

15
2ij



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

DETERMINACION DE POLIMORFISMO BIOQUIMICO
DE HEMOGLOBINAS, TRANSFERRINAS Y ALBUMINAS
SERICAS EN "MINIVACAS" CEBU (Bos indicus)
MEDIANTE ELECTROFORESIS EN GEL DE ALMIDON



T E S I S

Que para obtener el título de:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P r e s e n t a :
ESTELA AROCHI BARAJAS

Asesores: M.V.Z. Aurora Velázquez Echegaray
M.V.Z. José Manuel Barruecos Villalobos



México, D. F.

1989

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

Página

RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
MATERIAL Y METODOS.....	11
RESULTADOS	13
DISCUSION Y CONCLUSIONES.....	18
LITERATURA CITADA.....	27
FIGURAS.....	31

RESUMEN

AROCI BARAJAS, ESTELA. Determinación de polimorfismo bioquímico de hemoglobinas, transferrinas y albúminas séricas en "minivacas" Cebú (Bos indicus) mediante electroforesis en gel de almidón (bajo la dirección de los MVZ: Aurora Velázquez Echegaray y José Manuel Berrueros Villalobos).

Se recolectaron muestras sanguíneas (plasma y glóbulos rojos) de 14 "minivacas" Cebú, (Bos indicus), 5 machos y 9 hembras, con el fin de determinar el patrón electroforético de tres sistemas bioquímicos polimórficos mediante técnicas de electroforesis zonal en gel de almidón. Se presentaron como proteínas polimórficas (muestran dos o más patrones en estudios intraespecíficos), las transferrinas y las hemoglobinas de las "minivacas" Cebú estudiadas; mientras que las albúminas séricas mostraron un solo patrón electroforético. Los alelos encontrados con mayor frecuencia fueron: de transferrinas el alelo T₄D, de hemoglobinas el alelo HbB y en albúminas A A y A B. Así se detectaron ciertas diferencias con el patrón electroforético ya establecido para estas proteínas en los bovinos Cebú tradicionales.

I N T R O D U C C I O N

El origen y la domesticación del ganado Cebú, (Bos indicus), tuvo lugar en la India. Hallazgos arqueológicos indican que el Cebú desciende del Bos nomadicus, bovino que habitaba en la India durante la era del Pleistoceno. Su domesticación data de 2500 años A. C.; llevó una vida nómada durante siglos, época durante la cual el Cebú se encontró ampliamente distribuido, siendo considerado animal sagrado en religiones como la Brahmánica y Budista (32,44).

Los movimientos migratorios de los pueblos, las guerras de conquista, exploraciones y comercio han contribuido a su diseminación.

Así en la historia de la India existieron grandes invasiones llevadas a cabo por arios, musulmanes y europeos. Las tribus arias llegaron a la India hacia el año 2000 A.C., como tribus inmigrantes, a ellos se debe la domesticación de bovinos, cuya descripción en escrituras sagradas se adapta a la de los cebuinos (32,44).

En el siglo XV los portugueses dominaron la costa de Malbar, seguidos por holandeses, ingleses y franceses, predominando posteriormente los ingleses. Como consecuencia de las últimas invasiones, el ganado Cebú fue llevado al sur

de Europa y norte de Africa y el dominio portugués lo llevó a Brasil de donde se distribuyó a Sud, Centro y Norte América; influyó también la casa alemana Carl Hagenbeck, a fines del siglo XIX y principios del XX, la cual se dedicaba a proveer de animales exóticos a zoológicos y coleccionistas del mundo (32,44).

En México se introdujo por primera vez en 1884 con ejemplares de Estados Unidos de Norteamérica y se cruzó con ganado criollo, diluyéndose así la sangre. Es hasta 1923 que se promovió la importación de Cebú de Brasil, seguido de un incremento en estas importaciones de 1930 a 1945, llegando razas como Gyr, Nelore, Guzerat e Indubrasil, además de la raza Brahman proveniente de los Estados Unidos de Norteamérica. Se fueron formando así criaderos en Nuevo León, Tamaulipas, Huasteca Potosina, Veracruz, Chiapas, Tabasco y Michoacán (44).

Actualmente se ha creado una población de ganado Cebú, empleando selección genética, a la cual se le ha denominado "minivacas". Estos animales son el resultado de selección genética a lo largo de 20 años para obtener animales de talla más pequeña que lo normal. En el desarrollo de las "minivacas" se involucraron seis generaciones de animales de la raza Indubrasil. Se analizaron 14 ejemplares, 11 de los cuales se encuentran en el Rancho "El Tanleón", localizado en la Huasteca Potosina, propiedad del Antropólogo Angel Castrillón y el resto en el Rancho Cuatro Milpas

perteneciente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, U.N.A.M. Morfológicamente los animales presentan características de ganado Cebú, siendo el peso y la alzada la diferencia más aparente, ya que su peso al nacer es de 4 a 6 kg, su peso promedio adulto es de 200 kg, su alzada en hembras adultas es de 0.70 a 0.90 m y en machos adultos de 1 a 1.20 m. Las "minivacas" presentan un gran horizonte en la producción, bajo condiciones especiales de explotación sustituyendo a los animales tradicionales, tienen ventajas como: carga animal de 10 unidades animal por Ha, reducción en el número de hilos para la construcción de cercos, mejor utilización de potreros, fácil manejo, menor proporción de grasa corporal, habiendo un mejor aprovechamiento en cortes de canales; además su utilización en experimentación como animales de laboratorio debido al reducido espacio que ocupan, por lo cual pueden ser empleadas en estudios metabólicos, en pruebas para la producción y constatación de biológicos, fármacos, etcétera, que proporcionen información que pueda ser trasladada para su empleo en bovinos tradicionales.

La población bovina del mundo se ha agrupado en dos especies Bos indicus y Bos taurus y por medio de la Inmunogenética se han establecido sus características (6,28).

La Inmunogenética estudia de los sistemas bioquímicos polimórficos, empleando la técnica de electroforesis,

obteniendo así un "polimorfismo bioquímico", es decir se detectan las múltiples formas de proteínas presentes en individuos de la misma especie (38).

Estos sistemas bioquímicos polimórficos, también denominados proteínas sanguíneas, marcadores bioquímicos o grupos sanguíneos solubles, están determinados genéticamente por alelos autosómicos codominantes y se expresan como proteínas en el plasma o interior de las células sanguíneas. Las variaciones existentes entre estas proteínas y que determinan el polimorfismo, se deben a la variedad de aminoácidos en su configuración (5,24,35,36,38,42).

La electroforesis es un método analítico desarrollado por Tiselius en 1937, que permite separar las diferentes fracciones proteínicas al aplicar una corriente eléctrica continua, aprovechando el potencial eléctrico de las partículas a un pH determinado. El patrón electroforético o fenograma, que presentan las diferentes proteínas, depende de sus cargas electrostáticas netas, configuración, peso molecular y en cierto grado el sistema sobre el cual se realiza (5,38).

En 1955, Smithies estableció la técnica de electroforesis en gel de almidón realizando la separación de proteínas séricas humanas. A partir de entonces diversos investigadores la emplearon para determinar variantes

genéticas, detectando polimorfismo bioquímico, en diversos sistemas tales como: hemoglobinas, haptoglobinas, transferrinas, albúminas, prealbúminas, posalbúminas, anhidrasa carbónica, catalasa, esterases, fosfatasa ácida, fosfatasa alcalina, glucosa-6-fosfato deshidrogenasa, ceruloplasmina, etc, en varias especies domésticas y silvestres (38).

La observación de las frecuencias génicas de las variantes de las diferentes proteínas sanguíneas y de su polimorfismo bioquímico han servido para obtener información taxonómica y filogenética de diferentes poblaciones animales así como para comparar y definir razas y poblaciones específicas (3,6).

En 1968 Buschmann y Schmid publicaron un cuadro de los sistemas bioquímicos en los animales domésticos, describiendo también ocho sistemas polimórficos en sangre y cinco en la leche de bovinos (5).

A partir de entonces diferentes trabajos referentes a sistemas bioquímicos, entre los que destacan los dedicados al estudio del polimorfismo proteínico que existe en las diferentes razas de ganado bovino, han permitido establecer una "Clasificación Química" de estos animales (6,29). Para establecer esta clasificación se han estudiado las diferentes frecuencias génicas de marcadores bioquímicos como albúminas,

hemoglobinas, transferrinas, anhídrido carbónico, ceruloplasmina y fosfatasa alcalina en bovinos tanto de origen europeo como indú y africano (6,29). Los datos obtenidos apoyan las diferentes divisiones geográficas y morfológicas del ganado estableciendo dos grupos raciales y confirmando la existencia de dos especies diferentes, Bos taurus y Bos indicus (6,29,32). Los estudios mencionados marcan una delimitación entre estos individuos con base a su polimorfismo, proporcionando una medida genética más precisa.

Los sistemas bioquímicos polimórficos que proveen mayor información para la caracterización de las razas del mundo son transferrinas, albúminas séricas y hemoglobinas. (6,14,15,16,17,19,20,21,22,24,29,34,35,37,42).

Las Transferrinas (Tf) son glicoproteínas séricas con peso molecular de 80,000-90,000 y un coeficiente de difusión de 5.2 (38). Se encargan de transportar hierro en el organismo, es una betaglobulina que tiene importante papel en la hematopoyesis (27,38,42). Su unión con el fierro además confiere protección por inhibición del crecimiento bacteriano (1,30). La variación existente en estas proteínas se debe a la presencia de alelos codominantes múltiples en un mismo locus (Ashton 1958, Smithies y Hickman 1958) (38). Se conocen diez diferentes alelos de transferrinas en ganado bovino, los tres principales son TfA, TfD y TfE. El alelo transferrina E

es el que se presenta con mayor frecuencia génica en Cebú de India y Africa, se han detectado dos alelos adicionales de transferrinas, TfB y TfF (5,6,9,14,15,16,17,19,20,22,24,27,29,34,35,43). Ashton ha sugerido que el polimorfismo de transferrinas puede estar relacionado con la tolerancia al clima en ganado bovino, mencionandose en investigaciones posteriores la elevada frecuencia de TfE en razas célticas de Bos taurus y razas indúes y africanas de Bos indicus, expuestas todas a condiciones climáticas rudas (6). El sistema de transferrinas se emplea para la verificación de paternidad (1,8,23). Algunos autores asocian el tipo de transferrinas TfD, con la producción de leche y el período de lactación (2,3,4,18,22).

La Albúmina Sérica (A) es la proteína que se encuentra en mayor concentración en el suero, existiendo en casi todos los tejidos animales. Su peso molecular es de 48,000 y su coeficiente de difusión es de 6.1, contiene carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre, pero su composición exacta aún se desconoce. Esta proteína participa en la regulación de la presión osmótica, transporte de ácidos grasos, bilirrubina y otras sustancias (5,35,38). En ganado bovino los fenotipos más importantes son AA, AB y BB, controlados por dos alelos codominantes que son A A (F=rápida) y A B (S=lenta) de acuerdo con su velocidad de migración electroforética. El alelo más común en Bos indicus es A B y en Bos taurus es A A. Han sido detectados en razas de origen

africano los alelos C,D,E y G cuya frecuencia es muy baja . Se ha llegado a establecer una relación positiva entre albúminas séricas y parámetros productivos en bovinos especialmente poseedores de sangre Cebú (5,6,9,10,13,14,15,16,17,19,20,28,29,34,35,36,37,41,42).

La Hemoglobina (Hb) es la materia colorante de las hemáticas que contiene el hierro de la sangre; es una sustancia cristalina de color rojo y composición compleja que consta principalmente de una proteína (globina) combinada con la hematina. Su peso molecular es de 64,500 , un coeficiente de difusión de 6.9 y su función es la de transportar oxígeno a los órganos (5,38). Han sido determinados los alelos HbA,HbB,HbC, HbD y HbF . El tipo HbA(S-lenta) es el más frecuente y es característico de Bos taurus y la HbB (Ferápida) es menos común y se encuentra únicamente en Bos indicus. Las variantes HbC,HbKh y HbD (Zambia) se han determinado en ganado Cebú de origen africano. La HbF es fetal y evoluciona solamente en HbA ó HbB. La gran cantidad de información existente sobre Hb permite confirmar la importancia de este sistema bioquímico polimórfico en el origen y la evolución de las diferentes razas de ganado bovino (5,6,9,11,14,15,16,17,19,20,26,29,33,34,35,42).

En la gran mayoría de reportes de la literatura mundial se ha comprobado que la T_fE,AB y HbB corresponden a marcadores genéticos de origen afro-asiático Bos indicus.

El análisis de estos sistemas bioquímicos polimórficos en las "minivacas" Cebú, Bos indicus, permite obtener una identificación tanto fenotípica como genotípica de esta nueva población de bovinos.

HIPOTESIS

Debido a la creación de esta nueva población, resulta importante determinar si su patrón electroforético corresponde al ya establecido para el Bos indicus, por medio de la determinación de polimorfismo bioquímico de hemoglobinas, transferrinas y albúminas séricas.

OBJETIVO

Aplicar las técnicas de electroforesis para establecer el patrón electroforético de los sistemas bioquímicos polimórficos.

MATERIAL Y METODOS

I.- Material Biológico

Se obtuvieron muestras sanguíneas de 14 individuos "minivacas" Cabú Bos indicus, 5 machos y 9 hembras.

II.-Extracción, conservación y procesamiento de las muestras

Se colectaron 5-10 ml de sangre por animal en tubos vacutainer estériles con anticoagulante etilendiamino tetracético (EDTA), a una dosis de 1 a 2 mg/ml. de sangre. Las muestras se mantuvieron en refrigeración a 4°C hasta su procesamiento.

Cada muestra fue colocada en un tubo de centrifuga para ser procesada y sometida a 300 gravedades por 10 minutos para obtener plasma y glóbulos rojos. Ambas fracciones fueron colocadas en frascos identificados por separado. Las muestras de plasma se almacenaron en congelación, a -20°C, para la determinación de transferrinas y albúminas séricas. Con el fin de obtener hemoglobinas, los glóbulos rojos fueron lavados tres veces en solución salina isotónica (0.85% de NaCl) y lisados posteriormente en agua destilada manteniéndose en refrigeración 24 horas antes de su determinación.

III.-Determinación de Proteínas

Los sistemas bioquímicos polimórficos se identificaron mediante técnicas de electroforesis zonal en gel de almidón

empleadas en el Laboratorio de Biología Molecular e Inmunogenética del Departamento de Virología e Inmunología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U.N.A.M..

Las hemoglobinas se determinaron por medio de las técnicas de Bahne et al. (18), para albúminas las técnicas de Braend y Efremov (10) y las transferrinas por medio de la técnica de Kristjansson (25). Todas con modificaciones de la técnica de Smithies (39).

Los geles fueron interpretados, empleando muestras de referencia (control) cuyos fenotipos han sido determinados en el Laboratorio de Biología Molecular e Inmunogenéticas del Departamento de Virología e Inmunogenética de la F.M.V.Z. y las frecuencias fenotípicas y alélicas de los sistemas bioquímicos polimórficos se calcularon por medio de un conteo génico simple; la frecuencia fenotípica se obtuvo dividiendo el No. de animales que presentan un determinado fenotipo entre el total de animales estudiados y la frecuencia alélica sumando los valores individuales de cada uno de los alelos presentes en esta población.

RESULTADOS

En las "minivacas" estudiadas se presentaron como proteínas polimórficas las transferrinas y las hemoglobinas (Figuras 1 y 3); mientras que las albúminas presentaron un solo patrón electroforético (Figura 2). Los alelos más frecuentes en esta población fueron: Tf D (Cuadro 2), A A y A B (Cuadro 3) y Hb B (Cuadro 4).

CUADRO 1

SISTEMAS BIOQUIMICOS POLIMORFICOS
 FENOTIPOS ENCONTRADOS EN 14 EJEMPLARES DE "MINIVACAS" CEBU

IDENTIFICACION	TRANSFERRINAS	HEMOGLOBINAS	ALBUMINAS
2 h	DE	BB	AB
2 h	DE	BB	AB
02 m	DE	BB	AB
7 h	AE	AB	AB
7 m	AE	AB	AB
13 h	DE	BB	AB
18 h	DD	BB	AB
18 m	DE	AB	AB
20 h	DE	AB	AB
21 h	DD	AB	AB
28 h	DE	BB	AB
4 h	AE	BB	AB
1 h	AD	BB	AB
3 h	AD	BB	AB

h= hembra.

m= macho.

CUADRO 2

FRECUENCIAS FENOTIPICAS Y ALELICAS DE TRANSFERRINAS
ENCONTRADAS EN 14 EJEMPLARES DE "MINIVACAB" CEBU.

FENOTIPO ESPERADO	No. DE ANIMALES	FRECUENCIA FENOTIPICA	FRECUENCIA ALELICA
AA	0	0	
AD	2	.1428	A=.1785
AE	3	.2142	D=.4642
DD	2	.1428	E=.3577
DE	7	.5	
EE	0	0	
TOTAL	14	.9998	.9998

CUADRO 3

FRECUENCIAS FENOTIPICAS Y ALELICAS DE ALBUMINAS SERICAS
ENCONTRADAS EN 14 EJEMPLARES DE "MINIVACAS" CEBU.

FENOTIPO ESPERADO	No. DE ANIMALES	FRECUENCIA FENOTIPICA	FRECUENCIA ALELICA
AA	0	0	A=.5
AB	14	1	B=.5
BB	0	0	
TOTAL	14	1	1

CUADRO 4

FRECUENCIAS FENOTIPICAS Y ALELICAS DE HEMOGLOBINAS
ENCONTRADAS EN 14 EJEMPLARES DE "MINIVACAS" CEBU.

FENOTIPO ESPERADO	No. DE ANIMALES	FRECUENCIA FENOTIPICA	FRECUENCIA ALELICA
AA	0	0	A=.1785
AB	5	.3571	B=.8213
BB	9	.6428	
TOTAL	14	.9999	.9998

DISCUSION Y CONCLUSIONES

La nueva población de "minivacas" Cebú, Bos indicus, surgió gracias a los trabajos realizados por el Dr. José Manuel Berruscos V. y el Antropólogo Angel Castrillón, quienes trabajaron con seis generaciones; el hato original de la investigación era raza Indubrasil, la cual fue creada en su origen al cruzar razas Gyr, Nelore y Guzerat (44). Actualmente el hato de "minivacas" presenta características Nelore, Gyr y ciertos rasgos de Brahman, ya que a lo largo de su creación estas se fueron segregando (44).

A través de la inmunogenética empleando el método de electroforesis en gel de almidón se obtuvo el patrón de los siguientes sistemas bioquímicos polimórficos: Transferrinas, Albúminas Séricas y Hemoglobinas. Actualmente por medio de la utilización de estos estudios es posible comprender la persistencia de la variación en las poblaciones y cuál es su papel en el proceso evolutivo (38).

En el sistema transferrinas encontradas en este trabajo se detectó un marcado polimorfismo (Cuadro 1). En general las transferrinas se diferencian de las demás proteínas plasmáticas, por presentar el polimorfismo genético más complejo, especialmente en bovinos (27). De este sistema se determinarán los alelos TfA, Tfd y Tfe. El patrón

electroforético representa el fenotipo y esta constituido por bandas, estas se estudian por pruebas genéticas para conocer cuales son codificadas por genes alélicos y cuales por genes no alélicos, por lo que una variación en este patrón la podemos igualar a la variación en la codificación génica (12,38,40). El patrón obtenido en las "minivacas" estudiadas corresponde a los fenotipos AD,AE,DD y DE (Figura 1). La variación encontrada en el patrón de transferrinas se debe a que todos los sistemas bioquímicos polimórficos son controlados genéticamente por alelos autosómicos codominantes que carecen de características dominante o recesiva (38), lo que provoca que cada alelo existente en esta población, TfA, Tfd y Tfe, se exprese en sí mismo en cierto grado tratándose de una condición heterocigótica; así genotipos homocigóticos como Tfd Tfd, dan lugar a un fenotipo (patrón de bandas) totalmente diferente al de los fenotipos heterocigóticos como TfA TFD, TFA TFE y TFD TFE. Al calcular la frecuencia alélica, a través de un conteo génico simple, el alelo Tfd es el que representa mayor frecuencia en "minivacas" estudiadas, seguido por TFE y TfA (Cuadro 2). Baker y Manwell (6) reportaron en Bos taurus y Bos indicus las frecuencias del sistema transferrinas, mencionando el alelo Tf E como el más característico y más frecuente en animales Bos indicus, y al alelo Tfd más característico en Bos taurus. Jiménez (24) determinó las frecuencias alélicas de transferrinas, específicamente de bovinos raza Gyr, Brahman e Indubrasil en México, y reportó como el alelo más

frecuente en razas Gyr e Indubrasil a Tfd y en la raza Brahman TfE. Al analizar estos resultados y recordar las razas involucradas en la creación de estas "minivacas", podemos pensar que la elevada frecuencia de Tfd en estos animales se puede atribuir a la fijación de este alelo en el hato característico de las razas Gyr e Indubrasil.

El hecho de que se mencionen a TFD como exclusivo de Bos taurus se debe a los estudios realizados por Ashton(4) y más recientemente por Fernández en Cuba (16) , quienes obtienen elevadas frecuencias de Tfd en razas dedicadas a la producción de leche , como la Holstein, o bien en cruzas como la F1 (Holstein x Cebú) definiendo como característica de Bos taurus a Tfd. En este aspecto es interesante hacer notar que el Gyr como lo señala Jiménez (24) presenta elevada frecuencia de Tfd y ésta es una raza considerada como buena productora de leche en México. La elevada frecuencia de Tfd en estas "minivacas" puede estar muy relacionada con una de las principales ventajas observadas en ellas, que es la buena producción lechera comparada con la obtenida en animales tradicionales.

El alelo TfE ha sido encontrado con mayores frecuencias en animales localizados en climas cálidos (6), por lo que se le ha atribuido a Bos indicus (29). Sin embargo la distribución de TfE obtenida por Baker y Maxwell (6) es especialmente interesante ya que se presenta con alta frecuencia en animales cuya localización geográfica es

totalmente diferente, reportandolo en razas escandinavas y célticas Bos taurus, indúes Bos indicus y africanas (sanga). Pueden existir tres explicaciones para ello :

- a) la posible selección del alelo Tfe en condiciones climáticas rudas, ya que los tres se localizan en climas con temperatura muy elevadas o muy bajas.
- b) que la Tfe persista como una variación ancestral que se mantiene en estas razas, pudiendo deberse a un origen común de los animales.
- c) que se trate de diferentes mutaciones del alelo Tfe localizado en las diferentes razas.

Estos hallazgos ponen en entredicho el hecho de que la Tfe sea exclusiva de razas Cebú.

Los resultados de este estudio con relación a transferrinas, indican que las "minivacas" presentan una gran riqueza genética, que le proporcionará la capacidad de producción lechera además de adaptarse fácilmente a un medio ambiente determinado mejor que si se tratara de un sólo genotipo.

La albúmina (A) es la fracción más abundante, soluble y con mayor velocidad de migración de la proteínas plasmáticas. Está determinada por alelos autosómicos codominantes (38).

En este estudio las "minivacas" revelaron tener un solo fenotipo de albúminas, AB, (Cuadro 3) el cual corresponde en electroforesis a dos bandas; una lenta determinada por el alelo A B y otra rápida por el alelo A A (Figura 2). Por lo tanto la población estudiada de Bos indicus, resulta ser

heterocigótica para esta proteína (Cuadro 1).

Baker y Manwell (6,29) publicaron estudios sobre las frecuencias alélicas de albúminas y han empleado esta información para diferenciar el origen filogenético de los bovinos existentes en el mundo. El alelo más común encontrado en Bos indicus es A B y en Bos taurus el alelo más común es A A (6,29).

El hecho de encontrar ambos alelo, A A y A B, en las "minivacas", hace pensar que en los cruzamientos realizados para obtener estos animales se incluyó tal vez algún animal Brahman que aportara el alelo A A, provocando que se fijara, hasta obtener una heterosis completa en esta población. Sin embargo es importante considerar que después de cinco generaciones de tener cerrado el hato a otros animales, debiera esperarse que fuesen principalmente homocigóticos.

Va que se conocen las diferentes variantes de albúminas y dados los importantes roles metabólicos de éstas, tales como su relación en el equilibrio ácido-básico, en la presión oncótica de plasma y linfa, así como su variación durante la gestación en humanos y en bovinos y el transporte de hormonas como progesterona y corticoides, varios investigadores han hecho estudios que asocian esta proteína polimórfica con caracteres fisiológicos tales como los procesos reproductivos (21). Específicamente la albúmina se ha relacionado con: edad a primer parto, duración de la gestación, servicios por concepción e intervalo entre parto (21). Granada (21) y Ronda (37) en Cuba llevaron a cabo estos estudios en ganado Cebú de

la región y reportaron elevadas frecuencias del alelo A B en animales con excelentes parámetros reproductivos. Sin embargo Mandall(28) realizó estudios semejantes en animales F1 (Holstein x Cebú) y atribuye los mejores parámetros al alelo A A.

Ya que las "minivacas", objeto de esta investigación presentan ambos alelos A A y A B podemos esperar que esta heterosis les proporcione ventajas en cuanto a sus caracteres reproductivos, esto apoyado además por la superioridad que se ha demostrado de individuos heterocigóticos sobre los homocigóticos en estudios poblacionales (6,29).

Las hemoglobinas (Hb) presentan una estructura química compleja cuyas propiedades biológicas son específicas, como transportadoras de oxígeno en el organismo, confirmandose además la importancia de este sistema bioquímico polimórfico en el origen y evolución de las diferentes razas de ganado bovino (9,16,29).

Los fenotipos encontrados en "minivacas" del hato estudiado fueron AB y BB (Cuadro 1). El alelo que se presentó con mayor frecuencia fue HbB (Cuadro 4). La cual se representa por una banda rápida en el patrón electroforético (Figura 3). Pijoan (35), Lasker(26) y Azuara(5) consideran este alelo, HbB, característicos para la identificación de Bos indicus. Aún cuando el fenotipo AB no fue el más frecuente de los dos encontrados en este trabajo, se puede explicar su presencia ya que Braend(9), Crockett(11) y Pascual(34) en sus investigaciones lo encontraron en razas

Gyr y Brahman.

De esta manera no se observa diferencias significativas de las "minivacas" al presentar los alelos, HbA y HbB con respecto al resto del ganado Cebú.

Las diferencias y semejanzas encontradas en las frecuencias génicas de Transferrinas(Tf), Albúminas Béricas(A) y Hemoglobinas(Hb) en "minivacas" con respecto al patrón existente en el ganado Bos indicus tradicional, se puede deber al efecto de la selección genética llevada a cabo, lo cual creará sistemas de adaptación que proporcione nuevas posibilidades para la especie. También puede deberse a un principio de fundación (deriva génica) debida a la frecuencia existente en los animales de la primera generación.

Cada población animal, como las "minivacas", se comporta como un todo, como un sólo individuo, el cual estará sometido a un cambio evolutivo. En este fenómeno juega un papel determinante la variación que implica los mecanismos de cambio, a qué nivel de organización y cómo se manifiestan estos. Las fuentes de la variación son la mutación, la recombinación y el flujo de genes entre las poblaciones; las fuerzas que regulan la variación son la selección natural y la deriva génica (40).

La mutación es la fuente original de nueva información en el proceso evolutivo ya que lleva a cambios en las frecuencias génicas al sustituir unos alelos que tenían cierta frecuencia por otros, modificando el grado de

variabilidad genética de una o varias características controladas por los alelos originales (12).

La selección natural regula la nueva información proporcionada por la mutación y ésta creará nuevos sistemas de adaptación que proporcionan nuevas posibilidades para la especie (38). El flujo de genes, además de la mutación, permite que se introduzcan nuevos alelos a la "poza génica" de una población. El flujo de genes depende de la estructura de las poblaciones y del grado de divergencia y migración que existe entre ellas (18).

La recombinación esta implícita en el mecanismo de reproducción sexual. Debido a ella ocurren gran diversidad de complejos génicos; permite que una población manifieste su variación potencial en generaciones sucesivas, sin que la mutación intervenga proporcionando nuevos alelos (40).

Dentro de una misma población las frecuencias gaméticas o cigóticas no cambian de una generación a otra mientras ésta sea cerrada, esté formada por un número infinito de individuos que se aparean al azar, que no haya mutación de un estado alélico a otro, que cada fenotipo pueda sobrevivir al igual que cualquier otro y sea igualmente capaz de producir progenie. En la naturaleza normalmente no se encuentran poblaciones que cubran en su totalidad dichos requisitos. Sin embargo, cuando son muy numerosas, se aproximan mucho a ese equilibrio genético (Ley de Hardy-Weinberg) (38). Cuando las poblaciones son pequeñas las proporciones de los genes varían en forma importante de generación en generación por efectos

del azar. A este fenómeno se le conoce como deriva génica, a través de la cual podemos explicar la prevalencia de genes y caracteres poco adaptados y que no favorece la selección natural (12). La deriva génica es uno de los mecanismos causantes del polimorfismo genético en los organismos, y constituye una de las fuerzas evolutivas(40). El polimorfismo, según Dobzhansky, es una heterogeneidad genética que se debe a la presencia continua en una población de dos o varios alelos de algunos genes o estructuras cromosómicas variables, y sus frecuencias se fijan debido al proceso de selección (12).

Ahora se puede considerar como una más de las ventajas de las "minivacas", la variabilidad existente en Transferrinas, Albúminas Séricas y Hemoglobinas, presentando un alto grado de polimorfismo bioquímico, les permitirá estar bajo un proceso evolutivo constante.

LITERATURA CITADA

- 1.-Alderton, G., Ward, W.H. and Fevold, H.L.: Identification of the bacteria-inhibiting iron-binding protein as conalbumin. Arch. Biochem., **11**: 9-13 (1946).
- 2.-Ashton, G.C.: Betaglobulin polymorphism and economic factors in dairy. J. Agric. Sci., **54**: 321-328 (1960).
- 3.-Ashton, G.C., Fallon, G.R. and Sutherland, D.N.: Transferrin type and milk and butterfat production in dairy cows. J. Agric. Sci., **62**: 27-34 (1964).
- 4.-Ashton, G.C. and Hewatson, R.W.: Transferrin type and milk yield in dairy cattle. XI th. European Conference on Anim. Blood Grps. and Biochem. Polymorphysm. Warsaw, 1968. 127-138. Anim. Blood Grps. Biochem. Polymorphysm. Warsaw (1968).
- 5.-Azuaa, B.P.: Selección genética del ganado criollo mediante la determinación de sus grupos sanguíneos solubles. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1980.
- 6.-Baker, C.M.A. and Manwell, C.: Chemical classification of cattle. I. Breed groups. Anim. Blood Grps. Biochem. Genet., **11**: 127-150 (1980)
- 7.-Banham, A.D.: Distribution of electroforetically different haemoglobins among some cattle breeds of Europe and Africa. Nature, **4622**: 1551-1552 (1958).
- 8.-Braend, M.: The use of blood in bovine disputed parentage cases. Cornell Vet., **46**: 83 (1956).
- 9.-Braend, M.: Studies on relationships between cattle breeds in Africa, Asia and Europe: evidence obtained by studies of blood groups and protein polymorphism. World Rev. Anim. Prod., **1**: 10-14 (1970).
- 10.-Braend, M. and Efremov, G.: Polymorphism of albumin in farm animals. 5th. International Congress of Animal Reproduction. Trento, 1965. 401-403. Anim. Reprod. A. Trento (1965).
- 11.-Crockett, J.R., Koger, M. and Chapman, H.L.: Genetic variations in haemoglobins of beef cattle. J. Anim.

- Sci., 22: 173-176 (1963).
- 12.-Dozhansky, T.: Genética del Proceso Evolutivo. Ed. Extemporáneos, México, D.F., 1975.
 - 13.-Ezcurra, L., Mitat, J. y Díaz, S.: Tipificación de albúminas en algunas razas de bovinos de Cuba. Rvta. Cub. Cienc. Vet., 3: 151-154 (1972).
 - 14.-Fernández, M.: Estudio del polimorfismo genético-bioquímico en dos cruces presurores de la raza taíno de Cuba. Rvta. Cub. Cienc. Vet., 16: 89-96 (1985).
 - 15.-Fernández, M. y Granado, A.: Polimorfismo de los sistemas transferrina (Tf), hemoglobinas (Hb) y albúmina (A) en vacas 3/4 cebú x 1/4 holstein. Rvta. Cub. Cienc. Vet., 12: 189-196 (1981).
 - 16.-Fernández, M., Granado, A. y Pérez-Beato, O.: Polimorfismo de seis sistemas sanguíneos y cinco lácteos en vacas de la raza criolla cubana. Rvta. Cub. Cienc. Vet., 14: 253-260 (1983).
 - 17.-Fernández, M., Granado, A. y Pérez-Beato, O.: Variantes genética de cinco sistemas polimórficos sanguíneos en animales cebú cubano de uno y otro sexo. Rvta. Cub. Cienc. Vet., 14: 13-17 (1983).
 - 18.-Gahne, B., Rendel, A. and Venge, D.: Inheritance of beta globulins in serum and milk from cattle. Nature, 186: 907-908 (1960).
 - 19.-González, P. and Tuffon, M.J.: Genetic relationships between seven spanish native breeds of cattle. Anim. Genetics, 18: 249-256 (1987).
 - 20.-Grahl, R., Ohmayer, G. and Pirchner, F.: Biochemical polymorphysm in Egyptian Baladi cattle and their relationship with other breeds. Anim. Genetics, 17: 61-76 (1986).
 - 21.-Granado, A. y Berovides, V.: Las variantes del locus albúminas y caracteres reproductivos en el cebú y su cruce F1 (holstein x cebú). Rev. Salud Anim., 1: 105-112 (1979).
 - 22.-Granado, A. y Menchaca, M.: Relación entre tipos de transferrina y la producción lechera en el ganado F1 (holstein x cebú). Rvta. Cub. Cienc. Vet., 9: 39-44 (1978).
 - 23.-Jamieson, A.: The genetics of transferrins in cattle. Heredity, 20: 417-441 (1963).

- 24.-Jiménez, O.G.: Frecuencias preliminares de los alelos de transferrinas en bovinos de las razas gyr, indobrasil y brahman en México. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1970.
- 25.-Kristjansson, A.: Genetic control of two pre-albumins in pigs. Genetics, **48**: 1059-1063 (1963).
- 26.-Laskar, S., Das, D., Baruah, N. and Rahman, M.: Haemoglobin polymorphysm in indigenous cattle (*Bos indicus*) of Assam, India. Indian Vet. J., **10**: 863-864 (1986).
- 27.-Maeda, K., Mckenzie, A. and Shaw, D.: Nature of the heterogeneity within genetic variants of bovine serum transferrin. Anim. Blood Grps. Biochem. Genet., **11**: 63-75 (1980).
- 28.-Mandal, B. and Datta Gupta, R.: Serum albumin polymorphism and its relationships to economic traits in crossbred cattle. Anim. Blood Grps. Biochem. Genet., **16**: 229-233 (1985).
- 29.-Manwell, C. and Baker, C. M.A.: Chemical classification of cattle .2. Phylogenetic tree and specific status of the Zebu. Anim. Blood Grps. Biochem. Genet., **11**: 151-162 (1980).
- 30.-Martin, C.M., Jandl, J.H. and Finland, M.: Enhancement of acute bacterial infections in rats and mice by iron and their inhibition by human transferrin. E. Infect. Dis., **112**: 158-163 (1963).
- 31.-Mayr, E.: Animal Species and Evolution. Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1963.
- 32.-Naik, S.N.: Origin and domestication of zebu cattle (*Bos indicus*). J. Hum. Evol., **7**: 23-30 (1978).
- 33.-Namikawa, T. and Takenaka, D.: Bovine haemoglobin betaA Zebu, betaA43(cd3) ser Thr: an intermediate globin type between the betaA and betaD. Zambia is present in Indian zebu cattle. Anim. Genetics, **18**: 133-141 (1987).
- 34.-Pascual, C. y Pérez-Beato, O.: Caracterización del cabé cubano en la región occidental de Cuba mediante el polimorfismo genético bioquímico. Rvta. Cub. Cienc. Vet., **16**: 285-291 (1985).

- 35.-Pijoan, A.C.: Polimorfismo genético de albúminas, transferrinas, fosfatasa alcalina y hemoglobinas del ganado de lidia mexicano. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1969.
- 36.-Roaro, G.T.: Polimorfismo genético de albuminas en bovinos de las razas gyr, indobrasil y brahman en México. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1970.
- 37.-Ronda, R y Granado, A.: Variantes de la albúmina sérica y su relación con la fertilidad en la hembra R1 (C-H-H). Rev. Salud Anim., 2: 119-125 (1979).
- 38.-Santiago, C.S.: Determinación de marcadores bioquímicos sanguíneos (transferrinas, hemoglobinas y albúminas séricas) en: codorniz común (Coturnix coturnix), faisán doméstico (Phasianus colchicus), ganso común (Anser anser), paloma doméstica (Columbia livia) y pato pekin (Anas platyrhynchos). Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1986.
- 39.-Smithies, O.: Zone electrophoresis in starch gels group variation in the serum proteins of normal adults. J. Biochem., 61: 629-641 (1951).
- 40.-Stansfield, W.D.: Teoría y Problemas de Genética. McGraw-Hill, México, D.F., 1979.
- 41.-Suzuki, S. and Keehan, B.: Studies on serum albumin in Korean cattle. Anim. Blood Grps. Biochem. Genet., 9: 181-182 (1978).
- 42.-Swenson, M.: Dukes Physiology of Domestic Animals, 10th. ed. Cornell University Press, London, England, 1985.
- 43.-Tsuiji, S., Kato, H. and Matsuoka, Y.: Phylogenetical and ontogenetical studies on the molecular weight heterogeneity of bovine serum transferrin. Biochem. Genet., 11: 1127-1143.
- 44.-Vizcarra, S.O.: El Cebú en México. Ed. B Costa-Amic, México, D.F., 1975.

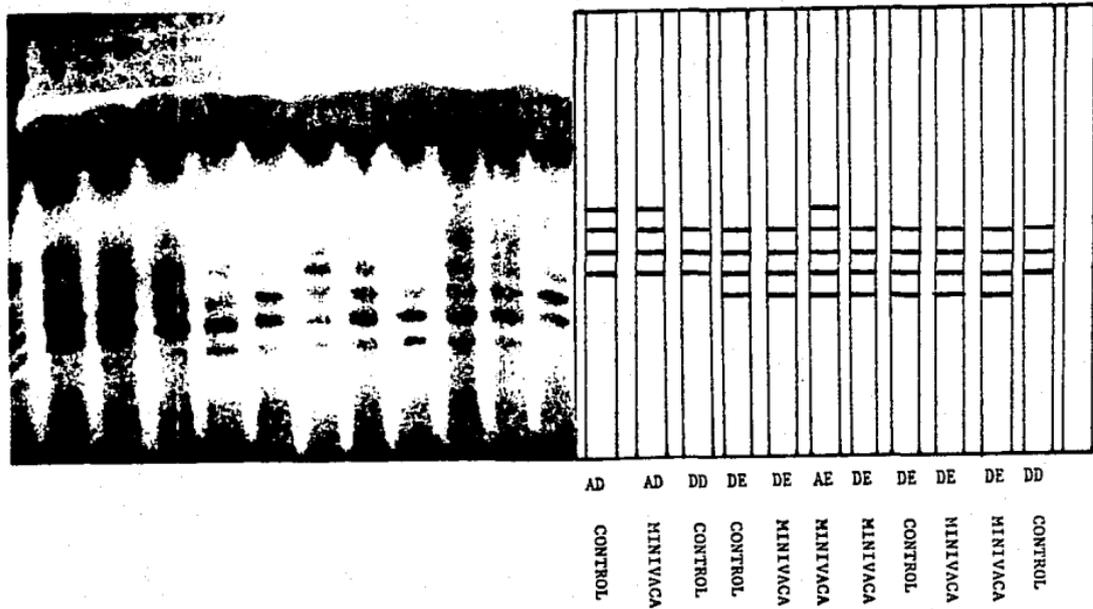


FIGURA 1.- Fotografía de Gel de almidón y esquema donde se pueden observar los patrones correspondientes a los fenotipos encontrados en minivacas Cebú, empleando para su identificación muestras control.

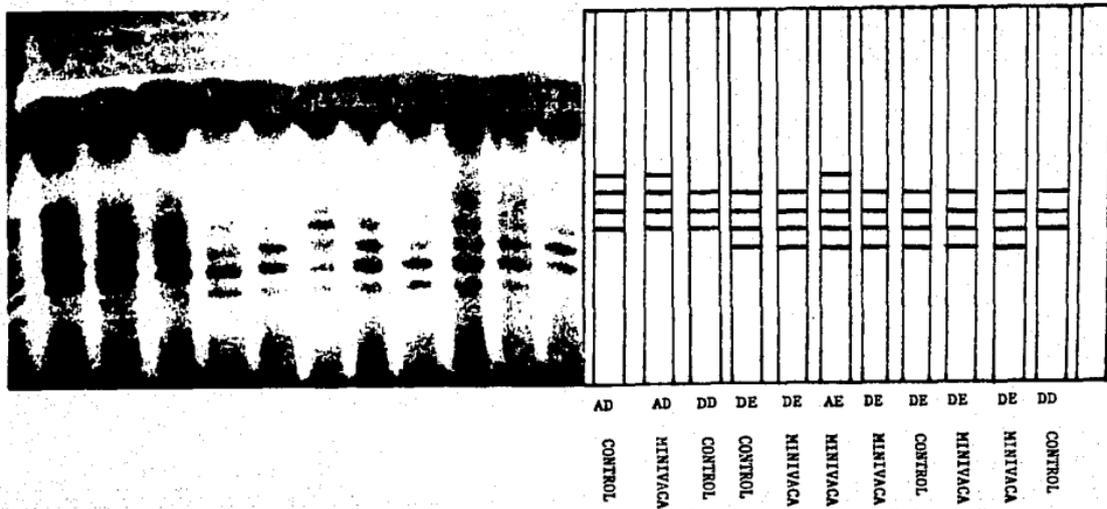


FIGURA 1.- Fotografía de Gel de almidón y esquema donde se pueden observar los patrones correspondientes a los fenotipos encontrados en minivacas Cebú, empleando para su identificación muestras control.

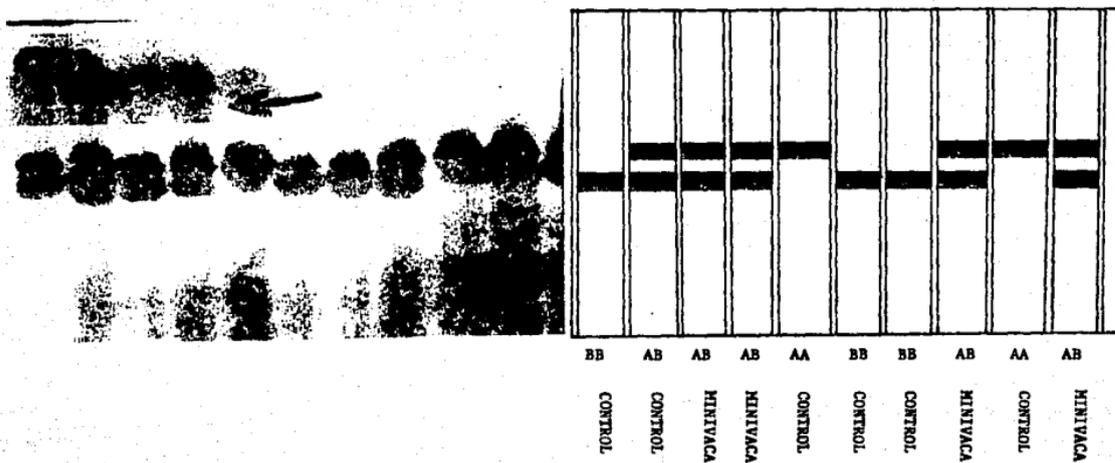


FIGURA 2.- Fotografía de Gel de almidón y esquema donde se pueden observar los patrones correspondientes a los fenotipos encontrados en minivacas Cebú, empleando para su identificación muestras control.

Hb 20-1

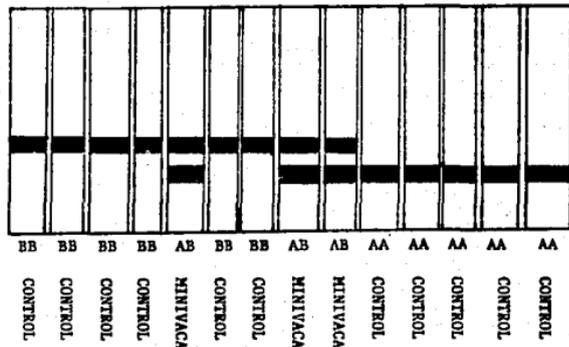


FIGURA 3.- Fotografía de Gel de almidón y esquema donde se pueden observar los patrones correspondientes a los fenotipos encontrados en Minivacas Cebú, empleando para su identificación muestras control.