el criador para el mejoramiento de su hato. Este es un método de cría que consiste en la unión de individuos más emparentados que el resto de los miembros de la raza o de una población (12).

Los cruzamientos de individuos emparentados o con ancestros comunes tienden a aumentar la homogeneidad en líneas de un hato, raza o población. La consanguinidad por sí sola no efectúa ningún cambio en la frecuencia de determinado par de genes, su efecto radica principalmente en aumentar la existencia de pares de genes homogéneos, ya sea dominantes o recesivos.

Según Lasley (21) en la mayoría de los casos los genes dominantes tienen efectos favorables mientras que los genes recesivos, sus efectos son desfavorables. Es en este punto donde la consanguinidad es un arma de doble filo, que puede ayudar a la fijación de características deseables, pero también puede contribuir para que las características no deseables tengan su manifestación.

Uno de los factores más importantes que limitan el uso de la consanguinidad en el ganado bovino, es la disminución en vigor que aparece como resultado del aumento de la consanguinidad en un hato, en una raza o en una población.

Infinidad de intentos por medir el grado de consanguinidad de un hato o población fueron hechos desde que se conocieron los efectos de trimentos de la consanguinidad, pero no fue sino hasta 1921 en que

Wright propuso una fórmula para su estimación - (F) -, que representa el aumento de la homogeneidad de una población en un momento dado (exactamente F es el porcentaje de heterogeneidad perdida).

En los trabajos encontrados en la literatura en estos experimentos sobre la consanguinidad con bovinos y animales de laboratorio, dan como resultado que el vigor se reduce obteniendo así un crecimiento más lento, tamaño más pequeño, mayor mortalidad, menor fertilidad y menor producción de leche y grasa. Estos efectos varían de magnitud dependiendo de las condiciones en que se desarrollan los animales, la edad y tipo de raza.

Bartlett et al (5) estudiaron algunas características de producción en grupos de animales consanguíneos y no consanguíneos. Estos autores encontraron que no existía diferencia entre los dos grupos en las medidas de producción estudiadas cuando la consanguinidad fue menor a un 20% o cuando algún criterio de selección en el grupo consanguíneo fue aplicado. Observaciones semejantes han sido descritas por otros autores (3, 4), quienes indican que niveles de consanguinidad menores del 20% no causaron ningún efecto negativo en las medidas de producción estudiadas.

El efecto de la consanguinidad ha sido estudiado en algunas medidas de crecimiento, comportamiento reproductivo y producción, en una gran variedad de especies animales. En el ganado bovino medidas como peso al nacer, medidas corporales, edad al primer parto y producción de leche y grasa, han sido estudiadas intensivamente.

Peso al nacimiento

Son varios los factores que pueden influir en el peso del ternero a su nacimiento, los cuales pueden ser la raza, sexo, alimentación de las hembras principalmente en los últimos dos meses de gestación, el peso de la hembra al parto, edad de la misma, el grado de consanguinidad de la hembra y el de la cría. Se ha comprobado que uno de los factores que más influye, es el peso de la vaca al parto, entre más alto sea este peso más pesados serán los terneros (8, 11, 13, 14). Está comprobado que los machos son más pesados que las hembras, dentro de una misma raza y un mismo toro (11, 36). Footer (14) observó una diferencia de 5.9 libras que favoreció los machos.

Nelson (28) midió el efecto de la consanguinidad de la madre sobre el peso del ternero al nacimiento, obteniendo una regresión de -0.05 para hembras y de -0.14 para machos por cada 1% de aumento en la consanguinidad de la madre. Estos valores fueron de pequeña magnitud y no significativos.

Sutherland (33) estima que por cada 1% de consanguinidad de la madre se reduce el peso del ternero en 0.2 libras, en una población de Holstein.

Footer (14) afirma que la consanguinidad de la madre no tiene un efecto real en el peso del ternero al nacimiento; él obtuvo una correlación de -0.09 y una regresión de 0.005 . Algunos autores (10, 36, 40) informaron resultados semejantes a los encontrados anteriormente en cuanto a los aumentos de consanguinidad y la disminución de las medidas estudiadas.

Sin embargo, Bartlett et al (3, 4, 5) trabajando con ganado

Holstein encontraron que la consanguinidad de la madre no tenía ningún efecto sobre el peso del ternero al nacer, y algunos otros autores (24) estudiaron los efectos de la consanguinidad sobre el peso al nacimiento, de terneras con un coeficiente de consanguinidad de 5 a 20% y con terneras no consanguíneas. Ellos encontraron que no había relación entre la característica estudiada y el nivel de la consanguinidad, indicando que es factible de hacer cruces de animales consanguíneos sin disminuir el peso y tamaño de la cría, pero siempre y cuando la consanguinidad no aumentara más del 20%.

Woodward y Graves (40, 41) encontraron que la consanguinidad en las razas Guernsey y Holstein causó una disminución en el peso al nacer, retardó el crecimiento de los terneros y redujo el peso a la madurez cuando la consanguinidad alcanzó el 25%. Fue más acentuada esta disminución cuando las terneras con 50% de consanguinidad pesaron solamente 25% menos que el promedio de los hatos no consanguíneos. Sin embargo, la reducción del peso a la madurez no fue tan marcada como el peso al nacimiento, siendo esta reducción más severa en la raza Guernsey. Dickerson (10) en un análisis preliminar de tres hatos Holstein, con un promedio de consanguinidad de 16%, encontró que el peso al nacer de los terneros de ambos sexos, disminuyó un 10% en comparación con terneros no consanguíneos, hijos de los mismos toros. Otras investigaciones con resultados semejantes fueron observadas por Tyler (37), quien encontró que por cada 10% de aumento en la consanguinidad disminuyó el peso al nacer del animal en 2.3 libras. Resultados similares respecto a la relación negativa, consanguinidad y peso al nacer, fueron encontrados por Nelson y Lush y Rollins et al (28, 31).

Sutherland (33) determinó por medio de regresiones simples que por cada 1% de consanguinidad en el ternero se reducía su peso al nacer en 0.3 libras. Estas observaciones fueron corroboradas por Tyler et al (36) y Footer (14), quienes encontraron una disminución de 0.28 libras por cada 1% de consanguinidad.

Algunos trabajos encontrados en la literatura indican que existe una leve tendencia de que el efecto debido al aumento de la consanguinidad es más acentuado en hembras que en machos.

Voelker (38) encontró que machos y hembras con 0% de consanguinidad tuvieron pesos al nacer de 97.6 y 91.7 libras respectivamente. Sin embargo, cuando la consanguinidad aumentó en un 25% o más, los pesos al nacer de los machos fueron en promedio de 93.3 libras y 85.8 para las hembras.

Tendencias similares fueron observadas por Nelson (28), quien trabajando con ganado Holstein encontró una regresión de -0.16 libras en el peso al nacer por cada 1% de aumento de consanguinidad en las hembras, y para machos un valor de -0.09.

En la raza Guernsey, notorio efecto de la consanguinidad fue descrito por Hillers (16), quien estudió un hato, con un rango de 0-31% y un promedio de 6.4% de consanguinidad. Este autor obtuvo una regresión de -0.33 ± 0.10 libras en peso al nacer por cada 1% de aumento de la consanguinidad de la madre y una correlación de -0.43. La regresión es muy similar a la que obtuvo Sutherland (33) con ganado Holstein, que fue de -0.32 y su correlación de -0.15. Voelker (39) midió el efecto de la consanguinidad sobre el peso al nacer, donde la mayoría de los animales consanguíneos tenían menos de 5% o más de 25% de

consanguinidad, obteniendo una correlación de -0.18 y una regresión de -0.20 libras por cada 1% de incremento en la consanguinidad de la madre.

Crecimiento

Observaciones sobre el efecto detrimento de la consanguinidad, sobre algunas medidas de crecimiento, han sido descritas por algunos investigadores. Bartlett et al (4, 5) estudiando el efecto de la consanguinidad sobre la altura de la cruz, peso y perímetro torácico en ganado Holstein, observaron que con coeficientes de consanguinidad de 5 y 15% no había ninguna relación o efecto en las medidas en estudio, al nacimiento, 5, 10 y 22 meses de edad. Bartlett y Margolin (3) trabajando con ganado Holstein observaron que aumentos de la consanguinidad hasta un 20% no afectaba la altura a la cruz, peso y perímetro torácico en terneras. Sin embargo, más de un 20% de consanguinidad afectó el desarrollo de las hembras después del primer parto.

Observaciones similares sobre algunas medidas de crecimiento han sido reportadas por Baker et al (2), Nelson (27) en ganado Holstein, Rollins et al (31) en ganado Jersey, y Woodward y Graves (40) en ganado Holstein y Guernsey. Estos autores en general indican que a medida que aumenta la consanguinidad causa un efecto detrimento en el crecimiento del animal.

Mi et al (26) observaron que las vacas más consanguíneas, cuando alcanzaron su primer parto fueron más pequeñas y tenían menos peso que las vacas no consanguíneas. Las vacas consanguíneas pesaron 59 libras menos que las no consanguíneas, y observaron que por cada 1%

de aumento en la consanguinidad disminuyó el peso corporal en 2.2 libras.

Estos mismos autores (26) trabajando en la Estación Experimental de Wisconsin en un sistema de cruzas de líneas consanguíneas con ganado Holstein, encontraron que las vacas consanguíneas tenían el primer parto a edad más avanzada en comparación con las vacas no consanguíneas, con una diferencia de 24 días. Estas diferencias pueden ser explicadas por el efecto de la consanguinidad, al alargar el ciclo estrual, la pubertad de los animales, disminuir la eficacia en la concepción y al aumentar la mortalidad embrionaria. Estos mismos autores encontraron una regresión de 0.03 meses de aumento de la edad al primer parto por cada 1% de aumento de la consanguinidad dentro de una familia y una regresión de 0.02 por cada 1% de aumento en la consanguinidad, cuando familias emparentadas fueron cruzadas.

El efecto de la consanguinidad en el desarrollo de los animales después del primer parto, parece ser que no tiene una definitiva tendencia, sin embargo, Nelson (27) indica que el peso de los animales a determinada edad, está negativamente asociado con el % de consanguinidad. Este investigador observó que animales consanguíneos tuvieron más edad a un peso determinado que animales no consanguíneos.

Producción de leche

Se ha demostrado que los efectos de la consanguinidad son más negativos en la producción de leche y grasa que en cualquier otra característica de producción, siendo éstos más marcados en la primera

lactancia y van disminuyendo con la edad del animal. No se sabe a que edad pueden desaparecer los efectos de la baja producción causada por la consanguinidad, debido a que muchos de los animales consanguíneos son eliminados en las primeras lactancias por selección en base a su producción.

Mi et al (26) observaron que las novillas de primer parto consanguíneas produjeron 1313 libras de leche y 35 libras de grasa menos que las novillas no consanguíneas, las regresiones fueron de -52 libras para leche y -1.4 libras de grasa por cada 1% de consanguinidad. Von Krosigk y Lush (18) obtuvieron resultados muy similares a los anteriores en novillas de primer parto con una disminución en la grasa de -2.72 libras por cada 1% de consanguinidad. El promedio de disminución para todas las lactancias fue de -54 libras para leche, -1.74 libras para grasa y un aumento en el porcentaje en grasa de 0.003%.

Robertson (30) estimó que un incremento de 2.4% de consanguinidad por generación disminuía la producción de leche en 10% de la ganancia esperada por medio de la selección. Falconer (12) muestra que la mayoría de las características económicas más importantes disminuyen de 3 a 5% por cada 10% de aumento en la consanguinidad. En producción de leche este autor encontró una disminución de 296 libras de leche abajo del promedio por cada 10% de aumento en consanguinidad.

Holtman (17) comparó el comportamiento de la producción de leche con líneas consanguíneas y sus cruces entre ellas, obteniendo un promedio de producción de leche para animales no consanguíneos de 6542 kgs y para las líneas consanguíneas de 5529 kgs. Esto dio una

disminución en la producción de 1013 kgs por lactancia, sin embargo, cruza entre las líneas consanguíneas mejoraron el promedio de producción de los animales consanguíneos hasta 6358 kgs de leche. Laben et al (20) analizaron los datos de producción de leche y el coeficiente de consanguinidad, obteniendo una regresión de -209.8 libras de leche, -4.9 libras de grasa y un aumento en el porcentaje de grasa de 0.008% por cada 1% de aumento en la consanguinidad.

Allaire (1) estimando el incremento de la consanguinidad que podría ocurrir usando inseminación artificial en una población con un promedio de 4.9% de consanguinidad, obtuvo que por cada 1% de consanguinidad que aumentaba la población tenía una reducción en la producción de leche de -33.7 libras y para grasa de -0.9 libras por lactancia; Davis y Plum (7) obtuvieron una regresión similar a la de Allaire (1) con un promedio de consanguinidad de 8.14%. Thomson y Freeman (35) trabajando con ganado Holstein desde 1930 hasta 1964, encontraron que un promedio de consanguinidad de 10.2% dio una regresión de -23 y -0.78 kgs de leche y grasa respectivamente, por cada aumento de 1% en el coeficiente de consanguinidad. Thompson (34) con ganado Rojo Danés obtuvo una regresión de -23 libras y -0.31 libras para leche y grasa respectivamente. Hillers (16) trabajando con vaquillas Guernsey al primer parto, que tenían un promedio de 6.4% de consanguinidad, una regresión de -51 libras, -2.23 libras y 0.002% para leche, grasa y porcentaje de grasa respectivamente, por cada 1% de aumento en la consanguinidad y en promedio de todas sus lactancias las regresiones fueron de -36 libras para leche, -1.66 para grasa y 0.002% para porcentaje de grasa. Los resultados

en vaquillas de primer parto son similares al promedio de lactancias en hatos Holstein consanguíneos. Fueron indicados por otros autores (6, 18, 19). Tyler (37) encontró que por cada 1% que aumentaba la consanguinidad, la producción de leche bajaba 74 libras y 2.3 libras de grasa, en ganado Holstein y son semejantes a los observados por Plum (29) en ganado Jersey. Brun (6) en ganado Holstein midió los efectos de la consanguinidad en cuatro lactancias sucesivas para ver como disminuían los efectos de la consanguinidad con el número de partos. Este autor indica que la regresión involucró diferente número de animales, para la primera lactancia el número fue de 1233 datos, la segunda 784, la tercera 480 y para la cuarta 263 animales. En la primera lactancia por cada 1% de aumento en la consanguinidad la regresión fue de -41.3 libras y -1.24 libras para leche y grasa respectivamente. En la segunda lactancia fue de -43 libras para leche y -1.19 libras para grasa y en la tercera y cuarta las regresiones fueron dentro de la magnitud de los errores estándares. Trabajo similar a éste fue hecho por Gaalaas (15) en un hato lechero, con un promedio de consanguinidad de 5.1%; las regresiones para leche y grasa son mucho más altas en la primera lactancia y fueron estadísticamente significativas. Las regresiones para las cuatro lactancias fueron las siguientes: -105.3, -41.9, -18.0 y 26.2 libras para leche y para grasa fueron: -3.62, -1.06, -1.32 y -0.86 libras por cada 1% de aumento en la consanguinidad. En estos dos trabajos se puede observar que los efectos de la consanguinidad se reducen en las lactancias sucesivas, con regresiones positivas en la cuarta lactancia.

Resultados que están en desacuerdo con los anotados anteriormente

en cuanto al efecto de la consanguinidad sobre la producción de leche, fueron discutidos por Woodward y Graves (40), quienes no encontraron relación alguna entre los niveles de consanguinidad y la producción de leche.

En general, los resultados descritos en relación con las medidas de producción y el aumento de la consanguinidad, coinciden en que existe un efecto de la consanguinidad de menor o mayor magnitud en las diferentes medidas estudiadas, y este efecto tiene una tendencia más clara cuando es considerada la producción de leche y grasa.

III. MATERIALES Y METODOS

Los datos utilizados en este trabajo provienen de observaciones hechas en el Departamento de Zootecnia del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, en Turrialba, Costa Rica, desde 1948 hasta 1967, en animales nacidos en el hato de ganado Criollo lechero. Este hato fue formado con la importación de vacas Criollas, provenientes principalmente de Rivas, Nicaragua, y de Choluteca, Honduras. Las características iniciales del ganado Criollo han sido descritas por De Alba y Carrera (9). Se contó con un total de 667 animales, de los cuales 54 fueron machos y 613 hembras. Del total de animales, 122 fueron importados en diferentes épocas, siendo la más numerosa en los años 1948 - 1950, con un total de 62 animales que se pueden considerar como las fundadoras del hato Criollo del Departamento de Zootecnia.

De los archivos de registro de los animales hembras nacidos, durante el período mencionado, se estudiaron los siguientes datos:

- Coeficiente de consanguinidad para cada individuo considerado
- Peso al nacimiento en kgs - Edad y peso al primer parto
- Nº de servicios por preñez - Intervalo entre 1º y 2º y 2º y 3º parto
- Producción de leche en kgs
- Producción de grasa en kgs - Porcentaje de grasa

Las vacas importadas se eliminaron de los cálculos de consanguinidad y de las correlaciones entre ésta y las características estudiadas, pues no se tiene información de su fecha de nacimiento, el número de partos, pesos después de los partos y sus producciones de

leche y grasa antes de que formaran parte del hato Criollo del Departamento de Zootecnia. Igualmente se hizo con las primeras vacas nacidas en Turrialba que no tienen todos los datos completos y animales que no llegaron al primer parto por causa de muerte o por otras varias razones. En resumen, para los cálculos de la consanguinidad fue incluido un total de 667 animales de los cuales solamente les fue calculado su coeficiente de consanguinidad a un número de 545 animales.

El número de vacas que tuvieron primera lactancia fue de 207, para la segunda de 156 y para la tercera de 106; esta disminución de número de vacas es debida en parte a la selección que se ha efectuado tomando en cuenta la producción de leche al primer o segundo parto. Todos los datos de estos animales se ordenaron y se tabularon para hacer los cálculos correspondientes.

La determinación del coeficiente de consanguinidad para cada animal fue determinada de acuerdo con el método sugerido por Deaton^{*} cuya fórmula matemática es la siguiente:

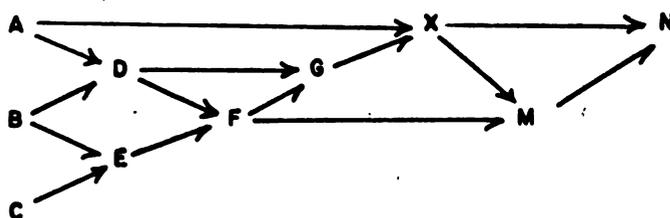
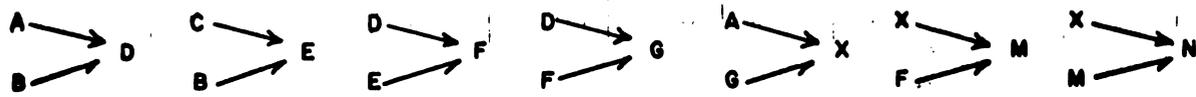
$$F_x = 1/2 \text{ Cov}_{MP}$$

F_x = Coeficiente de consanguinidad para x individuo en estudio

Cov_{MP} = La covariancia entre los padres de x (M, P)

Para la estimación del coeficiente de consanguinidad de X o Z individuo, se partirá con la formación de un cuadro como lo ilustra el ejemplo siguiente:

* Deaton, O. W. Comunicación personal.



	*A	B	C	**A B D	C B E	D E F	D F G	A G X	X F M	X M N
A	1.00	.00	.00	.50	.00	.25	.375	.687	.468	.577
B		1.00	.00	.50	.50	.50	.50	.25	.375	.312
C			1.00	.00	.50	.25	.25	.062	.156	.109
D				1.00	.25	.625	.812	.656	.640	.648
E					1.00	.625	.437	.218	.421	.319
F						1.125	.875	.562	.843	.702
G							1.312	.843	.859	.851
X								1.187	.874	1.030
M									1.281	1.077
N										1.437

* A = Progenitores en escala ascendente de acuerdo con la fecha de nacimiento

B
C

·
·
·

N = Ultimo progenitor considerado

** AB = Progenitores de D

·
·
·

XM = Progenitores de N

En los animales más viejos que no se conocen quienes son sus progenitores o cuando los animales no tienen ancestros comunes, el valor de la covariancia es igual a cero.

Las covariancias de otros animales son múltiples de 0.5 (cada segregación mendeliana). Por ejemplo, padre e hijo, o hermanos completos igual a 0.5 y medios hermanos o nieto a abuelo es igual a 0.25. Otras covariancias dependen de las combinaciones de parentesco entre los animales.

Por lo tanto para estimar la consanguinidad de un individuo determinado se procederá de la manera siguiente:

La consanguinidad del individuo M será igual a:

$$\begin{aligned} F_M &= 1/2 \text{Cov}_{XF} \\ &= 1/2 \text{Cov}_{XF} = 0.562/2 = 0.281 \end{aligned}$$

de donde, 0.562 proviene de 1/2 de la Cov de los padres X, que son A y G con F, que es el otro de los progenitores de M, o sea:

$$1/2 (\text{Cov}_{FA} + \text{Cov}_{FG}) = 1/2 (0.25 + 0.875) = 0.562$$

Se determinaron correlaciones simples y regresiones entre el coeficiente de consanguinidad y las siguientes características: edad al primer parto, número de servicios por preñez, peso de la vaca después del parto, peso de la cría al nacimiento, producción de leche por lactancia, producción de grasa y promedio de porcentaje de grasa. Estas correlaciones fueron estimadas considerando todos los animales

que tuvieron cualquier dato disponible en sus tres primeras lactancias.

También se calculó una correlación múltiple teniendo como variable dependiente la producción de leche y como variables independientes, consanguinidad de la vaca, edad al primer parto y peso de la vaca.

Otra correlación múltiple fue estimada teniendo como variable dependiente el peso del ternero y como variables independientes, consanguinidad de la vaca, peso de la vaca, y consanguinidad del ternero.

Las correlaciones entre la consanguinidad y las medidas de crecimiento, comportamiento reproductivo y las de producción, fueron estimadas de acuerdo con el procedimiento descrito por Snedecor (32).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

La estimación del coeficiente individual de consanguinidad fue hecho, dividiendo el número total de animales entre los diferentes niveles de consanguinidad estudiados. Los resultados de este análisis son presentados en el Cuadro Nº 1.

CUADRO Nº 1.- DISTRIBUCION DE LA CONSANGUINIDAD DEL HATO CRIOLLO DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA DEL I.I.C.A.

	NIVELES DE CONSANGUINIDAD (en porcentos)										TOTAL
	0	0-3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-18	18-21	24-27	34-37.5	0-37.5
Nº ANIMALES	335	27	49	56	12	13	5	2	5	1	525
PROMEDIOS	0.00	1.66	3.72	6.48	9.64	12.92	15.62	19.53	25.00	37.50	2.20
DESVIACION ESTANDAR	0.00	±0.48	±0.85	±0.63	±0.69	±0.82	0.00	±1.10	0.00	0.00	± 4.89

Como se puede observar, el promedio general de consanguinidad en el ható fue de 2.20%. De acuerdo con los resultados obtenidos y comparaciones de estos resultados con los encontrados en la literatura (5, 28), el ható se puede considerar como no consanguíneo. Este cuadro también nos muestra que existieron grupos de animales con niveles de consanguinidad elevados que fluctuaron entre 15.62 al 37.50% de consanguinidad. Sin embargo, el número de animales en niveles de consanguinidad elevado fue reducido.

Los promedios de los coeficientes de consanguinidad para las hembras que tuvieron tres lactancias sucesivas, y de acuerdo con los niveles de consanguinidad estudiados, son mostrados en el Cuadro N^o 2.

En este cuadro se puede observar que el promedio de consanguinidad no varía en gran magnitud con relación al promedio general del hato (2.20%). El único promedio más elevado fue para la tercera lactancia (2.76%) y siendo el menor para la segunda lactancia (2.38%). No obstante, en cada una de las lactancia consideradas existieron animales con coeficientes de consanguinidad elevados que variaron entre 12.5 al 37.5%. Sin embargo, el número de animales con alto porcentaje de consanguinidad fue muy reducido para tener una influencia notoria en el promedio de los animales en general.

No obstante que los coeficientes de consanguinidad encontrados para el promedio del hato en general y para los animales con primera, segunda y tercera lactancia fueron considerados de pequeña magnitud, se efectuaron correlaciones y regresiones entre el coeficiente de consanguinidad individual y algunas características de producción. El Cuadro N^o 3 muestra los resultados de las correlaciones y regresiones entre la consanguinidad y algunas medidas de producción para todos los animales que tuvieron primera lactancia.

Como puede apreciarse en los resultados del Cuadro N^o 3, la correlación, consanguinidad y edad al primer parto, consanguinidad y número de servicios por preñez, fueron los únicos resultados significativos al nivel de probabilidad de ($P \leq .01$).

CUADRO N° 2.- DISTRIBUCION DE LA CONSANGUINIDAD DEL HATO CRIOLLO DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA EN LAS TRES PRIMERAS LACTANCIAS.

		NIVELES DE CONSANGUINIDAD (en porcentos)								TOTAL	
		0	0-3	3-6	6-9	9-12	12-15	18-21	24-27	34-37.5	0-37.5
PRIMERA LACTANCIA											
N° ANIMALES		143	4	12	33	3	8		3	1	207
PROMEDIOS		0.00	1.56	3.61	6.32	9.64	12.99		25.00	37.50	2.43
DESVIACION ESTANDAR		0.00	0.00	± 0.83	± 0.41	± 0.45	± 0.93		0.00	0.00	± 5.02
SEGUNDA LACTANCIA											
N° ANIMALES		116	3	5	20	2	4	1	4	1	156
PROMEDIOS		0.00	1.56	3.44	6.21	9.38	12.50	18.75	25.00	37.50	2.38
DESVIACION ESTANDAR		0.00	0.00	± 0.70	± 0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	± 5.69
TERCERA LACTANCIA											
N° ANIMALES		77	1	1	16	2	4	1	4		106
PROMEDIOS		0.00	1.56	3.12	6.25	9.38	12.50	18.75	25.00		2.76
DESVIACION ESTANDAR		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		± 5.76



CUADRO N° 3.- COEFICIENTES DE CORRELACION Y REGRESION ENTRE CONSANGUINIDAD (Y) Y LAS CARACTERISTICAS ANOTADAS (X₁₋₇) POR CADA 1% DE AUMENTO EN LA CONSANGUINIDAD Y OTROS PARAMETROS DE 207 VACAS EN SU PRIMERA LACTANCIA.

CARACTERISTICAS (X ₁₋₇)	PROMEDIOS \bar{X}	DESVIACION ESTANDAR S	CORRELACION r	REGRESION $b_{X/Y}$
X ₁ Edad al primer parto (mes)	34.79	4.24	0.214**	0.181
X ₂ N° de Inseminaciones por preñez	1.53	0.96	0.264**	0.005
X ₃ Peso del ternero al nacimiento (kg)	25.49	3.16	0.000	0.000
X ₄ Peso de la vaca al parto (kg)	333.14	31.87	-0.037	-0.234
X ₅ Producción de leche (10 kg)	116.49	50.29	-0.039	-0.388
X ₆ Producción de grasa (kg)	57.67	25.04	-0.038	-0.191
X ₇ Promedio del % de grasa (%)	4.99	0.54	-0.047	-0.005
Y Consanguinidad (%)	2.43	5.02		

** Significativo al 1% 0 (P ≤ .01)

La regresión con referencia a la edad explica que por cada 1% de consanguinidad hay un aumento de cinco días para la edad al primer parto. La correlación consanguinidad y servicios por preñez, aunque fue altamente significativo, la regresión de aumento en servicios por 1% de aumento en consanguinidad, fue considerada de poca magnitud. Resultados similares fueron descritos por varios investigadores (22, 23, 25, 26), quienes observaron que a mayor nivel de consanguinidad correspondió mayor la edad para el primer parto; esto se debe principalmente a que los animales consanguíneos tienen un crecimiento más lento en tamaño y por lo tanto necesitan más tiempo para lograr su madurez sexual.

El efecto de la consanguinidad para el peso del ternero fue igual a cero, el resultado que se obtuvo en la correlación y regresión no tienen ningún efecto en el peso del ternero. Este resultado está de acuerdo con datos obtenidos por otros investigadores (4, 5, 14, 24), quienes informan que la consanguinidad de la madre no tiene ningún efecto sobre el peso del ternero al nacer. En cambio otros autores (10, 16, 28, 40) dicen que en cuanto mayor sea el coeficiente de consanguinidad de la vaca, habrá una disminución más marcada en el peso del ternero a su nacimiento.

Se ha comprobado que los animales con un coeficiente de consanguinidad diferente a cero, tienden a desarrollar más lentamente en tamaño y peso, con relación a los animales no consanguíneos; por lo tanto es de esperar que al momento del parto las vacas tengan un peso menor. Los resultados obtenidos en este trabajo están de acuerdo con los encontrados por Mi (26) y Nelson (27) quienes trabajaron con animales de primer parto; estos investigadores encontraron una disminución de peso del animal consanguíneo en comparación con animales que no eran consanguíneos.

La característica económica más importante en el ganado lechero es la producción de leche, por este motivo todo trabajo de mejoramiento de ganado de lechería se basa en el aumento de la producción de leche.

Se ha observado que la consanguinidad tiene un efecto detrimente en la producción de leche. Se logra disminuir sus efectos por medio de una selección muy estricta, y se pueden eliminar cuando ésta es a un nivel bajo, pero cuando se tiene un grado de consanguinidad elevado, su efecto se refleja en una baja producción de leche, que es

difícil que cualquiera que fuera la intensidad de la selección, enmascare su efecto.

Los resultados de las correlaciones y regresiones efectuadas en este trabajo entre la consanguinidad y producción de leche, muestran que por cada 1% de aumento en la consanguinidad, la producción de leche disminuyó 3.87 kgs. Sin embargo, la correlación negativa encontrada entre estas dos variables fue no significativa y de poca magnitud (Cuadro N^o 3). Estos resultados compueban lo encontrado por varios investigadores (1, 15, 17, 18, 26, 28). Sin embargo, Woodward y Graves (40) no están de acuerdo en que esta disminución de leche sea consecuencia a un aumento en consanguinidad.

El volumen de grasa producida por el animal, está en relación directa con la producción de leche, pues existe una alta correlación entre leche y grasa; por tal motivo si hay una disminución de leche, habrá una reducción de grasa, razón por la cual en ocasiones se expresa la producción de leche en relación con la producción de grasa. En este trabajo se encontró una disminución en la producción de grasa con relación al aumento de la consanguinidad en 1% (Cuadro N^o 3). Sin embargo, estos resultados no fueron significativos estadísticamente y se consideran insignificantes.

Las variaciones en el porcentaje de grasa, con aumentos en el nivel de consanguinidad, fueron mínimos y pueden considerarse cero (Cuadro N^o 3); es decir, el efecto de la consanguinidad a niveles altos no se reflejó en el porcentaje de grasa de la leche. Esto es contrario a la opinión de varios autores (6, 18, 19, 26), quienes informan que si la consanguinidad aumenta, el porcentaje de grasa tiene un aumento

en los animales consanguíneos en comparación a los no consanguíneos.

Los resultados de las correlaciones y regresiones para la segunda y tercera lactancia aparecen en los Cuadros 4 y 5. No se encontró significancia estadística para los valores estimados de las correlaciones y regresiones entre la consanguinidad y las medidas consideradas en ambas lactancias.

Como se puede observar (Cuadros 4 y 5), las regresiones de intervalo entre partos y consanguinidad del animal, los valores son sumamente pequeños y se pueden considerar cero, siendo éstos más insignificantes en la tercera lactancia.

CUADRO N° 4.- COEFICIENTES DE CORRELACION Y REGRESION ENTRE CONSANGUINIDAD (Y) Y LAS CARACTERISTICAS ANOTADAS (X_{1-7}) POR CADA 1% DE AUMENTO EN LA CONSANGUINIDAD Y OTROS PARAMETROS DE 156 VACAS EN SU SEGUNDA LACTANCIA.

CARACTERISTICAS	PROMEDIOS	DESVIACION ESTANDAR	CORRELACION	REGRESION
(X_{1-7})	\bar{X}	S	r	$b_{x/y}$
X_1 1er. intervalo entre partos (mes)	12.65	1.23	0.080	0.017
X_2 N° de Inseminaciones por preñez	1.33	0.60	0.128	0.014
X_3 Peso del ternero al nacimiento (kg)	27.01	2.13	-0.003	-0.001
X_4 Peso de la vaca al parto (kg)	376.15	39.17	-0.026	-0.177
X_5 Producción de leche (10 kg)	148.70	50.08	0.096	0.844
X_6 Producción de grasa (kg)	74.14	24.39	0.122	0.523
X_7 Promedio del % de grasa (%)	5.01	0.47	0.096	0.008
Y Consanguinidad (%)	2.38	5.69		

CUADRO N° 5 COEFICIENTES DE CORRELACION Y REGRESION ENTRE CONSANGUINIDAD (Y) Y LAS CARACTERISTICAS ANOTADAS (X''_{1-7}) POR CADA 1% DE AUMENTO EN LA CONSANGUINIDAD Y OTROS PARAMETROS DE 106 VACAS EN SU TERCERA LACTANCIA.

CARACTERISTICAS	PROMEDIOS	DESVIACION ESTANDAR	CORRELACION	REGRESION
(X''_{1-7})	\bar{X}	S	r	$b_{x/y}$
X''_1 2do. intervalo entre partos (mes)	12.63	1.27	0.044	0.010
X''_2 N° de Inseminaciones por preñez	1.45	0.78	0.054	0.007
X''_3 Peso del ternero al nacimiento (kg)	27.68	2.52	0.150	0.066
X''_4 Peso de la vaca al parto (kg)	394.72	38.01	0.107	0.705
X''_5 Producción de leche (10 kg)	166.55	55.19	-0.152	-1.458
X''_6 Producción de grasa (kg)	82.66	29.41	-0.116	-0.594
X''_7 Promedio del % de grasa (%)	4.95	0.49	0.049	0.004
Y Consanguinidad (%)	2.76	5.76		

El número de servicios por preñez con relación a niveles de consanguinidad, puede ser considerado no haber sido afectado de acuerdo con los valores obtenidos en los Cuadros 4 y 5. Sin embargo, puede observarse una ligera tendencia a aumentar los servicios por preñez de la primera a la segunda lactancia.

Los valores entre consanguinidad y peso del ternero al nacer, encontrados para las correlaciones y regresiones, fueron insignificantes

y puede considerarse que la consanguinidad no tiene efecto en esta medida. Sin embargo, hay un cambio en la tendencia entre la segunda y la tercera lactancia, siendo el signo de los valores de r y b positivos.

En la segunda y tercera lactancia no se encontró ninguna relación significativa entre el peso de la vaca al parto y la consanguinidad. Los valores de las regresiones encontradas fueron negativos en la segunda lactancia y positivos en la tercera, pero en ambos casos fueron de una magnitud insignificante (Cuadros 4 y 5).

La producción de leche y grasa no tuvo ningún efecto estadísticamente significativo, por aumentos en los niveles de consanguinidad. Sin embargo, en la tercera lactancia, los valores de r y b encontrados indican que estas dos variables están negativamente asociadas y que por cada aumento en 1% de consanguinidad la producción de leche y grasa se vio afectada en 14.5 y 0.5 kgs respectivamente. Estos resultados están en oposición con los encontrados por Brun (6) y Gaalaas (15), quienes observaron que el efecto de la consanguinidad fue más deprimente en la primera lactancia que en las sucesivas. Algunos otros resultados que soportan las observaciones encontradas por estos autores y que son contrarios a los observados en este trabajo, fueron descritos por Hillers (16), Plum (29) y Tyler (37), quienes indican que la consanguinidad tuvo un efecto más notorio en las primeras lactancias.

En los Cuadros 4 y 5 se puede observar que los valores de r para porcentaje de grasa y consanguinidad, a igual que el resto de las medidas discutidas anteriormente, fue de un valor sumamente pequeño e

insignificante estadísticamente.

Estos resultados están de acuerdo con los encontrados por Hillers (16), quien trabajó con animales de la raza Guernsey, y los valores encontrados son de muy pequeña magnitud. Resultados similares a éstos han sido descritos por Von Krosigk y Lush (18) y Laben et al (20).

Por los resultados obtenidos de las correlaciones y regresiones en las lactancias consideradas, se puede observar que la relación entre consanguinidad y las medidas estudiadas fueron insignificantes. De acuerdo a estos resultados puede deducirse que niveles bajos de consanguinidad no tuvieron efecto alguno en las medidas estudiadas.

Con el fin de observar qué efecto tuvieron las variables, consanguinidad, edad al primer parto y peso de la vaca al parto, en relación con la producción de leche, se hicieron correlaciones simples, regresiones parciales y la correlación múltiple entre la producción de leche y estas variables.

Los resultados de estas estimaciones aparecen en el Cuadro N^o 6. Los valores encontrados indican que la edad al primer parto está positivamente relacionada con la producción de leche.

El valor de esta correlación fue estadísticamente significativo ($P \leq .05$). El efecto de la consanguinidad y el peso de la vaca al parto resultaron no tener ninguna influencia considerable estadísticamente en la producción de leche. Sin embargo, la correlación múltiple de estas variables y producción de leche, mostró ser estadísticamente significativa ($P \leq .05$).

CUADRO N° 6 CORRELACIONES Y REGRESIONES MULTIPLES ENTRE PRODUCCION DE LECHE Y CONSANGUINIDAD DE LA VACA, EDAD AL PARTO, PESO DE LA VACA EN LA PRIMERA LACTANCIA (213 ANIMALES CONSIDERADOS)

CARACTERISTICAS	PROMEDIOS	DESVIACION ESTANDAR	CORRELACION SIMPLE	REGRESION PARCIAL	REG. PARCIAL ESTANDARIZADA	CORRELACION MULTIPLE
(Z ₁₋₃)	\bar{x}	S	r_{ZW}	b	$b' = b \frac{s_z}{s_w}$	R
Z ₁ Consanguinidad de la vaca (%)	2.48	3.02	-0.032	-0.697	-0.069	0.210*
Z ₂ Edad al 1er. parto (mes)	34.85	4.35	0.175*	1.993	0.171	
Z ₃ Peso de la vaca al parto (kg)	332.59	31.97	0.130	0.143	0.090	
W Producción de leche (10 kg)	116.29	50.60				

* Significativo al 5 % 0 ($P \leq .05$)

Un análisis de las correlaciones simples de las variables incluidas en la correlación múltiple, indica que edad al parto fue la variable que más contribuyó para la variación total en la producción de leche. La contribución del peso de la vaca al parto fue de menor magnitud, y de un valor insignificante fue el efecto de la consanguinidad.

La regresión parcial estandarizada entre producción de leche y edad al parto, indica que un aumento en edad al primer parto fue directamente asociado con un aumento en la producción de leche. En todos los casos los valores de las correlaciones y regresiones, aunque en algún caso fue significativo, éste fue pequeño y de poca

importancia económica.

Correlaciones simples, regresiones parciales y la correlación múltiple de la consanguinidad de la madre, el peso de la madre al parto y la consanguinidad de la cría en relación con el peso de la cría al nacimiento, fueron estudiados y los resultados son mostrados en el Cuadro N° 7.

CUADRO N° 7 CORRELACIONES Y OTROS PARAMETROS, DE CONSANGUINIDAD DE LA VACA, PESO DE LA VACA, CONSANGUINIDAD DE LA CRIA Y PESO DE LA CRIA AL NACIMIENTO, DE 208 ANIMALES.

CARACTERISTICAS	PROMEDIOS	DESVIACION ESTANDAR	CORRELACION SIMPLE	REGRESION PARCIAL	REG. PARCIAL ESTANDARIZADA	CORRELACION MULTIPLE
(M ₁₋₃)	\bar{X}	S	r_{MN}	b	$b' = b \frac{s_M}{s_N}$	R
M ₁ Consanguinidad de la vaca (%)	2.36	4.64	0.060	0.061	0.088	0.303**
M ₂ Peso de la vaca (kg)	332.06	31.40	0.289**	0.030	0.287	
M ₃ Consanguinidad de la cría (%)	3.18	5.11	-0.061	-0.035	-0.056	
N Peso de la cría al nacimiento (kg)	25.72	3.23				

** Significativo al 1% (P ≤ .01)

Los resultados indican que el peso de la cría está positivamente relacionado (r = 0.289) con el peso de la madre al parto (P ≤ .01), el resto de las variables resultó no tener estadísticamente relación alguna con el peso de la cría al nacer.

La correlación múltiple de estas variables y el peso de la cría resultó ser significativa al (P ≤ .01) con un valor de R = 0.303.

Puede considerarse que la significancia del valor de R es debida a la mayor contribución del efecto del peso de la vaca al parto sobre el peso de la cría al nacer. El resto de las variables incluídas en esta correlación múltiple contribuyeron en menor escala a la variación total del peso de la cría al nacer.

Los resultados encontrados con relación al efecto del peso de la madre sobre el peso de la cría al nacer son muy similares a los descritos por varios investigadores (8, 11, 13, 14), quienes indican que madres con mayor peso al parto tuvieron crías más pesadas.

Los resultados que aparecen en los Cuadros 6 y 7, aunque existió significancia en algunas correlaciones simples y correlaciones múltiples, los valores de regresión parecen en general ser insignificantes y de muy poco valor económico para sugerir cambios en los aspectos nutricionales y de manejo del hato.

V. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Se utilizaron observaciones hechas durante un período de 19 años (1948-1967) en el hato Criollo lechero del Departamento de Zootecnia del I.I.C.A. Se contó con un total de 667 animales, de los cuales 54 fueron machos y 613 hembras.

Durante el período de estudio se obtuvieron los siguientes datos: coeficiente de consanguinidad para cada animal considerado, peso al nacimiento, edad y peso al primer parto, número de servicios por preñez, primero y segundo intervalo entre partos, producción de leche, producción de grasa y porcentaje de grasa.

Se determinaron correlaciones y regresiones entre el coeficiente de consanguinidad y las características antes mencionadas. Estas correlaciones y regresiones fueron estimadas solamente a vacas que tuvieron datos completos en sus lactancias. El número de vacas consideradas en la primera lactancia, fue de 207, para la segunda 156 y para la tercera 106 animales.

Se obtuvo en promedio, un coeficiente de consanguinidad para el hato de 2.20% y para cada uno de los subgrupos considerados en el estudio de 2.43%, 2.38% y 2.76% para la primera, segunda y tercera lactancia respectivamente. No obstante que en cada una de las lactancias consideradas existieron animales con coeficientes de consanguinidad elevados (entre 12.5 a 37.5%), el número de animales con altos porcentajes de consanguinidad fue muy reducido para tener una influencia notoria en el promedio de los animales en general.

En las correlaciones estudiadas en la primera lactancia, se obtuvieron valores significativos ($P \leq .01$), solamente en las correlaciones consanguinidad y edad al primer parto, consanguinidad y número de servicios por preñez; los demás valores de las correlaciones en lactancias sucesivas, no fueron significativos estadísticamente. Por los resultados obtenidos de las correlaciones y regresiones se puede observar que la relación entre consanguinidad y las medidas estudiadas fue de una magnitud insignificante. En la producción de leche por cada aumento de 1% en la consanguinidad, la producción de leche disminuyó en la primera lactancia en 3.87 kgs, en la segunda hubo un aumento de 8.44 kgs y en la tercera una disminución de 14.58 kgs. Para la producción de grasa se obtuvieron los siguientes valores de las regresiones: -0.19 kgs, 0.52 kgs y -0.59 kgs, por cada aumento de 1% de consanguinidad en la primera, segunda y tercera lactancia, respectivamente.

Con el fin de observar qué efecto tuvieron las variables consanguinidad, edad al primer parto y peso de la vaca al parto, sobre la producción de leche, se hicieron correlaciones simples, regresiones parciales y la correlación múltiple entre la producción de leche y estas variables. El valor de la correlación múltiple fue de 0.210 que fue estadísticamente significativo ($P \leq .05$). Los valores encontrados para las correlaciones simples indican que la edad al primer parto está positivamente relacionada con la producción de leche, y las demás correlaciones resultaron no tener ninguna influencia considerable en la producción de leche.

Correlaciones simples, regresiones parciales y la correlación

múltiple de la consanguinidad de la madre, el peso de la madre al parto y la consanguinidad de la cría sobre el peso de la cría al nacimiento, fueron estudiados. Los resultados indican que el peso de la cría está positivamente relacionado con el peso de la madre al parto, el resto de las variables resultó no tener estadísticamente relación alguna con el peso de la cría al nacer. La correlación múltiple de estas variables y el peso de la cría resultó ser significativa ($P \leq .01$), con un valor de 0.303.

De lo expuesto anteriormente se puede concluir:

1. De acuerdo con el valor del coeficiente de consanguinidad obtenido (2.20%), el hato estudiado puede ser considerado no consanguíneo.
2. La consanguinidad mostró tener un efecto estadísticamente significativo en la edad al primer parto y en el número de servicios por preñez en la primera lactancia; sin embargo, los valores de r para estas medidas fueron pequeños (0.21 y 0.26 respectivamente), teniendo regresiones de valores insignificantes que pueden ser consideradas sin ninguna importancia práctica.

SUMMARY

Data from the Criollo herd of the Animal Production Department of IICA were used to study the effects of inbreeding on the following economic characteristics: Birth weight, age at first calving, number of services per pregnancy, interval between calvings, production of milk, per cent fat and milk fat production. The data was obtained for a 19 year period and included 667 animals.

Correlation and regression coefficient involving inbreeding and the various economic traits were estimated for sub-populations of 207 first, 156 second, and 106 third lactation cows. The overall average inbreeding coefficient was 2.20% with sub-group averages of 2.43%, 2.38%, and 2.76% for the first, second and third lactation animals, respectively.

Among first lactation cows the only correlations significantly different from zero ($P \leq .01$) were those of inbreeding with age at first calving ($r = 0.214$) and inbreeding with number of services per pregnancy ($r = 0.264$). No significant correlations between inbreeding and the economic traits were found among the second and third lactation sub-groups. The regression coefficients were generally small and of little practical significance. For example the values found indicated that for each 1% increase in inbreeding the lactation milk production decreased 3.87 kgs in the first lactation: Comparable values for second and third lactations were an increase of 8.44 kgs and a decrease of 14.58 kgs, respectively.

The combined effects of inbreeding, age at first calving, and weight at calving on milk yield during the first lactation were studied using multiple regression and correlations. The multiple correlation coefficient of 0.210 was statistically significant. However, the partial correlations indicated that nearly all of the differences in milk yield were explained by variation in age at calving.

Multiple correlations and regressions were also calculated to evaluate the importance of inbreeding of the dam, weight of the dam, and inbreeding of the calf on the birth weight of the calf. The multiple correlation coefficient of 0.303 was highly significant, statistically. Variation in weights of the dams alone, however, accounted for most of the variation in the calves birth weights.

The conclusions obtained from this study were:

1. The average inbreeding coefficient of this herd was very low (2.20%) and could be considered a non inbred herd.
2. Statistically significant correlations were found between inbreeding and age at first calving (inbreeding delayed age at calving) and between inbreeding and number of services required for the first pregnancy (inbreeding caused lower fertility). These values were of low magnitude and not useful for predictive purposes or of noticeable economic importance.

LITERATURA CITADA

1. ALLAIRE, F. R. y HENDERSON, C. R. Inbreeding within an artificially bred dairy cattle population. *Journal of Dairy Science* 48(10):1366-1371. 1965.
2. BAKER, G. A., MEAD, S. W. y REGAN, W. M. Effect of inbreeding on the growth curves of height at withers, weigh and heart girth of Holstein females. *Journal of Dairy Science* 28(7): 607-610. 1945.
3. BARTLETT, J. W. y MARGOLIN, S. A comparison of inbreeding and outbreeding in Holstein-Friesian cattle. New Jersey Agricultural Experiment Station. *Bulletin* nº 712. 1944. 28 p.
4. _____, REECE, R. P. y LEFARD, A. L. The influence of inbreeding on birth weight rate of growth, and type of dairy cattle. *Journal of Animal Science* 1:206-212. 1942.
5. _____, REECE, R. P. y MIXNER, J. P. Inbreeding and outbreeding Holstein-Friesian cattle in a attempt to establish genetic factors for high milk production and high fat test. New Jersey Agricultural Experiment Station. *Bulletin* nº 667. 1939. 31 p.
6. BRUN, E. W. et al. Some effects of low levels of inbreeding on population in Holstein cattle. *Journal of Dairy Science* 46(6):619. 1963.
7. DAVIS, H. P. y PLUM, M. Influence of inbreeding on production. *Journal of Animal Science* 11(4):739. 1952.
8. _____, PLUM, M. y BROST, B. Studies of the herd management records. II. Relations of gestation lenght to birth weight of Holstein calves. *Journal of Dairy Science* 37(2):162-166. 1954.
9. DE ALBA, J. y CARRERA, C. Selección del ganado Criollo lechero tropical. IICA. *Comunicaciones de Turrialba* nº 61. 1958. 70 p.
10. DICKERSON, G. E. Effects of inbreeding in dairy cattle (progress report) *Journal of Dairy Science* 23(6):546-547. 1940.
11. ECKLES, C. H. A study of the birth weight of calves. Missouri Agricultural Experiment Station. *Research Bulletin* nº 35. 1919. 11 p.

12. FALCONER, D. S. Introduction to quantitative genetics. New York, Ronald Press, 1960. 365 p.
13. FITCH, J. B., MCGILLIARD, P. C. y DRUM, G. M. A study of the birth weight and gestation of dairy animals. Journal of Dairy Science 7(3):222-233. 1924.
14. FOOTE, W. D., TYLER, W. J. y CASIDA, L. E. Effects of some genetics and material environmental variation on birth weight and gestation length in Holstein cattle. Journal of Dairy Science 42(2):305-311. 1959.
15. GAALAAS, R. F., HARVEY, W. R. y PLOWMAN, R. D. Effect of inbreeding on production in different lactations. Journal of Dairy Science 45(5):671. 1962.
16. HILLERS, J. y FREEMAN, A. E. Effect of inbreeding and selection in a closed Guernsey herd. Journal of Dairy Science 47(8):894-897. 1964.
17. HOLTSMANN, W. B. y TYLER, W. J. Production performance of inbred lines and line crosses of Holstein. Journal of Dairy Science 49(6):722. 1966.
18. KROSIGK, C. M. VON y LUSH, J. L. Effect of inbreeding and production in Holstein. Journal of Dairy Science 41(1):105-113. 1958.
19. LABEN, R. C. y HERMAN, H. A. Genetic factors affecting milk production in a selected Holstein-Friesian herd. Missouri Agricultural Experiment Station. Research Bulletin n^o 459. 1950. 71 p.
20. _____ et al. Some effects of inbreeding and evidence of heterosis through outcrossing in a Holstein-Friesian herd. Journal of Dairy Science 38(5):525-535. 1955.
21. LASLEY, J. S. Genetics of livestock improvement. New Jersey, Prentice-Hall, 1964. 342 p.
22. MARES, S. E. et al. Genetic factors affecting conception rate and early pregnancy loss in Holstein cattle. Journal of Dairy Science 44(1):96-103. 1961.
23. _____ et al. Variation in estrual cycles of Holstein-Friesian cattle. Journal of Dairy Science 44(5):897-904. 1961,

24. MARGOLIN, S. y BARTLETT, J. W. The influence of inbreeding upon the weight and size of dairy cattle. *Journal of Animal Science* 4(1):3-12. 1945.
25. MENGE, A. C. et al. Some factors affecting age at puberty and the first 90 days of lactation in Holstein heifers. *Journal of Dairy Science* 43(8):1099-1107. 1961.
26. MI, M. P., CHAPMAN, A. B. y TYLER, W. J. Effects of mating system on production traits in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 48(1):77-84. 1965.
27. NELSON, R. H. The effect of inbreeding on a herd of Holstein-Friesian cattle. Ph.D. Thesis. Iowa State College Library, 1943. s. p. (Original no consultado, citado por Rollins, W. C. et al. The effect of inbreeding upon growth in Jersey cattle. *Genetics* 34(3):724-737. 1949)
28. _____ y LUSH, J. L. The effect of mild inbreeding on a herd of Holstein-Friesian cattle. *Journal of Dairy Science* 33(3):186-193. 1950.
29. PLUM, M. Production in a large Jersey herd as affected by sires dams and yearley variations. *Proceeding of the American Society of Animal Production* 26:53-57. 1934. (Original no consultado, citado por Tyler, W. J., Chapman, A. B. y Dickerson, G. E. Growth and production of inbred and outbred Holstein-Friesian cattle. *Journal of Dairy Science* 32(3):247-256. 1949)
30. ROBERTSON, A. Inbreeding and performance in British Friesian cattle. *Proceedings of the British Society of Animal Production*. p. 87. 1954. (Original no consultado, citado por Watson, J. H. Inbreeding arising through artificial insemination and natural services in Welsh Black cattle. *Animal Production* 5(2):209-214. 1963)
31. ROLLINS, W. C. et al. The effect of inbreeding upon growth in Jersey cattle. *Genetics* 34(3):724-737. 1949.
32. SNEDECOR, G. W. Métodos estadísticos aplicados a la investigación agrícola y biológica. Trad. de la 5ª ed. inglesa por Angel Reynosa. México, D. F., Continental, 1964. 626 p.
33. SUTHERLAND, T. M. y LUSH, J. L. Effect of inbreeding on size and type in Holstein-Friesian cattle. *Journal of Dairy Science* 45(3):390-395. 1962.

34. THOMPSON, N. R., CRANEK, L. J. y RALSTON, N. P. Genetic and environmental factors in the development of the American Red Danish cattle. *Journal of Dairy Science* 40(1):56-66. 1957.
35. THOMSON, G. M. y FREEMAN, A. E. Effects of inbreeding and selection in a closed Holstein-Friesian herd. *Journal of Dairy Science* 50(1):1824-1827. 1967.
36. TYLER, W. J., CHAPMAN, A. B. y DICKERSON, G. E. Sources of variation in the birth weights of Holstein-Friesian calves. *Journal of Dairy Science* 30(7):483-498. 1947.
37. _____, CHAPMAN, A. B. y DICKERSON, G. E. Growth and production of inbred and outbred Holstein-Friesian cattle. *Journal of Dairy Science* 32(3):247-256. 1949.
38. VOELKER, H. Improvement of dairy cattle through breeding. In *South Dakota Agricultural Experiment Station. Annual Report 1965.* pp. 74-79. 1966.
39. _____ y TUCKER, W. L. Effect of inbreeding Holstein-Friesian cattle on growth rates. *Journal of Dairy Science* 48(6):792. 1965.
40. WOODWARD, T. E. y GRAVES, R. R. Some results of inbreeding grade Guernsey and grade Holstein-Friesian cattle. US Department of Agriculture. *Technical Bulletin* nº 339. 1933. 32 p.
41. _____ y GRAVES, R. R. Results of inbreeding grade Holstein-Friesian cattle. US Department of Agriculture. *Technical Bulletin* nº 927. 1946. 39 p.