

1987-1

REG. No. 80183623

---

---

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

---

FACULTAD DE CIENCIAS



EVOLUCION DE LA HEMOGLOBINA EN EL GANADO CRUZA  
DE CEBU DEL OCCIDENTE DE MEXICO.

---

LAURA LOPEZ MENDEZ

DIRECTOR DE TESIS

DANIEL A. F. VILLAGOMEZ Z.

GUADALAJARA, JALISCO MAYO 1988

---

---

A mi Madre y mi Abuelita.  
Con admiración y cariño.

A todas las personas que de alguna-  
forma me apoyaron en mi carrera.  
Con agradecimiento.

A las personas que creen en mí.  
Luchando por no defraudarlos.

Un poquito de nada, porque de ésta-  
nada está formada el Universo.

" EVOLUCION DE LA HEMOGLOBINA EN EL GANADO BOVINO  
CRUZA DE CEBU DEL OCCIDENTE DE MEXICO " .

## I N D I C E

	Pág.
I.        Introducción	1 - 6
II.       Antecedentes Científicos	7 - 9
III.      Planteamiento del Problema	10
IV.       Objetivos	11
V.        Material y Método	12 - 16
VI.       Resultado y Discusiones	17 - 30
VII.      Conclusiones	31
VIII.     Resúmen	32
IX.       Referencias Bibliográficas	33 - 36

## I. INTRODUCCION

La evolución Biológica se define como cambio en la diversidad y en la adaptación de las poblaciones de organismos, implica un cambio con continuidad y casi siempre con un componente direccional (8,17,20).

Darwin propuso como mecanismo para la evolución la selección por el medio ambiente de las variedades hereditarias mejor adaptadas, tanto en las existentes como en las que suelen surgir en un futuro (2,4,11,17).

Dentro del conjunto de la población y a través de sucesivas generaciones, la selección natural favorece al predominio de ciertas características cuya frecuencia irá aumentando en forma gradual, cambiando el aspecto total de la población. Los cambios sufridos por las distintas poblaciones que forman una especie se mezclan entre si, tanto más cuanto mayor sea el contacto reproductivo de estas poblaciones, modificando las características de la especie y provocando el cambio evolutivo en la misma (4,9).

La variación es la materia prima sobre la cual va a actuar la selección. El resultado de la interacción de ambos procesos es la evolución.

El resultado de la selección natural es un aumento de las frecuencias de los alelos que determinan fenotipos que responden mejor al medio, con la consiguiente disminución de los menos favorables.

La variación tiene su origen en dos procesos principales : mutación y recombinación genética (2,4,17).

La mutación es un cambio en la estructura química del material genético que va a provocar una expresión fenotípica.

Sin un proceso continuo de mutación no aparecerían nuevos alelos, lo cual traería como consecuencia el cese del proceso evolutivo (2,4,11,17).

Resulta de gran importancia determinar con que frecuencia ocurre este fenómeno en un determinado gen, ya que ésta será una de las medidas que nos permita estudiar la velocidad evolutiva (2,4,11).

El estudio clásico de la variabilidad genética depende de la presencia de la propia variabilidad. Cuando no se conoce el producto directo de la acción génica, sólo es posible detectar la presencia del gen a través de la variabilidad fenotípica que produce (2,6,11).

La tarea de estimar la variabilidad genética es difícil, ya que en cada generación se halla velada gran cantidad de variabilidad que no se expresa en caracteres manifiestos.

Esta variabilidad velada puede ponerse de manifiesto cruzando experimentalmente organismos con parientes próximos. Cuando se efectúan cruzamientos consanguíneos algunos alelos recesivos escondidos en condición heterocigótica se harán homocigóticos y entonces se expresarán.

Los experimentos de selección artificial han suministrado otro indicio de la magnitud de la variabilidad genética en las poblaciones naturales (2).

Aparte de los múltiples estudios sobre la evolución con-

base en el fenotipo a nivel macroscópico, ahora se pueden hacer comparaciones con los productos directos de los genes (20).

Los genes determinan todas las estructuras y todas las funciones de un organismo, pero no es fácil saber el número de genes que intervienen en una estructura o una función (6, 9, 11, 17).

Un gen es una parte de ácido nucléico que determina a través de un proceso complejo el orden de los aminoácidos en la síntesis de las cadenas polipeptídicas las cuales constituyen las proteínas. La función de las proteínas es básica, no solo porque constituye un importante material estructural de los seres vivos, sino sobre todo por ciertas moléculas proteicas, las enzimas, permiten que se lleven a cabo las reacciones metabólicas (6, 11).

El estudio de la proteínas representa la posibilidad de estudiar funciones sencillas determinadas directamente por uno o pocos genes (11).

El estudio de la variabilidad protéica representa además, la posibilidad de cuantificar la variabilidad genética sin estar condicionado a priori por la variabilidad o no del locus a estudiar (2, 11).

Existe una técnica sencilla. La electroforesis en gel, que permite estudiar la variabilidad protéica. Con ello se puede inferir la estructura genética de una población lo cual es conocimiento básico para entender el mecanismo evolutivo (2, 11).

Aplicando una corriente eléctrica a una mezcla de proteínas situadas en un soporte poroso (gel de acrilamida, almidón, agar, etc.) éstas migran hacia el polo de signo distinto del de su carga eléctrica superficial. Cada forma proteínica tiene una carga característica que determina su velocidad de migración. Si al cabo de un tiempo de migración se corta la corriente, cada forma proteínica se encuentra en una posición característica distinta en el soporte (2,6,11).

Esta técnica permite distinguir no sólo las distintas proteínas productos de loci diferentes, sino también reconocer las proteínas determinadas por alelos de un mismo locus (2,6,10,11,17).

Gracias a ésta técnica, podemos por lo tanto calcular la proporción de genes que representan polimorfismo (2,6,10,11,17).

Los genotipos presentes en una población tienden a establecer una relación unos con otros en equilibrio. Las frecuencias de los distintos alelos no cambian por sí mismas. Sin embargo el cambio existe. La evolución solo puede tener lugar si el principio de Hardy-Weinberg no se mantiene por un tiempo prolongado. Este principio está representado por el binomio de Newton  $(p+q)^2=1$ . Presupone tres condiciones: primero que los individuos de cada genotipo tengan la misma capacidad reproductiva en todas la población; segundo que la población sea numerosa, y por último que el apareamiento se efectúe al azar en toda la población (2,12,20,24).

Los cambios en las frecuencias de genes pueden producirse por una reducción en el tamaño de la población, por la selección, por la migración, mutación y deriva genética. En vista



de que ninguna población es infinitamente grande, ni pueden preverse las mutaciones espontáneas, además que, también suelen existir presiones de selección y migración en la mayor parte de las poblaciones naturales, etc. . Puede parecer sorprendente que a pesar de todas estas violaciones a las restricciones del principio de Hardy-Weingberg, muchos genes se ajustan dentro de límites estadísticamente aceptables a las condiciones de equilibrio entre dos generacines sucesivas. No obstante, los cambios demasiado pequeños para constituir desviaciones estadísticas importantes a partir de las expectativas de equilibrio entre cualesquiera de la dos generaciones pueden acumularse en muchas generaciones y producir alteraciones significativas en la estructura genética de una población (18).

Con respecto al panorama descrito en los animales domésticos se han llevado a cabo numerosos estudios para tratar de descubrir la posibilidad de la asociación entre el polimorfismo genético de las proteínas séricas y caracteres de interés económico, la mayoría de los cuales son de naturaleza cuantitativa. La finalidad práctica de esas investigaciones es la de usar dicho polimorfismo en los planes de mejoramiento animal (15,23).

Dentro de los polimorfismos bioquímicos en líquidos orgánicos los sanguíneos son los que estan siendo investigados más ampliamente (18).

Son muchas las posibilidades al usar sistemas polimórficos de la sangre como marcadores genéticos (15,23).

En el caso del ganado bovino han sido empleados como indicadores de cambios fisiológicos y genéticos en una pobla -

ción. Para incrementar la producción de características y resistencias a tipos de medio ambiente y enfermedades (resistencia a parásitos). Para estimar la distancia genética de los integrantes de la raza y establecer relaciones de parentesco entre otras razas. Así como para detectar portadores de genes anormales (7,19,23).

En nuestro caso hemos elegido a la hemoglobina como marcador genético dada su accesibilidad de obtención, manejo y la gran estabilidad de sus moléculas.

## II. ANTECEDENTES CIENTIFICOS

En los últimos años han aumentado considerablemente las investigaciones de los grupos sanguíneos y polimorfismo bioquímico en las proteínas de muchas razas bovinas de diferentes países. Los resultados de estas investigaciones también han proporcionado un gran valor práctico para la comparación entre diferentes razas bovinas.

Baker y Manwell (1980) de Australia, publicaron un trabajo intitulado "Clasificación Química del Bovino", en el cual presentan un análisis de aproximadamente 1,000 artículos con datos sobre polimorfismo protéico en 216 razas de bovinos, de las cuales solo en 196 razas pudo realizarse una comparación de las frecuencias genéticas para diez proteínas polimórficas (lactoalbúmina, hemoglobina, lactoglobulina, caseína, albúmina del suero, transferrina, amilasa y anhidrasa carbónica) y con esto establecer las divisiones morfológicas y geográficas de los principales grupos de razas bovinas (3).

Vallejo, Monge, Rodero, Zarzaga, Garzon, Lamuela, (1977) publicaron un trabajo en España, sobre polimorfismo bioquímico en ganado español, tomando como parámetro, hemoglobina, transferrina, albumina, amilasa y anhidrasa carbónica. El objetivo de este trabajo era la distribución del polimorfismo bioquímico. En hemoglobina encontraron los alelos Hb A y Hb B adjudicándolos a la procedencia del ganado. En albúminas reportaron, Alb S y Alb F con una mayor frecuencia de la segunda. Se identificaron Tf A, Tf D<sub>1</sub>, Tf D<sub>2</sub> y Tf E; en amilasa Am A, Am B, Am C; Ca S, Ca F (25).

Bortolozzi, Quinteros, Hines y Magalhanes, (1980) hacen un estudio de los grupos sanguíneos y sistemas de polimorfis-

mo protéico en el ganado Cachin que es un híbrido (5/8 Charolais y 3/8 Cebú) que se ha obtenido a través de cruza orientadas en Brasil, que produce la conjunción de la productividad de la raza Taurus y la adaptabilidad al medio ambiente tropical de la raza Indicus.

A través de la electroforesis en almidón, se estudiaron los sistemas polimórficos en: Transferrina, encontrando cuatro alelos A, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> y E; Albúminas, con dos alelos A y B y Hemoglobinas con los alelos A y B con frecuencias de 0.785 y 0.215 respectivamente. Estos autores encontraron en desequilibrio los dos primeros sistemas de acuerdo con la ley de Hardy-Weinberg, debido tal vez a la asociación de éstos sistemas en condiciones tropicales. Se llega a la conclusión, de que la raza Cachin es un intermediario de las razas Taurus e Indicus (5).

En México también se han llevado a cabo algunos estudios sobre polimorfismo bioquímico de nuestras poblaciones de ganado bovino.

Jiménez García (1970) reportó unas frecuencias preliminares de los alelos para transferrinas en las razas Indobrasil y Brahaman, encontrándose una heterogeneidad en la distribución de dichos alelos (14).

Piojan Aguade (1969) realizó un estudio del polimorfismo genético del ganado de Lidia mexicano, tomando como base las albúminas, transferrinas, fosfatasa alcalina y la hemoglobina (22).

López Uriarte (1982) en su trabajo sobre el polimorfismo genético de la transferrina en poblaciones bovinas del occidente de México, concluye que: de los ocho tipos de alelos re

portados para esta proteína, solo cuatro (Tf A, Tf B, Tf D y Tf E) se encuentran presentes en dicha población. Así mismo observa una distribución heterogénea de esos alelos entre las razas consideradas (16).

Alonso (1979) mediante una muestra de 166 animales cruce de Cebú del rastro Municipal de Guadalajara, Jal., utilizando la hemoglobina como marcador genético, concluye un desequilibrio debido al efecto de migración y selección. Y que sus frecuencias genéticas representan el resultado del cruzamiento entre las poblaciones Criolla y Cebú (1).

Pérez Chica (1982) representa el más reciente trabajo en bovinos del Occidente de México, haciendo un estudio comparativo de la misma clase, utilizando también como marcador genético la hemoglobina, observa una tendencia a la disminución de Hb A y un aumento de Hb B, el cual fué interpretado como un camino que conduce a un estado de equilibrio en la población (21).

### III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Alonso (1979) en un muestreo de 166 animales cruza de cebú y utilizando la hemoglobina como marcador genético, encontró esta clase de bovino en desequilibrio ( $P < .20$ ), observándose que es una población donde la migración y la selección está favoreciendo al cebú, es decir que está siendo absorbido por el cebú. Bajo dicho razonamiento el autor reporta que el considerar las frecuencias genéticas de la raza cebú por el criollo da como resultado la frecuencia genética encontrada para la clase cruza/cebú (1).

Por otra parte Pérez Chica (1986) tomando un grupo de 229 bovinos de la misma clase presentó un estudio comparativo de la constitución genética en base al mismo marcador genético donde se observa contrariamente al reporte anterior un equilibrio en la población ( $P < .90$ ) sugiriendo este hecho la conservación de animales cruzados tanto hembras como machos para la reproducción, debido quizás esto último a que se ha mermado considerablemente la población criolla (21).

Ambos autores discuten acerca del grado de confiabilidad de la muestra.

Los anteriores trabajos nos proporcionan información base para continuar esta línea de investigación, en donde proponemos ampliar el estudio de la frecuencia genética de los alelos para hemoglobina en el ganado cruza de cebú, al aumentar la muestra, lo que nos llevará a una mejor confiabilidad de resultados y a una visión más concreta del movimiento evolutivo de nuestra población bovina, contribuyendo con esto a una mejor comprensión de la administración de nuestros recursos.

#### IV. OBJETIVOS

##### OBJETIVO GENERAL:

Continuar el estudio de la dinámica evolutiva del ganado bovino cruza de cebú a través de la hemoglobina como marcador genético.

##### OBJETIVOS PARTICULARES:

- 1.- Medir la frecuencia genética de los alelos para la hemoglobina en el ganado bovino cruza de cebú.
- 2.- Obtener el grado de equilibrio genético de esta población en base a la frecuencia de los fenotipos para las hemoglobinas.
- 3.- Registrar los cambios evolutivos de la población de ganado cruza de cebú a través de las generaciones, como base en este marcador genético.

## V. MATERIAL Y METODO

Se utilizó el ganado bovino que se sacrifica en el rastro Municipal de Guadalajara, Jal., éste se clasificó de acuerdo a su conformación y aspecto como:

Animales de raza: Cebú, Holstein y Europeos

Animales nativos: Criollo

Animales cruzados: Cruza / Cebú, Cruza / Holstein y Cruza de Europeo.

De un total de 1,585 animales de las diferentes clases de ganado se tomó una muestra al azar de 400 animales cruza / cebú.

Al sacrificio en el momento de la sangría del animal se tomaron 10 ml. de sangre en tubos de ensaye conteniendo 0.3 ml de EDTA al 7.5%; una vez en el laboratorio se centrifugan a 1,500 rpm, durante 5 minutos para eliminar el suero y leucocitos. En seguida se lavan 3 veces los hematíes con solución salina (0.9% de NaCl) al cabo de la última lavada, después de aspirar el sobrenadante se hemolizó con agua destilada, doblando el volumen del paquete de eritrocitos, se agitó y se añadió tetracloruro de carbono aumentando un 50% del volumen del hemolizado, después se agita vigorosamente durante 5 minutos y se procedió a centrifugar, para así obtener el contenido intraeritrocítico en el sobrenadante, éste se guarda en el congelador para su posterior análisis.

Para determinar el tipo de hemoglobina en cada muestra se sometió a la técnica de electroforésis zonal en gel de agua rosa siguiendo las recomendaciones de Ibarra (13).



Se usó gel de agarosa al 1% utilizando una solución buffer stock de la siguiente composición por cada 500 ml.:

Tris	54.5	g.	
EDTA	2.94	g.	pH 8.6
Ac. Bórico	15.45	g.	

El buffer stock del gel se diluyó en una proporción 1:20 y en las fuentes 1:7 para el cátodo y 1:3.5 para el ánodo.

En matraces erlenmeyer de 125 cc., se depositó 1 g. de agarosa y se aforó a 100 cc. de buffer; se calentó a baño maría agitándose constantemente hasta que se disolvió totalmente, se retiró del fuego y se dejó reposar hasta que alcanzó una temperatura aproximada de 60°C.

Posteriormente, en una placa de vidrio (16 x 16) se vertió la solución del gel, y se refrigeró por una hora en cámara húmeda.

Después se efectúan unas incisiones alineadas, para introducir en el gel, unos rectángulos de papel filtro (.5 x 2-mm) 3 mm. previamente humedecidos con el hemolizado de cada muestra.

Cada gel, alberga hasta 40 muestras. El gel cubierto con papel celofán (vitafilm) quedando listo para la electroforesis.

El gel se colocó dentro de una cámara electroforésis, se le adaptaron unos puentes de papel filtro 3 mm. entre el gel y el buffer.

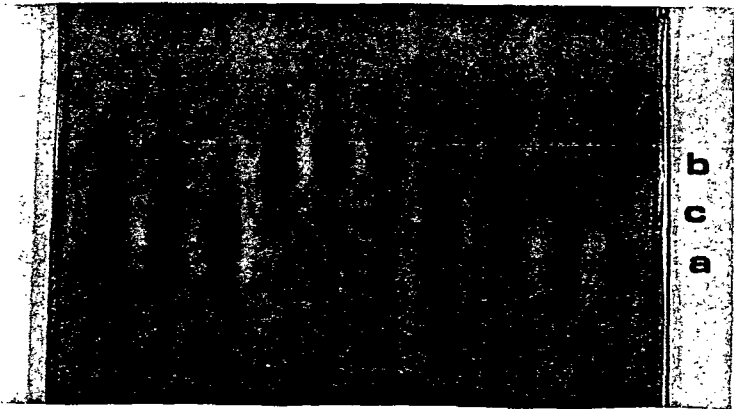
Se aplicó una corriente inicial de 100 volts (2 miliamperes) durante 15 minutos, cambiándose después a 300 volts (14-miliamperes aproximadamente) durante 4 horas.

Una vez terminado el tiempo de corrimiento se voltea el gel y se tiñe para posteriormente identificar cada tipo de hemoglobina.

Se empleó una solución de tinción de negro de amido al 0.5% en agua destilada.

Una vez teñido el gel se pasa a la solución de fijado - que contiene 5 partes de metanol: 5 de agua destilada: 1 ácido glacial, durante 24 horas.

Los diferentes fenotipos para hemoglobina se identifican por su movilidad en el campo eléctrico y por su número de bandas.



A la población muestreada se le calculó la frecuencia genética de los alelos para la hemoglobina, contando los genes presentes y sacando la proporción relativa de cada uno de ellos, a cada frecuencia se le determinó su error estandar\*1.

A partir de las frecuencias genéticas calculadas, se obtuvo el grado de equilibrio de la población (ganado cruza/cebu) de acuerdo con la ley Hardy-Weinberg, a través del desarrollo del binomio de Newton  $(p+q)^2=1$  donde  $p$ = frecuencia del alelo A;  $q$ = frecuencia del alelo B. Se determinó el número de animales portadores de cada fenotipo que esperábamos, éste número se comparó con los fenotipos encontrados y a las diferencias se les aplicó la prueba de  $\text{Chi}^2$  ( $X^2$ )\*2, para poder calcular que porcentaje de las desviaciones están determinadas por el azar. Y apreciar así el grado de equilibrio.

Por último se compararon los cambios en la composición poblacional de la frecuencia de Hb y el equilibrio genético en la población de ganado bovino cruza/cebu, contra los datos previamente reportados por Alonso (1979) y Pérez Chica (1986) bajo el criterio de la prueba de T de Students porcentual (TZ)\*3.

\*1 ERROR ESTANDAR

$$\sqrt{F_x \frac{1 - F_x}{n}}$$

$F_x$  = FRECUENCIA DEL ALELO

$n$  = NUMERO DE MUESTRA

\*2 PRUEBA DE  $\text{CHI}^2$  ( $X^2$ )

$$X^2 \leq \frac{(E - O)^2}{E}$$

- E = NUMERO DE FENOTIPOS ESPERADOS  
 O = NUMERO DE FENOTIPOS OBSERVADOS  
 $\chi^2$  = SUMA DE TODAS LAS CLASES  
 g1 = GRADOS DE LIBERTAD (FENOTIPOS - ALELOS)

\*3 PRUEBA T DE STUDENTS PORCENTUAL

$$\sqrt{\frac{FA G_1 - FA G_2}{\frac{FA G_1 (1-FA G_1)}{N_1} + \frac{FA G_2 (1-FA G_2)}{N_2}}}$$

- FA G<sub>1</sub> = FRECUENCIA GENETICA DEL GEN A EN LA POBLACION 1  
 FA G<sub>2</sub> = FRECUENCIA GENETICA DEL GEN A EN LA POBLACION 2  
 N<sub>1</sub> = NUMERO DE ANIMALES MUESTREADOS EN LA POBLACION 1  
 N<sub>2</sub> = NUMERO DE ANIMALES MUESTREADOS EN LA POBLACION 2  
 g1 = GRADOS DE LIBERTAD = N<sub>1</sub> + N<sub>2</sub> - 2

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Se presenta a continuación los resultados obtenidos a través de 1585 animales observados de los cuales se muestrearon 400 clasificados por su exterior como cruza de cebú.

Encontramos una frecuencia de hemoglobina en condición homocigótica Hb A de 186, Hb B 35, y en condición heterocigótica Hb AB 176, Hb AC 3 haciendo el total antes mencionado de 400 animales, en donde vemos una frecuencia genética de .6887 para el alelo Hb A; .3075 para Hb B y .003 en Hb C. Frecuencias utilizadas para sacar el equilibrio genético en el cual obtuvimos una  $X^2 = 1.878$  con 3 gl. observando una  $P < .70$ , o sea una población en equilibrio, (cuadro No. 1).

El error estandar que presenta nuestro trabajo fué de .023 para Hb A y Hb B, para Hb C fué de .003 .

En el análisis comparativo de las frecuencias genéticas de las hemoglobinas para el ganado c/cebú entre las tres poblaciones muestran ligeros cambios para los distintos alelos.

Para el alelo de la Hb A (gráfica 1), Alonso (1979) reporta .71, Pérez Chica (1986) .67 y ésta a comparación con la presente un ligero aumento a .68, estos cambios van acompañados con el aumento del alelo Hb B (gráfica 2), Alonso .28, Pérez Chica .32 y la presente .30 .

Las frecuencias que se reportan para el alelo Hb C son de muestras que Alonso (1979) y Pérez Chica (1986) observaron pero que no tomaron en cuenta para el reporte de sus frecuencias; encontramos .003 en Alonso, .002 con Pérez Chica y .003 en la presente.

		ALONSO		PEREZ CHICA		PRESENTE	
ANIMALES MUESTREADOS	No.	166	%	229	%	400	%
FRECUENCIAS DE HEMOGLOBINA	A	90	54.21	103	44.97	186	46.5
	AB	58	34.93	103	44.97	176	44.0
	B	17	10.24	22	9.60	35	8.75
	AC	-	-	1	0.43	3	0.75
	BC	1	0.60	-	-	-	-
FRECUENCIA GENETICA	A	0.7168		0.6768		0.6887	
	B	0.2801		0.3209		0.3075	
	C	0.003		0.002		0.003	
ERROR ESTANDAR	A	0.034		0.030		0.023	
	B	0.034		0.030		0.023	
	C	0.004		0.003		0.003	
EQUILIBRIO GENETICO	$\chi^2$	5.166		0.7413		1.878	
	P	<.20		<.90		<.70	

CUADRO 1 Se muestra el número y proporción de animales observados; el número de portadores de cada tipo de Hb para la clase c/cebu; la frecuencia genética para esa clase; y la comparación de su grado de equilibrio con respecto a dos estudios previos.

	C/CEBU N= 166 ALONSO (1979)	C/CEBU N= 229 PEREZ CHICA (1986)
C/CEBU N= 400 PRESENTE	T= .67049 g1= 564 P= >.5	T= .30818 g1= 627 P= <.7

CUADRO 2 Se muestra la comparación entre las poblaciones de ganado c/cebu estudiada contra los reportes previos para ésta misma clase de animales.

Si consideramos su frecuencia hallada, su presencia es un indicio de la ascendencia de nuestra población del ganado asiático.

Por otra parte los números reales obtenidos para cada fenotipo, homocigótico Hb A, Hb B y heterocigótico Hb AB, Hb AC y Hb BC, en las poblaciones anteriores y en la presente fueron pasadas a porcentajes para hacer la comparación entre los mismos, así también se calcularon los porcentajes de fenotipos esperados.

Observamos en la gráfica No. 4 un decremento del fenotipo Hb AA relacionado con la disminución de la frecuencia genotípica, vemos también una ligera fluctuación entre lo esperado y lo observado (46.5 observado - 47.4 esperado). En la gráfica No. 5 se presentan los resultados para el fenotipo heterocigótico Hb AB con un ligero aumento de Pérez Chica (44.9) y la presente (44) con relación a Alonso (34.9) .

La gráfica No. 6 muestra las relaciones del fenotipo homocigótico Hb BB con gran similitud entre las tres poblaciones, (10.2 Alonso, 9.6 Pérez Chica y 8.7 la presente).

El fenotipo heterocigótico Hb AC solo se reporta en la población de Pérez Chica (.437) y la presente (.75) mostrando ligeras diferencias entre las relaciones de observado y esperado, se muestran en la gráfica No. 7 . Alonso reportó el fenotipo Hb BC (.60) .

Al desarrollo del binomio de Newton a partir de las frecuencias determinadas nos permite comparar a través de la prueba de  $\chi^2$  el número de fenotipos observados contra los esperados y ver el equilibrio de la población de acuerdo a la



ley de Hardy-Weinberg.

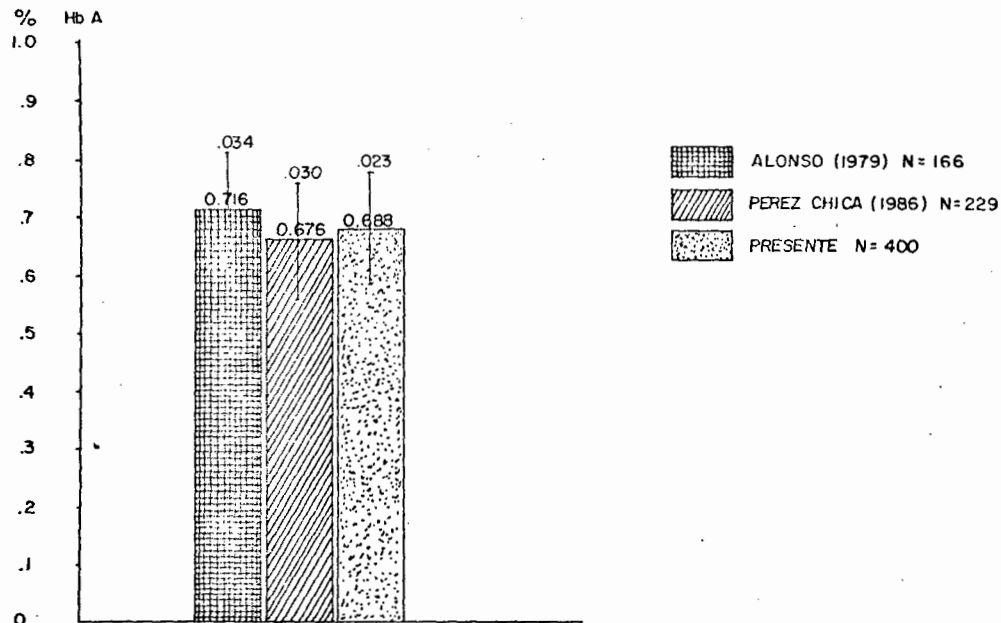
Revisando las comparaciones de los grados de equilibrio - entre las poblaciones (cuadro No. 1) podemos observar que hay fluctuaciones en el valor de P, para Alonso  $P = <.20$ , Pérez Chica reporta una  $P = <.90$  y en la presente  $P = <.70$ , Alonso reportó la población en desequilibrio, ahora nosotros determinamos que ésa tendencia ha desaparecido y que las fluctuaciones que se presentan en el último y presente estudio son debidas al - azar.

Utilizamos la prueba de T de Student para establecer el grado de similitud entre las poblaciones a partir de las frecuencias genéticas (Hemoglobina A) de cada grupo y se representaron en el cuadro No. 2 . Identificándose una mayor aproximación entre las poblaciones del presente estudio y los animales c/cebú considerados por Pérez Chica con una  $P = <.7$ , en relación con los tomados por Alonso, donde se visualiza un distanciamiento hacia nuestra clase de una  $P = >.5$  . Recordando que Alonso reportó desequilibrio y con Pérez Chica recupera el equilibrio, manteniéndolo en la nuestra con una  $P = <.70$ .

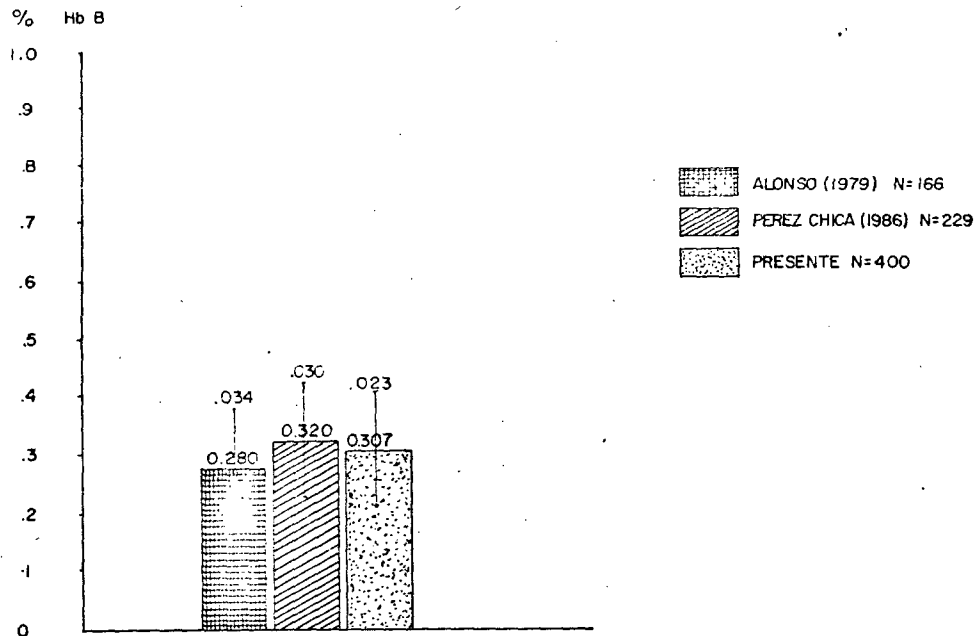
Por otra parte en la gráfica No. 8 se notan las frecuencias de cada clase de bovinos encontrados en el rastro Municipal de Guadalajara, Jal., comparándola con los anteriores trabajos.

Se observa el aumento en el sacrificio de las razas puras, cebú pasa de 9.7 Alonso (1979), 21.8 Pérez Chica (1982)- y 32.8 en la presente; Holstein de 6.8; 10.7; 13.8 respectivamente, este aumento también se da en la c/holstein (6.1; 3.1; 14.1) esto viene acompañado de un descenso en c/cebú de 54.9; 45.5; 25.2 respectivamente. Los criollos también presentan -

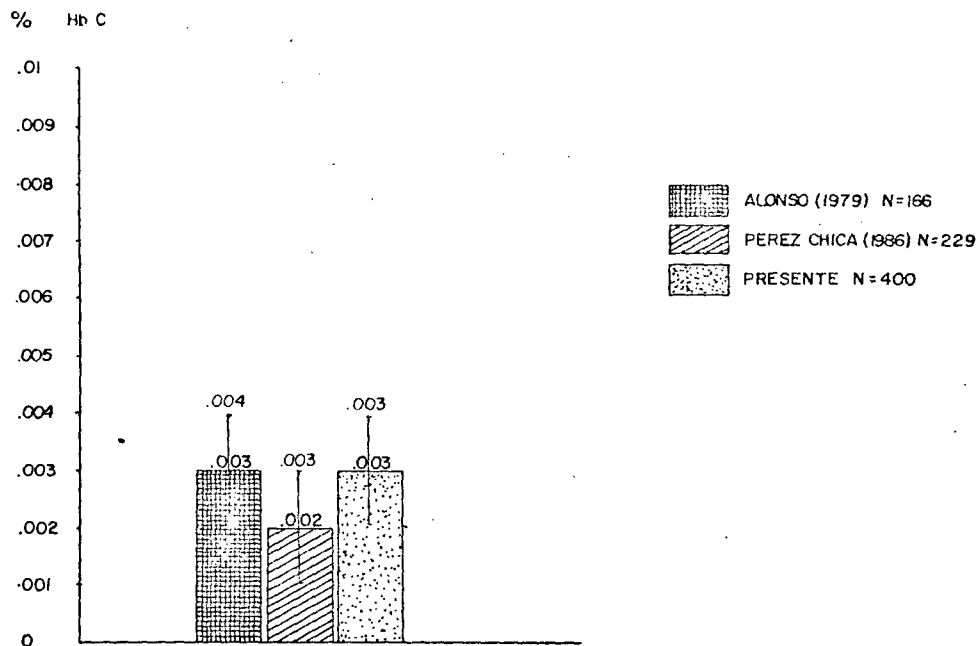
un descenso en el sacrificio, Alonso (20.3); Pérez Chica -  
(14.7); presente (12.8), lo que nos puede indicar una mayor -  
explotación de las razas puras y que son otras las funciones -  
del criollo y el c/cebu o bien que estas clases van siendo -  
agotadas de inventarios ganaderos de la región.



GRAFICA I : COMPARACION DE LAS FRECUENCIAS GENETICAS PARA EL ALELO Hb A, EN EL GANADO C/CEBU, REGISTRANDO SU ERROR ESTANDAR.

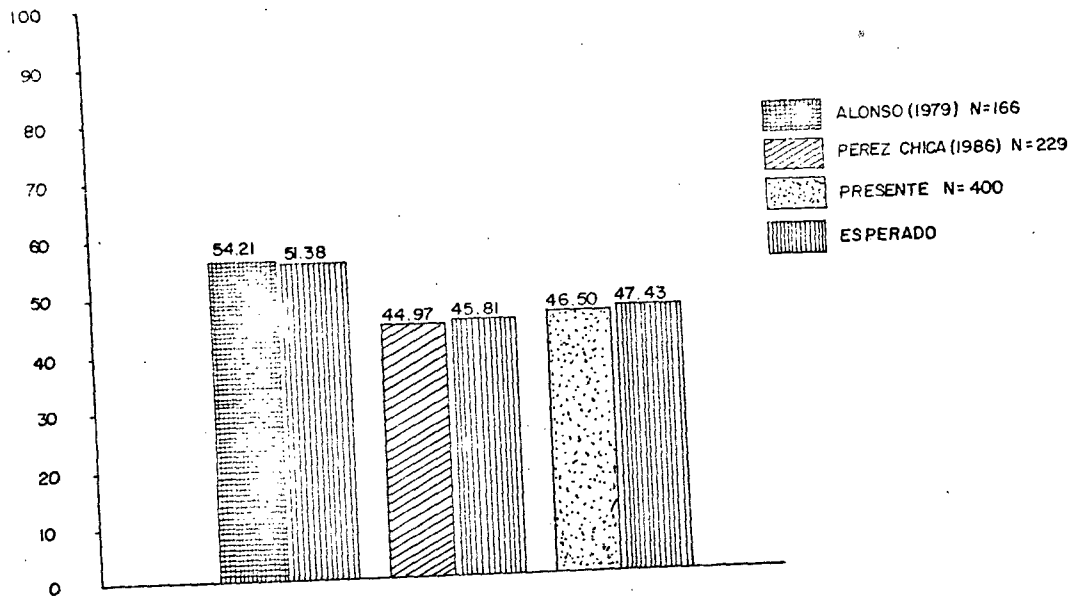


GRAFICA 2 : COMPARACION DE LAS FRECUENCIAS GENETICAS PARA EL ALELO Hb B, EN EL GANADO C/CEBU, REGISTRANDO SU ERROR ESTANDAR.



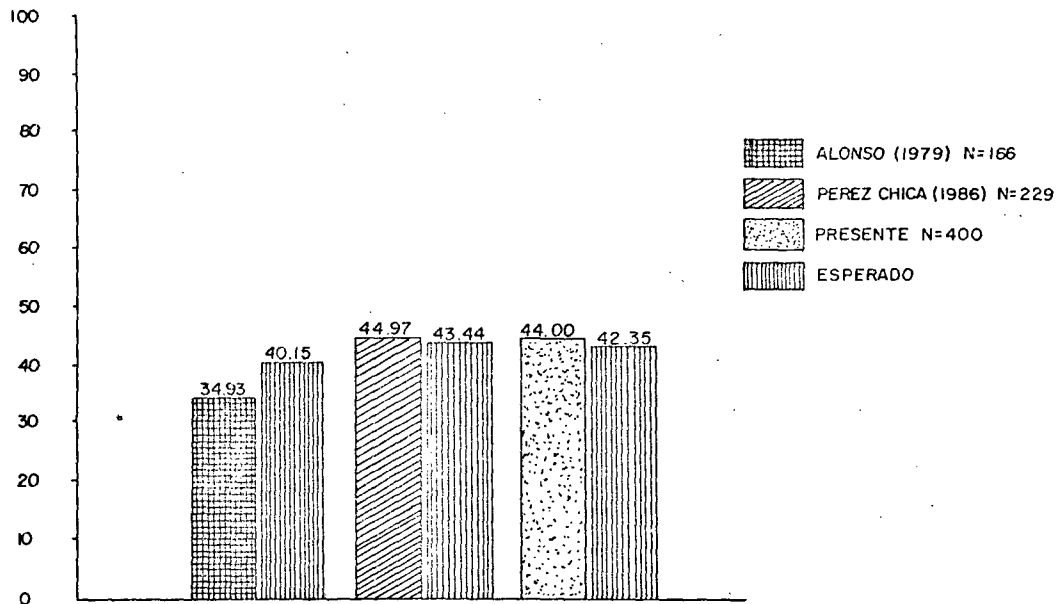
GRAFICA 3: COMPARACION DE LAS FRECUENCIAS GENETICAS PARA EL ALELO Hb C, EN EL GANADO C/CEBU, REGISTRANDO SU ERROR ESTANDAR.

% FENOTIPO A



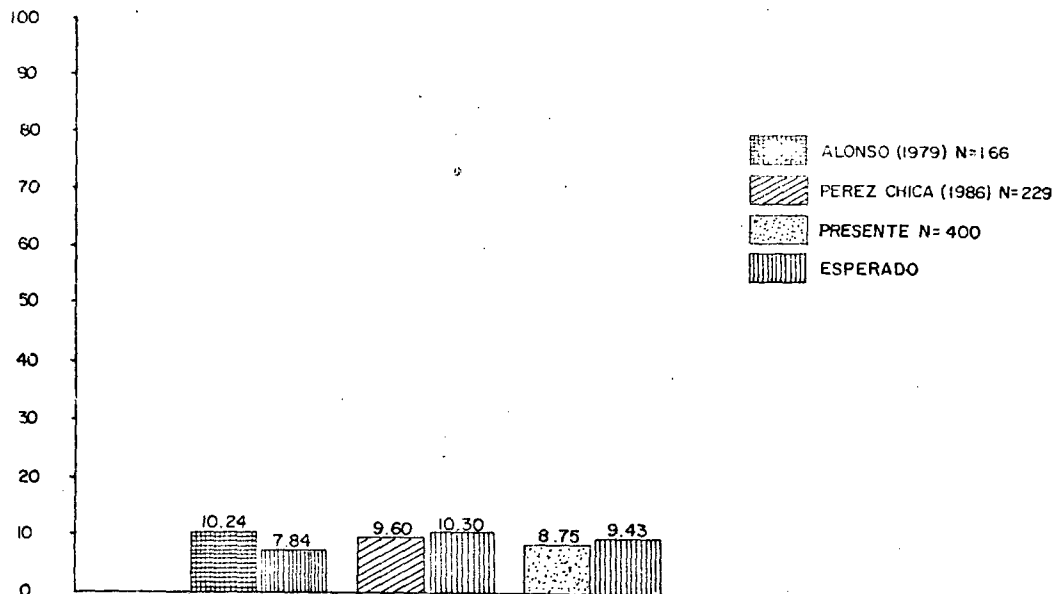
GRAFICA 4: COMPARACION DE LOS PORCENTAJES DE LAS FRECUENCIAS FENOTIPO HOMOCIGOTO A<sub>1</sub> EN LAS DISTINTAS GENERACIONES Y SU RELACION OBSERVADO Y ESPERADO.

% FENOTIPO AB



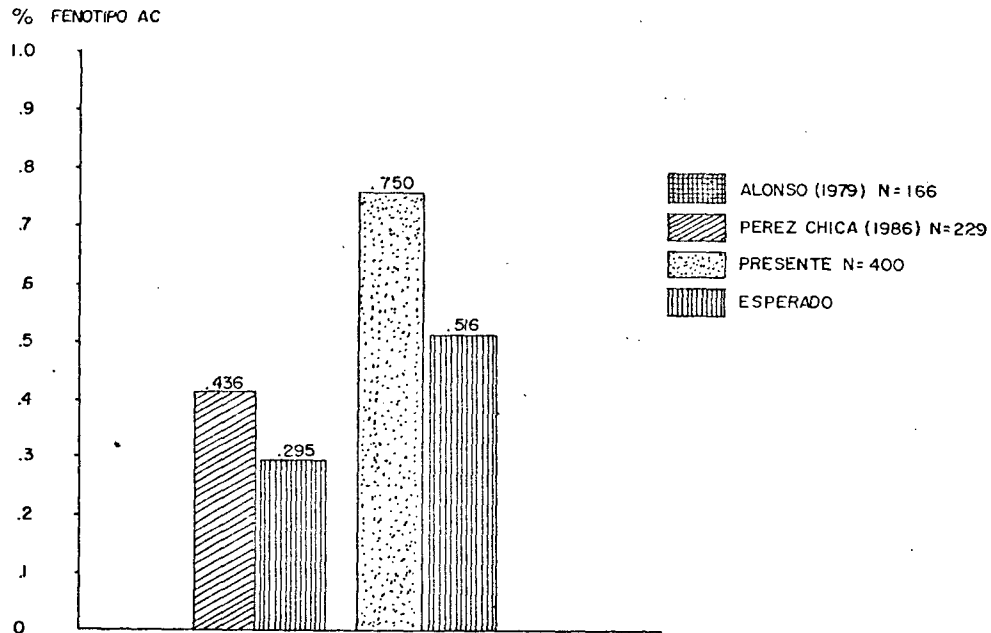
GRAFICA 5: COMPARACION DE LOS PORCENTAJES DE LAS FRECUENCIAS FENOTIPO HETEROCIGOTO AB EN LAS DISTINTAS GENERACIONES Y SU RELACION OBSERVADO Y ESPERADO.

% FENOTIPO B



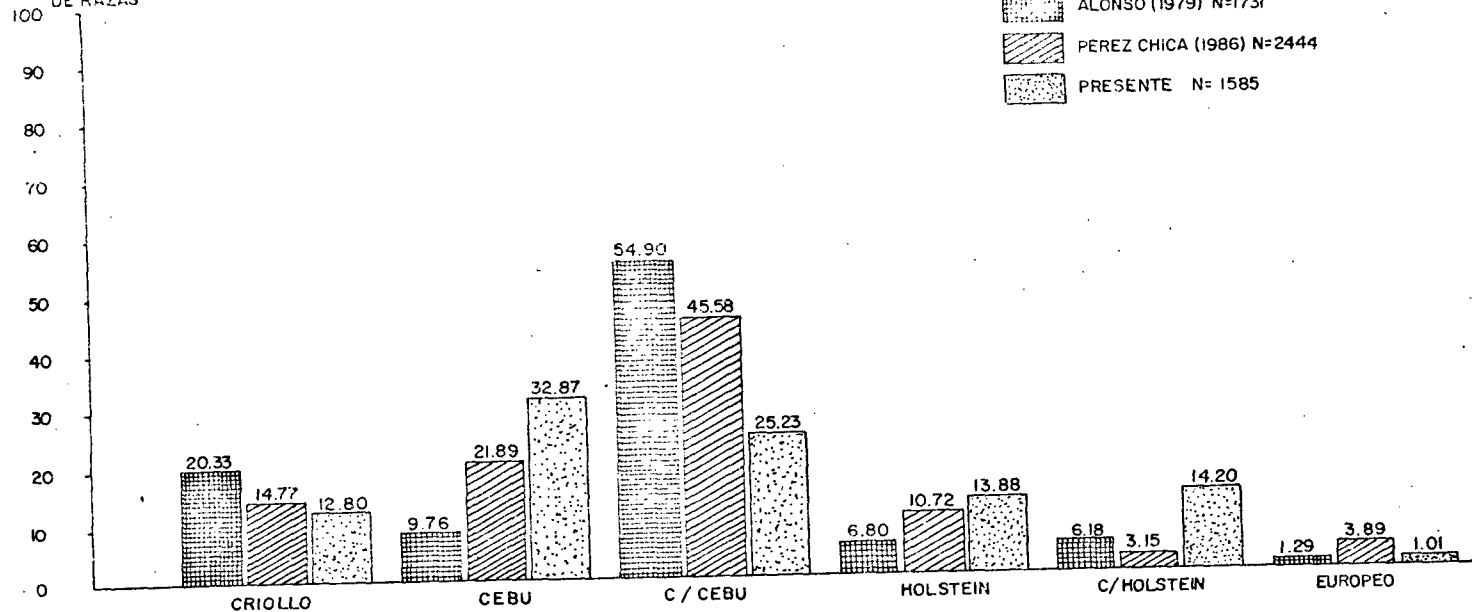
GRAFICA 6: COMPARACION DE LOS PORCENTAJES DE LAS FRECUENCIAS FENOTIPO HOMOCIGOTO B EN LAS DISTINTAS GENERACIONES Y SU RELACION -- OBSERVADO Y ESPERADO.





GRAFICA 7 : COMPARACION DE LOS PORCENTAJES DE LAS FRECUENCIAS FENOTIPO HETEROCIGOTO AC EN LAS DISTINTAS GENERACIONES Y SU RELACION OBSERVADO Y ESPERADO.

% FRECUENCIAS  
DE RAZAS



GRAFICA 8: FRECUENCIAS DE LAS DISTINTAS CLASES DE BOVINOS ENCONTRADOS EN EL RASTRO MUNICIPAL DE GUADALAJARA, JAL. COMPARANDOSE CON LAS REPORTADAS POR -- ALONSO (1979) Y PEREZ CHICA (1986).

## VII. CONCLUSIONES

1. Al haber transcurrido 2.5 intervalos de generación en que Alonso (1979) reporta un desequilibrio en el ganado bovino c/cebu (P=<.20), actualmente la clase presenta un estado de equilibrio genético (P=<.70).
2. Observando las frecuencias genéticas para los alelos de la hemoglobina en estos animales nos permite ver una tendencia al descenso de la Hb A (.71 Alonso 1979)); (.67 - Pérez Chica (1986)); (.68 Presente) asociada a un aumento de la Hb B (.28; .32; .30, respectivamente).
3. Encontramos un aumento en el fenotipo heterocigótico Hb-AB (34.43 Alonso; 44.97 Pérez Chica; 44 Presente) acompañado del descenso de los fenotipos homocigóticos Hb A - (54.21; 44.97; 46.5, respectivamente) y Hb B (10.24 Alonso; 9.60 Pérez Chica 8.75 Presente).
4. Se determina la presencia del alelo Hb C (.003) propia de las razas de origen asiático como lo es el cebu, del cual se origina el nuestro a partir de una cruce.
5. La similitud entre los datos de las poblaciones comparadas señalan una relación mayor con el reporte de Pérez Chica (1986) con un valor de P=<.7 y menor contra los animales considerados por Alonso (1979) P=>.5 (bajo criterio de T de Students).

## VIII. RESUMEN

Mediante la observación de 1585 animales sacrificados en el Rastro Municipal de Guadalajara, Jal., y clasificados arbitrariamente en cuanto a su exterior como: Cebú, Holstein, Criollo y sus cruzas, se muestrearon 400 animales c/cebú, a los que se les determinó sus tipos de hemoglobina a través de electroforéris en gel (agarosa) para medir sus frecuencias genéticas y grado de equilibrio genético, así como registrar la evolución de esta clase de ganado conforme transcurren las generaciones con base a dicho marcador genético.

Encontrándose que la población después de 2.5 intervalos de generación mantiene un equilibrio genético ( $P < .70$ ).

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Alonso Morales R. (1979) Polimorfismos de la Hemoglobina en las poblaciones Bovinas sacrificadas en el rastro de Guadalajara, Jal., Tesis, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, U. de G.
2. Ayala J. Francisco. (1979) Mecanismos de la Evolución, - Investigación y Ciencia. 26 (Nov.) pp 18-33Ed. Prensa Científica S.A. Barcelona -29 (España).
3. Baker Ann C.M. Manwell Clyde (1980) Chemical Classification of cattle. Animal Blood Groups, Biochemical Genetics.
4. Biología Unidad Diversidad y Continuidad de los Seres Vivos. Consejo Nacional de Enseñanza de la Biología. CECSA (1979).
5. Bortolozzi J., Quinteros I.R., Hines H. C. and Magalhães L. E. Blood groups and polymorphic protein systems in Chinese breed of cattle. 17<sup>th</sup> International Conference of America Blood Groups. Vol. 2. pp 54. (1980).
6. Bryan Clarke (1975) Las causas de la Diversidad Biológica. Genética y Evolución: Facetas de la Genética. Seleccionaciones de Scientific American. Ediciones H. Blume. Madrid (1978) 1<sup>a</sup> Edición. pp 241-306.
7. Chernuchenco and P. F. Sorokovoy. Characteristics of the Sichevsky breed of cattle in blood group, haemoglobin, - proteins and enzymes of the serum. (Dobrovitzzy, USSR) - 15<sup>th</sup> International Conference of Animal Blood, Group and-

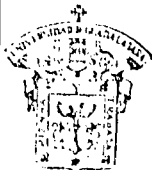
Biochemical Polimorphism. Dublin Irland. (1979). pp. 12 - 17.

8. Darwin Charles (1985) El Origen de las Especies. Versión-abreviada e Introducción de Richard E. Leakey. Cap. 1 La Variación en Estado Doméstico, Cap. 4 Selección Natural. CONACYT. (México).
9. Dobzhanski Theodosius (1950) La Base Genética de la Evolución. Genética Evolución. Facetas de la Genética. Seleccionaciones de Scientific American. Ediciones H. Blume. Madrid (1978). 1ª Edición. pp. 241-306 .
10. Dorynek Z. (1974) Changes in frecuencies of blood group-alleles B and C in Friesian cattle population of experimental farms of the Academy of Agriculture in Pozman. - 1ª Congreso Mundial de Genética Aplicada a la Producción Ganadera. Vol. I. Editorial Garsi.
11. Fontdevila Antonio (1978) El mantenimiento de la variabilidad genética de las poblaciones. Investigación y Ciencia. 20 (Mayo) pp. 94-103. Ed. Prensa Científica S.A. - Barcelona-29 (España).
12. Gardner Eldon J. (1982) Principios de Genética. Cap. 13- Genética de Poblaciones. Ed. Limusa. (México).
13. Ibarra B. (1981), Glucose-6-phosphate dehidrogenase deficiciency abnormal hemoglobins in Mexican newborns whit jaundice. Rev. Invest. Chin. (México) 33:259.
14. Jiménez García O. (1970) Frecuencias Preliminares de los alelos de Transferrinas en bovinos de las razas: Indobra

- sil y Brahaman en México. Tesis. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. U.N.A.M.
15. Joffre J., Fernández M. H., Granados A., Berovides V., - Ronda R., Rivas M. (1974) Relación entre el Locus Transferrina y Caracteres de Producción en el Charoles Cubano. 1<sup>a</sup> Congreso de Genética Aplicada a la Producción Ganadera. Vol. I. Ed. Garsi.
  16. López Uriarte J. (1982) Polimorfismo Genético de las - Transferrinas en las poblaciones Bovinas sacrificadas en el Rastro de Guadalajara, Jal.. Tesis. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. U. de G.
  17. Mayr Ernst (1978) La Evolución. Investigación y Ciencia. 26 (Nov.) pp. 1-16. Ed. Prensa Científica, S.A. Barcelona-29 (España).
  18. Monge E., Zaragoza I., Lasierra J. M. (1975) Metodología Laboratorial en el Polimorfismo Bioquímico de ganado Vacuno. Universidad de Zaragoza. Anales de la Facultad de Veterinaria. Año X.
  19. Ogden A. L. (1961) Biochemical Polimorphism in Farm Animal Breeding Abstracts. Vol. 29, No. 2 .
  20. Ondarza Raúl N. (1983) Biología Moderna. Cap. 27 Evolución Biológica; Apéndice B, Técnicas. Editorial Trillas- (México).
  21. Pérez Chica R. (1986) Cambio de la Frecuencia Genética - de la Hemoglobina en el Ganado Bovino del Occidente de - México. Tesis. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. U. de G.

22. Píojan Aguade Carlos (1969) Polimorfismo Genético de Al-  
búminas, Transferrinas, Fosfatasa Alcalina y Hemoglobina  
del Ganado de Lidia Mexicano. Tesis. Facultad de Medici-  
na Veterinaria y Zootecnia. U.N.A.M.
23. Spooner R. L. (1974) Relación entre Genes Marcadores y -  
Caracteres de Producción en Ovinos, Bovinos y Porcinos.-  
1º Congreso Mundial de Genética Aplicada a la Producción  
Ganadera. Vol. I. Ed. Garsi.
24. Stanfiel, W. D. (1976) Genética Teoría y Problemas. Cap.  
XII Genética de la población. Ed. Mc. Graw-Hill, Schwan.  
México.
25. Vallejo M., Monge E., Rodeo A., Zarazaga I., Garzon R., -  
Lamuela M.. Biochemical polymorphisms in four spanish ca  
ttle breeds. Animal Blood. Vol. VIII. pp. 17 (1977). Es-  
paña.





**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
Facultad de Ciencias

Expediente .....

Número ...114/87...

Srita. Laura López Méndez  
P r e s e n t e . -

Manifiesto a usted que con esta fecha ha sido aprobado el tema de Tesis "Evolución de la Hemoglobina en el ganado bovino cruzado de cebu del Occidente de México" para obtener la Licenciatura en Biología con Orientación Recursos Naturales.

Al mismo tiempo informo a usted que ha sido aceptado como Director de dicha Tesis el M.V.Z. Daniel A. F. Villagómez Zavala.



FACULTAD DE CIENCIAS

A T E N T A M E N T E  
"PIENSA Y TRABAJA"  
Guadalajara, Jal., Febrero 3 de 1987

El Director

Dr. Carlos Astengo Osuna

El Secretario

*Jose Manuel Copeland Gurdiel*  
Dr. José Manuel Copeland Gurdiel.

c.c.p. El M.V.Z. Daniel A. F. Villagómez Zavala, Director de Tesis.-Pte.  
c.c.p. El expediente de la alumna.

'mjsd

C. DR. CARLOS ASTENGO OSUNA  
DIRECTOR DE LA FACULTAD  
DE CIENCIAS DE LA  
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
P R E S E N T E .

Por medio del presente, me permito manifestarle que la C. LAURA LOPEZ MENDEZ, pasante de la Licenciatura en Biología de ésta Facultad, llevo a término su trabajo de investigación de tesis, titulado: "Evolución de la Hemoglobina en el Ganado Bovino Cruza de Cabú del Occidente de México". El cual fué por mi dirigido y revisado.

Al mismo tiempo le solicito su anuencia para que se prosigan con los trámites correspondientes para la presentación oficial de dicha tesis.

Agradeciendo de antemano las atenciones que brinda a la presente, me despido con un afectuoso saludo.

A T E N T A M E N T E

"PIENSA Y TRABAJA"

Guadalajara, Jal., Mayo 24 de 1988.

M.V.Z. DANIEL VILLAGOMEZ ZAVALA.