



185
241

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

POLIMORFISMO GENETICO DE LOS SISTEMAS DE ALBUMINAS,
HEMOGLOBINAS Y TRANSFERRINAS EN GANADO HIBRIDO
HOLSTEIN -CEBU EN EL TROPICO HUMEDO

TESIS CON
PAJA DE ORIGEN

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

Médico Veterinario Zootecnista

P R E S E N T A

ANTONIA GUADALUPE REBOLLO AVILA



Asesores

M. V. Z. MSc. REBECA ACOSTA RODRIGUEZ

M. V. Z. AURORA VELAZQUEZ ECHEGARAY

M. V. Z. DANIEL ATILANO LOPEZ



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

	<u>Página</u>
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
MATERIAL Y METODOS.....	10
RESULTADOS Y DISCUSION.....	13
CONCLUSION.....	20
LITERATURA CITADA.....	21
FIGURAS.....	25
CUADROS.....	28

RESUMEN

REBOLLO AVILA, ANTONIA GUADALUPE. Polimorfismo genético de los sistemas de albúminas, hemoglobinas y transferrinas en ganado híbrido Holstein-Cebú en el trópico húmedo (bajo la dirección de Rebeca Acosta Rodríguez, Aurora Velázquez Echegaray y Daniel Atilano López).

Para el presente trabajo se estudiaron 279 muestras sanguíneas de bovinos híbridos 1/2 Holstein 1/2 Cebú, 3/4 Holstein 1/4 Cebú y 5/8 Holstein 3/8 Cebú, pertenecientes al CIEEST de la FMVZ de la UNAM. Los fenotipos de tres sistemas sanguíneos polimórficos (albúminas, hemoglobinas y transferrinas) fueron obtenidos por medio de electroforesis zonal en geles de almidón. Estos sistemas sanguíneos se utilizaron para realizar una prueba de atribución o exclusión de paternidad para los animales de genotipo no determinado. Se calcularon las frecuencias fenotípicas así como genotípicas de estos tres sistemas, encontrándose en animales F1 las frecuencias siguientes: albúmina F (0.662) S (0.338), hemoglobina A (0.838) B (0.162), transferrina A (0.338) D (0.542) E (0.119); en 3/4 H 1/4 C albúmina F (0.811) S (0.189), hemoglobina A (0.900) B (0.089) F (0.011), transferrina A (0.264) D (0.636) E (0.100); y en 5/8 H 3/8 C albúmina F (0.732) S (0.267), hemoglobina A (0.738) B (0.237) F (0.024) y transferrina A (0.419) D (0.488) E (0.093). Como puede observarse, los alelos cuya descendencia proviene del Bos taurus, manifiestan una elevada frecuencia de aparición. Los resultados obtenidos fueron altamente significativos en cuanto a la independencia de los genotipos ($P < 0.001$) utilizando la prueba de χ^2 . En cuanto a la exclusión de paternidad, los sistemas utilizados no fueron suficientes para su evaluación.

INTRODUCCION

La producción nacional de alimentos de origen animal, particularmente de leche es insuficiente para satisfacer la creciente demanda, lo que da lugar a importaciones que cada vez cuestan más al país.

El trópico mexicano debido a su gran potencial de producción de forrajes, ofrece condiciones favorables para la explotación de rumiantes, pese a que la actividad predominante en el trópico es la explotación del ganado bovino productor de carne, existe un potencial considerable para la producción de leche (3).

La obtención de una raza tropical lechera a partir de diferentes niveles de cruzamiento entre razas adaptadas a las condiciones tropicales y otras especializadas en la producción de leche, adquiere gran importancia el estudio de las variantes polimórficas bioquímicas de las proteínas y enzimas de la sangre. El estudio de este polimorfismo, conjuntamente con el de los grupos sanguíneos, ha contribuido, a conocer las estructuras y frecuencias génicas que caracterizan las principales razas de esta especie (17).

Se denomina polimorfismo genético a la existencia de dos o más variantes genéticas de un rasgo determinado, en una frecuencia no menor del 1%, en una misma población (12).

Aunque hasta el momento no están claramente definidas las causas del amplio polimorfismo que presentan diversos caracteres de la sangre, el hecho de que exista presupone que ciertos antígenos sanguíneos y variantes protéicas estén relacionadas con la aptitud productiva. La relación genética entre las características sanguíneas polimórficas y la producción puede establecerse por pleiotropía, ligamiento y heterosis de un locus. Es por eso que se ha estudiado si existe asociación entre estas características con aspectos cuantitativos tales como producción de leche, fertilidad y tasa de crecimiento (4, 6, 12, 19).

Particularmente durante las últimas dos décadas se han descubierto un gran número de antígenos de la sangre determinados genéticamente en distintas especies de animales domésticos (6), los cuales se transmiten por codominancia por lo que en la práctica se pueden utilizar para estudios de pureza de raza, grado de consanguinidad, atribución o exclusión de paternidad, frecuencia de alelos en un hato, presencia de genes indeseables y la relación de los grupos sanguíneos con la producción. También permite la identificación de individuos heterocigóticos (3, 4, 6, 15, 19, 21).

Frecuentemente se presenta la necesidad de identificar el ganado adecuadamente con respecto a sus progenitores. Las causas que originan dicha necesidad pueden ser muy variadas.

Aparentemente la identificación de los padres de una cría puede parecer bastante simple, sin embargo a menudo hay casos en los que el ganadero está incierto sobre los verdaderos padres de un determinado becerro.

Este problema es común ya sea en monta directa o en inseminación artificial. El primer caso sucede sobre todo cuando hay varios toros simultáneamente en el mismo potrero o cuando un semental es reemplazado por otro de manera inmediata, en el segundo caso se asocia a errores al inseminar o a la mezcla de semen, también son debidos a errores en los registros, marcaje incorrecto e intercambio accidental de animales recién nacidos (24, 26).

La determinación del parentesco, con ayuda de las investigaciones de los grupos sanguíneos, ha sido usada ampliamente en ganado vacuno (6). También se ha demostrado que los grupos sanguíneos sirven para estudiar las semejanzas y las diferencias entre poblaciones independientes (líneas y razas) (6).

Se han llamado grupos sanguíneos, tanto a los antígenos de los eritrocitos (grupos sanguíneos eritrocíticos), como a las proteínas del plasma (grupos sanguíneos solubles) (2, 3, 18, 20, 21, 22, 25).

La tipificación sanguínea es usada primariamente porque los antígenos de los eritrocitos son heredados de una manera simple y casi todos los individuos tienen diferente tipo sanguíneo. En suma, los antígenos no cambian a través de la vida y su detección es confiable siempre que estén disponibles buenos reactivos (24).

En los animales domésticos algunos de los grupos sanguíneos solubles que se han estudiado son: hemoglobinas, amilasas, esterases, albúminas, anhidrasa carbónica, haptoglobulinas, transferrinas, leucinoaminopeptidasas, etc. Estos grupos sanguíneos se pueden separar por métodos electroforéticos (2, 3, 4, 14, 18, 19, 21).

La inclusión de estos grupos sanguíneos solubles en pruebas de paternidad, incrementan considerablemente la posibilidad de detectar pedigrís incorrectos (24).

Con el polimorfismo de las proteínas se puede obtener el genotipo por inspección de los geles, así la descendencia de un animal con transferrinas AA deberá tener mínimo un gen A, ningún animal que sea por ejemplo DD será de su descendencia. Los sistemas de proteínas son vías más valiosas que los antígenos eritrocíticos ya que se tiene estimado que cerca del 40% de los casos de parentesco incorrecto en bovinos pueden ser detectados tan solo por transferrinas (22). Las posibilidades de excluir a los individuos que no son los

padres, como posibles padres, se elevan al aumentar el número de sistemas genéticos que pueden estudiarse (26).

La electroforesis desarrollada por Tiselius en 1937 y citada por Azuara en 1982 (3) es fundamentalmente, la aplicación de una corriente eléctrica, con el fin de separar por migración moléculas ionizadas. En 1959 Smithies citado por Azuara (3) desarrolló una técnica de electroforesis usando gel de almidón de papa hidrolizado como medio de soporte (electroforesis de zona), esta técnica es la más adecuada debido a que permite una mayor separación de las moléculas, ya que además del potencial eléctrico, aprovecha el tamaño molecular, haciendo que la migración de la partículas más grandes a través de los poros del gel sea menor (3, 21).

ALBUMINAS

La albúmina es una proteína que se encuentra normalmente en concentraciones elevadas en el plasma (43%) y tiene un peso molecular de 60,000 (3). Por medio de electroforesis zonal, se ha encontrado polimorfismo bioquímico en la albúmina del ganado bovino, en el cual se encuentran alelos codominantes de tres tipos: albúmina de tipo rápido (F), albúmina tipo lento (S) y se ha mencionado un tercer tipo más lento (C) encontrado en el ganado del este de África.

El tipo de albúmina F se encuentra sobre todo en razas europeas y en algunas de ellas, como la Holstein, en forma exclusiva. El tipo de albúmina S, se encuentra predominantemente en ganado descendiente del Bos indicus (18).

HEMOGLOBINAS

La hemoglobina es una proteína intraeritrocítica formada por un prótido denominado globina, al que se le unen cuatro moléculas de heme (ferroprotoporfirinas), que contiene hierro en estado ferroso y al que corresponde la función fisiológica del transporte de oxígeno y de anhídrido carbónico. Alrededor del 55% del eritocito está constituido por hemoglobina la cual tiene un peso molecular de 64,458 (6). Se ha encontrado polimorfismo bioquímico en la hemoglobina del bovino (19) y se han estudiado dos alelos de acuerdo a su migración electroforética, denominándose "A" a las más lentas y "B" a las más rápidas.

Ambos alelos son codominantes. La hemoglobina de tipo "A" tiende a encontrarse con mayor frecuencia en el bovino europeo mientras el tipo "B" es frecuente en ganado Cebú por lo que puede usarse como un marcador genético de indudable interés (3. ó).

También se han encontrado hemoglobinas de tipo "C", "D" y "F" (18). La hemoglobina "F" se encuentra únicamente en

recién nacidos, es un tipo de hemoglobina que evoluciona a hemoglobina "A" o "B" con la edad (6, 18, 24).

Las variantes entre los distintos tipos de hemoglobina parecen estar condicionados a pequeños cambios, tales como la sustitución de un aminoácido por otro, en algún sitio de la cadena peptídica (18).

TRANSFERRINAS

Las transferrinas son betaglobulinas que transportan Fe en el plasma. Están compuestas por una sola cadena peptídica y tiene un peso molecular de 90,000. De acuerdo con su velocidad de migración electroforética se les denomina con las letras del alfabeto, donde la "A" corresponde a la más rápida.

En México se han detectado cuatro alelos que son "A", "D1", "D2" y "E" cuyas combinaciones dan un total de 10 fenotipos. La transferrina "D1" posee fracciones que son ligeramente más rápidas que las "D2", y su presencia se ha intentado asociar en la producción de leche en bovinos Holstein.

Ashton en 1959 citado por Azuara (3) buscó asociar las altas frecuencias del alelo "E" con la resistencia al calor. En los animales Cebú de raza pura este alelo tiene una elevada frecuencia y en todos los casos de cruzamiento con

cebuinos aumenta considerablemente en los híbridos. Esto es importante ya que puede usarse como marcador genético (3).

OBJETIVOS

Los objetivos del presente estudio fueron:

- 1.- Determinar el polimorfismo genético en ganado 1/2 Holstein 1/2 Cebu, 3/4 Holstein 1/4 Cebú y 5/8 Holstein 3/8 Cebú.
- 2.- Determinar las frecuencias genotípicas y fenotípicas de los alelos de cada uno de los sistemas polimórficos de las albúminas, hemoglobinas y transferrinas.
- 3.- Establecer las líneas paternas de los animales de padre no identificado.

MATERIAL Y METODOS

El presente estudio se realizó en el Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical (CIEEGT) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), localizado en el Estado de Veracruz a 360 Km. de la ciudad de México sobre la carretera Federal México-Nautla. La clasificación climática corresponde al tipo Af(m)(e) (5).

Se estudiaron 279 bovinos híbridos de los cuales 71 correspondieron al genotipo 1/2 Holstein 1/2 Cebú, 140 a 3/4 Holstein 1/4 Cebú, 43 a 5/8 Holstein 3/8 Cebú y 25 a no determinados.

Los animales se encontraban bajo un sistema de pastoreo con suplementación de sales minerales y en un programa de medicina preventiva establecido en el CIEEGT (10).

De cada animal se tomaron dos muestras sanguíneas por punción en la vena coccígea, la primera se tomó en tubos estériles sin anticoagulante y la segunda en tubos estériles con ácido etilendiaminetetraacético (EDTA) como anticoagulante, se identificaron con el número de tatuaje correspondiente a cada animal.

Las muestras sanguíneas se mantuvieron en refrigeración

(18) hasta ser trabajadas en el Laboratorio de Biología Molecular del departamento de Virología e Inmunología de la FMVZ de la UNAM.

La identificación de los grupos sanguíneos solubles se hizo por medio de electroforesis zonal en gel de almidón (2). Se convirtió almidón de papa granulado a la forma de gel usado en electroforesis produciendo una hidrólisis parcial (11).

La cantidad de almidón, el pH de las soluciones amortiguadoras, la cantidad y duración de la corriente eléctrica, así como la tinción variaron según la técnica empleada para cada sistema estudiado (2).

Para el análisis de la hemoglobina, albúmina y transferrinas se utilizaron las técnicas descritas por Ayala y Garza en 1977 (2). Los gels fueron interpretados por medio de observaciones directas con el auxilio de un negatoscopio, tomando como base los patrones elect.óforéticos internacionales establecidos para cada uno de los grupos sanguíneos solubles (18).

Para establecer las líneas paternales de animales de padre no identificado, se determinó el polimorfismo genético del pie de cría (9, 16).

La información referente a los fenotipos observados en albúminas, hemoglobinas y transferrinas así como

identificación, familia, genotipo y sexo de los animales fueron analizados por medio de la comparación de medias utilizando la técnica de χ^2 citada por Gadoud y Nguyen (9, 16) del paquete SAS (Statistical Analysis System) para microcomputadoras del CIEEGT.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el presente trabajo se determinó el polimorfismo genético de tres sistemas sanguíneos: albúminas, hemoglobinas y transferrinas en tres diferentes cruces de Holstein-Cebú, lo que se considera será de gran ayuda para realizar futuros trabajos en donde se asocien estos sistemas polimórficos con características de interés económico.

La distribución de los animales estudiados por genotipo y sistema puede observarse en el cuadro 1.

La variación observada en el número de animales estudiados en el sistema hemoglobina con respecto a los otros dos sistemas fue debido a la descomposición que sufrieron ciertas muestras durante su transporte hacia el laboratorio por lo cual no fueron incluidas en el estudio, además de la imposibilidad de volver a muestrear ya que estos animales fueron desechados.

Los fenotipos encontrados dentro del sistema albúminas se aprecian en la figura 1, para hemoglobinas en la figura 2 y para transferrinas en la figura 3.

En este estudio para el sistema hemoglobinas, se pudo identificar hemoglobina de tipo fetal "F" (figura 2), al determinarse la edad de estos animales se encontró que

fluctuaban entre 4 y 6 semanas, considerándose a esta variante de la hemoglobina como normal, ya que los estudios realizados en ésta, indican que la hemoglobina fetal tarda en desaparecer de la sangre entre 3 y 10 semanas después del nacimiento (24).

Para identificar los tipos de transferrinas no fue posible obtener controles para los tipos D1 y D2 por lo que se dificultó hacer la diferenciación entre estos dos alelos y se les llamó simplemente "D", además su migración electroforética a través de los geles de almidón, no presentó diferencia alguna para estos alelos (figura 3).

La distribución de las frecuencias génicas para los alelos correspondientes a los sistemas de las proteínas estudiadas aparecen en los cuadros 2, 3 y 4.

Con lo que respecta al sistema albúminas, los estudios son limitados por ser poco común su polimorfismo en el ganado europeo. Sin embargo en ganado híbrido se tienen reportes como el de Berovides y Granado (1978) citados por Fernández y Granado en 1981 (8) donde se reporta un exceso altamente significativo de alelos "S" en vacas 3/4 Holstein 1/4 Cebú. Esto no concuerda con los resultados de este estudio (cuadro 2), en donde la frecuencia más alta fué para el alelo "F", lo cual se apega a las frecuencias reportadas para Holstein (7), así como los reportes de Fernández y Granado (8) para su

cruce 3/4 Cebú 1/4 Holstein donde la elevada frecuencia del alelo "S" es más factible por el porcentaje de sangre Cebú presente en ese cruce. Para el genotipo 5/8 no se encontraron reportes sobre su frecuencia por lo que no se puede hacer comparaciones, sin embargo en este trabajo pudo observarse que las frecuencias eran iguales para el tipo FF así como para el tipo FS teniendo un valor bajo el tipo SS (cuadro 2).

Estudios realizados sobre este sistema reportan ciertas ventajas de productividad para los animales de genotipo FS (19).

Los resultados de este estudio (cuadro 2) indican que el genotipo heterocigótico se presenta con una frecuencia elevada para F1, lo que resulta de interés para estudios posteriores en esta población sobre la relación de este sistema con características de productividad.

Para el sistema hemoglobina se puede observar una elevada frecuencia del tipo AA en los tres cruces estudiados y donde el tipo BB tuvo un valor sumamente bajo, estos datos concuerdan con los obtenidos por Stanek et al y por Berovides y Granada, ambos citados por Fernández y Granada (8).

Sin embargo el número de heterocigóticos no es tan elevado (cuadro 3) como en el caso de lo citados autores.

Algunos estudios plantean un mejor comportamiento productivo en vacas con genotipo AA, mayor porcentaje de grasa en leche para el genotipo AB y menor intervalo interpartal para el genotipo BB, además se asocia al alelo B con una mayor tolerancia ecológica y con susceptibilidad a la tripanosomiasis lo que resultaría interesante profundizar sobre este sistema en los híbridos trabajados (19).

En este estudio el sistema transferrinas tuvo la frecuencia más alta en el genotipo 1/2 Holstein 1/2 Cebú, para el tipo AD y en segundo lugar para el tipo DD (cuadro 4) concordando con el estudio de Berovides y Granado en 1978 citados por Fernández y Granado (8) en donde se reporta una elevada frecuencia para el alelo D, no obstante, estos autores reportan en su cruce 3/4 Holstein 1/4 Cebú la frecuencia más alta para el alelo E, siendo en este trabajo el alelo que presentó la menor frecuencia.

El genotipo 5/8 Holstein 3/8 Cebú (62% H), nuevamente presentó con mayor frecuencia el tipo AD seguido del tipo DD (cuadro 4), no se compararon estas frecuencias por no encontrarse reportes de otros autores.

En la literatura de estos últimos años se encuentran trabajos que reportan ventajas del alelo D en homocigosis en la producción de leche (19) así como una mejor fertilidad (13), sin olvidar los estudios que hablan de una mayor

resistencia al medio ambiente de los animales portadores del alelo E (19).

El campo de la investigación queda abierto para continuar con los estudios referentes a la asociación de los grupos sanguíneos solubles con características cuantitativas de interés económico.

En términos generales las frecuencias observadas en los fenotipos de los tres sistemas denotan una clara tendencia hacia el Bos taurus en los genotipos estudiados esto puede explicarse debido al esquema de cruzamiento utilizado en el CIEEGT para obtener estos tres diferentes genotipos, en donde el ganado europeo ocupa un lugar muy importante.

Esta tendencia tan marcada hacia el ganado europeo pudiera también deberse a un posible grado de consanguinidad, aún no determinado en el hato bovino, pero cuya presencia no se puede descartar.

Por otro lado con respecto a la Ley de Hardy-Weinberg las frecuencias genéticas no cambian de una generación a otra en una misma población mientras que ésta sea cerrada (23), pero en la naturaleza normalmente no se encuentran poblaciones que cubran en su totalidad los requisitos básicos para que el equilibrio genético se establezca (1).

Las frecuencias genotípicas obtenidas en este estudio muestran una población alejada de este equilibrio genético, esto es debido a que no se trata de una población cerrada, ya que hay migración, selección y posiblemente mutación.

En este estudio se encontró una diferencia altamente significativa ($P < 0.001$) entre la aparición de las frecuencias de cada sistema en cada uno de los genotipos, es decir la frecuencia de las albúminas por ejemplo, no se presentó de la misma manera en F1, 3/4 ó 5/8.

Otro de los objetivos planteados para este trabajo fue la utilización de estos sistemas polimórficos en pruebas de atribución o exclusión de paternidad.

Se contaba con siete sementales como posibles padres (cuadro 5) de veinticinco animales de genotipo desconocido por no tener la identificación exacta de su progenitor (cuadro 6).

Para realizar la prueba de paternidad se contó con tres sistemas polimórficos de los cuales el que presenta mayor polimorfismo como es transferrinas fue el mismo en cinco de los siete sementales por lo que no fue de gran ayuda como se había esperado, con base en lo anterior se determinó la necesidad de aumentar en futuros estudios el número de sistemas polimórficos a estudiar para obtener un porcentaje de seguridad considerable debido a que con únicamente tres

sistemas sólo se logró identificar al padre de un individuo (14%), excluyéndose a seis de los siete posibles padres (cuadro 6). Estos sistemas polimórficos que pudieran incluirse son: amilodrasa carbónica, estereasa sérica, prealbúminas y postranferrinas (25).

A pesar de que estos sistemas son de fácil detección en un laboratorio y sus resultados son confiables para pruebas de atribución o exclusión de paternidad representan un costo considerable que pudiera evitarse a nivel de productores con simples prácticas de manejo en las explotaciones, tales como no tener simultáneamente varios toros en un mismo potrero, no cambiar repentinamente a los sementales, realizar buena detección de calores y el uso adecuado de registros.

Al finalizar este estudio exhortamos a que se continúe con investigaciones referentes a las posibles asociaciones de estos grupos sanguíneos solubles con características cuantitativas en ganado híbrido, para que de esta manera se pueda determinar si la asociación no es netamente aditiva como en el caso de las razas puras o si esta aditividad pudiera deberse al efecto heterocigótico propio del hibridismo.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

CONCLUSIONES

- Se observaron altas frecuencias para Albúmina "F", Hemoglobina "A" y Transferrina "D" en los tres diferentes genotipos bajo estudio. Siendo estos alelos los más frecuentes en el Bos taurus.

- Para el genotipo F1 no se detectó Albúmina "SS", Hemoglobina "BB" ni Transferrina "EE"; para el genotipo 3/4 H 1/4 C se presentaron todos los fenotipos de los tres sistemas bajo estudio; y para el genotipo 5/8 H 3/8 C no se detectó Transferrina "EE".

- Para la exclusión de paternidad se plantea la utilización de un número mayor de sistemas polimórficos.

- Queda abierta la posibilidad de realizar estudios para determinar la posible asociación de los grupos sanguíneos solubles y los caracteres de interés económico.

LITERATURA CITADA

1. Arochi, B., E.: Determinación de polimorfismo bioquímico de hemoglobinas, transferrinas y albúminas séricas en "Minivacas" Cebú (Bos indicus) mediante electroforesis en gel de almidón. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot., Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 1989.

2. Ayala, F., Garza, R. J.: Determinación de grupos sanguíneos solubles en animales domésticos. Manual de laboratorio del curso de actualización de Inmunología Veterinaria. INIP-SARH, 1977.

3. Azuara, B. P.: Selección genética de 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. 1982.

4. Basurto, A. F. J.: Elaboración y estandarización del almidón hidrolizado de papa (Solanum tuberosum) para determinar marcadores bioquímicos sanguíneos en animales. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot., Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 1984.

5. Boletín Informativo. CIEEGT, Fac. de Med. Vet. y Zoot., Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 1985-1986.

6. Durán, C. J. O.: Polimorfismo genético de hemoglobina, transferrinas y albúmina en ganado resistente y susceptible a las infestaciones por garrapatas Boophilus microplus. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot., Universidad

Nacional Autónoma de México. México, D.F. 1981.

7. Ezcurrea, J. L., Mitat, J. y Díaz, S.: Tipificación de albúminas en algunas razas de bovinos en Cuba. Rvta. Cub. Cienc. Vet. 3: 151-154 (1972).

8. Fernández, H. M., Granado, A.: Polimorfismo de los sistemas transferrina (Tf), hemoglobina (Hb) y albúmina (Al) en vacas 3/4 Cebú x 1/4 Holstein. Rvta. Cub. Cienc. Vet. 12: 189-196 (1981).

9. Gadoud, R., Surdeau, J.: Génétique et sélection animales collection d'enseignement supérieur agricole. J. B. Bailliere, 1975.

10. García, N. E., Drozco, T. R. y Aluja, S. A.: Evaluación de un programa de medicina preventiva en una explotación de doble propósito en el trópico húmedo. Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México, 1986-87, INIP-SARH, Unidad de Congresos CMN-IMSS. (1986).

11. Gordon, H.: Electroforesis de proteínas en Geles de Poliacrilamida y Almidón. El manual moderno, México, 1975.

12. Granado, A.; Menchaca, M.: Relación entre tipos de transferrinas y la producción lechera en el ganado F1 (Holstein-Cebú). Rvta. Cub. Cienc. Vet. 9: 39-44 (1978).

13. Granado, A., Berovides, V.: Segregación de alelos del locus transferrina (Tf) en sementales Holstein. Rvta. Cub. Cienc. Vet. 10: 25-28 (1979).

14. Jamieson, A.: The genetics of transferrins in cattle. Hereditas 20: 419-442 (1965).

15. Mandal, B. K., Dattagupta, R.: Serum albumin polymorphism

and its relationship to economic traits in crossbred cattle. Animal Blood Groups and Biochemical Genetics 16: 229-233 (1985).

16. Nguyen, T. C.: Polimorfisme sanguine du mouton et distance génétique entre les races Sème. Journées de la Recherche ovine et caprine. INRA-ITOVIC, 1979.

17. Pascual, C., Pérez, B. O.: Caracterización del cebu cubano en la región occidental de Cuba mediante el polimorfismo genético bioquímico. Rvta. Cub. Cienc. Vet. 16: (3-4) 285-291 (1985).

18. Pijoan, A. C.: Polimorfismo genético de albúminas, transferrinas, fosfatasa alcalina y hemoglobinas del ganado de lidia mexicano. Tesis de licenciatura. Esc. Nac. de Med. Vet. y Zoot., Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 1969.

19. Ronda, R., et al.: Fundamentaciones del uso de los marcadores genéticos en la selección animal. Rvta. Cub. Cienc. Vet. 10: 81-94 (1979).

20. Ruaro, T. G.: Polimorfismo genético de albúminas 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.

21. Sandoval, V. F. C.: Estudio del polimorfismo genético de algunas proteínas sanguíneas en bovinos criollos mexicanos. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot., Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 1981.

22. Spooner, L. P.: Blood Groups in Animals and their

practical application, with special reference to cattle. The Veterinary Record 81: (27) 699-705 (1967).

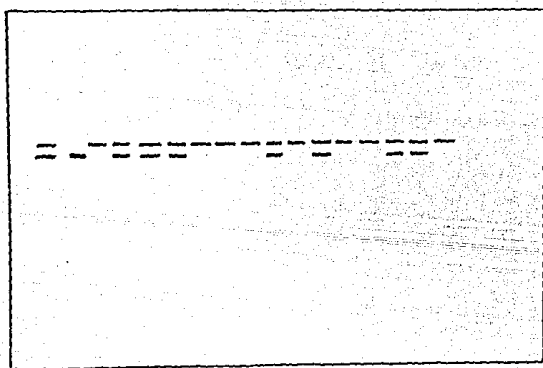
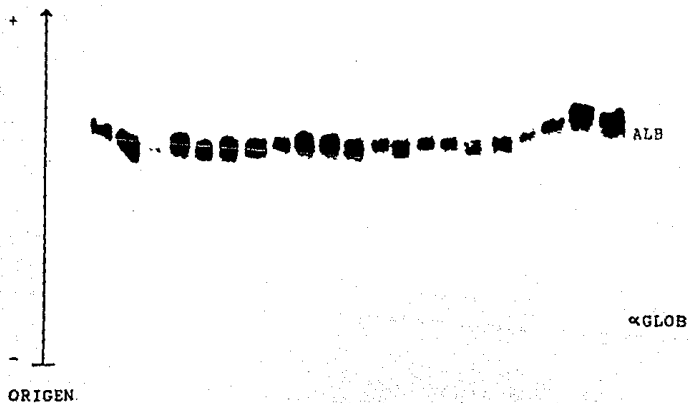
23. Stansfield, D. W.: Teoría y problemas de Genética. Mc Graw Hill, México, 1971.

24. Swenson, J. N.: Duke's physiology of domestic animal. 9th ed. Cornell University Press. 1977.

25. Vergara, O. J. F.: Comprobación de la paternidad en equinos por determinación electroforética de 6 sistemas de grupos sanguíneos solubles. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot., Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 1975.

26. Warwick, E. J., Legates, J.E.: Cría y Mejora del Ganado. 3ed. Mc Graw Hill, México. 1980.

FIGURA No. 1

FENOTIPOS OBSERVADOS EN EL SISTEMA ALBUMINAS (ALB)

FS FF FS FF FF FF FF FS FF - - -
 SS FS FS FF FS FS FF FS

FIGURA No. 2

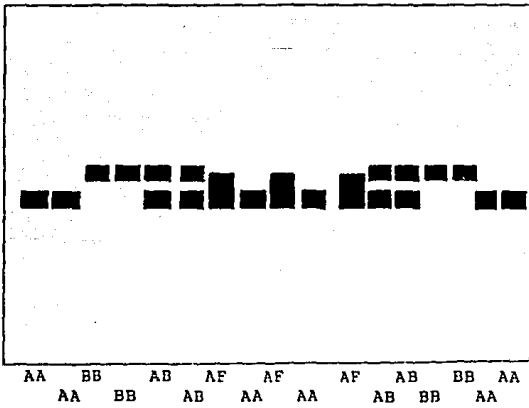
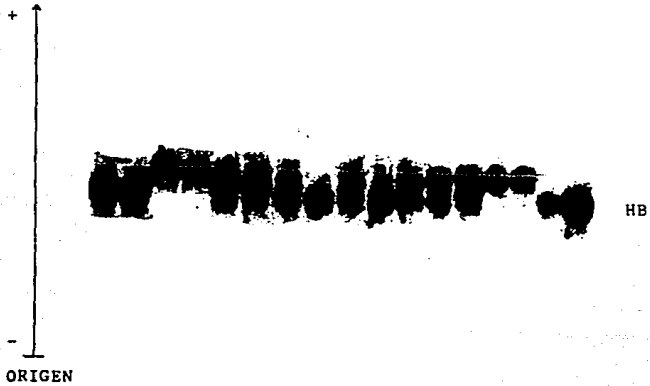
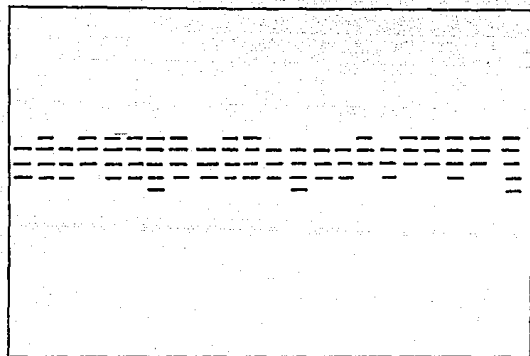
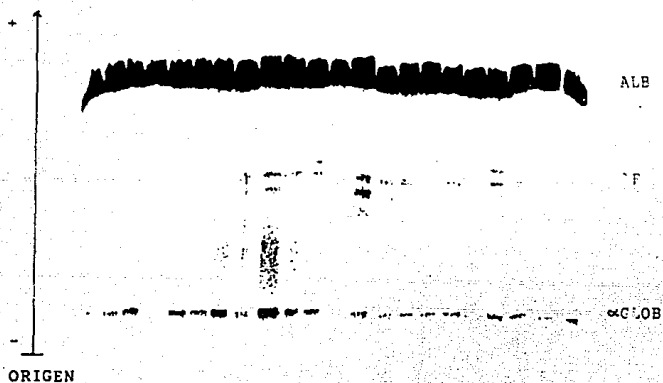
FENOTIPOS OBSERVADOS EN EL SISTEMA HEMOGLOBINAS (HB)

FIGURA No. 3

FENOTIPOS OBSERVADOS EN EL SISTEMA TRANSFERRINAS (TF)

DD DD AD AE DD AD DE DD DD AA AA
 AD AA AD AD AD DD DD AA AA AD AE

CUADRO 1.

NUMERO DE ANIMALES ESTUDIADOS POR
GENOTIPO Y SISTEMA POLIMORFICO

S I S T E M A S			
GENOTIPO	ALB	HB	TF
F1	71	71	71
3/4	140	135	140
5/8	43	42	43

ALB= Albúmina

HB= Hemoglobina

TF= Transferrina

CUADRO 2.

FRECUENCIAS OBSERVADAS EN EL SISTEMA ALBUMINAS

GENOTIPO	N	F R E C U E N C I A D E			F R E C U E N C I A	
		G E N O T I P O S			D E A L E L O S	
		F F	F S	S S	F	S
F1	71	0.324(23)	0.676(48)	0.000(00)	0.662	0.338
3/4	140	0.629(88)	0.364(51)	0.007(01)	0.811	0.189
5/8	43	0.488(21)	0.488(21)	0.023(01)	0.732	0.267

() Los números entre paréntesis muestran la frecuencia fenotípica.

CUADRO 3.

FRECUENCIAS OBSERVADAS EN EL SISTEMA HEMOGLOBINAS

GENOTIPO N	F R E C U E N C I A D E				F R E C U E N C I A			
	G E N O T I P O S				D E A L E L O S			
	A A	A B	A F	B B	A	B	F	
F1	71	0.676(48)	0.324(23)	0.000(00)	0.000(00)	0.838	0.162	0.000
3/4	135	0.815(110)	0.148(20)	0.022(03)	0.015(02)	0.900	0.089	0.011
5/8	42	0.548(23)	0.333(14)	0.048(02)	0.071(03)	0.738	0.237	0.024

() Los números entre paréntesis muestran la frecuencia fenotípica.

CUADRO 4.

FRECUENCIAS OBSERVADAS EN EL SISTEMA TRANSFERRINAS

GENOTIPO	N	FRECUENCIA DE						FRECUENCIA		
		GENOTIPOS						DE ALELOS		
		AA	AD	AE	DD	DE	EE	A	D	E
F1	71	0.113(08)	0.380(27)	0.070(05)	0.268(19)	0.169(12)	0.000(00)	0.338	0.542	0.119
3/4	140	0.064(09)	0.350(49)	0.050(07)	0.393(55)	0.136(19)	0.007(01)	0.264	0.636	0.100
5/8	43	0.140(06)	0.465(20)	0.093(04)	0.209(09)	0.093(04)	0.000(00)	0.419	0.488	0.093

() Los números entre paréntesis muestran la frecuencia fenotípica.

CUADRO 5.

GRUPOS SANGUINEOS SOLUBLES DE LOS SEMENTALES

IDEN	ALB	HB	TF
1	FS	AA	AD
2	FF	AB	DD
3	FS	AB	AD
4	FF	AB	AD
5	FS	AB	AD
6	FS	AB	AD
7	FS	AB	AE

ALB= Albúmina

HB= Hemoglobina

TF= Transferrina

CUADRO 6.

PRUEBA DE ATRIBUCION O EXCLUSION DE PATERNIDAD

H I J O S				M A D R E S				S E M E N T A L E S						
ID	ALB	HB	TF	ALB	HB	TF		1	2	3	4	5	6	7
1	FF	AA	AD	FF	AA	AD	X	X	X	X	X	X	X	X
2	FS	AA	DD	FS	AA	DD	X	X	X	X	X	X	X	X
3	FF	AA	DE	FS	AA	DD								X
4	FF	AA	AA	FS	AA	AE	X	X	X	X	X	X	X	X
5	FF	AB	AD	FS	AA	AA	X	X	X	X	X	X	X	
6	FF	AA	AA	FS	AA	AD	X	X	X	X	X	X	X	X
7	FF	AA	AD	FS	AA	AA	X	X	X	X	X	X	X	
8	FF	AA	AA	FF	AA	AD	X	X	X	X	X	X	X	X
9	FF	AA	DD	FF	AA	AD	X	X	X	X	X	X	X	
10	FS	AB	AD	FF	AB	AA	X		X			X	X	
11	FS	AA	AA	FS	AA	AA	X	X	X	X	X	X	X	X
12	FF	AA	AA	FF	AA	AA	X	X	X	X	X	X	X	X
13	FF	AA	AD	FF	AA	AA	X	X	X	X	X	X	X	
14	FF	AA	DD	FS	AA	DE	X	X	X	X	X	X	X	
15	FF	AB	AD	FS	AB	AD	X	X	X	X	X	X	X	X
16	FF	AA	DD	FS	AA	DD	X	X	X	X	X	X	X	
17	FF	AA	AD	FF	AA	DD	X	X	X	X	X	X	X	X
18	FF	AA	AD	FS	AA	AE	X	X	X	X	X	X	X	
19	FF	AA	AD	FF	AA	DE	X	X	X	X	X	X	X	X
20	FF	AB	AA	FF	AA	AD		X	X	X	X	X	X	X
21	FS	AB	DE	FF	AA	AE			X			X	X	
22	FF	AA	DD	FF	AB	DD	X	X	X	X	X	X	X	
23	FS	AA	DD	FF	AA	DD	X		X			X	X	
24	FF	AA	DD	FS	AA	DE	X	X	X	X	X	X	X	
25	FF	AA	AD	FS	AA	DE	X	X	X	X	X	X	X	X

Posible padre.