

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

CARACTERIZACION ETNICA DE LA POBLACION COSTARRICENSE
MEDIANTE MARCADORES GENETICOS

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del
Programa de Estudios de Posgrado en Biología para
optar al grado de *Magister Scientiae*.

Bernal Morera Brenes

Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio" Costa Rica

1995

DEDICATORIA

A la memoria de Gilberto Morera
quien me transmitió su pasión,
por conocer sobre nuestros ancestros.

A Paula
quien con sus plumas de pavorres
dio nuevo significado a mi vida

A mis padres y hermanos,
por su amor y apoyo a lo largo
de todos estos años de Universidad.

ANTIGUA RAZA

*"Profundo, inmemorial, se hunde el viento
en mi sangre.*

*El largo viento
venido desde el fondo de los astros,
llegado del más viejo hueso humano.
Todo recuerdo arde y se levanta
entonces,*

*y en mis manos
arde la eterna herida,
gime la eterna herida, duele
la eterna herida ...*

*Estamos condenados
a recordar, a sufrir estos
oscuros largos vientos arrancados
del primer hueso humano ...*

*Somos
fibras atravesadas por los actos
de toda nuestra raza.*

*Estamos
condenados a recordar.*

*Estamos
condenados a recordar."*

Jorge Debravo

AGRADECIMIENTOS

La culminación de este trabajo hubiera sido imposible sin la participación de muchas personas. En particular, estoy en deuda con:

Dr. Ramiro Barrantes, por el apoyo académico y logístico, y particularmente por la libertad de acción concedida.

Dr. Jorge Lobo, por sus estimulantes comentarios y sugerencias. Además, por no haberme empujado por la ventana, cada vez que llegué a pedir una modificación de los programas fuente.

Dr. Rafael Marín Rojas, por su amplia cooperación en el desarrollo del trabajo.

Dra. Saldivar, por su lectura crítica de último momento y valiosos comentarios.

Dr. Carlos Meléndez, por su paciencia en responder a cada una de mis preguntas y la gentileza en facilitarme sus datos sobre el origen de los negros coloniales.

Lic. Marisol Trejos, por el valioso acceso a los datos cedulares del Registro Civil.

Dr. Jorge Azofeifa, por sus enseñanzas sobre el trabajo con grupos sanguíneos.

Dra. Patricia Cuenca, por sus provechosos comentarios, el ánimo transmitido y la búsqueda bibliográfica, pero especialmente por su participación en la colecta de muestras en Guanacaste.

Catherine Uribe, Karen Bogantes, Carlos Carvajal y Henry Morales, por su valiosa cooperación en el trabajo de codificación y digitación.

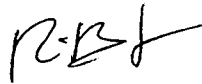
El personal del INISA, por su cooperación durante el desarrollo de esta investigación. Especialmente a Daniel Briceño y Gerardo Jiménez.

Agradezco a todos aquellos amigos y seres queridos, que de una u otra manera han contribuido con mi crecimiento. Por los momentos compartidos, durante este edificante pero difícil tiempo de vida universitaria.

Al Dr. Carlos Valerio, por su significativa contribución en mi formación. Por enseñarnos a apreciar el arte implícito en el proceso científico.

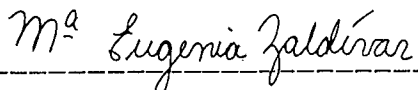
Esta investigación se realizó en el Instituto de Investigaciones en Salud (INISA) de la Universidad de Costa Rica y se financió, en su mayor parte, con fondos del proyecto número 111-90-068 de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica.

Esta tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Biología de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado de *Magister Scientiae*.



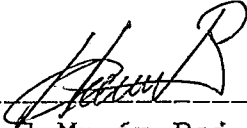
Dr. Ramiro Barrantes M.

Director de Tesis



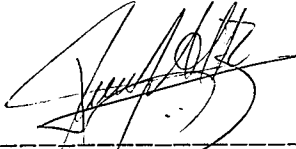
Dra. María E. Zaldivar R.

Miembro del Tribunal



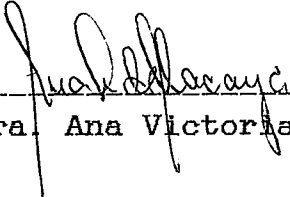
Dr. Rafael Marín Rojas

Miembro del Tribunal



Dr. Alvaro Morales M.

Director, Programa de Estudios de Posgrado en Biología



Dra. Ana Victoria Lizano

Representante del Decano del Sistema de Estudios de Posgrado



Bernal Gdo. Morera Brenes

Candidato

INDICE

	Página
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	IV
HOJA DE APROBACION	VI
RESUMEN	IX
INDICE	VII
LISTA DE CUADROS	XI
LISTA DE ILUSTRACIONES Y FIGURAS	XIV
I. INTRODUCCION	1
I.1 Historia de los orígenes de los costarricenses	1
La población indígena de Costa Rica	2
Los invasores españoles	10
Regiones de origen en España	11
Los esclavos africanos	17
Tribus y regiones de origen en Africa	18
Número de esclavos importados	27
El proceso de mestizaje	28
Mecanismos de mestizaje	37
Distribución de la población y evolución demográfica	39
Otros grupos étnicos en la Costa Rica moderna	45
I.2 Marcadores genéticos en la población costarricense	47
I.3 Estudios de mezcla racial	57
Mezcla racial en América Latina	68
Mezcla racial en poblaciones híbridas de Costa Rica	79
I.4 Objetivos	84
II. MATERIALES Y METODOS	85
II.1 Estimación de las frecuencias génicas ancestrales	85
II.2 Población y muestra	85
II.3 Regionalización	87
II.4 Clasificación socioeconómica	88
II.5 Sistemas genéticos examinados	90
II.6 Descripción de la base de datos	90
II.7 Origen étnico	90
II.8 Análisis	91
III. RESULTADOS	93
III.1 Estructura genética de la población de Costa Rica	93
III.2 Estimaciones de mezcla racial	102

INDICE. Continuación.

Sección	Título	Pág.
IV.	DISCUSION	106
IV.1	Estimaciones de mezcla racial y estudios históricos	114
IV.2	Comparación con otras poblaciones de América Latina	121
IV.3	Mezcla racial y detección de selección natural en la población costarricense	121
IV.4	Proyecciones de los estudios de mezcla racial en Costa Rica	132
V.	BIBLIOGRAFIA	135
VI.	APENDICES	151
I.	Areas africanas de extracción de los esclavos transportados a Costa Rica durante los siglos XVII y XVIII	152
II.a.	Lugares de procedencia de los colonizadores españoles registrados en Costa Rica entre la segunda mitad del siglo XVI y 1850	153
II.b.	Lugares de procedencia de los colonizadores caucásicos registrados en Costa Rica entre la segunda mitad del siglo XVI y 1850	154
III.a.	Frecuencias alélicas o haplotípicas de diferentes sistemas génicos humanos en las poblaciones ancestrales de la población costarricense actual. Se incluyen los sistemas MNSs, ABO, Duffy, Kell, Kidd, Lewis, P, Rhesus, Secretor, Ceruloplasmina, Haptoglobina, β -Hemoglobina y Transferrina ...	155
III.b.	Referencias de las frecuencias ancestrales .	169
IV.	Códigos de la Base de datos PADRES.PRG	170
V.	Hojas de acceso del programa PADRES.PRG a la base de datos PADRES.BDF, manejada desde el Paquete FOXBASE	177
VI.	Análisis de variancia de los cálculos de mezcla en la población y subpoblaciones estudiadas. Hojas de salida del programa MISTURA3	179

RESUMEN

Con el propósito de estimar la mezcla racial de la población costarricense, considerada históricamente como el producto de la amalgama de tres etnias o grupos raciales (caucasoides, negroides y amerindios), mediante marcadores genéticos se analizó un total de 2196 individuos provenientes de cinco distintas regiones del país. Se examinaron 15 loci de 10 sistemas génicos sanguíneos (ABO, Rhesus, MNSs, Kell, Kidd, Secretor, P, Lewis, Diego, Lutheran) y 4 proteínas del suero (albúmina, ceruloplasmina, haptoglobina y transferrina).

Utilizando el método de máxima verosimilitud de Krieger et al. se estimó que las proporciones de genes de origen caucásico, amerindio y africano son respectivamente 61.04%, 29.91% y 9.05% en la población total. Sin embargo, el análisis por regiones muestra la existencia de ligeras variaciones locales en las frecuencias. Así, las regiones costeras muestran un incremento en el aporte de genes africanos (13.54% en el Atlántico y 13.78% en el Pacífico seco). Se observa además un incremento de la ancestría amerindia en la Zona Sur (38.02%) y caucásica en la Zona Norte (66.33%) y Central (63.60%). Las estimaciones de mezcla según una clasificación basada en criterios de nivel de escolaridad y profesión, indica que en los tres estratos socioeconómicos se mantiene el patrón básico de ancestría antes mencionado. Sin embargo, el estrato bajo presenta un ligero incremento en la proporción de genes de origen africano (11.50%).

Se concluye que la población costarricense es ciertamente trihíbrida, semejante a las de otros países en América Latina, diferenciándose de éstas únicamente en las proporciones del flujo génico de las poblaciones ancestrales.

LISTA DE CUADROS

Cuadro N ^o .	Título	Pág.
1.	Proporciones de esclavos transportados a Costa Rica y México entre los siglos XVII y XVIII, según las áreas aproximadas de extracción en Africa.	22
2.	Comparación de las proporciones de esclavos transportados a Costa Rica y Norte América durante la época esclavista, respecto a las las regiones de procedencia en Africa.	26
3.	Composición étnica de la población de Costa Rica en los años 1751 y 1801 de acuerdo con los registros históricos.	31
4.	Frecuencias génicas y fenotípicas de los sistemas ABO, Rh y β -hemoglobina en Costa Rica, estimadas a partir del material publicado.	51
5.a	Estimados de mezcla racial en varias poblaciones afroestizas de America Latina. ...	73
5.b	Estimados de mezcla racial en varias poblaciones euromestizas de America Latina. ...	74
6.	Tamaño de la muestra estudiada por región geográfica y algunos datos demográficos de cada área.	88

Lista de Cuadros. Continuación.

Cuadro N ^o .	Título	Pág.
7.	Distribución de la muestra estudiada según ocupación y estrato socio-profesional. Se adjunta el ingreso mínimo legal de cada ocupación.	89
8.a	Estimación de las frecuencias génicas y fenotípicas de grupos sanguíneos en la población de Costa Rica.	94
8.b	Estimación de las frecuencias génicas y fenotípicas de grupos sanguíneos en la región Región Central de Costa Rica.	95
8.c	Estimación de las frecuencias génicas y fenotípicas de grupos sanguíneos en la región Región Chorotega de Costa Rica.	96
8.d	Estimación de las frecuencias génicas y fenotípicas de grupos sanguíneos en la región Zona Norte de Costa Rica.	97
8.e	Estimación de las frecuencias génicas y fenotípicas de grupos sanguíneos en la región Zona Sur de Costa Rica.	98
8.f	Estimación de las frecuencias génicas y fenotípicas de grupos sanguíneos en la región Región Atlántica de Costa Rica.	99

Lista de Cuadros. Continuación.

Cuadro N ^o .	Título	Pág.
8.g	Estimación de las frecuencias génicas y fenotípicas de varios sistemas de proteínas séricas en la población de Costa Rica.	100
9.	Estimaciones de las frecuencias génicas ancestrales a la población actual de Costa Rica, para africanos, amerindios y españoles (Ponderadas por Area de procedencia).	101
10.	Estimaciones de mezcla racial en Costa Rica según el área Geográfica.	104
11.	Estimaciones de mezcla racial en Costa Rica según el estrato socio-profesional.	105
12.	Comparación de los resultados de mezcla racial en Costa Rica estimados mediante diferentes métodos.	110
13.	Comparación de las estimaciones de mezcla racial en casos selectos obtenidos mediante el método de Krieger <u>et al.</u> en algunos países de América Latina.	122

LISTA DE ILUSTRACIONES Y FIGURAS

Figura No.	Título	Pág.
1.	Distribución aproximada de los cacicazgos indígenas de Costa Rica a al llegada de los españoles en el siglo XVI.	4
2.	Distribución de las tierras indígenas hacia 1940.	8
3.	Localización actual de las reservas de los pueblos indígenas de Costa Rica.	9
4.	Regiones de origen en España de los conquistadores y colonos registrados en Costa Rica entre 1561 y 1850.	14
5.	Regiones de procedencia en Africa de los esclavos importados a Costa Rica durante los siglos XVII y XVIII.	20
6.	Rutas de procedencia de los colonos europeos y los esclavos africanos, radicados en Costa Rica durante la época colonial.	23
7.	Distribución de la población y uso del suelo en Costa Rica durante la época colonial.	41
8.	Expansión colonizadora en Costa Rica entre los siglos XVI y primera mitad del siglo XX. ...	44
9.	Regiones geográficas de Costa Rica, atendiendo los límites de la división territorial política. Se indican las capitales de los cantones de colecta.	86

I. INTRODUCCION

I.1. LA HISTORIA DE LOS ORIGENES DE LOS COSTARRICENSES

*"Trabaja, canta o ruge
con entereza y sin desvíos,
pues en ti vive
una partícula de tu raza"*
J. Ingenieros

La civilización originó una diversidad de fuerzas sociales que han hecho posible la coexistencia simpátrica y fusión generalizada entre grupos de diferentes regiones del globo (Dobzhansky 1975). El paso de genes de una población a otra responde a muchas circunstancias como: migración en masa, guerras, comercio, captura de esclavos, violación o simple vecindad (Lewontin 1984). La migración o flujo génico puede aumentar la variación genética de las poblaciones locales y tener un marcado efecto sobre las frecuencias génicas (Ayala 1980). Así, lo biológico y lo histórico, se amoldan mutuamente en la creación de diversidad grupal (Lewontin 1984).

La expansión europea en el nuevo mundo durante los últimos quinientos años dio origen, en América Latina, a una serie de poblaciones criollas. Estas surgieron como resultado de la hibridación de los inmigrantes mediterráneos con los indígenas de Centro y Suramérica y, en algunos lugares, también con negros africanos (Dobzhansky 1966). Estos tres grupos étnicos contribuyeron en diferentes proporciones según el área geográfica y, algunas veces, según la clase social; por lo que

las poblaciones criollas o mestizas están lejos de ser homogéneas (Roberts 1978).

En 1563, un pequeño contingente español inicia la invasión de la región Central de Costa Rica. A partir de este momento da comienzo la serie de acontecimientos que dieron origen a la actual población costarricense.

I.1.1. LA POBLACION INDIGENA DE COSTA RICA

*"Me siento orgulloso de que en mis venas
circule, más que otra cualquiera,
la sangre india americana"*

C.A. Sandino

La información científica, aunque escasa, permite afirmar que pequeños grupos de cazadores-recolectores del período Paleoindio, muy móviles y ampliamente esparcidos, estuvieron habitando el área por lo menos desde hace 11000 años, en los albores del holoceno (Snarskis 1977), aunque la ocupación inicial podría remontarse hasta unos 20000 o 30000 años atrás. La información arqueológica evidencia una agricultura incipiente alrededor de 500 a.C. (Piperno et al. 1985), la que se volvió sedentaria hacia el año 1000 (Cooke 1984, Snarskis 1984). Las sociedades con jerarquías más desarrolladas aparecieron entre el 300 y el 500 d.C. y se mantuvieron hasta el contacto con los españoles (Cooke 1984, Snarskis 1984, Fonseca Zamora 1992).

En el siglo XVI, el territorio de Costa Rica estaba

habitado por varias etnias indigenas, de influencia cultural mesoamericana en la región del Pacífico Norte (Chorotega) e influencia suramericana (Chibcha) en el resto del país (Flores Silva 1982)., Así, Costa Rica es considerado, por los arqueólogos, como territorio frontera entre el Área Cultural Mesoamericana y el Área Cultural Intermedia (Snarskis 1977). Estos estaban organizados en cacicazgos, cuya distribución espacial en el siglo XVI ha sido reconstruida por Ibarra (1990), como se muestra en la figura 1.

La población indígena siempre fue escasa, aunque hay controversia al respecto. Los datos más optimistas estiman que pudo haber sido de hasta 400 000 individuos (Denevan 1976, Ibarra 1991 a). Sin embargo, al momento del contacto con los españoles, se encontraba ya en proceso descendente, por las consecuencias desastrosas de los nuevos agentes infecciosos, que en el caso de Costa Rica precedieron la llegada de los propios conquistadores (Barrantes 1993).

La península de Nicoya, ocupada hoy principalmente por la provincia de Guanacaste, y las islas del Chira, estuvo habitada por grupos de ascendencia cultural mesoamericana: los chorotega-mangues, los subtiaba (o maribios) y, posiblemente, los nicaraos también habitaron una sección de la provincia de Guanacaste (Ferrero 1977, Ibarra 1988). Estos grupos se movilizaron, desde el centro y sur de México hacia Centroamérica, en oleadas migratorias que tuvieron lugar entre los años 700 d.C. y 1350 d.C. (Fowler 1985). Eran agricultores,

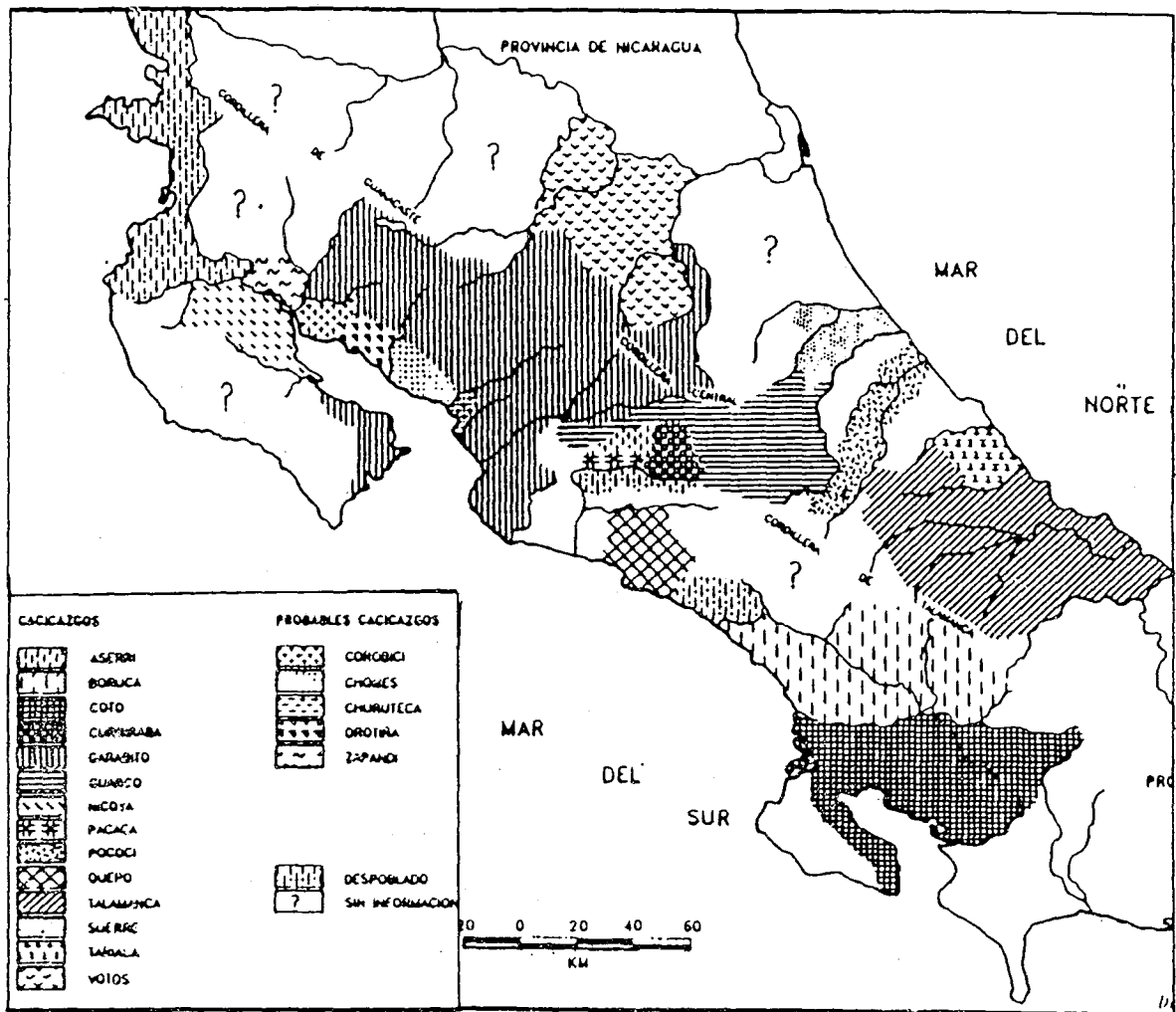


FIGURA 1. Distribución aproximada de los cacicazgos indígenas de Costa Rica a al llegada de los españoles en el siglo XVI. (Fuente: Ibarra 1990).

cuya economía se basaba en el cultivo del maíz; vivían agrupados en verdaderos poblados y su organización social la constituía el clan matrilineal (De la Cruz 1985). También habitaba esta región, antes de la llegada de los españoles (siglo XVI), un grupo pequeño llamado Iacacho, de filiación lingüística desconocida (Fowler 1985), y un tercer grupo, en apariencia de lengua huetar (Ibarra 1988). La invasión de los nicaraos aparentemente ocasionó el desplazamiento de los cnorotega-mangues hacia la costa este del golfo. Estos, en su momento, habían provocado el replegamiento de los huetares predecesores en el extremo sureste de la Península de Nicoya, y en las islas Venado y San Lucas (Ibarra 1988).

Se sabe, por evidencias arqueológicas, que los habitantes de la Gran Nicoya ejercieron una influencia cultural sobre la zona sur de la América Central, (Cooke 1984) de ascendencia cultural suramericana, lo que sugiere algún grado de mezcla con dichas etnias amerindias, como ha sido documentado en otros casos históricos (ver Bozzoli 1979 y Barrantes et al. 1982).

La mayoría de los grupos que habitan hoy el Área Intermedia de la Baja Centroamérica son de lengua chibcha (Barrantes 1993). Con respecto a su origen existen varias hipótesis, pero aquella que se encuentra favorecida actualmente por la evidencia lingüística (Constenla 1991), arqueológica (Cook 1986) y genética (Barrantes 1993) apunta hacia una primera ocupación, asentamiento, y desarrollo cultural in situ de estas poblaciones por un largo período, con una posterior

divergencia a partir de un ancestro común. Las influencias culturales recibidas del norte y sur de la Baja Centroamérica desde unos 7000 años a.C. serían, más bien, el resultado de una difusión gradual más que de migraciones -o invasiones- masivas en el istmo (Barrantes 1993).

Durante la expedición española de 1549, los habitantes de Nicoya, principal núcleo indígena, y demás pueblos de la región del Pacífico Norte fueron sometidos al régimen de encomienda que los convertía en verdaderos esclavos (Meléndez 1985). Los españoles les impusieron cuotas de tributo en productos y mano de obra, los utilizaron como cargadores y debieron alimentar a los transeúntes en la ocupación de Nicaragua (González García 1985). Un alto porcentaje de personas fueron sacadas de la Gran Nicoya y vendido como esclavos en Perú (Ibarra 1991 b, c).

La sobreexplotación, la extracción de sus hogares y las enfermedades traídas por los invasores produjeron el rápido descenso de la población indígena, característica de este periodo histórico (Fernández et al. 1976). Así, de 2000 hombres de trabajo que había en Nicoya en 1529, veintiocho años después apenas quedaban 500 (González 1988). Algunos grupos optaron por la huida a la montaña, para así escapar del control colonial (González 1988).

La región norte del país y Talamanca fueron durante la época colonial, zonas de refugio de los nativos que habían logrado evadir el control de las autoridades españolas. Eventualmente, los españoles se internaban en aquellas montañas

para hacer "sacas" de población autóctona (Fonseca y Quirós 1988). Una ínfima cantidad de palabras de las lenguas indígenas pasaron al español costarricense. Lo más asombroso es que estos idiomas, substratos locales, fueron exterminados donde hubo asentamientos españoles. De hecho, las regiones que conservan lenguas indígenas hoy día fueron, durante la Colonia, virtualmente inaccesibles para los españoles (Quesada Pacheco 1989). Después de la independencia (1821), las poblaciones indígenas fuera del Valle Central permanecieron relativamente aisladas hasta principios del siglo XX (Figura 2), cuando sus tierras sufren la invasión de ondas campesinas colonizadoras, surgidas en el mismo Valle, las cuales poco a poco han ido reduciendo la extensión de sus tierras (Figura 3) y han inducido la aculturación.

Actualmente, existen veinte localidades indígenas, correspondientes a ocho diferentes grupos étnicos (Bozzoli 1986). Juntos representan alrededor del 1% de la población total y solo ocupan un área geográfica importante en la parte sur de la región Atlántica (Figura 3). El proceso de aculturación que han sufrido durante los últimos 500 años, ha traído consigo, en algunos casos, la pérdida del uso de la lengua (Quesada Pacheco 1989) y la mezcla con otros grupos de origen negroide y caucasoide (Barrantes et al. 1985).

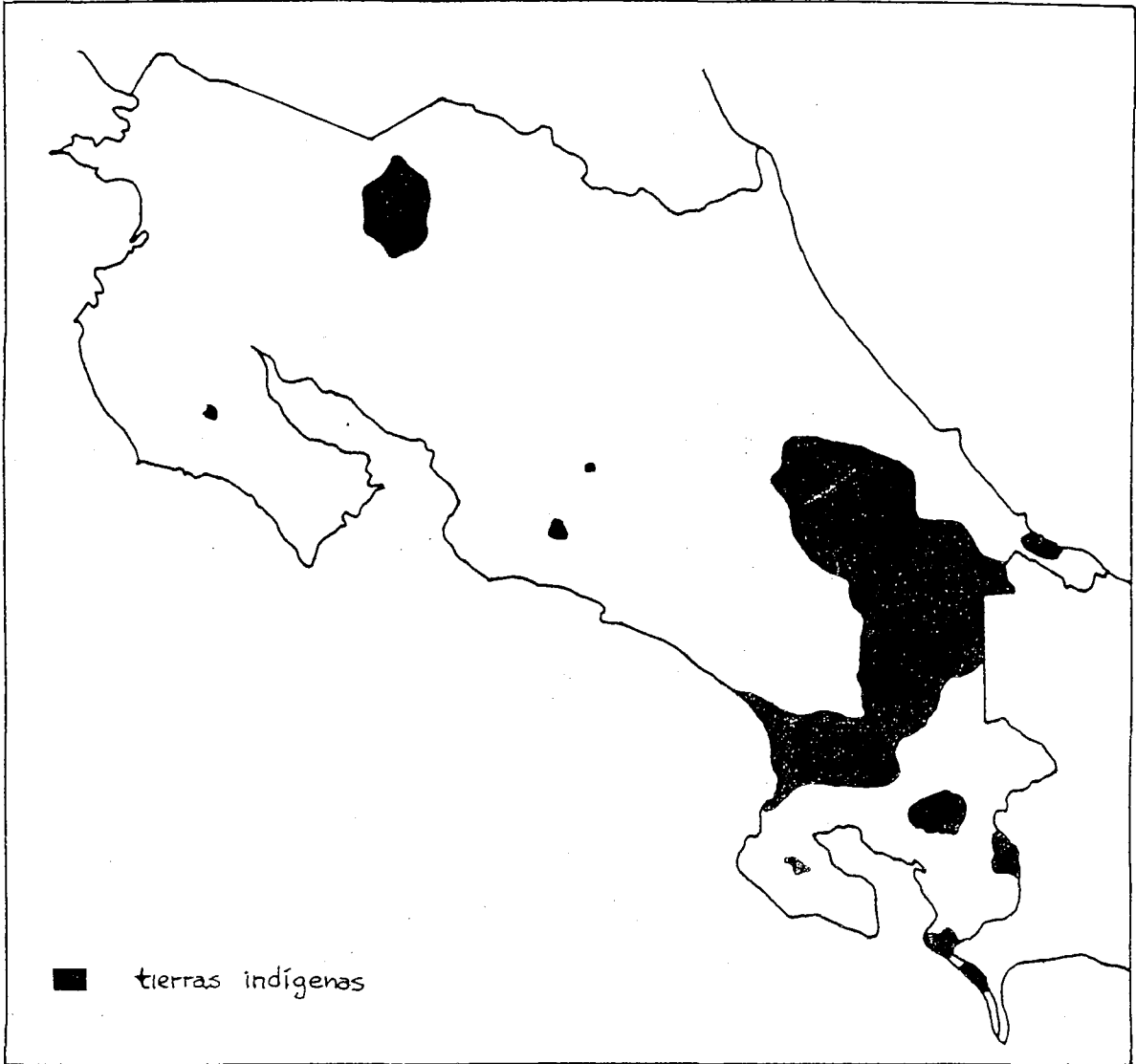


FIGURA 2. Distribución de las tierras indígenas hacia 1940.
(Fuente: Guevara y Chacón 1992).

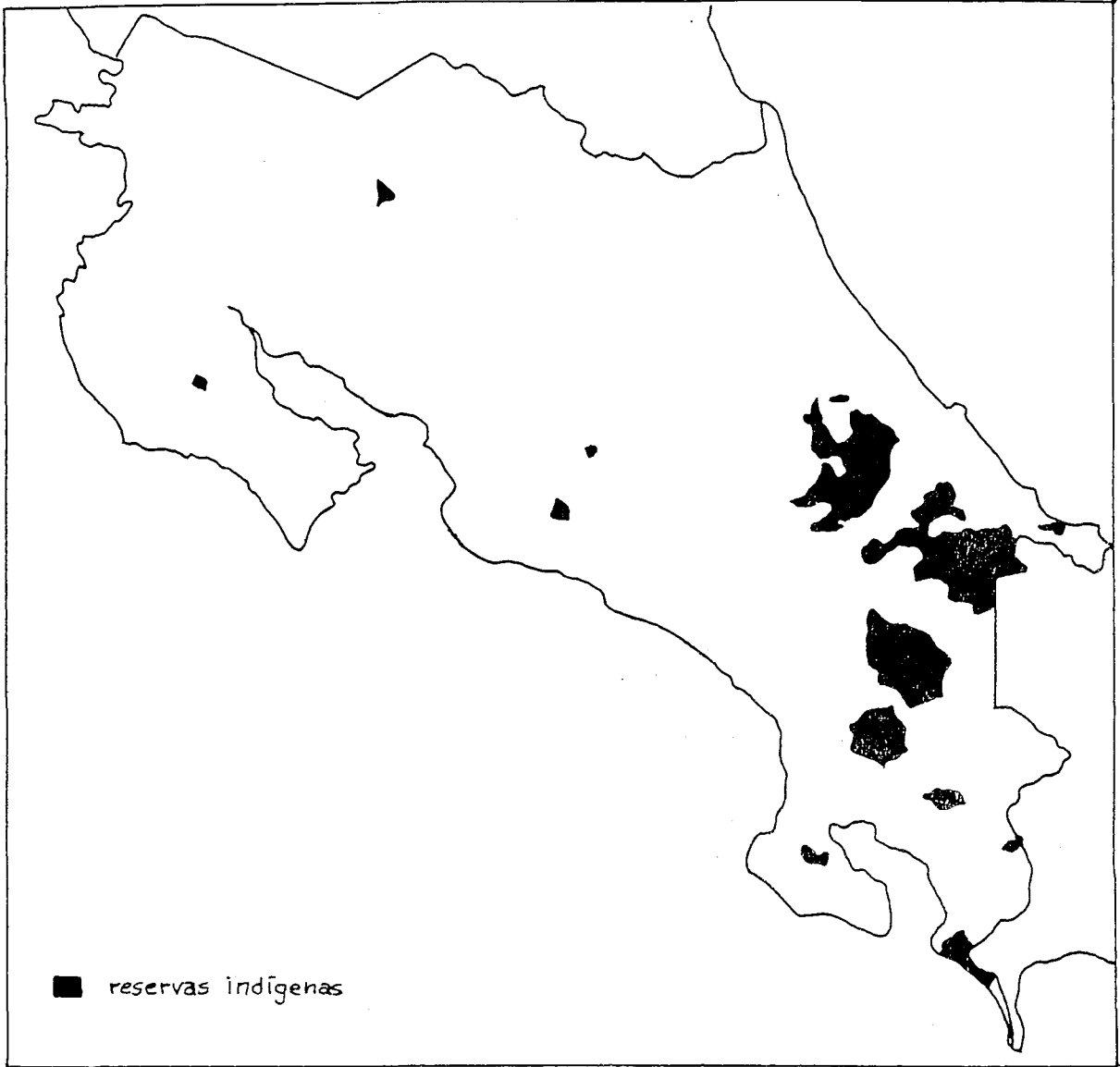


FIGURA 3. Localización actual de las reservas de los pueblos indígenas de Costa Rica. (Fuente: Tenorio 1988).

I.1.2. LOS INVASORES ESPAÑOLES

*"Con vosotros, brazos conquistadores
ayer, y hoy impetu para desbaratar fronteras; ...
para mezclar en una sola pasta hirviente la roca
y el agua de todos los océanos"*

Nicolas Guillén

La emigración europea hacia América Central y América del Sur, a partir del primer contacto (1502), tuvo cierta continuidad hasta la declaración de independencia política de los pueblos bajo dominio imperial español, a principios del siglo XIX. Esta migración fue, fundamentalmente, española y portuguesa. Individuos, casi exclusivamente de esas nacionalidades, venían a cumplir funciones políticas, administrativas, militares, religiosas o de carácter comercial, propiciando la migración espontánea, a fin de poblar y asentar en estos territorios el poder de la Corona (Herrera 1988).

En el caso de Costa Rica, entre 1522 (año de la primera expedición al Pacífico) y 1560, los españoles provenientes de la recién fundada ciudad de Panamá, tomaron el control de la zona del Pacífico Norte costarricense por medios persuasivos (González García 1985) y se dedicaron al saqueo de oro, sin establecerse en un lugar fijo, ni fundar ningún centro de población (Chaves Camacho 1969).

Los invasores no tuvieron mayores dificultades para fundar en Guanacaste, la base de operaciones, establecer un puerto en el Océano Pacífico y obtener apoyo logístico para efectuar la tardía ocupación del Valle Central de Costa Rica, lo cual tuvo

lugar con las expediciones de 1560 y 1563 (Gonzalez 1988).

Entre 1561 y 1563, en forma tardía respecto a otras regiones latinoamericanas, una pequeña hueste de españoles logró invadir y colonizar con éxito el territorio de la actual Costa Rica, mediante la desestructuración de las sociedades indígenas precedentes y la implantación de un nuevo orden socioeconómico que los ubicaba como élite dominante. A la postre, estos hombres cimentaron las bases de la actual sociedad costarricense (Meléndez 1982).

La mayoría de los conquistadores y primeros colonos, llegaron a Costa Rica desde Guatemala y Nicaragua. Procedían principalmente del sur de España, de Andalucía, Extremadura y Castilla (Fernández Guardia 1957, Meléndez 1982). Por razones de orden económico, la inmigración española fue escasa y disminuyó después de 1751 (Stone 1982).

1.1.2.a. REGIONES DE ORIGEN EN ESPAÑA

Meléndez (1982) estudió los grupos de conquistadores y colonizadores y logró registrar a 478 de las personas que entraron al país durante el siglo XVI, aunque se estima que, solo un 18% de los que participaron en el proceso de conquista, se establecieron en Costa Rica. Dicho trabajo hace mención del lugar de procedencia de 65 (14%) de los fundadores.

Por otra parte, Monseñor Sanabria (1957) trazó el origen y procedencia de 327 europeos que habitaron el Valle Central,

asi como sus genealogías hasta 1850. Para ello, utilizó los libros parroquiales y los Protocolos de Cartago. Posteriormente, Meléndez (1982) realizó correcciones a dichos datos, relativas a la ubicación precisa de algunos lugares en la Península Ibérica.

En el Apéndice I, aparecen los datos sumados de ambos trabajos, lo cual representa a todos los europeos, de quienes se tiene conocimiento, que pasaron por Costa Rica desde 1561 hasta 1850. No se ha mencionado aquellos 155 españoles nacidos en otras colonias hispanoamericanas que radicaron aquí, sino solo los llegados directamente de Europa y, en especial, de la Península. Se ha asumido que todos, se establecieran o no en el país, tuvieron la oportunidad de haber dejado descendientes, ya fueran estos reconocidos o desconocidos.

Los escasos datos disponibles del siglo XVI solo permiten una visión somera de este problema (Meléndez 1982). Por otro lado, Sanabria (1957) recalca que su lista de pobladores, aunque no es exhaustiva, representa satisfactoriamente la realidad de la formación demográfica de Costa Rica.

Los colonizadores que se establecieron en el país a principios del período colonial eran, generalmente, oriundos del sur de España (Sanabria 1957, Meléndez 1982, Stone 1982). Posteriormente, llegaron naturales de Castilla y otras regiones de ese país (Sanabria 1957, Meléndez 1982).

Como puede observarse en la figura 4, las contribuciones más importantes de inmigrantes a este país se enmarcan en un

eje sur-norte del mapa de España, empezando por Andalucía-Extremadura, Castilla y Euskadi (País Vasco). El resto de las regiones ibéricas contribuyeron solo en menor grado. Este es un hecho que se ha repetido en nuestra historia, en la cual la función portuaria de Sevilla y Cádiz es uno de los factores determinantes, pero no el único (Meléndez 1982). Es relevante el aporte vasco-navarro, sobre todo en la etapa inicial (Meléndez 1982).

Lingüísticamente, los rasgos dialectales encontrados en documentos coloniales costarricenses, corresponden a las regiones de Castilla, Extremadura y, particularmente, Andalucía, por lo que no se contradice las investigaciones geobiográficas (Quesada Pacheco 1989).

En el proceso global de la inmigración a Costa Rica hay un 14% de europeos, excluyendo a los españoles (Figura 1). Es bien conocido que muchos de los marineros portugueses, italianos, griegos y franceses que pasaron a América en las expediciones, se establecieron luego o se convirtieron en conquistadores (Boyd-Bowman 1964). Esto es válido también para los vascos, con frecuencia marineros. La presencia de extranjeros en Costa Rica es más frecuente durante el siglo XVI.

Hubo regiones enteras del continente como Cuba, México, Guatemala o Perú, cuyos primeros conquistadores en su totalidad, habían sido vecinos de otras partes de América (Boyd-Bowman 1964). Así, (buena parte de los primeros españoles pobladores de Costa Rica, vinieron de Guatemala y Nicaragua.

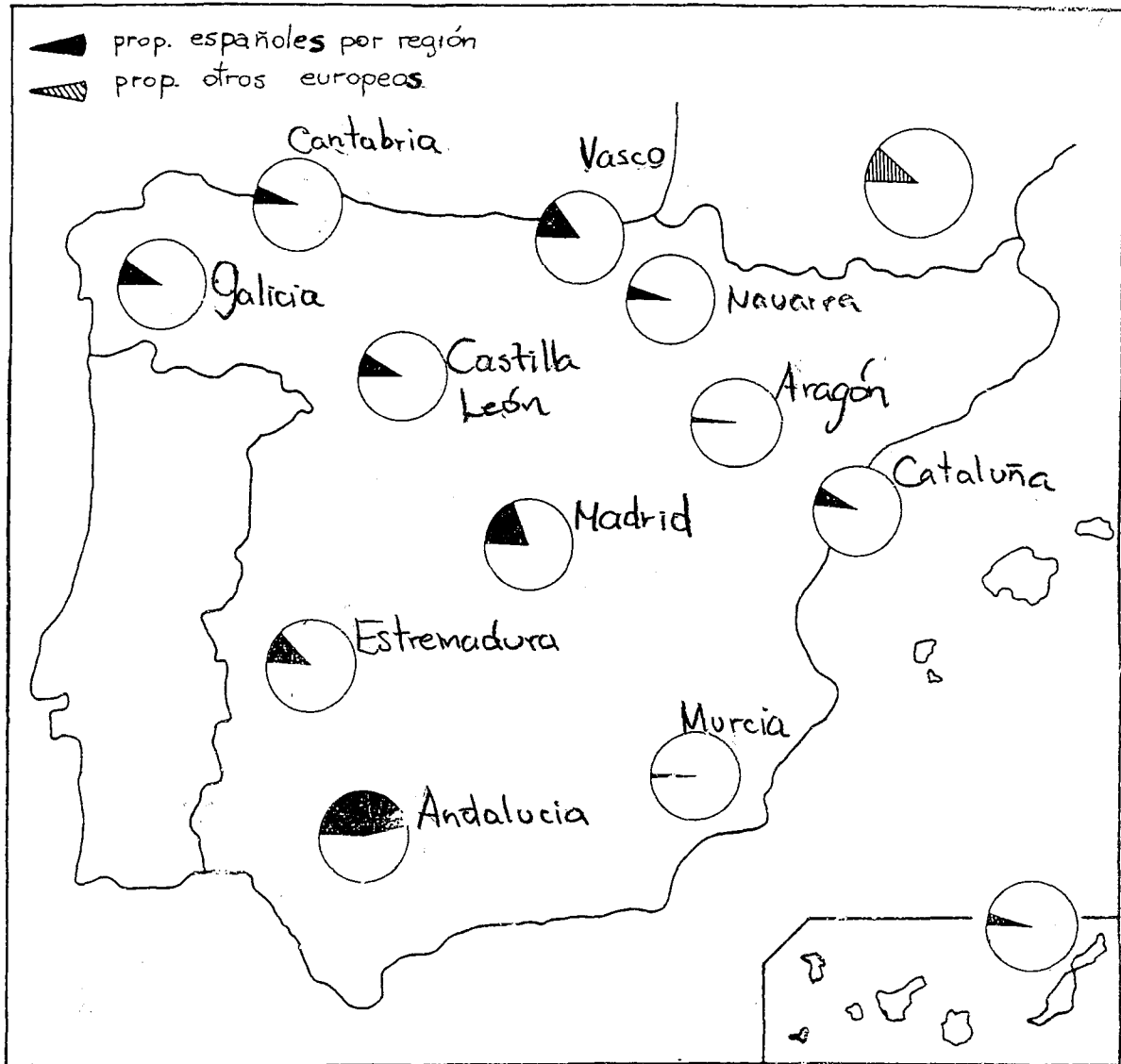


FIGURA 4. Regiones de origen en España de los conquistadores y colonos registrados en Costa Rica entre 1561 y 1850. (Fuentes: Sanabria 1957, Meléndez 1982).

Habia ya una generación española criolla que creyo encontrar en la conquista de este país, las oportunidades para surgir (Meléndez 1982). Durante todo el periodo colonial y, hasta 1850, continuó una dinámica relación con los territorios vecinos, pues el 31% de inmigrantes a Costa Rica nació en algún lugar de Hispanoamérica y, particularmente, en América Central.

La mayoría (67%) de los individuos que con certeza se conoce que radicaron definitivamente en el país y se convirtieron en fundadores de familias costarricenses, venían en las tres huestes iniciales de la conquista (Meléndez 1982).

Con base en información de carácter individual, Meléndez (1982) estableció que a finales del siglo XVI había en Costa Rica unas 86 familias españolas fundadoras, a las cuales se podrían agregar sus hijos ya adultos y casados. Estas familias se encontraban vecinadas en las ciudades de Cartago y Aranjuez (Fernández Guardia 1957). Así, la sociedad hispánica que se estableció en el Valle Central durante el siglo XVI, sufrió un proceso endogámico bastante pronunciado (Meléndez 1982). Posteriormente, durante los siglos XVII y XVIII, la inmigración espontánea llegó a ser un rasgo casi constante. Ocurrió que, por el solo hecho de su origen peninsular, los individuos tenían mayor facilidad de acceso a los estratos superiores de la sociedad (Meléndez 1982).

Desde el inicio mismo del proceso de conformación de nuestra sociedad, surge el aporte de la sociedad mestiza, aquí bastante restringida en sus comienzos, por razón de las

políticas de aislamiento entre las distintas etnias (Meléndez 1982).

Se desconoce el número total de inmigrantes europeos a Costa Rica, sin embargo, se estima que la población española llegó a alcanzar, aproximadamente, 8000 en 1751 (Chaves Camacho 1969). Por razones de orden económico, la inmigración española disminuyó alrededor de esta fecha (Stone 1982, Meléndez 1985).

Históricamente, bajo el gobierno español, se establecieron ciertas restricciones en cuanto a los movimientos migratorios. Se cerraron las puertas a todos aquellos que pudieran perjudicar la hegemonía peninsular. Solo una vez alcanzada la independencia política, aparecen en escena otros grupos de inmigrantes europeos (Herrera 1988). Pero esta situación será considerada posteriormente.

I.1.3. LOS ESCLAVOS AFRICANOS

*"Stolen from Africa,
brought to America,
fighting on arrival
fighting for survival,*

If you know your history,
then you will know there
you're coming from"*

Bob Marley

Varios estudios históricos han tratado la esclavitud africana como parte de la Costa Rica colonial, en sus aspectos cuantitativos, socioeconómicos, ideológicos y judiciales (Aguilar Bulgarelli 1989; Fernández y Méndez 1973, Hernández et al. 1993, Meléndez 1966, Meléndez 1989 a y b, Olien 1970; Volio Jiménez 1978; Riismandel y Levitt 1976). También se ha analizado el mestizaje (Quirós y Bolaños 1989) y su relación con la manumisión como mecanismos de movilidad e integración social (Gudmundson 1978), así como aspectos culturales que han contribuido en la formación de la sociedad costarricense (Meléndez y Duncan 1989). Los esclavos africanos contribuyeron también al idioma español costarricense con algunas palabras de sus tierras (Quesada Pacheco 1989).

A lo largo de la historia nacional, se han registrado dos oleadas migratorias negroides a Costa Rica. La primera ocurrió cuando el tráfico colonial trajo negros africanos directamente al país para el servicio esclavo (Meléndez 1989 a). La segunda oleada provino de las Antillas y, en particular, de Jamaica, cuando un contingente de trabajadores vino a la zona atlántica

con motivo de la construcción del ferrocarril y de la explotación bananera (Meléndez 1989 b), lo cual será enfatizado posteriormente.

En la presente revisión, se pretende hacer un análisis sobre la presencia de elementos africanos en Costa Rica, restringido a los aspectos de interés meramente biológico, que han influenciado la evolución de la población negra costarricense, a saber: los orígenes africanos de los esclavos introducidos en Costa Rica, la magnitud y tasa de mezcla con el resto de la población y los mecanismos que posibilitaron este proceso.

I.1.3.a. TRIBUS Y REGIONES DE ORIGEN EN AFRICA

Un primer punto de análisis es tratar de desentrañar los orígenes africanos de aquellos individuos que, habiendo llegado en condición de esclavos durante la época colonial, se convirtieron en ancestros biológicos de la actual población costarricense.

La determinación de los "países o castas" de procedencia de muchos de los negros africanos, llamados "bozales", pues no hablaban Castellano, es posible gracias a la modalidad incorporada en los documentos públicos españoles, de señalar dichos orígenes, ya que ello determinaba, en alguna medida, el precio de los esclavos, según los prejuicios imperantes en la época. (Meléndez 1989 a). En la práctica, sin embargo, los

vendedores y revendedores de esclavos solían confundir los lugares de donde eran oriundos los negros con los lugares de embarque y depósito. Por tal motivo, se pueden obtener conclusiones más claras al estudiar la trata a partir de las grandes áreas africanas de donde se extrajeron los esclavos transportados a las colonias latinoamericanas (Mellafe 1964, Bertaux 1989). Esto brinda un panorama bastante detallado de los orígenes geográficos de los esclavos, aunque menos completo de sus orígenes étnicos (Reed 1969). Aquellas áreas relevantes para el caso de Costa Rica son: Senegambia (Guinea), Costa de Oro y de los Esclavos (el Mina), Congo y Angola (Figura 5).

Los primeros esclavos africanos vinieron a Costa Rica con los conquistadores españoles, desde las primeras expediciones de exploración y pillaje de oro, pues en esta época el comercio esclavo se hallaba ya en proceso (Meléndez 1989 a). Así por ejemplo: algunos negros acompañaron a Gil González en su recorrido por las costas del Pacífico de Costa Rica y Nicaragua entre 1522 y 1523. Nueve esclavos acompañaron a Hernán Sánchez de Badajoz entre 1539 y 1540 en su expedición a "la costa rica" (Meléndez 1966). El mismo conquistador dio órdenes de ajusticiar al negro Pedro Gilofe (Wolofe, de Guinea) en 1540 como ejemplo para los otros negros esclavos (Meléndez 1989 a). Además, algunos negros perecieron junto con Diego Gutierrez en 1544.

Juan de Cavallón, al iniciar, en 1561, la invasión española y colonización permanente del Valle Central de Costa

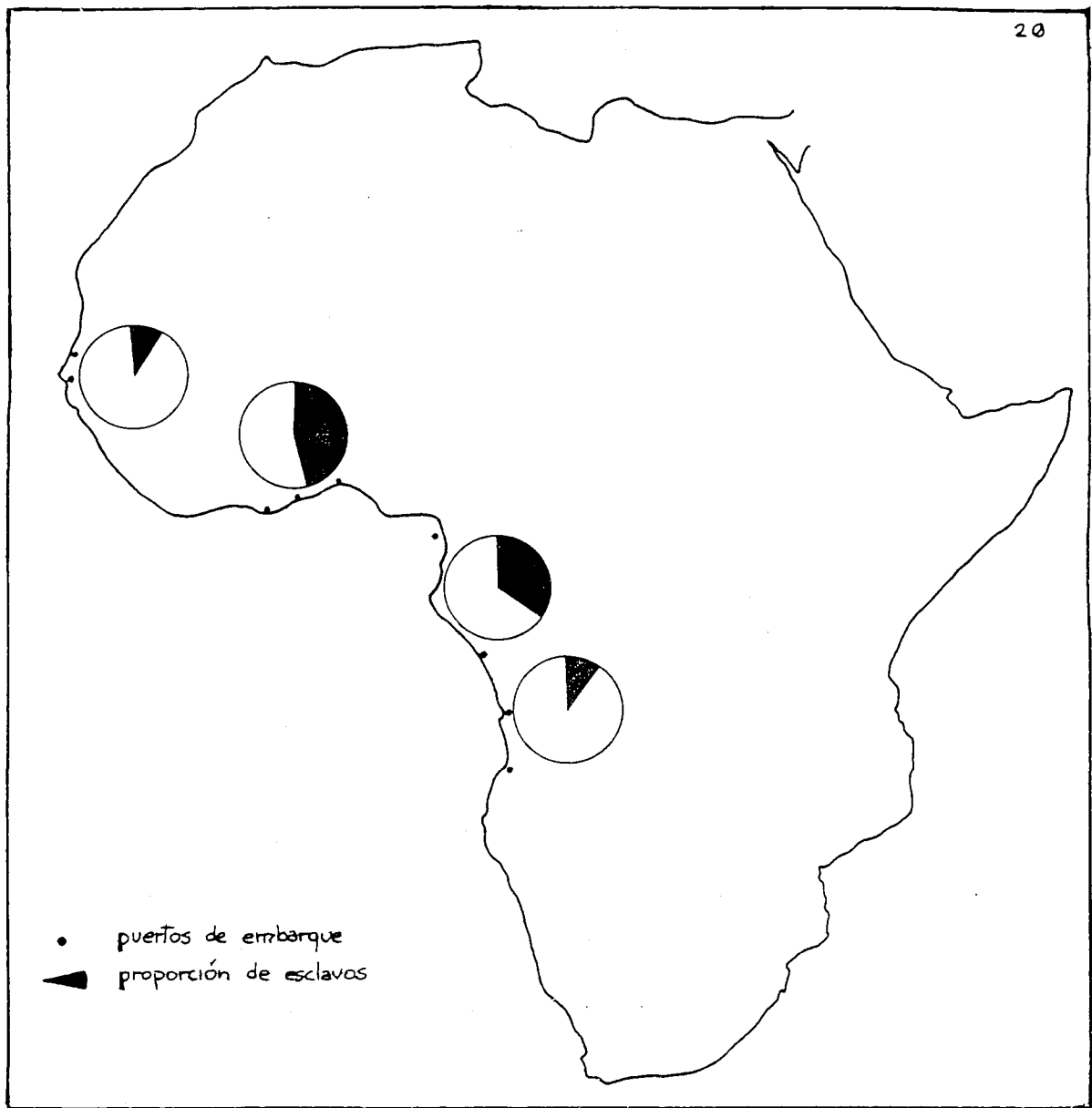


FIGURA 5. Regiones de procedencia en Africa de los esclavos importados a Costa Rica durante los siglos XVII y XVIII. (Fuente: Protocolos de Cartago XVII y XVIII).

Rica, venia con noventa "españoles y negros" (Meléndez 1966). Sin embargo, es prácticamente imposible conocer, a partir de las fuentes históricas, la procedencia continental de estos pocos individuos presentes en el territorio nacional durante el siglo XVI (Meléndez 1966, Aguilar Bulgarelli 1989).

Un número importante de esclavos debió entrar al país a finales del siglo XVI y principios del XVII (Meléndez 1966), pues según los datos de Thiel (1902) en 1611 había unos 30% esclavos entre negros y mulatos, distribuidos en Cartago 70, en Esparza 30 y en Nicoya 200. Desafortunadamente, también faltan los documentos de este corto periodo (Meléndez 1989 a).

La documentación empieza a ser abundante a partir del siglo XVII, cuando el comercio esclavo ya se había consolidado (Meléndez 1966). En el Índice de los Protocolos de Cartago (ANCR 1909-1930) se hace referencia a la casta en las transacciones de 167 esclavos. (Datos gentilmente suministrados por el Dr. Meléndez). Por otro lado, la mayor parte de transacciones se refieren a negros criollos, mulatos y esclavos no identificados, los cuales no son de interés en este momento.

En el cuadro I aparecen las proporciones de esclavos transados por siglo, según las áreas de extracción en Africa, donde se presentan en forma comparativa, las situaciones de Costa Rica y México (Aguirre 1972). La semejanza en los resultados del siglo XVII entre estos dos países (Aguirre 1972, Paredes y Lara 1994) da solidez a las estimaciones basadas en los datos de Costa Rica, a pesar de su escaso número. En el

CUADRO 1. Proporciones de esclavos transportados a Costa Rica* y México** entre los siglos XVII y XVIII, según las áreas aproximadas de extracción en África.

AREA COSTERA DE ORIGEN	SIGLO XVI		SIGLO XVII		SIGLO XVIII	
	COSTA RICA	MEXICO	COSTA RICA	MEXICO	COSTA RICA	MEXICO
MAURITANIA	-	.0532	.0	.0	.0	-
GUINEA	-	.8289	.2500	.1143	.0672	-
MINA	-	.0	.1040	.0929	.5546	-
CONGO-ANGOLA	-	.0	.6250	.7214	.3782	-
INDIA DE PORTUGAL	-	.0428	.0	.0381	.0	-
OTRAS	-	.0744	.0	.0333	.0	-
n	-	94	48	420	119	-

Fuentes: (-) no hay datos disponibles

(*) Protocolos de Cartago, siglos XVII y XVIII (ANCR 1909-1930).

(**) adaptado a partir de los datos de Aguirre (1972).

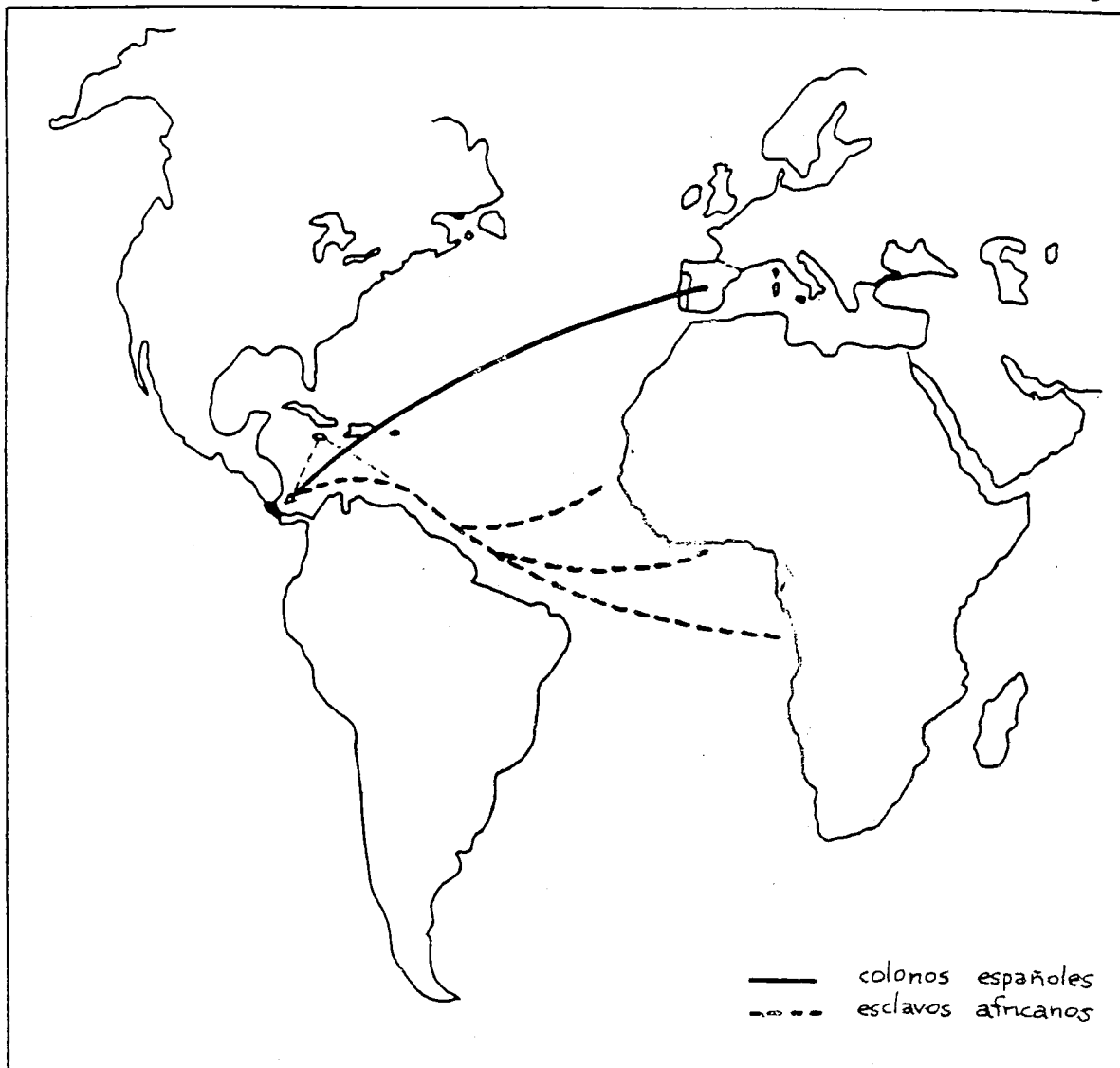


FIGURA 6. Rutas de procedencia de los colonos europeos y los esclavos africanos, radicados en Costa Rica durante la época colonial.

apéndice II se brindan mayores detalles sobre la ubicación geográfica aproximada de las zonas costeras de embarque en relación con los países actuales, y las castas o etnias mencionadas en la documentación colonial costarricense, así como el número de esclavos transados.

La distribución aproximada de los esclavos importados a Costa Rica durante toda la época colonial indica que, 12.0% provenía del área de Senegambia, 42.8% de Costa de Oro, 36.7% del Congo y 8.4% de Angola (Figura 5 y Apéndice I). De este modo, los grupos de origen Bantú de castas "Congo y Angola" representaron el segmento mayor de la población esclava costarricense: 45.1%. El presente enfoque, muestra ligeras diferencias respecto a estudios previos sobre el tema (Meléndez 1966, Meléndez 1989 a), pues en éstos el análisis se basó, específicamente, en la casta anotada y no en el área de donde estas procedían.

Como ha sostenido Meléndez (1966 y 1989 a), el análisis temporal pormenorizado del origen de los esclavos muestra que durante el siglo XVII predominan los grupos bantúes, 43.8% del Congo y 18.8% de Angola. Además, aparecen en segundo grado los de Senegambia con 25.0% y en última instancia los de la Costa de Oro con 10.4%. Tanto en este siglo, como en el anterior, los negreros portugueses tuvieron el monopolio de la trata con el Imperio Español (Mellafe 1964, Mannix y Cowley 1970), lo cual explica la presente distribución en el origen de los esclavos, pues al ir perdiendo estos el dominio de las áreas de

extracción de Senegambia y la Costa de Oro por ataques de holandeses e ingleses, optaron por desplazarse al sur a las áreas Congo y Angola (Mellafe 1964). Esto también explicaría las diferencias observadas en la proporción de esclavos por área, transportados a Costa Rica y a Norte América (Cuadro 2), atribuibles a diferencias en las áreas de aprovisionamiento de los respectivos negreros.

En el siglo XVIII predominan los esclavos de la Costa de Oro con 55.5%, seguidos por los bantúes con 33.6% de Congo y 4.2% de Angola y, en menor grado, los de Senegambia con 6.7% (Cuadro 1). Durante las primeras décadas de este siglo, compañías negreras francesas e inglesas obtuvieron el monopolio y la posterior liberación en el comercio de esclavos a Hispanoamérica. Ganaron, finalmente la competencia, los navíos ingleses. Son la Costa de Oro y, su vecina la Costa de los Esclavos las que proporcionaron el grueso de la mercancía en este período (Mellafe 1964). Posiblemente, a esto obedezca que, a partir de 1712, la casta "Mina" se menciona con mayor frecuencia en Costa Rica y llega a ser preponderante respecto a todas las demás (Meléndez 1989 a).

Como se puede deducir del número de transacciones (Cuadro 1), no son muchos los documentos en Costa Rica que hacen referencia a los orígenes de los esclavos, durante el siglo XVII (Meléndez 1966), en comparación con las transacciones registradas durante el XVIII. Esta situación se puede explicar, en el marco económico local, por el relativo desarrollo

CUADRO 2. Comparación de las proporciones de esclavos transportados a Costa Rica y Norte América durante la época esclavista, respecto a las regiones de procedencia en África.

AREA COSTERA DE ORIGEN	ESCLAVOS DE COSTA RICA*	ESCLAVOS DE NORTE AMERICA**
GUINEA	.120	.188
MINA	.425	.549
CONGO-ANGOLA	.449	.245
OTRAS	.006	.018

Fuentes: (*) Protocolos de Cartago, siglos XVII y XVIII (ANCR 1909-1930), datos suministrados por el Dr. Meléndez.
(**) modificado de Reed (1969).

adquirido por las plantaciones de cacao durante este período (Meléndez 1989 a). En el marco global se puede afirmar que durante el siglo XVIII se contaron tantas transferencias de esclavos al continente americano como en los siglos XVI, XVII y XIX juntos (Bertaux 1989).

La gran mayoría de los negros africanos fue importada a Costa Rica con anterioridad a 1750, ya que existen muy escasas referencias a ellos en los documentos coloniales después de esta fecha (Meléndez 1966, Gudmundson 1978).

I.1.3.b. NUMERO DE ESCLAVOS IMPORTADOS

Unos 21,000 esclavos fueron incorporados a la América Central antes de la abolición de la esclavitud en 1823 (Curtin 1969). Sin embargo, Costa Rica era la última y menos desarrollada provincia del entonces Reino de Guatemala, por lo cual cabría esperar que solo un porcentaje mínimo de ellos tuvo como destino este país. Se ha afirmado que, durante la Colonia, no hubo, en ningún momento determinado, más de 200 esclavos en Costa Rica (Riisman del y Levitt 1976). Por lo tanto, se puede asumir que, los datos analizados, son representativos de la población africana que ingresó a Costa Rica durante la época colonial. Sin embargo, estos deben ser interpretados con cautela, debido a la imprecisión de los registros sobre las áreas geográficas y grupos étnicos de donde se tomaban los esclavos (Meléndez 1989 a).

I.1.4. EL PROCESO DE MESTIZAJE

*"Nutrieron
de tal modo a la raza los siglos.
Juntos alientan, vastagos
de beatos e hijos
de encomenderos, con
los que tienen el signo
de descender de esclavos
o de soberbios indios"*

Ruben Darío

Mestizaje o miscegenación solo significa cruce de individuos pertenecientes a razas distintas, si se entiende por raza las grandes divisiones de la humanidad, como caucasoides negroides y amerindios, (Mörner 1992). El primer encuentro, en gran escala, de estas tres razas se produjo en América a partir de 1492 y su dimensión no ha tenido parangón. Con toda probabilidad, el mestizaje se convirtió en este continente en el principal vehículo de aculturación, ya que por lo general coincidieron cruzamiento racial y fusión cultural (Mörner 1992).

El proceso de mezcla se originó porque la conquista fue realizada, esencialmente, por jóvenes varones (Meléndez 1985). No cabe duda de que la causa de la rapidez con que tuvo lugar el mestizaje durante la conquista fue la carencia de mujeres blancas (Mörner 1992). Incluso, fue muy escaso el número de mujeres que participó en el subsecuente periodo de colonización (Tinoco 1977).

El mestizaje llegó a ser solo un ingrediente en la

conquista de América y en la esclavización temprana de los indios, pues el estupro era natural para los españoles desde la guerra contra los moros (Mörner 1992). Durante este período, en algunos casos conocidos, el matrimonio tuvo carácter de alianza militar (Meléndez 1982). Aunque también se obtenían mujeres pacíficamente como obsequios y símbolos de amistad de los caciques, como ocurrió al propio Colón en Cariari en 1502 (AGHCR 1952), lo que además, era una forma de honrar a sus superiores entre los habitantes de Nicoya, según describe el cronista Fernández de Oviedo en 1529 (Meléndez 1974). Una vez distribuidos los indios en encomiendas, esta institución servía para proporcionar criadas-amantes a los encomenderos. De igual forma operaría la esclavitud negra. El color de la piel apenas importaba (Mörner 1992).

A partir de 1502, el matrimonio entre españoles e indias fue permitido por la Corona y recomendado por la Iglesia. Sin embargo, solo las capas sociales más bajas de los inmigrantes se iban a casar con sus mancebas indias. Detrás de este hecho se puede discernir la preocupación de los españoles por mantener un linaje puro de "cristianos viejos". Por lo tanto, el concubinato continuó siendo la forma normal del mestizaje, en tanto que el matrimonio fue la excepción (Mörner 1992).

El mestizaje fue un elemento característico de las tres etnias presentes en la sociedad colonial costarricense (Gudmundson 1978). El análisis de los datos de Thiel (1902) muestra como, de una población predominantemente indígena en

1611, se llegó en 1600 a una mayoría de mestizos y de mulatos (Cuadro 3). Si bien se han observado limitaciones en la exactitud de los datos recopilados por el obispo Thiel (Castro Tosi 1964), respecto a las estimaciones poblacionales de los indígenas (Ibarra 1991 a) y de esclavos negros (Aguilar Bulgarelli 1989), su trabajo pionero es muy valioso y permite que nos formemos una idea clara sobre el rápido descenso de la población aborigen y de como fue ocurriendo el proceso de mezcla.

La clasificación oficial de las cuatro castas principales en la América colonial era: españoles, indios, mestizos y mulatos. Este sistema fue inspirado y defendido por la Iglesia Católica por sus nociones de "limpieza de sangre" y de "cristianismo nuevo", pero adoptado y consolidado por el Real Fisco al asumir las mismas divisiones para la imposición de tributos. En el intrincado sistema de subcastas que fue surgiendo con el tiempo, estas se colocaban dentro de cada una de las castas principales, conforme al grupo al cual pertenecían regularmente (Castro Tosi 1964). Una vez adoptada esta clasificación multirracial, llegó a ser cada vez más difícil seguir criterios estrictos para aplicarla al continuar la miscegenación. Por tanto, a finales de la Colonia, el régimen de castas iba a ser socavado por el mismo fenómeno que había ayudado a crearlo: el mestizaje (Mörner 1992).

Algunos de los principales historiadores y filósofos costarricenses han afirmado que Costa Rica es una de las únicas

CUADRO 3. Composición étnica de la población de Costa Rica en los años 1751 y 1801 de acuerdo con los registros históricos.

CASTA	POBLACION			
	AÑO 1751 (%)		AÑO 1801 (%)	
Españoles	7807	(.325)	4942	(.094)
Indios	10109	(.421)	8281	(.158)
Mestizos y Ladinos	3057	(.127)	30413	(.578)
Negros y Pardos	3049	(.127)	8955	(.170)
TOTAL	24022		52591	

Nota: En estos datos podría esperarse hasta un 25% de subregistro, tal y como ocurre en los países subdesarrollados actuales.

Fuente: Thiel (1902).

cuatro repúblicas hispanoamericanas en donde predomina la raza blanca (Fernández Guardia 1957) y el propio Instituto Costarricense de Turismo ha definido la población como "en su mayoría caucásicos (blancos) con un mínimo de mezcla con los indios aborígenes y con otras razas" (Wang 1981, ICT 1990). No obstante, existe un común acuerdo entre la mayoría de los historiadores respecto a la existencia del proceso de mezcla y en cuanto a que, a finales del siglo XVIII, los mestizos llegaron a ser la casta mayoritaria de la sociedad colonial. Sin embargo, no hay acuerdo en cuanto a la contribución relativa de cada etnia a la mezcla, ni al momento o velocidad con que ésta fue ocurriendo, ni tampoco al peso relativo de las razones que entorpecieron temporalmente la ocurrencia de dicho proceso, según resulta aparente en los documentos coloniales. Tales aspectos se ampliarán a continuación.

Quirós y Bolaños (1989) han criticado que, tanto en la tradición popular como en la literatura histórica oficial, se argumenta que la génesis de la sociedad colonial es el resultado de un proceso de mestizaje, extraordinariamente rápido, ocurrido muy tempranamente en nuestra historia.

Está claro que el proceso de mezcla en Costa Rica se halló bastante restringido en sus comienzos. Esta situación se dió por las políticas de aislamiento entre las distintas etnias (Meléndez 1982) o, en otras palabras, el mestizaje no constituyó un proceso generalizado, durante los siglos XVI y XVII (Quirós y Bolaños 1989) lo cual no significa que este no

ocurrió, como pareciera que estas autoras han pretendido inferir.

En efecto, mientras Quirós y Bolaños (1989) afirman que el campesinado del Valle Central de finales del siglo XVII y principios del XVIII no fue el resultado de la fusión de españoles pobres e indígenas, sino el producto del desarrollo desigual de la sociedad hispana; otros afirman que el mestizaje efectivamente ocurrió, aun cuando sea difícil aportar pruebas documentales concluyentes, concretas y específicas (Meléndez 1985). En este sentido, Thiel (1902) enfatiza que muchos de los primeros españoles se unieron con indias; sus numerosos hijos, nietos y bisnietos continuaron contrayendo uniones con los habitantes indígenas. Esto sin pretender quitar méritos a la existencia de diferencias políticas y socioeconómicas en el interior del grupo dominante, pues existieron distintos estratos de poder desde el inicio mismo de la conquista (Meléndez 1982).

Las diferencias étnicas condujeron a que la sociedad colonial estuviera organizada en castas (Meléndez 1985). Pero el inevitable proceso de mestizaje se fue acentuando con el tiempo, sobre todo durante el siglo XVIII, lo que provocó que paulatinamente se fuera rompiendo las harreras étnicas. Así, en el siglo XIX se pasó a un criterio de valoración social más sencillo en términos de nobles (españoles) y plebeyos (mestizos y mulatos) (Meléndez 1985).

Stone (1982) inclusive sostiene que la actual clase

dominante costarricense descende preponderantemente de los primeros conquistadores e hidalgos españoles que obtuvieron el control del territorio desde el inicio de la conquista. Sin que sus argumentos sea irreconciliables, otros autores han mostrado ejemplos de movilidad social, durante la colonia e incluso en el posterior periodo republicano.

Así por ejemplo, de Francisco de Fonseca se dice que era mulato, pero acá llegó a ser de los fundadores de Espiritu Santo y encomendero, o sea que perteneció a los estratos superiores de la élite dominante tras la conquista (Meléndez 1985). Uno de los casos más exitosos de los que se tiene conocimiento acerca de movilidad social durante la colonia fue cierta Ana Cardoso Calvo, mulata esclava, que se convirtió en amante y, posteriormente, en esposa de Miguel Calvo. Fue liberada junto con sus hijos, primero por los padres de don Miguel y luego por el mismo esposo de la manumitida. Ana Cardoso y sus hijos, posteriormente, se dieron a conocer como exitosos comerciantes de esclavos, contrabandistas y hasta funcionarios (Gudmundson 1978). Por otro lado, fue fácil para muchos forasteros entrar a las familias más encopetadas de Cartago por la vía del matrimonio, pues las jóvenes hispanas casaderas preferían a los peninsulares que a los españoles criollos, por el solo hecho de su origen, sin importar si el recién llegado venía sin recursos económicos (González Viquez 1921, Meléndez 1985). Además, son conocidos los casos de familias fecundas en hombres públicos y notables como los

Fernández y, los Montealegre; que son descendientes de individuos que arribaron más bien tardiamente al país (González Viquez 1921). Además, con el despegue de la economía cafetalera, inmediatamente posterior a la independencia, se generó gran movilidad social. En esto, la educación gratuita y obligatoria ha jugado también un papel determinante, abriendo oportunidades a los mejor preparados (Meléndez 1985).

Con una posición fuera de lo común, Quirós y Bolaños (1989) afirman que el "mestizo", durante el siglo XVIII, es el resultado del blanqueamiento racial e ideológico de la población de ascendencia africana. En tanto que la visión aceptada por los demás historiadores sostiene que en el siglo XVII, la casta mestiza, o sea la "de los que tienen algo de indio", llegó a ser más del doble que la española y mulata reunidas (Castro Tosi 1964). Los datos de Thiel (1902) señalan que, si bien, la población de mulatos aumentó durante todo el período colonial (Aguilar Hulgarelli 1989), su crecimiento solo fue superado por el de la población mestiza (Flores Silva 1982).

Otra contradicción fue planteada por quienes afirman que la disminución de la población nativa no fue consecuencia de la generalización de relaciones interétnicas, sino la manifestación más contundente de la voraz explotación a la que estuvo sujeta durante los primeros ciento veinticinco años de vida colonial (Quirós y Bolaños 1989). Pues otros afirman que el mestizaje sí fue uno de los factores que, junto con la

esclavitud, la sobreexplotación y las epidemias, contribuyeron con el descenso de la población indígena (Fernández et al. 1976, Ibarra 1991 c). Así, gran parte de los hijos de padres no conocidos, quienes figuran en los libros parroquiales, deben su origen, a la mezcla de españoles e indígenas (Thiel 1902).

Otro punto respecto al cual hay antagonismo tiene que ver con el crecimiento endogámico del grupo hispánico. En tanto Quirós y Bolaños (1989) sostienen que durante el proceso de campesinización ocurrido en el siglo XVII en el Valle Central, las familias de origen español mantuvieron "la pureza de su estirpe" como una medida de protección contra las amenazas de expropiación y sometimiento a relaciones de vasallaje, otros autores aseguran que no hay duda de que muchos mestizos eran empadronados como indios, si "vivían a la usanza india", o si pertenecían a un Pueblo de Indios sujeto a tributo, como le aconteció a Ujarrás, que aunque ya totalmente mestizado, seguían sus vecinos figurando como indios y pagando tributo (Castro Tosi 1964). Además, durante el siglo XVIII ocurrió que mestizos, no reconocidos por sus padres, y criados entre indios, fueron empadronados como indios y sometidos a tributo, teniendo, al parecer, recurso de probar su calidad de mestizos ante la "Real Justicia" (Castro Tosi 1964).

Así, a fines del siglo XVIII y durante el XIX el gran número de castizos y puchuelas (un octavo de indio), que se consideraban a sí mismos como españoles, dieron a la población de Costa Rica su aspecto actual (Castro Tosi 1964).

Por otro lado, el mestizaje actuó en una forma muy específica para posibilitar, si no fomentar la movilidad social entre la población de ascendencia africana (Gudmundson 1978). Este grupo fue lo suficientemente importante, como para dejar la huella de su cultura y de sus genes especialmente en regiones como la del Pacífico Norte del país (Meléndez y Duncan 1989). Así, la población guanacasteca actual, cuyo tipo humano predominante ha sido llamado "cholo" por el color de su piel, es el producto de la mezcla de indígenas, negros y españoles (Fonseca y Quirós 1988). Sin embargo, a pesar de su conocida ascendencia africana, que ha sido corroborada mediante datos genéticos (Sáenz et al. 1973, Sáenz et al. 1980), esta población no es considerada tipológicamente negra (Roberts 1978).

Escapa a los alcances de esta revisión divagar si el mestizaje jugó o no el papel de factor democratizante (Rodríguez 1979), o siquiera de factor de nivelamiento social (Fonseca 1986), que ha sido atribuido por algunos historiadores y negado por otros (Quirós y Bolaños 1989).

I.1.4.a. MECANISMOS DE MESTIZAJE

Costa Rica no representa ni representó una excepción en la continuidad racial general, común a toda América Latina, en que los blancos, indígenas y africanos se ordenan en tres gradaciones (blanco - de color - negro), con sus normas generalizadas de "blanqueamiento" en la selección de la pareja

para la nupcialidad (Gudmundson 1978).

Según este autor, la continuidad socio-racial ha sido fomentada por dos factores básicos, primero porque los tipos ideales somático-culturales ibéricos permitieron la existencia de un límite subjetivo, más allá del cual, por una gran variedad de razones, las gentes de color claro eran considerados "blancos" en el pleno sentido social del término y en consecuencia se legitimaba su elección como contrayentes de un matrimonio aceptable (Gudmundson 1978). Y en segunda instancia, debido al estancamiento económico que permitió que la posición de los esclavos perdiera su significado de degradación, en la medida en que otros grupos de casta ocupaban posiciones similares de subordinación, lo que facilitó que las distinciones de castas se hicieran más indefinidas y que los mestizos y mulatos prósperos se identificaran con el sistema (Gudmundson 1978).

De esta forma, la continuidad socio-racial hispánica permitió el desarrollo de una cultura nacional e integrada, y facilitó el proceso de mezcla entre la población hispana y las poblaciones indígena y esclava, que culminó con la práctica absorción de la última, al inicio de la vida republicana. Este mismo fenómeno simplificó la reciente recepción de la inmigración masiva de jamaiquinos negros y ha promovido su integración en la sociedad costarricense (Gudmundson 1978).

I.1.5. DISTRIBUCION DE LA POBLACION Y EVOLUCION DEMOGRAFICA

*"... sois el arco desde el que vuestros hijos,
como flechas vivientes, son impulsados hacia lo lejos.*

Khalil Gibran

El periodo de conquista y colonización se caracterizó por un descenso rápido en el número de indígenas. Este proceso fue abrupto al principio, y empezó incluso antes del primer contacto físico con los españoles. Luego, la población indígena continuó decreciendo a un ritmo menor, y logró estabilizarse hasta dos siglos después, en el periodo de 1778 a 1801 (Fernández et al. 1976).

En su etapa más crítica, en 1611, la población total del país llegó a ser de apenas 15538 habitantes (Thiel 1902), aunque es razonable asumir un cierto grado de subregistro en este dato. En tanto la población indígena continuaba decreciendo, la población total aumentó como resultado de la inmigración española y la importación de esclavos africanos, así como por el creciente proceso de mestizaje entre los distintos grupos (Fernández et al. 1976, Meléndez 1985).

Como se mencionó anteriormente, la inmigración española y africana disminuyeron alrededor del año 1751, por motivos económicos (Stone 1982, Meléndez 1985), así a partir de esta fecha, la contribución relativa de cada etnia a la población actual dependió principalmente del chance reproductivo.

Al finalizar la época colonial (1821), unas 50000 personas habitaban el Valle Central (Figura 7). Fue una población hispano-mestiza más aculturada y homogénea que las

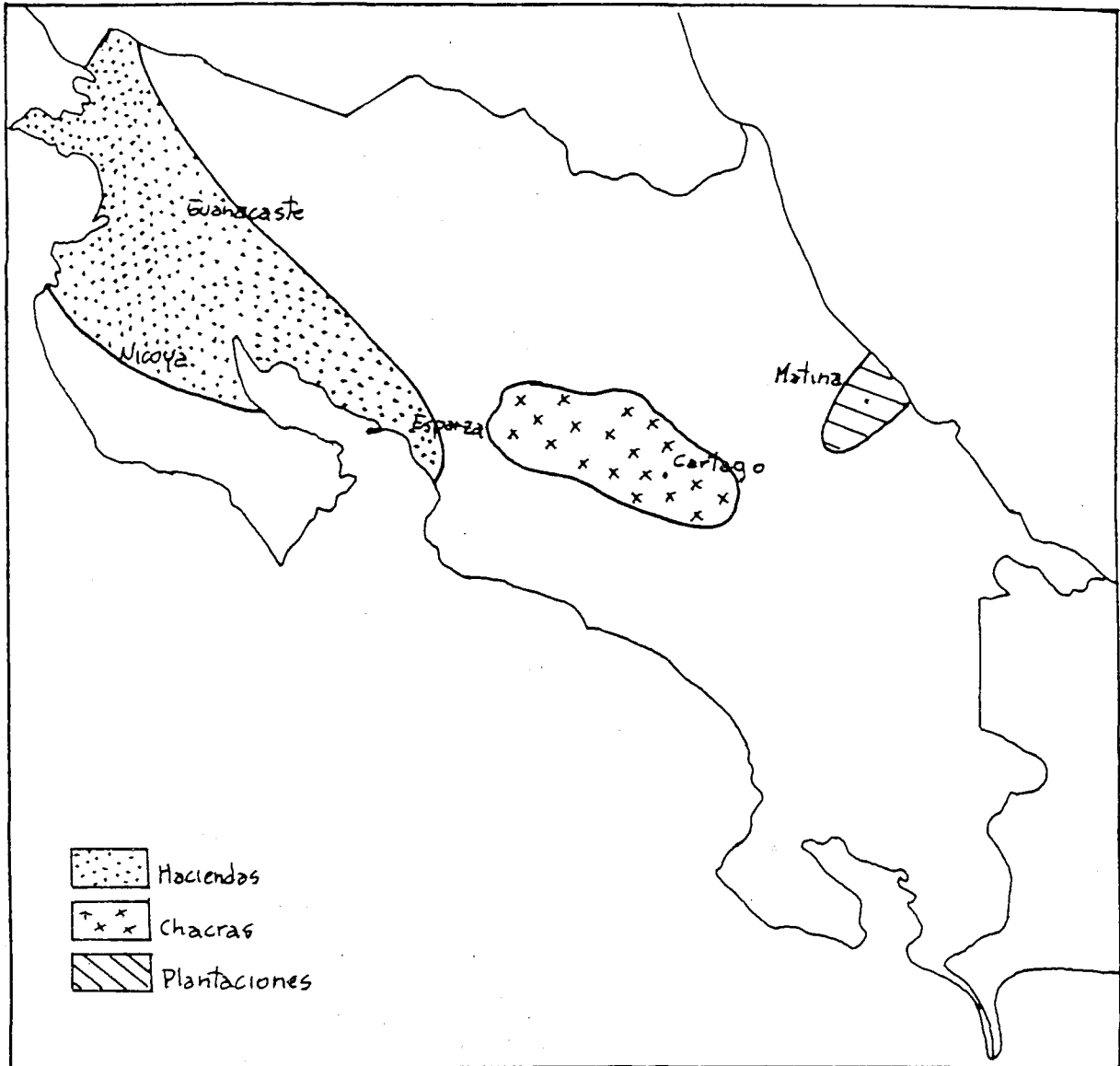


FIGURA 7. Distribución de la población y uso del suelo en Costa Rica durante la época colonial (Fuente: Fonseca 1986).

desarrolladas en muchas otras partes de Hispanoamérica (Fonseca 1986), además de los pocos esclavos africanos, que en esta zona sirvieron, principalmente, como criados domésticos en el Valle Central (Gudmundson 1978). Esta situación se debió a que en Costa Rica no se dieron las condiciones económicas que incentivaran la importación masiva de esclavos, dada la ausencia de minas y de grandes plantaciones (Meléndez 1989 a).

Por otra parte, el Pacífico Norte, con su relieve y clima tropical seco, reunió condiciones ideales para el establecimiento y desarrollo de la ganadería extensiva, la cual se convirtió pronto en la principal actividad económica de la zona, lo que se ha mantenido hasta el presente (Figura 7). Aunque este sistema no necesita una mano de obra abundante, la depresión demográfica que sufrió la población indígena provocó que los hacendados buscaran esclavos de ascendencia africana (González García 1985). Así, en el Guanacaste y la costa de Puntarenas (región Chorotega) había, en 1821, unas 10000 personas, población resultante de la mezcla en mayor grado de indígenas, españoles y negros. Esto lo muestra, tanto el aspecto físico como las costumbres (Láscaris 1985), y los datos históricos (Thiel 1902).

En la región Atlántica del país, con amplias llanuras costeras y un clima tropical húmedo, no se estableció ningún núcleo de población permanente. Con el desarrollo de la actividad cacaotera en el Valle de Matina, durante la segunda mitad del siglo XVII (Figura 7), se trasladó a la costa buena

parte de la población masculina de esclavos negros y mulatos de Cartago (Fonseca y Quirós 1988) y se incrementaron las importaciones de esclavos africanos (Meléndez 1966, 1989 a). Esta actividad se desarrolló bajo un patrón señorial, con unos pocos "hacendados" que residían en Cartago y se trasladaban a vigilar la cosecha dos veces por año. El resto del tiempo los esclavos vivían prácticamente aislados (Meléndez 1989). Alrededor de 1660, y por más de tres décadas también trabajaron indígenas de Urinama en condición semiesclava, y luego un número importante de blancos y mestizos arrendatarios o asalariados (Fonseca y Quirós 1988).

Sin embargo, la escasez de mano de obra, las invasiones de los piratas y de los zambos mosquitos, la debilidad de los capitales y el cierre del comercio exterior fueron los factores que limitaron la expansión del cacao y precipitaron su decadencia a finales del siglo XVIII (González García 1985). Debido a estas circunstancias, la mayor parte de esa población se trasladó de regreso al centro del país. En 1820, sólo 34 personas residían permanentemente en la zona (Fonseca y Quirós 1988). El resto de la región Atlántica (2505 habitantes?) y las regiones Norte (?) y Sur (1019 habitantes?) del país, mantuvieron escasas poblaciones indígenas (Hiel 1902).

Hacia el año 1900 el crecimiento poblacional ofreció dos facetas: una mayor concentración humana en el Valle Central y, sobre todo, una expansión desde aquí ocupando todas las otras regiones externas (Láscaris 1985) (Figura 8). La región central

continúa siendo el centro de vida del país y, actualmente, concentra un 64% de la población en tan solo un 17% del área.

La mayoría de la población costarricense es mezclada, una fusión de blancos, indios americanos y negros, con predominio blanco. Esta población, producto del proceso colonial español, ha sido denominada por Roberts (1978) como la población costarricense-nuclear.

Durante los siglos XIX y XX ha tenido lugar una constante inmigración proveniente, principalmente, de los países limítrofes (Chaves Camacho 1969), pero también de angloamericanos (Murchie 1981), alemanes (Herrera 1988), españoles (Sánchez-Albornoz 1992), italianos (Temistocle 1970), chinos (Fonseca Herrera 1979), judíos (Kaufman y Barrantes 1986, Schifter 1979), etc (Chaves Camacho 1969). Sin embargo, los extranjeros no llegaron a representar más del 3% de la población total (Chaves Camacho 1969, Schmidt 1979).

Una importante excepción la constituyó la corriente inmigratoria de negros provenientes de Jamaica, quienes a partir de 1872 llegaron a trabajar a las zonas bananeras del Atlántico. En 1927, esta población alcanzó un máximo de 44340 individuos, lo cual elevó la proporción de extranjeros en el país a 9.4%. Muchas de estas personas dejaron Costa Rica al decaer el cultivo del banano en esta región y al iniciarse la construcción del Canal de Panamá. Así, la proporción de nacidos en el extranjero regresó al 2.7% en 1963 (Schmidt 1979). Se estima que, a partir de esta fecha, la población de origen



FIGURA 8. Expansión colonizadora en Costa Rica entre los siglos XVI y primera mitad del siglo XX. (Fuente: Quirós 1954).

afro-caribeño representa alrededor del 2% de la población total de Costa Rica (Chaves Camacho 1969). Leyes racistas y razones de tipo idiomático, psicológico y religioso dificultaron inicialmente su integración con el resto del país. Pero desde 1949 empezó una leve migración hacia la capital y la integración cultural de este grupo (Fernández et al. 1976, Láscaris 1985).

I.1.6. OTROS GRUPOS ETNICOS EN LA COSTA RICA MODERNA

*"Tú no eres un extranjero entre nosotros;
no eres un huésped, sino nuestro hijo bienamado."
Khalil Gibran*

Al obtener Costa Rica su independencia se produjeron ciertos cambios políticos que favorecieron la llegada al país de otros grupos, pues se consideró al inmigrante como elemento necesario para el desarrollo (Herrera 1988). Estos grupos inmigrantes se integraron gradualmente a la vida nacional, económica, social y políticamente (Herrera 1988).

La población costarricense no indígena, está constituida por la amalgama, esencialmente, de tres grupos étnicos: caucasoide, negroide y amerindio (mongoloide). Además, se han integrado a este proceso de mestizaje otras minorías de origen diverso (por ejemplo: chinos, coreanos, judíos, centroamericanos, otros latinoamericanos, etc.).

Así por ejemplo, la pequeña minoría alemana, tuvo un significado ante todo cualitativo. Se ha visto que sus

relaciones familiares se dan precisamente con la clase dirigente identificada por Stone (Herrera 1988). De los más de 200 europeos y norteamericanos en 1850, los germanos eran los más frecuentes (Murchie 1981). Dichos alemanes compenetraron el sistema económico, político y social, en gran medida por la vía del matrimonio. Lograron esto hasta el punto de dejar de ser minoría (Herrera 1988). Algo parecido ocurre con el italiano y el chino, que se han integrado ampliamente (Stone, en Herrera 1988). Estos dos grupos ingresan al país con el propósito de la construcción de la ferrovía al Atlántico y de colonización agrícola, por lo que forman colonias (Temistocle 1970, Fonseca Herrera 1979).

Finalmente, el norteamericano queda reducido a su enclave y desarrolla muy poco contacto con la sociedad nacional. El francés y el inglés tienden a buscar a sus conciudadanos, aunque sí a relacionarse extra-maritalmente con los estratos altos (Stone, en Herrera 1988).

En conclusión, el examen de los datos históricos indica la existencia de diferencias regionales (Thiel 1902) en la composición étnica de los costarricenses.

1.2. MARCADORES GENÉTICOS EN LA POBLACION COSTARRICENSE

*"Todo ser vivo es también un fósil,
pues lleva en sus genes las huellas
de su ascendencia"*

J. Monod

La estructura genética de una población mendeliana la constituye: su estado de subdivisión en poblaciones más pequeñas, las relaciones entre sus partes (al permitir el flujo de genes más o menos frecuente) y las relaciones espaciales entre los individuos (Binder 1970). Existe una considerable variación genética en la mayoría de las poblaciones humanas, por ejemplo, en los rasgos fenotípicos tales como pigmentos de la piel, color y forma del pelo, caracteres faciales, configuración corporal, estatura y peso, etc. (Ayala y Kiger 1984). A su vez, el estudio de las frecuencias génicas en poblaciones diferentes, ha puesto de manifiesto que los grupos humanos considerados distintos mediante análisis antropométricos, son también diferentes a este nivel (Cavalli-Sforza y Bodmer 1981).

Los grupos sanguíneos son ejemplo clásico de polimorfismo intrapoblacional e interpoblacional. Así, las razas difieren en las frecuencias de dichos grupos sanguíneos. En algunos casos, la frecuencia de un alelo puede ser cero en una raza y ser igual a la unidad en otra, con lo que las diferencias se vuelven cualitativas (Dobzhansky 1975). Otros rasgos que muestran diferencias entre poblaciones son los loci

proteínicos, cuyo análisis ha aportado estimaciones de la heterocigosis media semejantes a las proporcionadas por los antígenos eritrocitarios (Selander 1980).

Ciertamente, algunas peculiaridades de la especie humana, especialmente su cultura, dificultan los análisis y hacen riesgosa la conclusión absoluta. Pero, la incorporación de nuevas técnicas, especialmente de biología molecular y estadística, ha permitido el desarrollo de nuevos enfoques en la antropología genética, y da esperanza de un progreso significativo en la comprensión de los factores responsables de nuestra variación biológica (Salzano 1982).

Desde la perspectiva de la genética, la evolución biológica consiste en cambios en la constitución genética de las poblaciones, que tienen lugar gracias a los procesos de mutación, deriva génica, selección natural, y flujo de genes de una población a otra (Ayala 1980). La comprensión del proceso evolutivo requiere que dichos cambios sean considerados en el contexto de la estructura demográfica de la población y de las respuestas de ésta a los cambios ecológicos (Barrantes y Mata 1981).

El estudio prolongado de los grupos indígenas de Costa Rica ha dado como resultado la caracterización de su estructura utilizando marcadores genéticos, además del conocimiento de sus aspectos biodemográficos, biomédicos y de sus relaciones filogenéticas (Azofeifa 1987, Barrantes & Mata 1981, Barrantes et al. 1985, Barrantes 1986, Barrantes et al. 1990, Barrantes

1993, Brenes Gómez 1989). Sin embargo, hasta el momento no se han dedicado esfuerzos a examinar detallada y sistemáticamente el acervo genético de la población no indígena del país. Los estudios realizados, bajo una perspectiva clínica, incluyen por lo general únicamente uno o dos sistemas génicos y un deficiente análisis estadístico.

Esta revisión tiene como objetivo analizar, desde la perspectiva genética, los datos de la distribución de los grupos sanguíneos y hemoglobinas anormales en Costa Rica, que se han acumulado durante las últimas cinco décadas y que constituyen la mayor proporción de datos.

La distribución del sistema ABO es la mejor conocida, pues a partir de los años cuarenta, varios trabajos han sido publicados sobre la incidencia de los grupos sanguíneos a nivel nacional (Brenes 1978, Echandi 1953, Lizano y Sandí 1980, Marín-Rojas et al. 1986, Monge et al. 1964, Picado 1937 y 1942, Picado y Trejos 1942, Roberts 1978, Rodríguez y Villegas 1981).

Marín-Rojas et al. (1986 a) han estimado que la distribución promedio de las frecuencias alélicas en Costa Rica es $I^{A1}=0.1670$, $I^{A2}=0.0154$, $I^{A^{1+2}}=0.0470$, $I^{A3}=0.001$, $I^B=0.0857$ y $i^P=0.7271$. Constituye el único trabajo que ha pormenorizado el cálculo de los subgrupos de A. Sin embargo, si se considera el grupo A en conjunto, no se encuentran diferencias significativas entre los resultados con carácter nacional de los años 1942, 1953, 1964, 1978 y 1986 (Cuadro 4). Esto

CUADRO 4. Frecuencias génicas y fenotípicas de los sistemas ABO, Rh y β -hemoglobina en Costa Rica, estimadas a partir del material publicado.

AÑO	SISTEMA	ALELOS			n	CITA
ABO						
		ABO*A	ABO*B	ABO*O		
1942		.1690	.0830	.7480	4000 *	(1)
1953		.1890	.0850	.7260	30699	(2)
1964		.1890	.0840	.7270	11910	(3)
1978		.1850	.0860	.7290	43844	(4)
1978		.1900	.0860	.7240	23355	(5)
1986		.1990	.0700	.7310	1700	(6)
RHESUS						
		Rh*D	Rh*d			
1953		.7428	.2572	1602 *		(2)
1962		.7484	.2516	72243 *		(7)
1964		.7466	.2534	11910		(3)
1978		.7483	.2517	43844		(4)
1978		.7541	.2459	23355		(5)
1986 **		.7721	.2279	1155 *		(6)
β -HEMOGLOBINA						
		HB*A	HB*S	HB*C		
1968		.9942	.0053	.0005	947	(8)
1970		.9877	.0109	.0014	1053	(9)
1980		.9849	.0131	.0019	12000	(10)

Notas: (*) estimada a partir de los porcentajes, (**) corrección por D_U .
 Fuentes: (1) Picadó y Trejos 1942, (2) Echandi 1953, (3) Monge et al. 1964, (4) Brenes 1978, (5) Roberts 1978, (6) Marín Rojas et al. 1986 a y b, (7) Fonseca 1962, (8) Rivera y Sáenz 1968, (9) Elizondo y Zomer 1970, (10) Sáenz et al. 1980.

concuerta con el postulado de Hardy-Weinberg, según el cual, en una población equilibrada las frecuencias génicas y genotípicas permanecen constantes de una generación a la otra (Gardner 1980). Esto en el caso del locus ABO, puede ser aproximadamente cierto en una pequeña escala de tiempo como la analizada (Thompson 1972). Roberts (1978) concluyó que las frecuencias génicas de los grupos sanguíneos varían menos del 10 por ciento de una provincia a otra. Sin embargo, cuando en el presente estudio se realizó un análisis estadístico de las provincias limítrofes, se encontró que existen diferencias significativas entre todas, exceptuando los casos de Alajuela-Puntarenas y Cartago-Heredia. No obstante, es preciso tomar en cuenta que las provincias costarricenses son divisiones políticas arbitrarias.

Reuben et al. (1969) presentaron las distribuciones fenotípicas de los sistemas ABO y Rh(d) en estudiantes universitarios. Sin embargo, como sus datos fueron compilados en el trabajo de Roberts (1978), se omitió mayor análisis. Estudios de carácter local, en los cantones de Desamparados (Echandi y Valverde 1992), Nicoya (Rodríguez y Villegas 1981), y en la región de Turrialba (Lizano y Sandí 1980) muestran la existencia de diferencias geográficas respecto al promedio nacional. Además, se ha informado la existencia de distintos grados de mezcla racial de las comunidades indígenas con la población general. Los primeros presentan frecuencias bajas de los alelos I^A e I^B , producto del flujo génico a partir de sus

vecinos no indígenas (Fuentes 1961, Matson y Swanson 1965).

Las frecuencias alélicas del sistema ABO en Costa Rica son aproximadamente intermedias entre las observadas en España y Africa Occidental por una parte (Roberts 1978), y en los pueblos indígenas por la otra (Barrantes et al. 1982, Matson y Swanson 1965), las que constituyen sus poblaciones ancestrales.

Según lo esperado, las frecuencias génicas de Costa Rica difieren de las de la población judía costarricense (Kaufmann y Barrantes 1986).

Debido a su importancia en la etiología de la eritroblastosis fetal y en las incompatibilidades materno-fetales, el sistema Rh(d) también ha sido objeto de amplio estudio en el país (Brenes 1978, Monge et al. 1964, Roberts 1978, Rodríguez y Villegas 1981, Lizano y Sandí 1980, Marín Rojas et al. 1986 b). Este último autor estima, como promedio nacional, las frecuencias de los alelos $RH^*D = 0.7721$ y $RH^*d = 0.2279$; resultado que no difiere de los hallazgos previos para 1953, 1962, 1964 y 1978 (Cuadro 4). Si bien, diferencias en los métodos, hacen que esta comparación deba tomarse con cautela, por ejemplo este fue el único caso en el que se efectuó la corrección del alelo RH^*D_U .

Los datos de Lizano y Sandí (1980) permiten estimar en Turrialba una frecuencia del alelo $d = 0.2490$, en tanto que los datos de Rodríguez y Villegas (1981) revelan una $d = 0.1983$ en Nicoya (corregida para RH^*D_U).

Al igual que con el sistema ABO, la frecuencia del alelo

d en Costa Rica es intermedia entre las respectivas ancestrales de España [RH*d= 0.3827], Africa Occidental [RH*d= 0.200] (Roberts 1978), y la total ausencia de este alelo en las poblaciones indígenas costarricenses [RH*d= 0.](Barrantes et al. 1982, Barrantes et al. 1990). La frecuencia de este alelo en la población general difiere también de la encontrada en la población judía costarricense, donde RH*d= 0.2975 (Kaufmann & Barrantes 1986).

De mayor trascendencia antropológica es la distribución de los haplotipos del sistema Rhesus, información que es suministrada únicamente por Marín-Rojas et al. (1986) para la población costarricense promedio: $R^1= 0.4316$, $R^2= 0.2346$, $R^3= 0.0907$, $R^4= 0.015*$, $r= 0.2356$, $r'= 0.0021$, $r''= 0.0021$, $r^Y= 0.0000$.

Por otro lado, las hemoglobinopatías han sido ampliamente estudiadas, en un esfuerzo por comprender y atacar este problema biomédico. Se conoce la distribución de los alelos anormales tanto en la población general (Elizondo y Zomer 1970, Sáenz et al. 1980 y 1986) como en las zonas geográficas del país, en algunas localidades (Sáenz et al. 1973, 1977 y 1985) y grupos étnicos específicos (Sáenz et al. 1971, 1973, 1982 y 1984).

Es posible observar diferencias en la distribución de los alelos HB*S y HB*C entre las zonas centrales -incluida la rural- del país y las zonas costeras. Según se ha demostrado mediante sondas de ADN, el alelo HB*C y tres haplotipos de

alelos HB*S tienen un origen africano (Studencki et al. 1985; Boehm et al. 1985; Kulozik et al. 1986), y el hecho de poseerlos confirma la ancestría africana reciente.

Los trabajos realizados en las ciudades de la zona del Pacífico Norte: Liberia, Nicoya y Santa Cruz (Sáenz et al. 1973, 1977 y 1985) muestran diferencias locales en las frecuencias, de ambos alelos a pesar de su vecindad. Además, se aprecian diferencias entre éstas y el promedio regional.

Sáenz et al. (1971 y 1984) han llamado la atención sobre la similitud entre las frecuencias del alelo HB*S Santa Cruz y la población negra limonense. Sugieren que las diferencias en la frecuencia del alelo HB*C podrían significar un origen diferente en el continente africano entre los negros coloniales que vinieron como esclavos a Nicoya entre los siglos XV y XVIII y los jamaiquinos que arribaron a la zona atlántica en la segunda mitad del siglo XIX, cuya procedencia pudo haber sido aquellas regiones del Africa Occidental que presentan alta frecuencia de la HB*C.

Sáenz et al. (1980) clasificaron empíricamente su muestra en tres categorías según el color de la piel. Encontraron una mayor frecuencia de los genes HB*C y HB*S en los individuos catalogados como "negros", intermedia en los "mestizos" y baja en los "caucásicos". Puede concluirse, a priori, que sus tres grupos son híbridos con una segura ancestría negra; sin embargo, estos resultados deben tomarse con mucha cautela debido al criterio subjetivo de clasificación.

De igual modo, han sido objeto de estudio las talasemias (Sáenz et al. 1980, 1982, 1984 y 1985). En algunos casos descubiertos ha sido posible identificar su origen más probable mediante la genealogía del paciente. Sin embargo, la amplia distribución geográfica de genes talasémicos y la heterogeneidad genética, hacen difícil identificar el origen de un mutante particular, mediante los métodos tradicionales; especialmente porque las α y β talasemias son frecuentes en España, Italia, China y el continente africano, regiones que han contribuido con el origen de la población costarricense (Pelliecer y Casado 1970, Sáenz et al. 1985).

Otros sistemas génicos, estudiados en el país, son el locus de la Glucosa-6-fosfato deshidrogenasa (G-6-PD), el de la Haptoglobina y la variante MNS*SU del sistema MNS.

En un estudio a nivel nacional, Sáenz et al. (1980) encontraron más altas frecuencias de la deficiencia de la G-6-PD en las poblaciones con una mayor ancestría africana, es decir Limón y Guanacaste.

En el cantón de Santa Cruz, Guanacaste, fue posible detectar una frecuencia de $GdA^+ = 0.0480$, la variante deficiente africana $GdA^- = 0.184$, $GdB^+ = 0.9316$, $GdB^- = 0.0020$ y tres casos de variantes activas GdB^+ "lentas", cuya frecuencia está incluida dentro de GdB^+ para los efectos del cálculo (Sáenz et al. 1985).

En recién nacidos negros de Limón, se detectó un 5.4% de individuos con deficiencia en la G6PD eritrocítica (Sáenz et

al. 1984). En tanto, en la población de origen italiano del cantón de Coto Brus, Puntarenas, no se encontró ningún caso deficiente de esta enzima (Sáenz et al. 1982). Sin embargo, en estos últimos trabajos no se especificaron los genotipos involucrados.

El análisis electroforético del locus de la Haptoglobina ha proporcionado la siguiente distribución: $HP*1= 0.43$, $HP*2=0.57$. El fenotipo raro $HP 0-0$ apareció en el 0.2% de los casos (Marín-Rojas et al. 1979).

Finalmente, la variante S^U , característica de la raza negra, ha sido detectada en una persona guanacasteca de "tipo cholo" y en otra josefina de apariencia "caucásica" (Marín-Rojas 1985 a).

Esta revisión muestra como, en general, los trabajos publicados sobre proteínas y grupos sanguíneos de la población no indígena de Costa Rica, han sido pobremente estudiados desde una perspectiva genética. El análisis de este material, así como el examen de los datos históricos (sección anterior), sugiere la existencia de diferencias regionales y de carácter socioeconómico, en la composición étnica de los costarricenses. Este aspecto será profundizado más adelante.

I.3. ESTUDIOS DE MEZCLA RACIAL

*"El historiador explica el presente por el pasado,
en tanto el biólogo va inversamente,
de lo actual a lo ocurrido"*

Grassé 1977

Las razas son poblaciones mendelianas genéticamente distintas, cuyas diferencias se mantienen, al menos en parte, mediante separaciones geográficas, culturales o de otro tipo. La caracterización de las razas, como fenómeno biológico, está dada por el hecho obvio de que los miembros de la misma especie, que habitan diferentes partes del mundo, suelen ser visible y genéticamente diferentes. Tales poblaciones no están siempre separadas sino que, a menudo, se encuentran conectadas por transiciones graduales (Dobzhansky 1975).

Cabe mencionar que los términos "raza" y "grupo étnico" son usados en este trabajo indistintamente, con carácter operativo, y no peyorativo, para señalar grupos humanos que podrían ser distinguidos con base en sus frecuencias génicas particulares. En otras palabras, poblaciones diferentes porque tienen cierta constitución genética promedio¹ que difiere de otras. En el entendido, que una raza es una entidad taxonómica, más o menos arbitraria, utilizada exclusivamente como unidad de

(1) Gracias a la creciente acumulación de conocimiento sobre las complejas relaciones entre genes y ambiente, y respecto a los cambios culturales, a partir de 1951 y hasta el presente, los genetistas concuerdan en que hay un total desconocimiento respecto a la eventual existencia de diferencias mentales hereditarias entre las razas, y que los cruces entre razas no son biológicamente dañinos.

estudio biológico.

Antiguamente, las razas humanas eran alopátricas, estaban separadas en el espacio, al igual que aquellas de la mayor parte de animales y plantas que se reproducen sexualmente. La civilización originó una diversidad de fuerzas sociales que han hecho posible la coexistencia simpátrica y fusión generalizada, entre grupos de diferentes regiones del globo (Dobzhansky 1975, Lewontin 1984).

El paso de genes de una población a otra responde a muchas circunstancias: migración en masa, guerras, comercio, captura de esclavos, violación o simple vecindad (Lewontin 1984). La migración o flujo génico puede aumentar la variación genética de las poblaciones locales (Ayala 1980) y tener un marcado efecto sobre las frecuencias génicas (Jenkins 1986).

La mezcla racial constituye una de las formas más simples, disponibles para la investigación de los cambios microevolutivos, por lo que se han desarrollado una gran cantidad de métodos para cuantificar el proceso (Salzano 1982). Un objetivo común de todos estos es clarificar las afinidades históricas entre poblaciones, apuntando hacia el tiempo de origen de los híbridos. La mayoría de los estudios de mezcla en poblaciones humanas han usado los antígenos tradicionales y los marcadores electroforéticos. Sin embargo, el advenimiento de las polimorfismos de longitud en los fragmentos de restricción (RFLPs) y de las técnicas de secuenciación de ADN darán a las futuras investigaciones una mayor profundidad para detectar el

flujo génico entre poblaciones, de la que es posible con los actuales marcadores (Chakraborty 1986).

Bernstein sugirió el primer método general que hace posible estimar el grado de mezcla cuando se conocen las frecuencias génicas de los tipos iniciales. Si se mezclan dos poblaciones A y B contribuyendo la primera con una fracción M y la segunda con una proporción (1-M) en la mezcla, la frecuencia génica p_M de un alelo en la población mezclada será:

$$p_M = Mp_A + (1-M)p_B = p_B + M(p_A - p_B).$$

Ya que se conocen las tres frecuencias p_M , p_A y p_B , es posible estimar M mediante:

$$M = \frac{p_M - p_B}{p_A - p_B}$$

Esto se verifica para cualquier alelo y también en el caso multidimensional representado por todas las frecuencias génicas posibles (Cavalli-Sforza y Bodmer 1981).

Ottensouper sugirió que las proporciones con que contribuyó cada población ancestral en un híbrido actual pueden ser calculadas con mayor facilidad si se utilizan alelos que estén presentes en una de las poblaciones ancestrales y ausentes en la(s) otra(s) (Ottensouper 1962).

Por otra parte, las frecuencias génicas están sujetas a un error de muestreo, el cual está en función de la misma

frecuencia, por lo que el proceso de estimar M y su variancia, promediando los resultados a partir de todos los alelos conocidos, resulta complejo. Además, la comprobación de la validez de la estimación promedio es más compleja de lo que pudiera sugerir el simple método lineal propuesto por Bernstein (Cavalli-Sforza y Bodmer 1981).

Varios criterios deben ser reunidos, si se pretende obtener estimaciones confiables de la mezcla racial (Reed 1969):

1. Debe conocerse con exactitud la composición étnica de las poblaciones ancestrales.
2. No debe haber ocurrido ningún cambio en las frecuencias génicas de las poblaciones ancestrales respecto a sus modernos descendientes.
3. La mezcla debe ser el único factor que afecte las frecuencias de la población híbrida, o sea, que no halla ocurrido selección, mutación o deriva genética.
4. Debe haber disponibles muestras adecuadas (con un error estándar pequeño) de todas las poblaciones implicadas.

Según Reed (1969), prácticamente ninguno de los trabajos anteriores, sobre los negros norteamericanos, fue capaz de cumplir a cabalidad con todos los criterios mencionados, debido a la dificultad que ello implica. El mismo problema se ha presentado en estudios de poblaciones híbridas latinoamericanas. Solo a modo de ejemplo, se puede mencionar la estimación de mezcla racial en la ciudad de México (Lisker et al. 1986), donde en vez de utilizarse las frecuencias

caucásicas ancestrales de españoles fueron empleadas la citadas por Krieger et al. (1965), calculadas previamente por Saldanha (1962), para portugueses que migraron a Brasil.

Korey (1978) analizó los resultados obtenidos con seis métodos para cuantificar el proceso de mezcla racial mediante una simulación de computadora, considerando las situaciones cuando el número de poblaciones ancestrales eran dos o tres. El examen de los errores estándar de las estimaciones de mezcla indicaron que la solución de máxima verosimilitud propuesta por Krieger et al. (1965) ofrece los resultados más confiables, cuando el error de muestreo en las frecuencias ancestrales no es grande (Salzano 1982). Dicho método fue propuesto para estimar con exactitud la composición racial de una población, mientras se estudiaban poblaciones trihíbridas del noreste brasileño (Krieger et al. 1965). Este utiliza las frecuencias génicas de diversos sistemas polimórficos para hacer las estimaciones mediante Máxima Verosimilitud (M.V.).

Así, se considera un locus G con alelos G_1, G_2, \dots, G_N y se asume que W representa uno de los fenotipos de este locus, con una probabilidad

$$P(W) = \sum_{i,j=1}^N C_{ij} P_i P_j ,$$

aquí se toma en cuenta el número observado de individuos con

fenotipos W , y se supone que no existen matrimonios preferenciales, que los efectos de la selección son despreciables y que no ocurren errores en la determinación fenotípica, de acuerdo con la ley de Hardy-Weinberg. Donde:

$$\begin{aligned}
 C_{ij} &= 0 && \text{si } G_i G_j \text{ no está contenido en } W \\
 &= 1 && \text{si } i = j \text{ y } G_i G_j \text{ está contenido en } W \\
 &= 2 && \text{si } i \neq j \text{ y } G_i G_j \text{ está contenido en } W.
 \end{aligned}$$

En el caso de las poblaciones trihíbridas, p_{ix} , p_{iy} y p_{iz} son las frecuencias de G_i en las poblaciones ancestrales X , Y y Z respectivamente (asumiendo que son conocidas sin error), y despreciando la deriva genética y la selección, la frecuencia génica de la población híbrida será:

$$p_i = Xp_{ix} + Yp_{iy} + Zp_{iz} \quad (X + Y + Z = 1).$$

Obviamente, la lógica es semejante en el caso de las poblaciones dihíbridas.

A partir de la derivada parcial del logaritmo natural de $P(W)$ en relación con X , donde w es igual al número de alelos, se obtiene:

$$u_{X*} = \sum \frac{\delta \ln P(W)}{\delta p_i} \cdot p_{ix},$$

$$u_{y*} = \frac{\sum_N \delta \ln P(W)}{\delta p_I} \cdot p_{IY}$$

$$u_{z*} = \frac{\sum_N \delta \ln P(W)}{\delta p_I} \cdot p_{IZ}$$

Para aplicar la teoría de Verosimilitud Máxima se impone la restricción: $Z = 1 - X - Y$, y las derivadas parciales son así transformadas a:

$$u_{x*} = \frac{\sum_N \delta \ln P(W)}{\delta p_I} \cdot (p_{IX} - p_{IZ})$$

$$u_{y*} = \frac{\sum_N \delta \ln P(W)}{\delta p_I} \cdot (p_{IY} - p_{IZ})$$

Estas derivadas parciales, corresponden a los "escores" (estimados) de V.M. individuales por lo que, considerando todos los fenotipos de la muestra en estudio, los "escores" y cantidades de información totales serán:

$$U_x = \sum_w M_w \cdot u_x ; \quad U_y = \sum_w M_w \cdot u_y ;$$

$$K_{xx} = \sum_w M_w \cdot (u_x)_w^2 ; \quad K_{xy} = \sum_w M_w \cdot u_{xy} ; \quad K_{yy} = \sum_w M_w \cdot (u_y)_w^2 .$$

Los "escores" y las cantidades de información para todos los loci (no ligados) son aditivos. Así, dados los valores iniciales para X y para Y, se utiliza el método interactivo de Newton-Raphson (Elston 1969) para obtener estimaciones más exactas de las proporciones de mezcla racial,

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} K_{xx} & K_{xy} \\ K_{xy} & K_{yy} \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} U_x \\ U_y \end{bmatrix} .$$

Mediante una prueba de adherencia (χ^2), se puede examinar si han ocurrido grandes fluctuaciones en las frecuencias fenotípicas. De modo que la heterogeneidad de las estimaciones entre los loci puede ser utilizada para medir empíricamente la precisión de dichos estimados.

Menospreciando la incertidumbre involucrada en la cuantificación de las verdaderas proporciones de mezcla, varios investigadores han sugerido que la selección sobre un gen podría ser inferida de los valores de M que produce ese gen. Esto implica que se debe conocer el valor verdadero (no desviado) de M, al que se llama M_0 ; que el estimado M_e se calcula respecto al criterio dado, y que M_e es significativamente diferente de M_0 , y por lo tanto

razonablemente se sospecha que la selección es la causa de tal desviación (Reed 1969). A este respecto, la mayor controversia ha girado en torno al carácter de la Hb^s frecuente entre los habitantes de Africa Central y Occidental, así como en sus descendientes: los negros norteamericanos.

La distribución geográfica del polimorfismo de las células falciformes concuerda con las regiones de alta incidencia de malaria causada por Plasmodium falciparum. Se ha encontrado que los individuos heterocigotos con Hb^{A^s} experimentan una disminuida mortalidad y morbilidad respecto a los homocigotos normales en dichos ambientes. Por su parte, los homocigotos con Hb^s sufren de anemia severa por lo que tienen una desventaja selectiva muy importante. La mayor eficacia biológica de los heterocigotos sugiere que esta puede ser una de las causas principales que explican la existencia de dicho polimorfismo (Cavalli-Sforza y Bodmer 1981, Madrigal 1989).

Debido a que la mayoría de las poblaciones negras del nuevo mundo han estado viviendo por varias generaciones en ambientes carentes de malaria, es de esperar que haya desaparecido la ventaja selectiva que representaba el polimorfismo inestable de la Hb^s en el ambiente malárico africano. Así, la frecuencia del gen de la Hb^s en los negros norteamericanos de Georgia es menor de lo que se podría esperar a partir de la mezcla de genes con blancos. Los estimados de mezcla fueron calculados para varios genes observándose que el carácter Hb^s introduce una desviación, dando valores mucho más

altos de mezcla que los otros marcadores (Vogel & Motulsky 1989). Esto sugiere que en la ausencia de dicha enfermedad tropical, el carácter falciforme puede debilitar ligeramente la eficacia biológica de los heterocigotos (Cavalli-Sforza y Bodmer 1981).

Según se esperaba, ha sido observada una reducción en la frecuencia del gen de las células falciformes en los negros de Curazao, isla libre de malaria, mientras que los negros de Surinám tiene mayores frecuencias de Hb^S, a pesar de que ambos grupos tienen un origen similar en Africa. Solamente la población surinamense fue expuesta a la malaria, lo que persiste hasta la actualidad. Así, la selección contra los homocigotos de Hb^S, en ausencia de malaria, podría explicar estos resultados, lo que apunta en una dirección similar a lo obtenido en los negros norteamericanos (Workman et al. 1963, Blumberg & Hesser 1971).

También se ha sugerido que las mujeres con Hb^{A^S} tienen una mayor fertilidad que las mujeres de Hb^{AA}, lo cual contribuye así a la elevada frecuencia de Hb^S en ambientes con malaria. Aunque inicialmente los resultados fueron contradictorios, las conclusiones de Madrigal (1989), sugieren que la fertilidad diferencial no contribuye al mantenimiento del polimorfismo de la Hb^S. Esta investigación realizada en mujeres mayores de 40 años de Limón, Costa Rica, no permitió encontrar diferencias en la fertilidad entre mujeres homocigotas y heterocigotas. Este trabajo mostró que ambos grupos no tienen diferencias

significativas en el tamaño completo de la familia, en el número de embarazos, de nacimientos vivos ni de abortos.

En algunos estudios de poblaciones mezcladas, se ha argumentado la detección de selección natural para varios loci ABO, Hp¹, Gd^{A-}, T, Hb^S, Tf^{D1} (Parker y Bearn 1961, Roberts 1978, Saldanha 1957, Workman et al. 1963, Workman 1968), sin embargo, en todos ellos podrían invocarse también explicaciones alternativas plausibles.

Chakraborty (1986) ha sugerido que aquellos alelos y loci para los cuales existe evidencia directa de selección y asociación con enfermedades, tales como Hb^S, Gd^{A-}, HLA-A y HLA-B deberían ser evitados de los cálculos de mezcla; ya que tales factores afectan diferencialmente la dinámica del cambio en las frecuencias génicas en las poblaciones parentales e híbridas.

I.3.1. MEZCLA RACIAL EN AMERICA LATINA

*"A todo negro presente
yo le voy a aconsejar,
que combinen los colores,
que la raza es natural...
Todo negro pelo recio
con rubia se ha de casar,
para que vengan los hijos
con plumas de pavorreal"*

Cesar del Avila

Numerosos estudios han pretendido clasificar las poblaciones híbridas con base en marcadores, computando las distancias genéticas y/o estimando las proporciones de genes derivadas de los principales grupos étnicos. Entre las controversias más importantes sobre el origen híbrido de determinadas poblaciones, se ha escrito mucho sobre la proporción de genes caucásicos en los negros norteamericanos, la mezcla de los judíos con sus diversos vecinos "gentiles", y la ascendencia noruega de los islandeses (ver Chakraborty 1986 para una amplia revisión).

Otro proceso de mezcla que ha llamado poderosamente la atención de antropólogos y genetistas, ha tenido lugar en América Latina, como resultado de la expansión europea en el Nuevo Mundo durante los últimos quinientos años. Los criollos son una serie de poblaciones que existen como castas o clases en algunos de estos países. Surgen como resultado de la hibridación de los inmigrantes mediterráneos con los indígenas de Centro y Suramérica y, en algunos lugares, con negros de la

selva, surafricanos y bantúes (Dobzhansky 1966). Estas "razas" contribuyeron en diferentes proporciones, según el área geográfica y, algunas veces, según la clase social; por lo que la "raza" criolla o mestiza está lejos de ser homogénea (Roberts 1978).

Muchos estudios de grupos sanguíneos en los indios Latinoamericanos mencionan su mezcla pero solo unos pocos la miden. Sandoval y Henckel (1954) estimaron que los Mapuche tienen un 25% de genes de blancos. Spuhler en 1963, basándose en los datos de Matson & Swanson (1959) sobre las frecuencias génicas de indígenas Mayas y no-Mayas de México y Guatemala, encontró que la mezcla promedio era intermedia entre las frecuencias de las poblaciones parentales, amerindia y caucasoide (fide Roberts 1978).

Los estudios de varios grupos indígenas poco aculturados de México han mostrado que los Tlaxcaltecas presentan una alta proporción de mezcla con negros, a diferencia de los demás, donde esta es muy baja o inexistente (Lisker et al. 1988). Indígenas, supuestamente "puros", de la tribu Wapishana del norte de Brasil portan tanto como un 3% de genes extranjeros, mientras que los miembros no seleccionados de la tribu Caingang presentan una cantidad máxima de mezcla del orden del 19%. En estos estudios, se empleó el método de Szathmary y Reed considerado muy útil en la detección de bajas cantidades de mezcla (Salzano 1982).

En Costa Rica, ha existido mezcla entre los distintos

grupos indígenas desde tiempos precolombinos. Mediante evidencias arqueológicas, se conoce la influencia cultural de grupos mesoamericanos y suramericanos en la zona sur de la América Central (Cooke 1984). Después de la invasión española se mantiene la mezcla entre las distintas etnias amerindias como es el caso de los bribri y cabécar en Talamanca (Azofeifa 1987, Bozzoli 1979), y los bocota-sabanero en Veraguas, provincia de Chiriquí, Panamá (Barrantes et al. 1982). También prevalece la mezcla entre los pueblos amerindios y las poblaciones no indígenas, como es el caso del español en la Colonia y grupos de origen africano, que fueron traídos como fuerza de trabajo a las plantaciones de cacao y banano de los valles de Talamanca en el Atlántico Sur de Costa Rica y en la provincia de Bocas del Toro en Panamá (Barrantes et al. 1982).

En la actualidad, las poblaciones amerindias presentan distintos grados de mezcla con grupos de origen negroide y mestizo (Barrantes 1986). Sin embargo, este contacto se ha incrementado en la última mitad de este siglo, particularmente debido a la apertura de la Carretera Interamericana, al impacto producido por las actividades de las compañías bananeras y la emigración de mestizos a las regiones habitadas por los indígenas o por sus propios procesos migratorios (Barrantes 1993).

Los datos genéticos han mostrado la presencia de genes foráneos en la estructura genética de las poblaciones actuales, lo que indica la existencia de mezcla racial (Barrantes 1993).

Así, mediante el método de Szathmary y Reed, mencionado anteriormente, se ha estimado que las poblaciones con mayor mezcla son las huetar (max. 0.358 - min. 0.037) y boruca (max. 0.152 - min. 0.039), seguidas por la guatuso (max. 0.119 - min. 0.000). Estas poblaciones con asentamientos nucleados, son precisamente las más expuestas al contacto con sociedades no indígenas. Las tribus bribri, cabécar, guaymí, y teribe, presentan una mezcla baja o moderada, en tanto que los estudios demográficos sugieren que dicha mezcla es, generalmente baja, pues muchos de los genes toráneos están localizados en ciertos núcleos familiares, los cuales no se han cruzado intensamente con el resto de la población (Barrantes 1993).

El estudio de Firschein (1961) sobre los negros del Caribe estimó que ellos tienen de 6 a 10% genes amerindios, pero esencialmente se parecen a los negros de África Occidental. Alvarez, en 1951, estudiando las frecuencias de los grupos ABO, MN, y Rh(D) en varias áreas de República Dominicana, llamó la atención sobre la evidencia de ancestría indígena en esta población, tradicionalmente considerada como una mezcla de negros y europeos (fide Roberts 1978).

La población cubana se originó, principalmente, por la mezcla de españoles y negros africanos, cuya contribución relativa ha sido medida por Gonzalez et al. (1976). El grupo caucásico presentan un 5% de genes africanos, los mulatos que representan el 43% de la población tienen un 53% de ancestría mediterránea, y los negros portan un 13% de genes europeos

(Cuadro 5 a). Esto demuestra que en la isla ha existido un abundante flujo génico en ambas direcciones, a diferencia de lo ocurrido en Estados Unidos, donde el paso de genes de negros a blancos se ve interferido por una fuerte barrera psicológica (Lewontin 1984). Por su parte, Saha & Samuel (1987) encontraron que los negros de Trinidad tienen un 25% de genes caucásicos.

Da Silva (1948) publicó un estudio sobre mezcla en mulatos del estado de Maranhao usando las frecuencias de ABO y RH*D, en el cual utilizó a los blancos y negros locales como las poblaciones parentales y estimó que los mulatos tenían un 55% de genes "blancos". Culpi & Salzano (1984) encontraron que la mitad de los genes de los negros de Curitiba, ciudad del sur de Brasil, podrían tener un origen europeo, mientras que las personas clasificadas como blancas podrían tener entre un 3 y un 19% de ancestría africana (Cuadro 5 a). El estudio de Saldanha (1957) acerca de los mulatos brasileños se basó en los grupos ABO, Rh, MN, Di y en el carácter gustador en poblaciones de varias áreas. El encontró un promedio brasileño de 40% de mezcla blanca en los negros y un ámbito de 35 a 55%.

Castro de Guerra et al. (1994) estimaron, mediante el uso de 10 sistemas génicos informativos, que la composición étnica del pueblo de Panaquire, estado de Miranda, Venezuela, es 53% negroide, seguido del 36,5% amerindio y en último lugar caucasoide (10,5%). Esto permitió llamar la atención sobre la importancia del flujo génico entre los esclavos negros y los

CUADRO 5.a. Estimados de mezcla racial en varias poblaciones afroestizas de América Latina.

POBLACION	ESTIMACIONES DE MEZCLA			LOCI	METODO	CITA
	NEGRO	INDIO	BLANCO			
BRASIL						
S- Paraná (Curitiba)						
-negros	49	-	51	3	O	(1)
N- (Belém)						
-mulatos medios	20	27	53	8	K	(2)
-negros	54	22	24	8	K	(2)
NE- (Natal)						
-mestizos	27	18	55	8	K	(2)
CUBA						
-mulatos	47	-	53	8	CS	(3)
-negros	87	-	13	8	CS	(3)
JAMAICA	81.9	-	18.1	2	GL	(4)
TRINIDAD	75	-	25	6	B	(5)
VENEZUELA (Panaquire)						
-negros	60.0	28.4	11.5	10	CH	(6)

Nota: métodos de estimación de mezcla (B) Bernstein, (CS) Cavalli-Sforza y Bodmer, (CH) Chakraborty, (GL) Glass y Li, (K) Krieger, (O) Ottensooser.
 Fuentes: (1) Culpi & Salzano 1984, (2) Salzano 1982, (3) González et al. 1976, (4) Gibbs et al. 1972, (5) Saha & Samuel 1987, (6) Castro de Guerra et al. 1994.

CUADRO 5.b. Estimados de mezcla racial en varias poblaciones euromestizas de América Latina.

POBLACION	ESTIMACIONES DE MEZCLA			LOCI	METODO	CITA
	NEGRO	INDIO	BLANCO			
BRASIL						
S- Paraná (Curitiba)						
-blancos	5	-	95	1	SR	(1)
N- (Belém) X -	24	22	54	8	K	(2)
-blancos	14	15	71	8	K	(2)
NE- (Natal) X	25	17	58	8	K	(2)
-blancos	20	13	67	8	K	(2)
NE- NORDESTE -	30	11	59	18	K	(3)
-	34	18	48	5	O	(4)
CUBA -blancos	5	-	95	8	CS	(5)
MEXICO						
Campeche (El Carmen)	28.4	43.2	28.4	8	K	(6)
Coahuila (Saltillo)	7.3	54.7	38.0	7	K	(7)
Guanajuato (León)	8.4	51.3	40.3	7	K	(7)
México City -	5.2	54.7	40.1	6	K	(8)
-	7.1	25.2	67.6	5	K	(8,9)
N. León (Monterrey)	-	29.9	70.1	6	AW	(10)
Puebla	10.7	56.3	33.0	8	K	(11)
Oaxaca	1.8	67.6	30.6	7	K	(7)
Tabasco (Paraiso)	21.7	47.4	30.9	8	K	(6)
Tlaxcala	7.9	76.2	15.9	15	K	(12)
Veracruz (Veracruz)	25.6	39.4	35.0	8	K	(6)
(Saladero)	30.2	38.6	31.2	8	K	(6)
(Tamiahua)	40.5	30.7	28.8	8	K	(6)
Yucatán (Mérida)	5.9	51.2	42.9	7	K	(7)
CHICANOS - ESTADOS UNIDOS						
Arizona	2.2	29.9	67.9	8	E	(13)
California (L.Angeles)	-	16.6	83.4	1	E	(13)
Texas (San Antonio)	-	34.4	65.6	9	E	(13)
URUGUAY						
Montevideo	23	13	64	7	K	(14)
Tacuarembó	22	19	58	7	K	(14)

Nota: métodos de estimación de mezcla (AW) Adams & Ward, (CS) Cavalli-Sforza y Bodmer, (E) Elston - Long & Smouse, (K) Krieger, (O) Ottensooser, (SR) Szathmary y Reed.

Fuentes: (1) Culpi & Salzano 1984, (2) Salzano 1982, (3) Krieger et al. 1965, (4) Saldanha 1962, (5) González et al. 1976, (6) Lisker and Babinsky 1986, (7) Lisker et al. 1990, (8) Lisker et al. 1986, (9) datos de Tiburcio et al. 1978 analizados por Lisker et al. 1986, (10) Cerda Flores y Garza-Chapa 1989, (11) Lisker et al. 1988, (12) Crawford et al. 1976, (13) Long et al. 1991, Sans et al. 1993.

pueblos indígenas de "encomiendas" de la zona; en tanto que el aporte de los fundadores, españoles de las islas Canarias, estuvo acorde con lo esperado, a partir de los datos histórico-demográficos.

Tiburcio et al. (1978) encontraron un 1.4% de ancestros negros, 27.6% indígenas y 70% blancos en una muestra colegial de la Ciudad de México, utilizando cuatro antígenos sanguíneos y cinco proteínas estructurales. Garza-Chapa (1983) utilizando los resultados de Arteaga et al. (1952) sobre ABO y Rh(D) de la misma ciudad obtuvo resultados semejantes. Lisker et al. (1986) encontraron proporciones ancestrales de 2.93% negros, 56.22% indígenas y 43.84% blancos en estudiantes universitarios de la ciudad de México (Cuadro 5 b). Casi el casi 3% de ascendencia negra resultó mayor de lo comúnmente aceptado para el acervo genético mejicano fuera de las áreas costeras. Estos últimos autores consideran que sus resultados son más indicativos de los grandes grupos mestizos de la ciudad, ya que posiblemente ambos hallaron estratos sociales diferentes.

El efecto de las clases sociales, en México, es mostrado por Garza-Chapa (1983) en el estudio de varios grupos de Monterrey, al noreste del país. Allá, los pacientes de hospitales privados tuvieron alrededor de un 90% de mezcla española, mientras que los donantes de sangre solamente 58%.

Lisker et al. (1988) calcularon que los habitantes de la ciudad de Puebla portan un 10.7% de genes "negros", 56.3% amerindios y 33.0% caucásicos (Cuadro 5 b). Los autores

argumentan que la estimación de la ancestría negra podría ser artificialmente alta, por lo que prefieren tomarla como tentativa, a pesar de no estar en discordancia con los datos históricos sobre la composición racial temprana de la ciudad. Estos resultados apoyan la idea de que la alta frecuencia de mezcla negra en Tlaxcala ($\approx 8\%$) se debe al flujo génico desde Puebla.

Nuevos estudios en varias ciudades y pueblos de los estados mejicanos de Campeche, Coahuila, Guanajuato, Oaxaca, Tabasco, Veracruz y Yucatán (Lisker et al. 1990, Lisker and Babinsky 1986); así como en los chicanos (mejicano-americanos) de Arizona, California y Texas (Long et al. 1991), muestran diferentes proporciones de ancestría indígena, caucásica y africana (Cuadro 5 b). La preponderancia de alguno de estos componentes depende del área y, probablemente, de la clase social, como parece ser el caso de Monterrey (Garza-Chapa 1983, Cerda-Flores y Garza-Chapa 1989) y Ciudad de México (Lisker et al. 1986).

Los principales estudios de las poblaciones trirraciales se han realizado en Brasil. El estudio de Da Silva (1949) sobre la mezcla blanco-indio en el sur del Mato Grosso intentó determinar la cantidad de mezcla en varias villas, basado únicamente en ABU y $Rh(D)$. Para los fines del cálculo, las frecuencias caucásicas y amerindia fueron aquellas de las población blanca e indígena del área. Él apuntó que los "blancos" eran realmente en parte indios, como lo muestra su

elevada frecuencia de ABO*O. Ottensooser (1962) fue el primero en computar la mezcla en tres poblaciones brasileñas usando, según su método, el alelo RH*cDe común entre los negros africanos, cde de los blancos e ABO*O de los indígenas. Saldanha (1962) siguió el mismo método pero usó Di como marcador amerindio, al estudiar la población del nordeste. De igual modo, Krieger et al. (1965) calcularon la mezcla en el nordeste, pero empleando un método distinto (revisado con amplitud en la sección anterior), lo que condujo a la obtención de proporciones ancestrales diferentes. En este último, se asignó un fenotipo a cada individuo y se calculó la ancestría para cada clase, con lo que se obtuvo una amplitud desde "blanco" con un 17% negro y 11% indio, a "negro" con 5% indio y 27% blanco. Las otras clases resultaron intermedias (Cuadro 5 b).

Mediante el método de Krieger et al. (1965), han sido estudiadas muestras de la ciudades de Natal y Belém, respectivamente al norte y noreste de Brasil. Los resultados han permitido concluir sobre la relatividad del concepto de que una persona es "blanca", ya que en la ciudad de Natal las cifras de mezcla son muy cercanas para los "blancos" y mestizos. Esta situación resulta válida para otras poblaciones latinoamericanas (Culpi & Salzano 1984, Garza-Chapa 1983). La idea de que las poblaciones neobrasileñas, de la cuenca del Amazonas, han recibido mucho menor influjo de genes negros, no es confirmada por los datos de Belém, los cuales muestran casi

la misma frecuencia estimada de ancestría africana que en Natal. Además, el locus Gm mostró su utilidad para la cuantificación de la mezcla (Cuadro 5 b), ya que son muy similares los valores obtenidos cuando se usa solamente Gm o este sistema más otros siete (Salzano 1982).

Recientemente, Dutra et al. (1994) realizaron estimaciones de mezcla racial en 22 diversas regiones de América Latina. Se basaron únicamente en los sistemas sanguíneos ABO y Rh obtenidos de muestras hospitalarias de madres de recién nacidos, por medio del estudio colaborativo latinoamericano de malformaciones congénitas (ECLAMC) durante el período 1982-1991. Si bien este estudio debe ser tomado con cautela, ya que dichos sistemas génicos no son los más informativos, su resultados son interesantes. Los autores encontraron que la contribución de cada grupo racial (caucasoide, amerindia y negra) en la composición de estas poblaciones urbanas es, cuantitativamente, diferente. En algunas regiones, el proceso involucra los tres grupos, pero la contribución de la raza negra está ausente en algunas otras. Así, las proporciones estimadas para el componente caucasoide oscilaron entre próximas al 0% (Barranquilla- Colombia) a 74% (Porto Alegre- Brasil). El elemento amerindio varía entre 4% (Ribeirao Preto- Brasil) y 83% (La Paz- Bolivia). La contribución negra varía de 0% (Lima- Perú; Maracaibo y Ciudad Ojeda- Venezuela; Córdoba, Mendoza y Esquel- Argentina; Neiva- Colombia; Florianópolis- Brasil) a 84% (Barranquilla- Colombia) (Dutra et al. 1994). De

acuerdo con los autores, sus datos, de una manera general están conformes con los mostrados en la literatura científica con la excepción de Santiago de Chile, que aparece con una significativa contribución negra (23%) incompatible con su historia (Dutra et al. 1974).

I.3.2. MEZCLA RACIAL EN POBLACIONES HIBRIDAS DE COSTA RICA

*"Punze a un costarricense
y le brinca la sangre de indio"*
Ricardo Jiménez Oreamuno

La población general de Costa Rica es una excelente unidad para los estudios genéticos, ya que el país es lo suficientemente pequeño como para hacer posible obtener a la vez un panorama global y de sus pequeñas divisiones geográficas (Roberts 1978). La población costarricense moderna tiene una historia de ascendencia trihíbrida (Meléndez 1985, Roberts 1978, Thiel 1902) e incluye grupos de varios orígenes. A pesar de que un planeamiento histórico sostiene que Costa Rica es uno de los pocos países latinoamericanos donde predomina la "raza blanca" (Fernández Guardia 1957), y que oficialmente se promueve el país con frases como: "Casi todos los costarricenses son descendientes de europeos (principalmente de España) a diferencia de los nativos de otros países en América Central" (ICT 1990).

El único intento serio de estimar el grado de mezcla racial en la población costarricense con marcadores genéticos, fue el

trabajo de Roberts (1978). Ella trató de explicar la composición de la población actual a partir de datos históricos, frecuencias de los grupos sanguíneos y algunos caracteres morfológicos. Encontró que las provincias del interior son similares entre sí, que ambas costas son parecidas por el hecho de mostrar un mayor porcentaje de caracteres indígenas, y que la costa Atlántica es más negroide. El área rural es, ligeramente, más indígena que la urbana en los grupos sanguíneos, mientras que la frecuencias de estos no difieren por estrato social ni por grupo fenotípico. Todas sus fuentes concuerdan en el acervo tri-racial de la población, caucasoide europea, amerindia y negra africana occidental. Pero los grupos sanguíneos indicaron mayor ancestría negra (48%) que la historia y la morfología (8%).

Sin embargo, este trabajo tiene varias limitaciones teóricas y metodológicas, a saber:

1. Aplicar un método muy general de estimación de la mezcla.
2. El hecho de utilizar únicamente el locus ABO y los alelos RH*D y RH*d del Sistema Rhesus, los cuales no son los más informativos.
3. Un análisis preliminar, usando los datos de Roberts (1978), nos ha permitido detectar la presencia de una alta heterogeneidad entre los sistemas, lo que podría invalidar el modelo estadístico de mezcla racial. Los valores esperados son menores que los encontrados en los fenotipos con el alelo ABO*B, lo que provoca un aumento en la estimación del

componente de mezcla negra.

Krieger (comunicación personal, 11/05/1990) ha sugerido otras posibles causas:

4. Que la alta frecuencia observada del grupo B, puede deberse a una sobreestimación de dicho alelo por el uso de antisueros que reaccionen también con otros alelos del sistema ABO, por ejemplo con A_2 , o con individuos AB, de modo que, parte de la frecuencia de los alelos del grupo ABO*A, fuera incluida dentro de la frecuencia del alelo ABO*B, por inespecificidad del antisuero anti-B. Es bien conocido que los sueros policlonales utilizados hasta la década de los 80 son inespecíficos en mayor o menor grado (Clausen & Hakamori 1989), lo que sirve de apoyo a esta sugerencia.

5. Además, el efecto depresivo del gen ABO*B sobre los alelos débiles de ABO*A, fenómeno bien documentado en el país (Marín Rojas 1985 b y 1985 c).

6. Sumado a una técnica escasamente sensible como el método de lámina y/o a un antisuero anti-A poco específico, podría haber incrementado artificialmente la frecuencia del grupo B.

Otra posible fuente de error está ligada a la naturaleza de la muestra utilizada por Roberts (1978), pues:

7. Sus datos son obtenidos a partir de la acumulación del trabajo rutinario de varios centros de salud y no de un estudio previamente planeado, lo que trae como implicaciones:

(a) Posibles casos repetidos (Echandi 1953).

(b) El uso de dos métodos de tamizaje con diferente

sensibilidad, con predominio del menos preciso (ver Lizano y Sandí 1980).

(c) El posible aumento del error humano en la identificación de los grupos, dada la participación de diferentes personas en distintos laboratorios a lo largo de una década.

Por todo esto, los resultados de Roberts (1978) deben ser tomados con mucha cautela.

Surge entonces el imperativo de revisar el problema, haciendo uso de una adecuada metodología y de una batería de marcadores genéticos altamente informativos.

En general, los métodos para estimar la mezcla han tenido una utilidad práctica al proporcionar una actitud crítica cuando los resultados de los estudios de mezcla no están completamente de acuerdo con las nociones de origen de ciertos grupos poblacionales.

Resulta claro que las teorías de genética poblacional pueden contribuir en la comprensión de la magnitud de la tasa y la antigüedad histórica de la mezcla en poblaciones humanas, cuando están debidamente acompañadas con un profundo análisis de los materiales históricos y arqueológicos. Aparte de las implicaciones evolutivas de la mezcla genética, las poblaciones híbridas ofrecen un valioso analogo de experimento natural que podrá ser usado en el entendimiento del papel de lo genético versus lo ambiental en la etiología de enfermedades complejas. De este modo, tales métodos también podrán encontrar

aplicaciones fructíferas en el dominio de la antropología
médica y la genética epidemiológica (Chakraborty 1986).

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL:

Analizar la estructura genética de la población costarricense y estimar la magnitud del aporte de cada etnia involucrada en el proceso de mezcla, mediante marcadores genéticos, tomando en cuenta, además, la variación regional y socioeconómica.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 1.4.2.1. Revisar críticamente el material publicado sobre marcadores genéticos de la población de Costa Rica.
- 1.4.2.2. Caracterizar la estructura genética de la población costarricense, utilizando marcadores genéticos cualitativos.
- ✕1.4.2.3. Analizar la variación de dicha estructura poblacional en términos de ubicación geográfica y condición socioeconómica.
- ✕1.4.2.4. Estimar, mediante el análisis de las frecuencias génicas, el aporte de cada grupo étnico ancestral en la constitución de la población costarricense, en general, por ubicación geográfica y por condición socioeconómica.
- 1.4.2.5. Explorar la posible influencia, mediante el análisis apropiado de las frecuencias génicas, de la selección natural y la migración.

II. MATERIALES Y METODOS

II.1. ESTIMACION DE LAS FRECUENCIAS GENICAS ANCESTRALES

Las frecuencias génicas ancestrales de los Amerindios fueron obtenidas mediante la ponderación por tamaño de muestra de las actuales etnias indígenas de Costa Rica (ver Apéndice III); ya que no existen estudios históricos sobre el aporte relativo de cada etnia indígena al proceso de mezcla. Además, las etnias Huetar y Chorotega, las cuales recibieron el mayor impacto de la colonización española, fueron prácticamente aniquiladas como grupo. Las frecuencias génicas ancestrales caucasoides se estimaron a partir de las frecuencias regionales de España (ver Apéndice III), ponderado por área de procedencia de los conquistadores y colonizadores establecidos en Costa Rica durante la colonia (Figura 6, Apéndice III). El estimando de las frecuencias génicas ancestrales promedio de Africa Occidental (ver Apéndice III), se obtuvo ponderando regionalmente de acuerdo con las proporciones de origen en la zona de extracción de los esclavos importados a Costa Rica durante el periodo colonial (Cuadro 2).

II.2. POBLACION Y MUESTRA

Costa Rica tenía en 1992 una población aproximada de 3 029 746 habitantes (Biosca 1992).

La muestra analizada incluye dos fuentes, denominadas: (Serie A) Datos de 2196 individuos adultos provenientes de todo

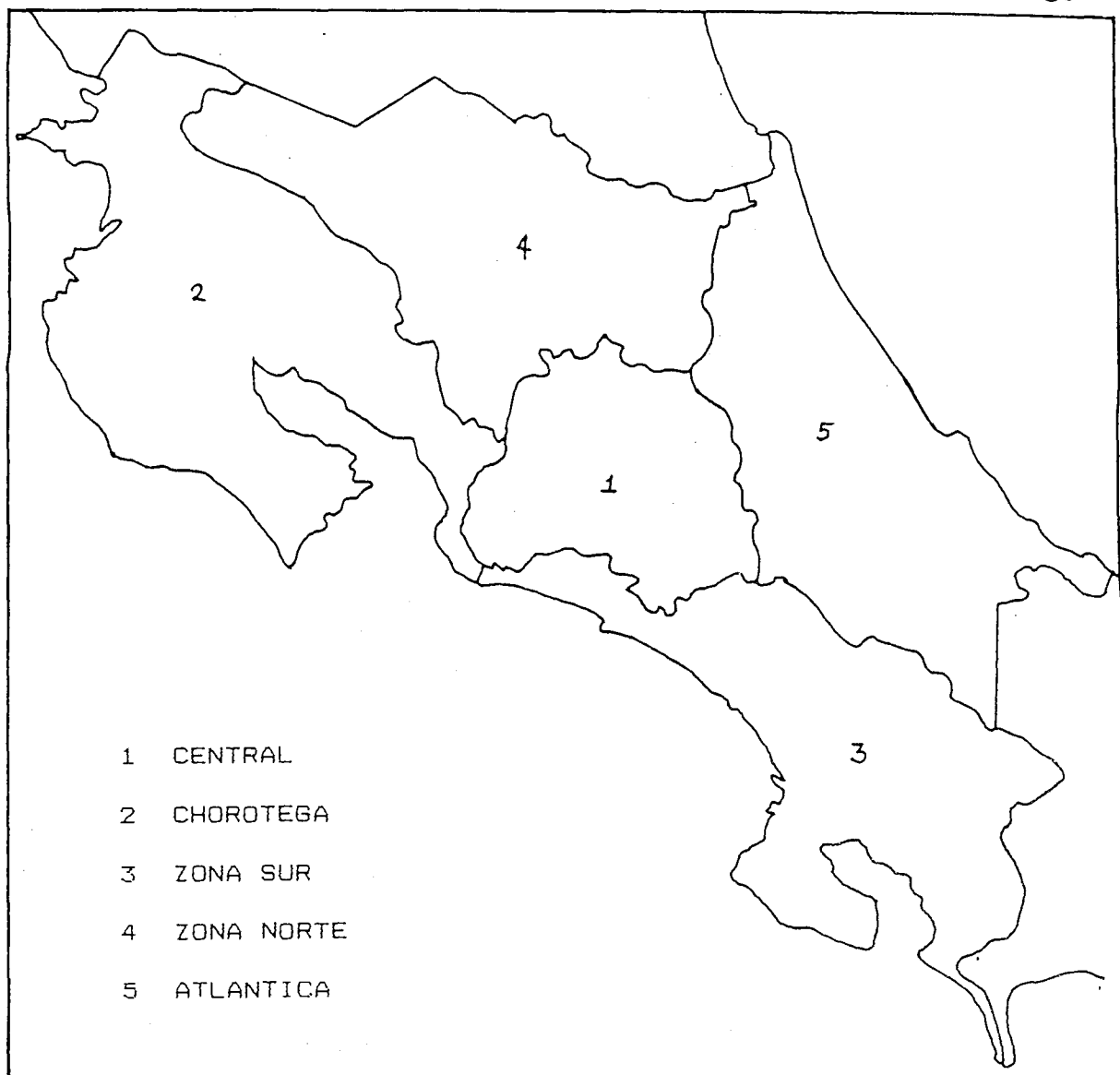


FIGURA 9. Regiones geográficas de Costa Rica, atendiendo a los límites de la división territorial política.

el país, no emparentados, que fueron examinados en el Departamento de Ciencias Forenses de la Corte Suprema de Justicia. (Serie B) Datos de 1658 individuos colectados en varias poblaciones de la zona norte, zona sur, y las provincias de Guanacaste y Limón. Fueron examinados en el Instituto de Investigaciones en Salud (INISA) de la Universidad de Costa Rica. Los sitios de colecta son indicados en la figura 9.

Se dispuso además de los datos de la cédula de identidad de la mayoría de los sujetos. Este documento contiene información sobre: el lugar y fecha de nacimiento, sexo y profesión u oficio individual.

II.3. REGIONALIZACION

Costa Rica está situado en la parte meridional del istmo centroamericano (8°-11°15' Norte, 82°30'-86° Oeste), tiene un área de 51.100 Km². La distribución de la población es desigual, la mayor parte de los habitantes se asientan en la zona del Valle Central, seguida por la región del Pacífico Norte y la del Pacífico Sur. Las tierras de clima muy caluroso e insalubre, como las del Caribe, son las de menor densidad (Biosca 1992). Atendiendo a razones histórico-geográficas se dividió el país en cinco regiones: Atlántica, Central, Chorotega, Norte y Sur. Se utilizó aquí los límites políticos de los Cantones (unidades administrativas de tamaño intermedio) contenidos principalmente en cada región, los cuales no siempre corresponden con las barreras naturales que separan dichas

regiones (Figura 9).

Los individuos cuyo cantón de nacimiento era conocido, fueron agrupados regionalmente (Cuadro 6).

CUADRO 6. Tamaño de la muestra estudiada por región geográfica y algunos datos demográficos de cada área.

REGION DE NACIMIENTO	NUMERO DE INDIVIDUOS (%)	PROPORCION DE* POBLACION/REGION	DENSIDAD* hab/Km ²
Central	1311 (60.53 %)	.596	248.96
Chorotega	451 (20.82 %)	.128	23.72
Zona Sur	200 (9.23 %)	.103	23.54
Zona Norte	104 (4.80 %)	.078	17.82
Atlántica	100 (4.62 %)	.095	20.73

Nota: Se incluye únicamente aquellos individuos cuyo cantón de nacimiento es conocido.

Fuente: (*) Costa Rica (1984).

II.4. CLASIFICACION SOCIOECONOMICA

En Costa Rica los datos sobre el ingreso individual no son accesibles, sin embargo, la profesión y la escolaridad son indicadores aceptablemente buenos del nivel de ingresos. Por esta razón, los individuos fueron agrupados en estratos socioeconómicos según la profesión u ocupación indicada en la cédula de identidad. Las respectivas ocupaciones fueron clasificadas, mediante adaptación del Código de Ocupaciones del Censo Nacional (Costa Rica 1984) al patrón sugerido por el manual del ECLAMC (1977), como (1) obreros no-calificados, (2) obreros calificados, (3) obreros independientes, (4) empleados en general, (5) empleados con secundaria completa o educación

para-universitaria, (6) patronos, (7) profesionales o ejecutivos con educación universitaria completa, y (8) empresarios de alto nivel. El detalle de las ocupaciones contenidas en cada categoría aparece en el Apéndice VI. Un total de 943 personas fueron agrupadas en ocupación (0) "No especificada", cuando en sus cédulas se indicaba "Estudiante", "Jubilado", o "Ama de Casa", pues esta categorías no permiten estratificación socioeconómica alguna. La clasificación Socioeconómica de los individuos con ocupación conocida es mostrada en el Cuadro 7.

CUADRO 7. Distribución de la muestra estudiada según ocupación y estrato socio-profesional. Se adjunta el ingreso mínimo legal de cada ocupación.

ESTRATO	OCUPACION	No. de INDIVIDUOS y PORCENTAJE	INGRESO MINIMO LEGAL*

BAJO			
	Obrero No-Calificado	77	¢ 22959-25402
	Obrero Calificado	275	¢ 24414-30056
	Empleado General	148	¢ 22959-24414
		(36%)	
MEDIO			
	Empleado Sec. Completa	271	¢ 30608-45644
	Obrero Independiente	295	± ¢ 35230
	Patrón	135	¢ -
		(50%)	
ALTO			
	Profesional o Ejecutivo	158	¢ 45846-60716
	Empresario	38	¢ -
		(14%)	

Nota: Se incluye únicamente aquellos individuos cuya profesión u ocupación es conocida.

Fuente: (*) La Gaceta, 16 de junio de 1993, No. 135, Alcance No. 29, año CXV. pp 1-4.

II.5. SISTEMAS GENETICOS EXAMINADOS

Este trabajo se basa en datos de los grupos sanguíneos y las proteínas del suero de la población de Costa Rica.

Las caracterizaciones del Departamento de Ciencias Forenses, incluyeron los polimorfismos: ABO, Rh, MNSs, Duffy, Kell, Kidd, Secretor, P, Lewis, Diego, Lutheran y Haptoglobina. Fueron realizadas según los métodos descritos por Marín (1979). Las determinaciones del INISA, fueron realizadas de la forma descrita en Barrantes et al. (1982), e incluyeron los sistemas: ABO, Rh, MNSs, Duffy, Kell, Haptoglobina, Ceruloplasmina y Transferrina.

Sin embargo no todos los sistemas fueron examinados para todos los individuos, por lo que el tamaño de muestra varía entre sistemas.

II.6. DESCRIPCION DE LA BASE DE DATOS

Los datos genéticos y demográficos fueron codificados (Apéndice IV) y almacenados en la base de datos PADRES.BDF. La entrada de los datos se efectuó con el programa de captura PADRES.PRG (Apéndice V). Ambos manejados desde el Paquete FOXBASE.

II.7. ORIGEN ETNICO

Todos los individuos estudiados eran costarricenses por nacimiento, lo que implica que debieron haber nacido dentro del territorio nacional o que al menos uno de sus padres era a su

vez costarricense, por nacimiento o naturalización. Un total de 2235 (95,7%) de los individuos tenían ambos apellidos hispanos lo que se remonta a un origen en la época colonial, 94 (4%) tenían un apellido hispano y el otro no-hispano y tan solo 8 (0,3%) tenían ambos apellidos de origen no-hispano. Estos últimos incluye apellidos de origen anglo-afrocaribeño, italiano, chino, francés, alemán, filipino; probablemente representan la influencia de las oleadas migratorias de finales del siglo XIX y siglo XX (Chaves Camacho 1969, Schmidt 1979).

II.8. ANALISIS

Las frecuencias génicas fueron calculadas mediante el método de máxima verosimilitud y las desviaciones del equilibrio de Hardy-Weinberg (HW) fueron probadas para cada región, estrato socioeconómico y sistema, y para la muestra completa. Se utilizó el programa ALFA del paquete GENIOC del Instituto Oswaldo Cruz de Río de Janeiro, Brasil, gentilmente suministrado por el Dr. H. Krieger.

Los cálculos de mezcla racial fueron realizados bajo un modelo trihíbrido acorde con los postulados históricos (Thiel 1902, Meléndez 1982 y 1985). Las estimaciones fueron realizadas para cada región, estrato socioeconómico y para la muestra completa mediante el método de máxima verosimilitud (Krieger et al. 1965). Se utilizó el programa "MISTURA" para poblaciones trihíbridas, del mismo paquete "GENIOC".

Para los cálculos de carácter regional y socioeconómico,

los individuos fueron agrupados según su cantón de nacimiento, cuando esta información era disponible. Los datos fueron clasificados según la región, estrato socioeconómico y sistema genético.

En aquellos casos en que el tamaño de la muestra no superó los 50 individuos, las respectivas estimaciones no fueron realizadas.

III. RESULTADOS

III.1. ESTRUCTURA GENETICA DE LA POBLACION DE COSTA RICA

Las frecuencias fenotípicas y genotípicas de los diferentes sistemas estudiados, aparecen listados en el cuadro 8. El locus de la Albúmina (ALB) no es polimórfico en esta muestra, de 1574 individuos (298 Norte, 344 Sur, 513 Chorotega, 420 Atlántico), solo una variante fue detectada en la zona Sur.

De las 77 pruebas de chi cuadrado realizados a nuestros datos, solamente 7 indicaron desviaciones respecto al equilibrio de Hardy-Weinberg. Los problemas específicos fueron mencionados en las notas al pie de página de cada cuadro. Sin embargo, cada vez que una región aparece en desequilibrio el promedio nacional lo hace también.

Las estimaciones de las frecuencias génicas de las principales poblaciones ancestrales a la población novohispana actual de Costa Rica aparecen en el Cuadro 9, a saber amerindios, africanos occidentales y caucásicos (en especial españoles). La utilización de las frecuencias génicas actuales de España como frecuencias ancestrales, y un promedio ponderado del área de extracción de esclavos en Africa, arrojó valores globales de mezcla semejantes. Por lo que se optó por utilizar las estimaciones aquí presentadas, aquellas que involucran el factor histórico.

Cuadro 8.a. Estimación de las frecuencias génicas y fenotípicas de grupos sanguíneos en la población de Costa Rica.

Sistema	Fenotipos	Observado	Alelo	Frecuencia	Error Estandar	X ² (H.W.)	g.l.
ABO	A1	636	ABO*1	.17344	.00602	0.117	1
	A2	72	ABO*2	.02235	.00259		
	B	267	ABO*4	.07689	.00411		
	AB	56	ABO*0	.72732	.00716		
	O	1154					
Diego	DI*a(+)	6	DI*1	.00886	.00354	0.	0
	DI*a(-)	334	DI*2	.99114	.00354		
Duffy	FY*a	532	FY*1	.42025	.00832	13.447 *	1
	FY*ab	934	FY*2	.47898	.00861		
	FY*b	673	FY*X	.10077	.00719		
	FY*	33					
Kell	KEL*K	2	KEL*1	.01704	.00197	3.329	1
	KEL*Kk	67	KEL*2	.98296	.00197		
	KEL*k	2014					
Kidd	JK*a(+)	1497	JK*1	.51884	.00993	0.	0
	JK*a(-)	451	JK*2	.48116	.00993		
Lewis	LE*(+)	514	LE*1	.44652	.01530	0.	0
	le*(-)	227	le*2	.55348	.01530		
Lutheran	LU*a	5	LU*1	.04833	.02084	0.	1
	LU*a(-)	48	LU*2	.95167	.02084		
MNSs	MS	157	MNS*1,3	.26156	.00731	17.568	5
	Ms	246	MNS*1,4	.32953	.00764		
	NS	21	MNS*2,3	.09498	.00534		
	Ns	233	MNS*2,4	.31392	.00745		
	MSs	354					
	MSs	108					
	MNS	136					
	MNs	457					
	MNSs	456					
P	P1(+)	1507	P*P1	.50351	.00970	0.	0
	P2+p	493	P*P2+p	.49649	.00970		
Rhesus	CDEe	20	CDE(Rz)	.01005	.00184	3.824	5
	CDe	406	CDe(R1)	.42009	.00790		
	CcDE	10	cDE(R2)	.22552	.00647		
	CcDEe	413	cDe(Ro)	.16251	.00817		
	CcDe	622	cde(r)	.23059	.00934		
	cDE	124	Cde(r')	.00844	.00282		
	cDEe	332	cdE(r'')	.00281	.00153		
	cDe	122					
	cdEe	3					
	cde	112					
	Ccde	9					
Secretor	Se(+)	1760	SE*1	.61515	.01015	0.	0
	se(-)	306	se*2	.38485	.01015		

Nota: (*) en desequilibrio de Hardy-Weinberg

Cuadro 8.b. Estimación de las frecuencias génicas y fenotípicas de grupos sanguíneos en la Región Central de Costa Rica.

Sistema	Fenotipos	Observado	Alelo	Frecuencia	Error Estandar	$\chi^2(H.W.)$	g.l.
ABO	A1	359	ABO*1	.19582	.00890	0.146	1
	A2	30	ABO*2	.01898	.00343		
	B	142	ABO*4	.08252	.00596		
	AB	34	ABO*0	.70269	.01038		
	O	548					
Diego	DI*a(+)	31 ¹³	DI*1	.00724	.00416	0.	0
	DI*a(-)	205	DI*2	.99276	.00416		
Duffy	FY*a	253	FY*1	.41736	.01155	6.267 *	1
	FY*ab	493	FY*2	.50024	.01206		
	FY*b	353	FY*X	.08240	.00978		
	FY*	12					
Kell	KEL*K	1	KEL*1	.01853	.00282	1.050	1
	KEL*Kk	39	KEL*2	.98147	.00282		
	KEL*k	1066					
Kidd	JK*a(+)	752	JK*1	.49605	.01360	0.	0
	JK*a(-)	256	JK*2	.50395	.01360		
Lewis	LE(+)	263	LE*1	.45695	.02174	0.	0
	le(-)	110	le*2	.54305	.02174		
MNSs	MS	81	MNS*1,3	.26578	.01028	7.170	5
	Ms	120	MNS*1,4	.31432	.01044		
	NS	12	MNS*2,3	.09920	.00757		
	Ns	128	MNS*2,4	.32070	.01037		
	MSs	178					
	NSs	61					
	MNS	69					
	MNs	214					
	MNSs	248					
P	Pl(+)	773	P*P1	.50565	.01359	0.	0
	P2+p	250	P*P2+p	.49435	.01359		
Rhesus	CDKe	12	CDE(Rz)	.01022	.00256	6.604	5
	CDe	209	CDe(R1)	.42492	.01093		
	CcDE	4	cDE(R2)	.22605	.00895		
	CcDKe	206	cDe(Ro)	.07556	.01014		
	CcDe	328	cde(r)	.25333	.01262		
	cDE	70	Cde(r')	.00652	.00326		
	cDKe	166	cdE(r'')	.00341	.00239		
	cDe	46					
	cdKe	2					
	cde	67					
Ccde	4						
Secretor	Se(+)	933	SE*1	.61335	.01392	0.	0
	se(-)	164	se*2	.38665	.01392		

Nota: (*) en desequilibrio de Hardy-Weinberg

Cuadro 8.c. Estimación de las frecuencias génicas y fenotípicas de grupos sanguíneos en la Región Chorotega de Costa Rica.

Sistema	Fenotipos	Observado	Alelo	Frecuencia	Error Estandar	$\chi^2(H.W.)$	g.l.
ABO	A1	111	ABO*1	.13197	.01125	0.071	1
	A2	16	ABO*2	.02106	.00519		
	B	62	ABO*4	.07580	.00865		
	AB	9	ABO*0	.77117	.01414		
	O	289					
Diego	DI*a(+)	1	DI*1	.00930	.00918	0.	0
	DI*a(-)	53	DI*2	.99070	.00918		
Duffy	FY*a	146	FY*1	.43036	.01792	1.422	1
	FY*ab	185	FY*2	.42142	.01781		
	FY*b	141	FY*X	.14822	.01662		
	FY*	13					
Kell	KEL*K	1	KEL*1	.02206	.00492	3.384	1
	KEL*Kk	16	KEL*2	.97794	.00492		
	KEL*k	391					
Kidd	JK*a(+)	311	JK*1	.53885	.02232	0.	0
	JK*a(-)	84	JK*2	.46115	.02232		
Lewis	LE(+)	111	LE*1	.46720	.03398	0.	0
	le(-)	44	le*2	.53280	.03398		
MNSs	MS	29	MNS*1,3	.22719	.01478	10.143	5
	Ms	63	MNS*1,4	.36099	.01680		
	NS	5	NNS*2,3	.09854	.01154		
	Ne	48	NNS*2,4	.31329	.01620		
	MSs	70					
	NSs	24					
	MNS	31					
	MNe	122					
	MNSs	90					
	Now	1					
P	P1(+)	315	P*P1	.46548	.02011	0.	0
	P2+p	126	P*P2+p	.53452	.02011		
Rhesus	CDEe	4	CDE(Rz)	.00000	.	1.870	5
	CDe	75	CDe(R1)	.39808	.		
	CcDE	3	cDE(R2)	.24021	.		
	CcDEe	94	cDe(Ro)	.15347	.		
	CcDe	139	cde(r')	.19807	.		
	cDE	24	Cde(r')	.01017	.		
	cDEe	81	cdE(r'')	.00000	.		
	cDe	43					
	cdEe	0					
	cde	20					
Ccde	2						
Secretor	Se(+)	352	SE*1	.64123	.02322	0.	0
	se(-)	52	se*2	.35877	.02322		

Cuadro 8.d. Estimación de las frecuencias génicas y fenotípicas de grupos sanguíneos en la Zona Norte de Costa Rica.

Sistema	Fenotipos	Observado	Alelo	Frecuencia	Error Estandar	X ² (H.W.)	g.l.
ABO	A1	61	ABO*1	.20302	.02217	0.414	1
	A2	7	ABO*2	.02625	.00968		
	B	20	ABO*4	.07525	.01398		
	AB	7	ABO*0	.69548	.02521		
	O	91					
Diego	DI*a(+)	1	DI*1	.	.	5.940 *	1
	DI*a(-)	20	DI*2	.	.		
Duffy	FY*a	43	FY*1	.43280	.00000	5.940 *	1
	FY*ab	75	FY*2	.56720	.00000		
	FY*b	68	FY*X	.	.		
	FY*	0					
Kell	KEL*K	0	KEL*1	.00815	.00470	0.012	1
	KEL*Ek	3	KEL*2	.99185	.00470		
	KEL*k	181					
Kidd	JK*a(+)	150	JK*1	.58069	.03361	0.	0
	JK*a(-)	32	JK*2	.41931	.03361		
Lewis	LE(+)	54	LE*1	.45346	.04771	0.	0
	le(-)	23	le*2	.54654	.04771		
MNSs	MS	11	MNS*1,3	.27050	.02727	2.751	5
	Ms	25	MNS*1,4	.35852	.02691		
	NS	1	MNS*2,3	.08971	.01946		
	Ns	16	MNS*2,4	.28127	.02513		
	MSs	36					
	NSs	7					
	MNS	11					
	MNs	34					
	MNSs	45					
P	P1(+)	139	P*P1	.53192	.03306	0.	0
	P2+p	39	P*P2+p	.46808	.03306		
Rhesus	CDEe	2	CDE(Rz)	.02101	.	3.917	5
	CDe	40	CDE(R1)	.42854	.		
	CcDE	0	cDE(R2)	.19942	.		
	CcDEe	32	cDe(Ro)	.07441	.		
	CcDe	54	cde(r)	.26649	.		
	cDE	9	Cde(r')	.01013	.		
	cDEe	30	cdE(r'')	.00000	.		
	cDe	7					
	cdEe	0					
	cde	11					
Ccde	1						
Secretor	Se(+)	152	SE*1	.58298	.03343	0.	0
	se(-)	32	se*2	.41702	.03343		

Nota: (*) en desequilibrio de Hardy-Weinberg

Cuadro 8.8. Estimación de las frecuencias génicas y fenotípicas de grupos sanguíneos en la Zona Sur de Costa Rica.

38

Sistema	Fenotipos	Observado	Alelo	Frecuencia	Error Estandar	X ² (H.W.)	g.l.
ABO	A1	51	ABO*1	.15048	.01894	0.002	1
	A2	6	ABO*2	.01958	.00790		
	B	16	ABO*4	.05023	.01123		
	AB	3	ABO*0	.77971	.02204		
	O	118					
Diego	DI*a(+)	0	DI*1	.	.		
	DI*a(-)	29	DI*2	.	.		
Duffy	FY*a	49	FY*1	.42420	.02808	0.110	1
	FY*ab	80	FY*2	.49587	.02937		
	FY*b	64	FY*X	.07993	.02884		
	FY*	1					
Kell	KEL*K	0	KEL*1	.00777	.00446	0.012	1
	KEL*Kk	3	KEL*2	.99223	.00446		
	KEL*k	190					
Kidd	JK*a(+)	146	JK*1	.55525	.03319	0.	0
	JK*a(-)	36	JK*2	.44475	.03319		
Lewis	LE(+)	42	LE*1	.35450	.04496	0.	0
	le(-)	30	le*2	.64550	.04496		
MNSs	MS	15	MNS*1,3	.25470	.02301	3.552	5
	Ms	20	MNS*1,4	.33551	.02620		
	NS	2	MNS*2,3	.07262	.01491		
	Ne	22	MNS*2,4	.33716	.02560		
	MSe	32					
	NSe	8					
	MNS	8					
	MNe	50					
	MNSe	37					
P	P1(+)	147	P*P1	.57719	.03385	0.	0
	P2+p	32	P*P2+p	.42281	.03385		
Rhesus	CDEe	1	CDE(Rz)	.01068	.00622	3.019	5
	CDe	43	CDe(R1)	.45384	.02922		
	CcDE	2	cDE(R2)	.21824	.02401		
	CcDEe	43	cDe(Ro)	.10119	.02908		
	CcDe	54	cde(r i)	.18010	.03198		
	cDE	12	Cde(r')	.02259	.01626		
	cDEe	21	cdE(r'')	.01335	.01337		
	cDe	9					
	cdEe	1					
	cde	6					
	Ccde	2					
Secretor	Se(+)	165	SE*1	.63726	.03380	0.	0
	se(-)	25	se*2	.36274	.03380		

Cuadro 8.1. Estimación de las frecuencias génicas y fenotípicas de grupos sanguíneos en la Región de Atlántica de Costa Rica.

Sistema	Fenotipos	Observado	Alelo	Frecuencia	Error Estandar	X ² (H.W.)	g.l.
ABO	A1	32	ABO*1	.14450	.02373	2.817	1
	A2	3	ABO*2	.01641	.00940		
	B	15	ABO*4	.06497	.01625		
	AB	0	ABO*0	.77412	.02986		
	O	70					
Diego	DI*a(+)	0	DI*1
	DI*a(-)	24	DI*2	.	.		
Duffy	FY*a	32	FY*1	.44910	.03878	15.148 *	1
	FY*ab	57	FY*2	.39293	.03744		
	FY*b	24	FY*X	.15797	.02598		
	FY*	7					
Kell	KEL*K	0	KEL*1	.02137	.00953	0.056	1
	KEL*Kk	5	KEL*2	.97863	.00953		
	KEL*k	112					
Kidd	JK*a(+)	84	JK*1	.53637	.04283	0.	0
	JK*a(-)	23	JK*2	.46363	.04283		
Lewis	LE(+)	21	LE*1
	le(-)	10	le*2	.	.		
MNSs	Ms	9	MNS*1,3	.31592	.03646	7.923	5
	Ms	8	MNS*1,4	.29333	.03420		
	NS	1	MNS*2,3	.10005	.02348		
	Ns	13	MNS*2,4	.29071	.02968		
	MSs	27					
	NSs	4					
	MNS	12					
	MNs	21					
	MNSs	24					
P	Pl(+)	76	P*P1	.47446	.04149	0.	0
	PZ+p	29	P*P2+p	.52554	.04149		
Rhesus	CDEe	1	CDE(Rz)	.00346	.	4.987	5
	CDe	23	CDe(R1)	.41737	.		
	CcDE	1	cDE(R2)	.23404	.		
	CcDEe	21	cDe(Ro)	.14587	.		
	CcDe	31	cde(r)	.19925	.		
	cDE	5	Cde(r')	.000005	.		
	cDEe	23	cdE(r'')	.000005	.		
	cDe	10					
	cdEe	0					
	cde	5					
Ccde	0						
Secretor	Se(+)	101	SE*1	.62044	.04255	0.	0
	se(-)	17	se*2	.37956	.04255		

Nota: (*) en desequilibrio de Hardy-Weinberg

Cuadro 8.g. Estimación de las frecuencias génicas y fenotípicas de varios sistemas de proteínas séricas en la población de Costa Rica.

REGION/ Sistema	Fenotipos	Observado	Alelo	Frecuencia	Error Estandar	X ² (H.W.)	g.l.
COSTA RICA							
Ceruloplasma	CP*B	1283	CP*B	.86563	.00480	590.941 *	1
	CP*B/var	140	CP*var	.13437	.00480		
	CP*var	140					
Haptoglobina	Hp*1-1	362	HP*1	.45283	.00834	3.722	1
	Hp*1-2	966	HP*2	.54717	.00834		
	Hp*2-2	538					
Transferrina	TF*C	1511	TF*C	.99186	.00162	0.103	1
	TF*C-B	7	TF*B	.00228	.00085		
	TF*C-D	18	TF*D	.00586	.00138		
CENTRAL							
Haptoglobina	Hp*1-1	211	HP*1	.46648	.01113	0.452	1
	Hp*1-2	520	HP*2	.53952	.01113		
	Hp*2-2	293					
CHOROTEGA							
Ceruloplasma	CP*B	238	CP*B	.59460	.00000	100.010 *	1
	CP*B-var	140	CP*var	.40540	.00000		
	CP*var	140					
Haptoglobina	Hp*1-1	64	HP*1	.43199	.01871	1.586	1
	Hp*1-2	196	HP*2	.56801	.01871		
	Hp*2-2	115					
Transferrina	TF*C	506	TF*C	.98842	.00335	0.071	1
	TF*C-B	2	TF*B	.00193	.00134		
	TF*C-D	10	TF*D	.00965	.00307		
NORTE							
Ceruloplasma	CP*B	337	CP*B	1.00000	.00000	0.	0
Haptoglobina	Hp*1-1	36	HP*1	.46307	.02712	0.278	1
	Hp*1-2	91	HP*2	.53693	.02712		
	Hp*2-2	49					
Transferrina	TF*C	255	TF*C	1.00000	.00000	0.	0
SUR							
Ceruloplasma	CP*B	337	CP*B	1.00000	.00000	0.	0
Haptoglobina	Hp*1-1	34	HP*1	.45605	.02730	1.325	1
	Hp*1-2	98	HP*2	.54395	.02730		
	Hp*2-2	50					
Transferrina	TF*C	339	TF*C	.99417	.00286	0.012	1
	TF*C-B	2	TF*B	.00292	.00202		
	TF*C-D	2	TF*D	.00292	.00202		
ATLANTICA							
Ceruloplasma	CP*B	419	CP*B	1.00000	.00000	0.	0
Haptoglobina	Hp*1-1	16	HP*1	.43655	.03658	2.490	1
	Hp*1-2	61	HP*2	.56945	.03658		
	Hp*2-2	31					
Transferrina	TF*C	411	TF*C	.98929	.00353	0.049	1
	TF*C-B	3	TF*B	.00357	.00202		
	TF*C-D	6	TF*D	.00714	.00290		

Nota: (*) en desequilibrio de Hardy-Weinberg

CUADRO 9. Estimaciones de las frecuencias génicas ancestrales a la población actual de Costa Rica, para africanos, amerindios y españoles (Ponderadas por Area de procedencia*).

		Frecuencias génicas ancestrales		
Sistema	Gene	Africanos	Amerindios	Españoles
ABO	O	0.665	1.000	0.650
	A ₁	0.121	0.000	0.246
	A ₂	0.060	0.000	0.040
	B	0.154	0.000	0.056
Rhesus	×CDE (R ^z)	0.000	0.000	0.064
	CDe (R ¹)	0.068	0.485	0.409
	cDE (R ^z)	0.029	0.413	0.068
	cDe (R ^o)	0.675	0.102	0.056
	×cde (r)	0.213	0.000	0.383
	×Cde (r')	0.015	0.000	0.018
MNSs	×cdE (r'')	0.000	0.000	0.002
	MS	0.085	0.232	0.250
	Ms	0.397	0.533	0.311
	NS	0.108	0.073	0.063
Kell	Ns	0.410	0.162	0.376
	K	0.007	0.000	0.039
Duffy	k	0.993	1.000	0.961
	Fy ^a	0.001	0.576	0.415
	Fy ^b	0.012	0.424	0.585
Kidd	Fy	0.987	0.000	0.000
	Jk ^a	0.770	0.415	0.536
P+	Jk ^b +Jk	0.230	0.585	0.464
	P1	0.744	0.723	0.581
Lewis	P2 + p	0.256	0.277	0.419
	LE	0.308	0.453	0.664
Secretor	le	0.692	0.547	0.336
	Se	0.497	1.000	0.512
Diego	se	0.503	0.000	0.448
	Di ^a	0.000	0.002	0.000
Hpt.	Di ^b	1.000	0.998	1.000
	Hp-1	0.678	0.479	0.407
	Hp-2	0.322	0.521	0.593

Nota: (*) Las frecuencias de las poblaciones locales actuales fueron ponderadas con las proporciones históricas de aporte de inmigrantes de cada área a la población de Costa Rica.

III.2. ESTIMACIONES DE MEZCLA RACIAL

Los cálculos de mezcla racial bajo el modelo trihíbrido para la población total costarricense (Cuadro 10), muestran un fuerte componente global de genes de origen caucásico ($61.04\% \pm 5.31$), seguido por el aporte amerindio ($29.91\% \pm 4.56$) y de genes africanos ($9.05\% \pm 2.84$); [% \pm E.E.].

Sin embargo, el análisis por regiones muestra la existencia de ligeras variaciones en la contribución de cada una de las etnias a la amalgama según el área geográfica (Cuadro 10). Así, las regiones costeras muestran un incremento en el aporte de genes africanos (13.54% en el Atlántico y 13.78% en el Pacífico Seco [Chorotega]), respecto a las regiones centrales. Los genes amerindios alcanzan una proporción máxima en la Zona Sur (38.02%) seguida de la Atlántica (33.86%), regiones donde sobreviven las más importantes poblaciones indígenas. Se observa además un incremento de la ancestría caucásica en las regiones Norte (66.33%) y Central (63.60%).

Las estimaciones de mezcla según la clasificación ocupacional (Cuadro 11), muestra que en los tres estratos socioeconómicos se mantiene un patrón general de ancestría semejante a los valores nacionales. No se observan diferencias entre los estratos medio y alto. En tanto que, el estrato bajo presenta un ligero incremento en las proporciones de genes de origen africano (11.50%) y amerindio (38.01%), asemejándose en

ambos casos a los valores geográficos máximos.

En todos los casos la proporción de los genes denominados caucásicos es mayoritaria, fluctuando entre 52% y 66% (Cuadros 10 y 11).

El análisis de la heterogeneidad de las estimaciones de mezcla entre los loci muestra distorciones significativas, de acuerdo a lo esperado con el modelo de mezcla racial, del alelo ABO*B (sistema ABO) en los datos generales de Costa Rica y la región Central (Apendices VI.A y VI.B) y del alelo P*P⁺ (grupo sanguíneo P) en Costa Rica y las regiones Central, Atlántica y Chorotega (Apendices VI.A, VI.B, VI.C y VI.E).

CUADRO 10. Estimaciones de mezcla racial en Costa Rica según el área Geográfica.

Región Geográfica	Proporción del aporte de genes		
	Africanos*	Amerindios*	Caucásicos*
Central	7.18 ±2.94	28.16 ±4.80	64.65 ±5.59
Chorotega	14.42 ±3.34	34.50 ±5.07	51.08 ±6.00
Zona Sur	7.87 ±4.05	38.01 ±5.62	54.12 ±6.88
Zona Norte	6.98 ±3.84	26.67 ±6.61	66.33 ±7.23
Atlántica	13.54 ±3.40	33.86 ±6.61	52.60 ±7.41
COSTA RICA (Total)	9.05 ±2.84	29.91 ±4.56	61.04 ±5.31

Nota: (*) $\bar{X} \pm d.e.$

CUADRO 11. Estimaciones de mezcla racial en Costa Rica según el estrato socio-profesional.

Estrato	Proporción del aporte de genes		
	Africanos	Amerindios	Caucásicos
Alto	8.39 ±2.96	28.68 ±5.01	62.92 ±5.76
Medio	7.22 ±3.08	28.75 ±4.75	64.03 ± 5.60
Bajo	11.50 ±4.03	38.01 ±6.27	58.49 ± 7.36

Nota: (*) $\bar{X} \pm d.e.$

IV. DISCUSION

Inicialmente es conveniente comentar los alcances y posibles limitaciones del presente estudio. En primer término, el tamaño de muestra no fue grande en las regiones Atlántica y Sur (Cuadro 6), lo que podría estar debilitando la representatividad de los resultados de estas áreas y afectar los resultados de distribución de las frecuencias. Por otro lado, debido a motivos culturales asociados con la accesibilidad a los juicios de paternidad, la población afrocaribeña radicada en el Atlántico probablemente está subrepresentada en la muestra utilizada. Estos eventuales problemas de muestreo deberán ser resueltos en futuras investigaciones.

Sin embargo, el número global de individuos analizados (Cuadro 6) y el número alto de sistemas y alelos considerados, así como la naturaleza del análisis geográfico, por lugar de nacimiento, se convierten en una de las virtudes de este estudio, ya que entre otros aspectos, se reduce el efecto de la migración reciente del campo a la ciudad. Aunque nuestros resultados pudieran ser aproximados, probablemente estarían mostrando tendencias constantes.

Es preciso comentar que, por la naturaleza retrospectiva con que se realizó nuestra clasificación socioeconómica, basada en criterios de escolaridad y ocupacionales, este análisis puede no ser tan sólido como el geográfico. Sobre todo porque

el estrato bajo es menos frecuente en la muestra que el estrato medio, a diferencia de lo que ocurre en la sociedad costarricense. Esto podría ser un reflejo de la accesibilidad a los juicios de paternidad. Sin embargo, una vez más, el tamaño de muestra suficientemente grande para cada estrato (Cuadro 7), nos permite confiar en nuestros resultados.

Las frecuencias génicas observadas para el sistema ABO a nivel nacional concuerdan con los resultados de trabajos previos (Brenes 1978, Echandi 1953, Echandi y Valverde 1972, Lizano y Sandí 1980, Marín-Rojas et al. 1986, Monge et al. 1964, Picado y Trejos 1942, Roberts 1978, Rodríguez y Villegas 1981), (ver Cuadro 4). Lo mismo ocurre con respecto a los sistemas de Haptoglobinas (Marín Rojas et al. 1979) y Rhesus (Marín-Rojas et al. 1986). No obstante, la mayoría de trabajos sobre este último sistema solo analizaron los alelos RH*D y RH*d (Brenes 1978, Monge et al. 1964, Roberts 1978, Rodríguez y Villegas 1981, Lizano y Sandí 1980), (ver Cuadro 4).

Brenes (1978), Monge et al. (1964) y Roberts (1978), presentaron sus datos de ABO y Rhesus subdivididos por provincia. Pero, se ha omitido mayor comparación, ya que las provincias costarricenses son divisiones arbitrarias que no corresponden con las zonas geográficas del país ni con los patrones históricos con los que se realizó su colonización.

El desequilibrio de Hardy - Weinberg observado en el sistema Duffy de la Zona Norte puede ser atribuido al pequeño tamaño de muestra. Por otra parte, resulta

interesante que el sistema Duffy, el cual confirma ancestría africana reciente (Vogel y Motulsky 1989), muestra desequilibrio en las regiones Central y Atlántica. Podría proponerse que este suceso es un reflejo de la expansión de la población afrocaribeña desde la región Atlántica al Valle Central. Si bien ésta población ha permanecido en el país por casi cinco generaciones, es recientemente que ha iniciado un proceso de mezcla e integración cultural (Meléndez y Duncan 1989). Un apoyo para esa sugerencia se obtuvo cuando se analizaron los datos de Sáenz et al. (1980), donde se observa que tal desequilibrio (H-W) existe también en el sistema de la β -hemoglobina, en estas mismas regiones. Este fenómeno no ocurre en la región Chorotega, donde la población de origen africano ha residido desde la Colonia. Este hecho pasó desapercibido para dichos autores.

Es posible observar variaciones en las frecuencias génicas entre las regiones de Costa Rica, en algunos casos de hasta un orden de magnitud, lo que presenta la existencia de heterogeneidad genética regional en este pequeño país. Una explicación razonable sería que el patrón observado se debe, al menos en parte, a diferencias en la composición étnica original de cada región, como se trata de inmediato.

El único intento anterior por estimar la mezcla racial en la población de Costa Rica fue el trabajo de Roberts (1978). Sin embargo, este tiene las limitaciones teóricas y metodológicas ya mencionadas en la introducción, como son:

1. El utilizar pocos marcadores genéticos, que no son los más informativos (sistemas ABO* y Rh*D/d).
2. El aplicar una técnica muy general para la estimación de mezcla.
3. Que las frecuencias ancestrales de España no fueron ponderadas por área y que se utilizó la ponderación de los esclavos africanos llevados a Norte América (Reed 1969).
4. Que su población se basó principalmente en la acumulación rutinaria durante una década de caracterizaciones sanguíneas hospitalarias, lo que aumenta las probabilidades de error humano, por diferentes técnicas de determinación, casos repetidos, etc.

Como se observa en el Cuadro 12, nuestras estimaciones de mezcla discrepan profundamente de las estimaciones de Roberts (1978). Aun cuando el método de máxima verosimilitud y nuestras frecuencias de poblaciones ancestrales sean aplicados a sus datos, los valores permanecen bastante semejantes a los obtenidos por dicha autora, donde el componente africano se mantiene aumentado a expensas de los componentes caucásico e indígena. Sin embargo, Roberts (1978) considera que, sobre una base de morfología e historia, proporciones como 75% español, 17% indio y 8% negro habrían sido más razonables. Este patrón esperado de ancestría concuerda a cabalidad con nuestras estimaciones genéticas (Cuadro 12). Aunque se debe tener presente que su análisis morfológico es débil.

De todos los factores que pueden ayudar a explicar las

CUADRO 12. Comparación de los resultados de mezcla racial en Costa Rica estimados mediante diferentes métodos.

ESTUDIO	Proporción del aporte de genes		
	Africanos	Amerindios	Caucásicos
Roberts (1978) (A)	48	12	40
Datos (Roberts 1978) (B)	41	20	39
Este estudio (C)	9	30	61

Notas: (A) Obtenidos mediante el método de Bernstein utilizando 4 alelos de 2 sistemas (ABO* y RH*).

(B) Datos crudos de Roberts (1978), analizados mediante el método de Máxima Verosimilitud utilizando ABO* y RH*(D/d) y frecuencias génicas ancestrales corregidas.

(C) Obtenidos mediante el método de Máxima Verosimilitud utilizando 30 alelos o haplotipos de 10 sistemas.

diferencias observadas entre ambos estudios, el que probablemente tiene mayor peso es la elevada frecuencia génica de ABO*B, la cual es mayor en Costa Rica (0.0769) que en España (0.0595), (Planas et al. 1966). Este punto fue resaltado por la propia Roberts (1978) quien, como fue mencionado, encontró discrepancias entre sus datos morfológicos e históricos respecto a los genéticos. Sin embargo, en nuestro estudio, el peso relativo de la frecuencia del alelo ABO*B en la determinación de ancestría africana, es pequeño comparado con otros alelos o haplotipos más informativos como FY*, RH*(Cde) y Hp*1 (Cuadro 9 y Apéndice VI). Así, la frecuencia de ABO*B, inesperadamente elevada en Costa Rica se ha mantenido estable durante los últimos 50 años (Cuadro 4), y es un carácter que puede ser observado regionalmente (Cuadro 8). Aunque esta divergencia podría caer dentro del error esperado al cual están sujetas las frecuencias génicas, posibles explicaciones a este hecho se esbozarán más adelante.

Además, existe la posibilidad de que los afrocaribeños estén sobre-representados en la muestra de Roberts (1978), donde alcanzan un valor del 7.1%, ya que la autora se preocupó por "aumentar su muestra negra". En tanto que, según el censo de 1950, el último que clasificó la población por raza, en esa fecha el país tenía apenas un 2% de individuos de origen afrocaribeño (Costa Rica 1953).

Debido a que Roberts (1978) basó su análisis geográfico en las provincias, se ha omitido mayor comparación por los motivos

antes mencionados. A pesar de ello, hay una excepción respecto a las provincias de Limón y Guanacaste, cuyas áreas casi corresponden con las regiones aquí llamadas Atlántica y Chorotega. Según la citada autora, Limón es la más negroide de las provincias, aunque su valor de ancestría africana (70%) es desproporcionadamente alto e imposible de sostener con los datos históricos y morfológicos (Roberts 1978). En tanto, nuestros resultados indican que el componente africano es tan importante en la región Chorotega (Guanacaste) como en la Atlántica (Limón), (Cuadro 10). Como se mencionó, la población de origen afrocaribeño radicada en la región Atlántica podría estar subrepresentada en nuestra muestra. Según el censo de 1950, Limón aparece con un 33% de negros (Costa Rica 1953), lo cual se refiere específicamente a los jamaquinos angloparlantes que llegaron a dicha región durante la segunda mitad del siglo XIX y principios del XX (Flores Silva 1982). Los datos morfológicos y de huellas digitales de Roberts (1978) para ambas regiones son más coherentes con nuestros datos genéticos que con los suyos propios. Así, las regiones Chorotega y Atlántica presentan la mayor ancestría africana.

Sin embargo, el estudio de los dermatoglifos de Roberts (1978) es particularmente débil, pues su análisis se basa exclusivamente en las huellas de un solo dedo (pulgar) por persona. Características que están sujetas al efecto ambiental y que muestran variabilidad bilateral individual. Por esto sus resultados deben ser considerados con muchísima cautela.

Por otro lado, es preciso anotar que, si efectivamente hay o hubo selección natural sobre el sistema ABO como Roberts reclama (1978), u otra fuerza evolutiva que distorsionara las frecuencias alélicas, el Modelo de Mezcla no se cumple, y sus estimaciones de las proporciones de mezcla en Costa Rica carecen de sentido cuantitativo.

A partir de nuestras estimaciones de mezcla por área geográfica, es posible apreciar la existencia de variaciones entre las regiones de Costa Rica (Cuadro 10), aspecto que resultó evidente al analizar las frecuencias génicas. Esta heterogeneidad genética regional, en un país tan pequeño, puede ser atribuida, al menos en parte, a diferencias en la composición étnica original de cada región y a las tasas locales a las que ha transcurrido el proceso de mezcla. Pues los datos históricos indican, por ejemplo, que hubo mayor número de esclavos negros en Guanacaste y en el Valle de Matina, que en el Valle Central (Thiel 1902). Esto se ve respaldado por las estimaciones genéticas.

También se observaron ligeras variaciones en los componentes raciales por estrato socioeconómico (Cuadro 11). Como se mencionó, el estrato bajo presenta un incremento en las proporciones de genes de origen amerindio y africano, lo que al momento da cuenta de que la homogeneidad genética a nivel social aún no se ha alcanzado. Por otro lado, es posible que el estrato alto represente, más bien, a la clase media ascendente que a la verdadera clase alta, y que por eso no se encuentran

diferencias entre los estratos medio y alto. Por lo que este resultado en particular debe ser tomado con cautela.

IV.1. ESTIMACIONES DE MEZCLA RACIAL Y ESTUDIOS HISTORICOS

Una de las ventajas de los estudios de mezcla racial es que permiten analizar críticamente, desde una perspectiva diferente, los estudios históricos o antropológicos sobre el origen de los pueblos. En este sentido, es de sumo interés comparar los presentes resultados con los postulados que han venido manejando los historiadores respecto a algunos de los procesos biodemográficos, que modelaron la actual población costarricense, particularmente cuando hay argumentos contradictorios.

El periodo comprendido entre la llegada de los españoles y sus acompañantes (esclavos, animales domésticos, parásitos, etc.) y su asentamiento definitivo en América, ha recibido diversos nombres: contacto, colisión, conquista, colonia, invasión, etc. Como ha comentado Barrantes (1993), desde una perspectiva biológica y demográfica, el término correcto para definir dicho periodo es el de "invasión", ya que la constitución genética de la población aborigen fue reemplazada o mezclada, en diferentes grados por la población que ingresó en su territorio original. Esto describe a plenitud la expansión de la población española en el territorio costarricense.

Según los criterios de Weiss (1988), una ocupación de tipo invasión trae como consecuencias genéticas:

1. Muerte de aborígenes en conflictos militares.
2. Reducción de la población indígena causada por su vulnerabilidad a la acción de nuevos patógenos.
3. Movimiento de grandes cantidades de invasores en relación con el número de habitantes.
4. Las tasas de crecimiento intrínseco y la mayor densidad de los asentamientos de aquellos, se hace posible por la importación de culturas tecnológicamente más avanzadas, rasgos que evidentemente se presentaron en América.

Así, a partir del primer contacto, la historia de los pueblos indígenas costarricenses cambió y aquellos que no fueron eliminados iniciaron un proceso de hibridación que ha culminado con la incorporación de sus genes en la formación de la población costarricense (Barrantes 1993).

Como se comentó anteriormente, los resultados de este trabajo concuerdan, con estudios previos de carácter histórico, (Thiel 1902, Meléndez 1982 y 1985, Gudmundson 1978) en designar a la población de Costa Rica como un híbrido trirracial. Otros trabajos genéticos de carácter cualitativo (Sáenz et al. 1980) y cuantitativo (Roberts 1978), ya habían apuntado en esta misma dirección. Así, encuentra apoyo en nuestros resultados la afirmación de que, efectivamente, "el mestizaje ocurrió, aún cuando sea difícil aportar pruebas documentales concluyentes, concretas y específicas" (Meléndez 1982 y 1985). También se

sustenta que, los españoles y sus descendientes continuaron contrayendo uniones con habitantes indígenas (Thiel 1902), a la vez que "ninguna casta quedó al margen del proceso de mestizaje" (Fonseca 1986). También evidencian de los datos biológicos, que hubo un flujo de genes africanos e indígenas a través de los estratos sociales, lo cual, en alguna medida, apoya la aseveración de que "el mestizaje actuó para posibilitar la movilidad social" (Gudmundson 1978), no solo de la población africana, sino además de la indígena.

Mientras Ibarra (1991 b, c) enlista el mestizaje entre los procesos que contribuyeron a la reducción del número de indígenas, Quirós y Bolaños (1989) afirman que "la disminución de la población nativa no fue consecuencia de la generación de relaciones interétnicas, sino la manifestación más contundente de la voraz explotación a la que estuvo sujeta durante los primeros 125 años de vida colonial". Los datos genéticos sugieren que el mestizaje verdaderamente fue uno de los procesos que contribuyeron a dicha catástrofe demográfica.

Uno de los aspectos más conflictivos respecto al mestizaje en Costa Rica se refiere a la magnitud de la contribución de cada etnia al proceso de mezcla. Existe acuerdo entre los historiadores en que el mestizo se convirtió, a mediados de siglo XVIII, en el sector social mayoritario del Valle Central, a partir del estudio de Thiel (1902). Sin embargo, encuentra poco apoyo en nuestros datos la afirmación de que durante el siglo XVII, el sector español "mantuvo la pureza de su estirpe

como una medida de protección a las amenazas de expropiación y sometimiento a relaciones de vasallaje" (Quirós y Bolaños 1989). A mi juicio, la única forma de explicar que el 30% del acervo génico de los actuales costarricense tenga origen amerindio es asumir la existencia de tales relaciones sexuales interétnicas, cualquiera que fuera el transfondo político-económico en que se generaron. Por otro lado, los resultados genéticos contradicen la afirmación de que, el mestizaje durante el "siglo XVIII es el resultado del blanqueamiento racial e ideológico de la población de ascendencia africana", más que, "el intercambio genético y cultural entre indígenas y españoles" (Quirós y Bolaños 1989).

Otro tema interesante es la velocidad a la que fue transcurriendo el proceso de mezcla. Parece existir acuerdo entre los historiadores en que el mestizaje no constituyó un proceso generalizado durante los siglos XVI y XVII (Quirós y Bolaños 1989), ya que estuvo bastante restringido en sus comienzos por las políticas de aislamiento (Meléndez 1982 y 1985). Sin duda, la mezcla transcurrió con distinta intensidad según épocas y lugares.

Para realizar los cálculos de la velocidad a la que se mezcló la población indígena, resulta conveniente atribuir 25 años a cada generación (Lewontin 1984) y tomar como fecha de referencia 1560, como el año del ingreso y ocupación permanente de los españoles al Valle Central (Meléndez 1982). Además se debe considerar la existencia actual de población indígena.

Así, en un período de 430 años (17 generaciones) el proceso de mezcla entre españoles y amerindios se ha registrado a una tasa de 1.74% por generación. Si asumiéramos, de acuerdo con Quirós y Bolaños (1989), que el mestizaje fue un fenómeno de la segunda mitad del siglo XVIII en adelante, (perspectiva aquí rechazada) la tasa de mezcla génica ascendería a 3.12% por generación, en los últimos 240 años (10 generaciones). Sin embargo, puesto que los cálculos no tienen en cuenta el paso de genes caucásicos a las poblaciones indígenas (Barrantes 1993), estas estimaciones son inferiores a las tasas reales de mezcla. A cualquiera de estas velocidades, la población indígena remanente tardará unas pocas generaciones en ser completamente asimilada.

Para estimar la velocidad a la que se mezcló la población de origen africano, se toma como referencia el mismo año de 1560, como de introducción de esclavos negros al Valle Central. En 1801, solo 30 individuos eran clasificados como negros contra 8925 mulatos y pardos (Flores Silva 1982). En el año 1821 ocurre la declaración de independencia y la abolición de la esclavitud. A partir de esta fecha desaparece la clasificación de castas. Ello nos conduce a que los genes africanos se mezclaron con los genes hispanos a una tasa aproximada de 0.87% por generación en un período de 260 años (10 generaciones). Aunque el proceso de incorporación total de la población africana colonial en la población mestiza probablemente tomó un poco más de tiempo, finalmente esta

desapareció como segmento social, al aumentar la cantidad de antepasados blancos.

Como quiera que sea, los datos genéticos indican que la tasa de mestizaje indio-español fue superior a la tasa de mezcla español-negro, por muy difícil que resulte para los historiadores documentar este proceso (Meléndez 1982 y 1985). A este respecto, existe la posibilidad de que ocurriera fertilidad o fecundidad diferencial por tipo de cruce (por ejemplo: español-español, español-indio, español-negro, etc), aspecto que podría ser dilucidado mediante un enfoque de archivos.

Stone (1982) sugirió, mediante estudios genealógicos, que la actual clase gobernante es descendiente, preponderantemente, de los primeros conquistadores e hidalgos españoles que obtuvieron el control del territorio desde el inicio de la conquista. Sin embargo, el poder se hereda a veces por medio de líneas poco ortodoxas, suegro - yerno, por ejemplo. En contraposición, los datos genéticos indican que el grueso de los costarricenses tiene ancestros españoles, y que las diferencias de ancestría por clase social no son ahora significativas.

Fue escasa la afluencia de españoles, durante la Colonia, a esta atrasada y pobre provincia del Reino de Guatemala, lo que influyó en el proceso endogámico que experimentaron las familias españolas en el Valle Central (Meléndez 1982), fenómeno que resulta confirmado por los valores moderadamente

altos de consanguinidad que se han registrado durante algunos periodos históricos (Zumbado 1989, Zumbado y Barrantes 1991). Esto, junto con lo escaso de la segunda migración europea a Costa Rica (Schmidt 1979, Flores Silva 1982, Sánchez Albornoz 1992), nos conducen a la conclusión de que, el importante componente de genes caucásicos registrados en los tres estratos de la sociedad costarricense, implica que existieron amplios sectores españoles que heredaron sus genes desligados del poder político-económico, o como diría Meléndez: "por línea bastarda". Estos, se mezclaron abundantemente con indígenas y esclavos africanos, sin respetar los límites étnicos e ideológicos imperantes. Así, ciento cincuenta años después de la llegada de la independencia y del fin de la sociedad de castas, la población costarricense es bastante homogénea por estrato social, como lo demuestran los datos genéticos.

Sin embargo, es preciso llamar la atención sobre este punto, pues en el pasado ha provocado amplios debates la afirmación de que, en Costa Rica, el proceso de mestizaje se convirtió en un factor de nivelación social, al volverse la población bastante homogénea (Fonseca 1986), pues este argumento ha sido endosado al criticado concepto de la "democracia rural". Si bien, la homogeneidad podría encontrar sustento en los datos genéticos, no así la etiqueta ideológica.

IV.2. *COMPARACION CON OTRAS POBLACIONES DE AMERICA LATINA

Al comparar la estimaciones de mezcla en Costa Rica, con las obtenidas en otros países de América Latina, en los que se han realizado estudios semejantes usando el mismo método de Krieger aquí utilizado, se concluye que la población costarricense es parecida a otras poblaciones latinoamericanas, como las del nordeste de Brasil o las de algunas ciudades de México (Cuadro 13). Resulta relevante comentar, que aquellos países como Costa Rica y Uruguay, los cuales alguna vez fueron reputados oficialmente por tener poblaciones caucásicas, están poblados en realidad por híbridos trirraciales, semejantes a los de otros países, cuyas poblaciones son comunmente aceptadas como mestizas. Y, se diferencian de éstas últimas solamente en las proporciones del flujo génico de las poblaciones ancestrales. Como comenta Sans (1992), los estudios de mezcla racial nos están planteando la necesidad de efectuar una revisión del concepto de identidad nacional.

IV.3. MEZCLA RACIAL Y DETECCION DE SELECCION NATURAL EN LA POBLACION COSTARRICENSE

A pesar de la incertidumbre involucrada en la obtención de estimaciones verdaderas acerca de las proporciones de mezcla, la existencia de poblaciones híbridas puede ser considerada como un experimento evolutivo natural en humanos. Estas

CUADRO 13. Comparación de las estimaciones de mezcla racial en casos selectos obtenidos mediante el método de Krieger et al. en algunos países de América Latina.

Población/ (Cita)	Sistemas Génicos Considerados	Proporción del aporte de genes		
		Africanos	Amerindios	Caucásicos
Costa Rica (1)	10	9	29	61
Uruguay (2)	7	28	13	59
México				
México C. (3)	6	3	56	41
Puebla (4)	8	11	56	32
Oaxaca (5)	8	2	68	30
Brasil				
Belém, N (6)	8	24	22	54
Nordeste (7)	17	30	11	59

Fuentes: (1) Este trabajo, (2) Sans et al. 1993, (3) Lisker et al. 1986, (4) Lisker et al. 1988, (5) Lisker et al. 1990, (6) Schneider and Salzano 1979, (7) Krieger et al. 1965.

poblaciones, apropiadamente identificadas y examinadas, ofrecen oportunidades para resolver problemas microevolutivos y de epidemiología genética (Chakraborty 1986).

Antes de proceder a revisar los trabajos que reclaman haber detectado selección natural en poblaciones híbridas como la costarricense, conviene repasar los requisitos del "modelo de mezcla racial". En este sentido, si se pretende obtener estimaciones confiables de mezcla, deben ser reunidos los siguientes criterios:

1. Conocer con exactitud la composición étnica de las poblaciones ancestrales.
2. No debe haber ocurrido ningún cambio en las frecuencias génicas (para el gen en cuestión) de las poblaciones ancestrales respecto a sus modernos descendientes.
3. Disponibilidad de muestras adecuadas (con un error estándar pequeño) de todas las poblaciones implicadas.
4. Finalmente, la mezcla es el único factor que afectaría las frecuencias de la población híbrida, o sea, que no halla ocurrido selección, mutación o deriva genética (Reed 1969 b).

En primera instancia, es muy difícil conocer la composición étnica de las poblaciones ancestrales, dada la incertidumbre de los datos documentales. Este inconveniente puede ser resuelto en parte, con un adecuado análisis histórico (Reed 1969 b), perspectiva que fue abordada en la presente investigación.

Cabe mencionar que el segundo punto nunca puede ser

cumplido, porque las verdaderas frecuencias ancestrales son desconocidas. En este caso, lo son tanto para las poblaciones indígenas de Costa Rica y España como para las de Africa. Sin embargo, ya que las poblaciones involucradas usualmente fueron y son grandes, y dado que las frecuencias génicas de los grupos étnicos modernos, vecinos de las áreas que contribuyeron a la formación de la nueva población, no difieren apreciablemente, al menos para el caso de los grupos sanguíneos ABO, resulta probable que dicho criterio esté bien satisfecho. Así, por ejemplo, las poblaciones amerindias centroamericanas son monomórficas para el alelo ABO*O (Barrantes 1993). La población española actual presenta poca variación regional en dicho sistema (Planas et al. 1966); en tanto que las poblaciones africanas adyacentes a las antiguas áreas de extracción de esclavos, tampoco difieren en forma considerable para el caso de los grupos sanguíneos ABO, el sistema genético mejor conocido a lo largo del área de esclavitud (Reed 1969 b).

Desde la perspectiva de la genética evolutiva, las poblaciones mezcladas han sido usadas como una herramienta para detectar selección natural en varios loci génicos. Pues es cierto que la selección en favor o en contra de un alelo particular, en una población híbrida, distorsionará la estimación de mezcla racial basada en tal frecuencia alélica (Chakraborty 1986). En tanto que, si solamente el flujo génico ha estado involucrado en la formación de la población híbrida, teóricamente todos los estimados de M deben ser iguales. De

hecho, la dificultad de conocer las frecuencias ancestrales de un tiempo lejano en el pasado y los posibles errores de muestreo pueden causar pequeñas variaciones. Sin embargo, una gran distorsión para los valores de mezcla de alguno de los alelos indicaría que la mutación, deriva génica, o selección han estado trabajando al mismo tiempo que el flujo génico (Roberts 1978).

Existe una razón teórica muy importante para buscar selección natural en las poblaciones híbridas. Como ha sido reconocido previamente, al actuar la selección sobre varias generaciones de una población, se puede producir un efecto acumulativo en los individuos actuales, apreciablemente mayor que el efecto de la selección en una sola generación (Reed 1969 b, Workman 1968, Hertzog & Johnston 1968). Entonces, hay una posibilidad de detectar, en los híbridos, niveles de selección sobre los polimorfismos comunes, cuyo grado es muy pequeño para ser detectable por los estudios ordinarios de una generación. Esta posibilidad, junto con la probabilidad de que algunos de los genes sean selectivos, hace especialmente útil la búsqueda de selección en estas poblaciones (Reed 1969 b).

En este sentido, varios investigadores (Workman 1968, Workman et al 1963, Parker y Bearn 1961, Hertzog y Johnston 1968) han argumentado que la selección a favor o en contra de un gen puede ser claramente inferida a partir de los valores de M que produce ese gen. Incluso, es posible que algunos de estos genes ya hayan sido identificados (Reed 1969 b, Chakraborty

1986).

La búsqueda de un locus sujeto a selección natural, mediante el cálculo de mezcla racial implica que (i) se debe conocer el valor "verdadero (no desviado) de M ", al que se llama M_0 ; (ii) que el estimado M_e se calcula respetando los tres primeros criterios del modelo de mezcla, antes mencionados y (iii) que M_e es significativamente diferente de M_0 , y por lo tanto resulta razonable sospechar que la selección es la causa de tal desviación observada (Reed 1969 b).

Existen varios modelos estadísticos para la detección de selección a partir de los estudios de mezcla. El primero considera la multimodalidad de los estimados de mezcla provenientes de diferentes alelos. El segundo estima el rango de correlación de los estimados de mezcla entre pares de poblaciones híbridas originadas a partir de los mismos ancestros. En tanto que, el tercer sistema, se basa en el análisis de la heterogeneidad de los estimados de mezcla (Chakraborty 1986).

Utilizando el modelo de multimodalidad, con tan solo cinco alelos de dos sistemas genéticos, Roberts (1978) llegó a la conclusión de que en Costa Rica los datos de grupos sanguíneos indican mayor ancestría negra que la historia y la morfología. Esto, junto con resultados supuestamente similares para el alelo ABO*B en otras poblaciones trihíbridas del Nuevo Mundo, sugiere según dicha autora, una posible ventaja selectiva para el grupo B.

Sin embargo, el trabajo de Roberts (1978) no cumple con ninguno de los criterios necesarios para detectar selección natural a partir del análisis de mezcla. Así:

(a) No tiene un valor verdadero de M , sino deducciones a partir de los datos históricos y de un criticable análisis morfológico.

(b) Utiliza frecuencias génicas inadecuadas para España y África; a la vez que su muestra, aunque grande, plantea una serie de cuestionamientos técnicos, como se discutió al principio de esta sección.

(c) En consecuencia, su estimado de mezcla (M_e) no tiene un patrón a partir del cual mostrar desviación.

Pasando por alto los supuestos que hizo Roberts (1978), al escoger las frecuencias ancestrales que utilizó, su argumento básico no es incorrecto, las frecuencias del alelo B son bien conocidas en España y en el área de extracción de esclavos en África, y no presentan variaciones regionales apreciables. De este modo, al ser la frecuencia de ABO*B más elevada en Costa Rica que en España, el modelo de mezcla eleva las proporciones de ancestría africana en el cálculo.

Al comentar las posibles fuerzas evolutivas que hubieran provocado tal distorsión, se descarta razonablemente la mutación, dado el escaso tiempo transcurrido desde que se formara esta población y que los cambios debidos a la mutación son, generalmente, muy pequeños (Roberts 1978). Por otro lado, la deriva génica produce apreciables diferencias solamente en

poblaciones pequeñas, por lo que la citada desviación fue interpretada como la acción de selección.

Sin embargo, Roberts (1978) tuvo problemas para explicar el por qué la frecuencia de ABO*B es más alta en las tierras altas del interior del país que en las tierras bajas del Pacífico, las cuales tuvieron una proporción mayor de ancestros negros en tiempos coloniales. Por ello se ve obligada a combinar su hipótesis selectiva con la acción de la deriva génica. Así, asume un aislamiento diferencial de ambas regiones, además de invocar que el efecto fundador y la deriva genética habrían influenciado diferencialmente las frecuencias génicas en el período colonial temprano (1569-1700), cuando había una población no-indígena muy pequeña.

En mi opinión, el efecto fundador - o la deriva génica - por sí solo, sería una respuesta alternativa convincente como para explicar la desviación alélica de ABO*B en Costa Rica, ya que esta distorsión podría caer dentro del error esperado a que están sujetas las frecuencias génicas.

Como se comentó en el marco teórico, el método de Krieger et al. permite examinar si han ocurrido grandes fluctuaciones en las frecuencias fenotípicas, mediante una prueba de adherencia (χ^2). Así, el análisis de la heterogeneidad de las estimaciones de mezcla entre los loci puede ser utilizado para detectar empíricamente la acción de las fuerzas evolutivas. En este sentido, los presentes cálculos de mezcla muestran distorsiones de los alelos ABO*B y P*P1, respecto a lo esperado

de acuerdo con el modelo de mezcla racial, ya que la heterogeneidad introducida por ABO*B es alta en las estimaciones globales de Costa Rica y de la región Central (Apéndices VI.A y VI.B). Por otra parte, la heterogeneidad aportada por el alelo P*P1 es significativa en los datos generales de Costa Rica, y de las regiones Central, Atlántica y Chorotega (Apéndices VI.A, VI.B, VI.C y VI.E) Para el sistema ABO, estos resultados confirman la observación de Roberts (1978), una vez que se han analizado 35 alelos o haplotipos provenientes de 11 sistemas génicos. Es interesante que estos dos sistemas han sido involucrados de una u otra forma, con la susceptibilidad a algunas enfermedades infecciosas (Vogel y Motulsky 1986, Cavalli-Sforza y Bodmer 1981, Lewontin 1984, Lomberg y Svanborg 1989).

Sin embargo, si una hipótesis selectiva habrá de ser postulada para explicar las desviaciones (respecto al modelo de mezcla), en las frecuencias de los alelos ABO*B y P*P1 en la población de Costa Rica, esta deberá basarse en estimaciones confiables de las proporciones reales de mezcla y deberá refinar las indagaciones de los eventuales factores selectivos, que provocaron tales distorsiones.

La segunda parte del argumento propone que hay frecuencias elevadas del alelo ABO*B, en otras poblaciones trihíbridas del Nuevo Mundo (Roberts 1978), lo cual implica que el ambiente americano estaría seleccionando favorablemente al grupo sanguíneo B.

Al revisar los ejemplos en los que se basa esta argumentación, es posible observar que, nueve de los estudios citados, carecen de un valor no desviado de mezcla (M_0) que sirviera como patrón de comparación. De cualquier manera, como la misma autora apunta, la evidencia en estos eventos no es contundente (Roberts 1978).

Por otra parte, en 15 poblaciones la frecuencia del haplotipo RH*Cde fue utilizada para generar un valor M_0 , a pesar de que no fue utilizada ninguna prueba de significancia estadística, en cuatro de éstas, el estimado de mezcla (M_e) a partir de ABO*B fue inferior al valor de referencia. En un quinto caso, la diferencia entre ambos es mínima. Así, solo en dos tercios (10/15) de los casos la mezcla basada en ABO*B es mucho mayor. Dos de estas son estados del nordeste de Brasil (Bahía y Pernambuco), población en la que un estudio más amplio no confirma distorsión alguna de ABO*B (Krieger *et al.* 1965), como se tratará más adelante. Además, Santa Catarina es vecina de Curitiba, al sur de ese país, en cuya población afroestizada, tampoco se encontraron diferencias entre el estimado de mezcla del alelo ABO*B y del promedio ponderado de los siete alelos estudiados (Culpí y Salzano 1984).

Valga anotar que Hertzog y Johnston (1968), en el análisis del rango de correlación de los estimados de mezcla, entre pares de poblaciones afroestizadas de Georgia (USA) y Brasil, han sugerido que el haplotipo RH*Cde, al igual que otros del locus Rh, están sujetos al efecto de la selección. Por ello no

hay evidencia objetiva para considerar estos "M₀" como estimados verdaderos de mezcla (Reed 1969 b). Aún asumiendo que todos los demás criterios fueron satisfechos, el M₀ utilizado podría más bien estar distorsionando el cálculo en la dirección contraria.

Existen dos estudios semejantes al nuestro, efectuados en las poblaciones de Uruguay (Sans et al. 1993) y del nordeste del Brasil (Krieger et al. 1965), en los cuales la detección de selección es realizable a partir del análisis de heterogeneidad de los estimados de mezcla. Además, se hicieron los cálculos utilizando muchos sistemas génicos (Cuadro 5 b) y no se encontró distorsión alguna en las frecuencias del alelo ABO*B respecto al modelo de mezcla.

Asimismo, en un trabajo recientemente publicado, en el que se estimaron las proporciones de mezcla racial en 22 regiones urbanas de América Latina, y basados exclusivamente en los sistemas sanguíneos ABO y Rh, se encontró que los resultados genéticos están conformes con la literatura científica, con la única excepción de Santiago de Chile, donde la significativa contribución negra estimada en un 23% es incompatible con su historia (Dutra et al. 1994).

Por otra parte, ya que Workman (1968) había concluido la existencia de selección en contra del alelo ABO*A1 y a favor de ABO*A2 en los negros de Estados Unidos, Reed se aprestó a dejar claro que, los estimados de M obtenidos de las distribuciones del sistema ABO, a partir de datos provenientes de poblaciones

grandes y con la utilización de estimaciones apropiadas de las frecuencias africanas, tampoco sugieren diferencias selectivas entre los alelos A y B, en los negros norteamericanos (Reed 1969 b).

En conclusión, los estudios recientes de mezcla racial, basados en datos genéticos de controlada calidad, no apoyan de ninguna forma la proposición de que el ambiente americano esté seleccionando diferencialmente los alelos del sistema ABO. Esto, por demás resulta difícil de concebir, dada la enorme diversidad de macroambientes estructurales que presenta el continente americano (Morello 1984). Así, adversando a Roberts, con las pruebas existentes: el caso de una ventaja selectiva de B en las poblaciones trirraciales del Nuevo Mundo no está demostrado ni tampoco tiene mucha evidencia en su favor.

IV.4. PROYECCIONES DE LOS ESTUDIOS DE MEZCLA RACIAL EN COSTA RICA

El presente estudio de mezcla racial en Costa Rica proporcionó información objetiva acerca de la heterogeneidad genética entre las distintas regiones del país. Esta información constituye una base para la planificación de futuros estudios en esta población y orienta, por ejemplo, los muestreos para el análisis de sitios hipervariables a nivel de ADN nuclear, y la estimación de cálculos probabilísticos que sustenten su uso en la identificación individual y en los

juicios de paternidad.

El conocimiento de la contribución de los distintos grupos étnicos en las regiones del país, permitirá encauzar la búsqueda de caracteres genéticos responsables de enfermedades hereditarias de mayor prevalencia en determinadas etnias, entre ellas: fenilcetonuria (Desviat et al. 1993), fibrosis quística (Chillón et al. 1994), talasemias, deficiencia de la G6PD (Pellecier y Casado 1970) y enfermedad maniaco-depresiva; o variantes africanas de talasemias y la G6PD (Kay et al. 1992), β -hemoglobina (Pagnier et al. 1984), etc.

De igual forma, podrá encauzar estudios genético-epidemiológicos concernientes a dilucidar el papel de la selección natural en la etiología de enfermedades complejas, cuya prevalencia varía entre los grupos raciales, como la susceptibilidad genética a la Diabetes no-dependiente-de-insulina (NIDDM), en las personas de ascendencia amerindia (Chakraborty y Weiss 1986) o de la hipertensión arterial en individuos con ascendencia africana (Mac Lean et al. 1984).

Finalmente, se requiere extender los estudios de mezcla racial, a fin de mejorar la calidad del muestreo, ampliar el número de sistemas e incluir marcadores a nivel de ADN. Aún, existen interrogantes por dilucidar. Así, por ejemplo, si se realizara una estimación de mezcla con marcadores privados del ADN mitocondrial como la delección Huetar (Santos 1992), podría predecirse una mayor proporción de ascendencia amerindia que la identificada con base en los genes nucleares, dada la herencia

materna del genoma mitocondrial, sumado a la colonización preponderantemente masculina, del Continente Americano. Tal caso implicaría la existencia de tasas de mezcla diferenciales por sexo, una perspectiva difícil de probar en Costa Rica mediante los documentos históricos.

Como bien se ha demostrado, el tema no está agotado, por el contrario, surge la necesidad de realizar ulteriores estudios interdisciplinarios que profundicen en los datos demográficos, etnohistóricos, genéticos e históricos de las diferentes regiones del país y de los grupos poblacionales, en fin, sobre el origen del pueblo costarricense.

V. BIBLIOGRAFIA

AGHCR. 1952. Colección de documentos para la historia de Costa Rica relativos al cuarto y último viaje de Cristóbal Colón. Academia de Geografía e Historia de Costa Rica, Imprenta Nacional y Librería Atenéa, San José, Costa Rica. pp 21-27.

Allison AC, Blumberg BS, and Rees W. 1958. Haptoglobin types in British, Spanish Basque and Nigerian African populations. *Nature* 181:824-825.

ANCR 1909-1930. Índice de Protocolos de Cartago. Seis tomos. Archivos Nacionales de Costa Rica. Imprenta Nacional, San José, Costa Rica.

Aguilar Bulgarelli O. 1989. La esclavitud en Costa Rica durante el periodo colonial. Ensayos de Historia Patria. EUNED, San José, Costa Rica. pp 9-20.

Aguirre Beltrán G. 1972. La población negra de México. Segunda ed. Fondo de Cultura Económica, México. 345 p.

Alvarez JJ. 1951. Studies on the ABO, MN and RhHr blood factors in the Dominican Republic, with special reference to the problem of admixture. *Am. J. Phys. Anthropol.* 9:127-148.

Arteaga C, Salazar-Mallén M, Ugalde E, and Vélez-Orozco A. 1952. Bool agglutinogens of the Mexicans. *Ann. Eugen.* 16:351-358.

Ayala FJ. 1980. Genética molecular y evolución, pp 1-20. En: FJ Ayala (Ed.) *Evolución Molecular*. Omega, Barcelona. 285 p.

Ayala FJ, and Kiger J. 1984. *Genética Moderna*. Omega, Barcelona, España. pp 597-656.

Azofeifa J. 1987. Estructura genética y demográfica de la población amerindia de Talamanca, Costa Rica. Tesis de Maestría, Sistema de Estudios de Posgrado, Universidad de Costa Rica. 94 p.

Barrantes R. 1986. Variación de un Modelo evolutivo poblacional en los amerindios de Costa Rica. En: Barrantes R, Bozzoli ME, y Guñido P (Eds.) *Memorias del Primer Simposio Científico sobre Pueblos Indígenas de Costa Rica*. pp 163-167.

Barrantes R. 1993. *Evolución en el trópico: los amerindios de Costa Rica y Panamá*. San José, Costa Rica, Editorial Universidad de Costa Rica. 223 p.

Barrantes R, Azofeifa J, y Mata L. 1985. Grupos sanguíneos ABO y Rh y proteínas séricas en una población amerindia, Matambú, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 33:13-16.

Barrantes R, y Mata L. 1981. Estudios evolutivos y biomédicos en dos poblaciones indígenas Guaymies de Costa Rica. *Vínculos* 7:1-7.

Barrantes R, Smouse PE, Neel JD, et al. 1982. Migration and genetic infrastructure of the Central American Guaymi and their affinities with other tribal groups. *Am. J. Phys. Anthropol.* 58:201-214.

Barrantes R, et al. 1990. Microevolution in Lower Central America: Genetic Characterization of the Chibcha-speaking Groups of Costa Rican and Panama, and a Consensus Taxonomy Based on Genetic and Linguistic Affinity. *Am. J. Human. Genet.* 46:63-84.

Bertaux P. 1985. África: desde la prehistoria hasta los estados actuales. Siglo Veintiuno, Madrid, España. 359 p.

Binder E. 1970. La Genética de las Poblaciones. Oikos-Tau, Barcelona, España. 128 p.

Biosca A. (Ed.). 1992. Atlas geográfico Universal y de Costa Rica. Ediciones Océano, Barcelona. pp I-XVI.

Blumberg BS, and Hesser JE. 1971. Loci differently affected by selection in two american black populations. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 68:2554.

Boehm CD, Dowling CE, Antonarakis SE, et al. 1985. Evidence supporting a single origin of the β^c -globin gene in blacks. *Am. J. Hum. Genet.* 37:771-777.

Boyd-Bowman P. 1964. Índice geobiográfico de cuarenta mil pobladores españoles de América en el siglo XVI. Tomo I. Imp. Patriótica del Inst. Caro y Cuervo, Bogotá, Colombia. 274 p.

Bozzoli ME. 1979. El nacimiento y la muerte entre los Bribries. Ed. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 264 p.

Bozzoli de Wille ME. 1986. El indígena costarricense y su ambiente natural. Ed. Porvenir, San José, Costa Rica. 92 p.

Brenes R. 1978. Incidencia de grupos sanguíneos y factor Rho. en Costa Rica. *Acta Médica Costarricense* 21(3):289-293.

Brenes Gómez WE. 1989. Epidemiología de la caries dental en poblaciones amerindias de Costa Rica y Panamá. Universidad del

- Valle. Facultad de Salud. Departamento de Medicina Social, Cali, Colombia. 65 p.
- Cavalli-Sforza S, y WF Bodmer. 1981. Genética de las poblaciones Humanas. Omega, Barcelona, España. 942 p.
- Castro de Guerra D, Arévalo H, Rodríguez A, y Salzano F. 1994. Estudio genético en una población negra venezolana. Resúmenes. 11º Congreso Latinoamericano de Genética. México. C-593.
- Castro Tosí N. 1964. La población de la ciudad de Cartago en los siglos XVII y XVIII. Segunda Edición. Reimpreso en: Tinoco LD (Ed.). 1977. Población de Costa Rica y orígenes de los costarricenses. Editorial Costa Rica, San José, Costa Rica. pp 133-153.
- Cerda-Flores RM, y Garza-Chapa R. 1989. Variation in the gene frequencies of three generations of humans from Monterrey, Nuevo León, Mexico. Human Biology 61(2):249-261.
- Chaves Camacho, J. 1969. Evolución demográfica de la población de Costa Rica. Revista de Universidad de Costa Rica 27:37-42.
- Chakraborty R. 1986. Gene admixture in human populations: models and predictions. Yearbook of Physical Anthropology 29:1-43.
- Chakraborty R, and Weiss KM. 1986. The frequencies of complex diseases in hybrid populations. Am. J. Phys. Antropol. 70:489-503.
- Chillón M, Casals T, Giménez J, et al. 1994. Analysis of the CFTR gene confirms high genetic heterogeneity of the Spanish population: 43 mutations account for only 78% of CF chromosomes. Hum. Genet. 93:447-451.
- Clausen H, Hakamori S-i. 1989. ABH and related histo-blood groups antigens; immunochemical differences in carrier isotypes and their distribution. Vox Sang. 56:1-20.
- Constela A. 1991. Las lenguas del área intermedia: Introducción a su estudio areal. Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. p 218.
- Cooke R. 1984. Archaeological research in Central and Eastern Panamá: A review of some problems. In: Lard F. Archaeology of Lower Central America, University of New Mexico Press, USA. pp 263-302.
- Cooke R. 1986. La arqueología del Panamá precolombina y su importancia para el estudio de los pueblos de habla chibcha.

En: Barrantes R, Bozzoli ME, y Guñido P (Eds.) Memorias del Primer Simposio Científico sobre Pueblos Indígenas de Costa Rica. pp 81-95.

Costa Rica. 1953. Censo de la población de Costa Rica. (22 de mayo de 1950). División de Estadística y Censos, Ministerio de Economía y Hacienda, San José, Costa Rica. pp 34.

Costa Rica. 1984. Octavo censo Nacional de población, junio de 1984. Códigos de Ocupaciones. División General de Estadística y Censos, Ministerio de Economía Industria y Comercio, San José, Costa Rica. pp XXVI-XLV.

Crawford M, Wokman PL, McLean C, and Lees FC. 1976. Admixture estimates and selection in Tlaxcala. In: Crawford MH (Ed). The Tlaxcaltecs: Prehistory, Demography, Morphology, and Genetics. Publications in Anthropology 7. Lawrence K, University of Kansas, USA. pp 161-168.

Culpi L, and Salzano FM. 1984 Migration, Genetic, Markers and race admixture in Curitiba, Brazil. J. Biosoc, Sci. 16:127-135.

Curtin PD. 1969. The Atlantic slave trade: a census. Madison, University of Wisconsin Press, USA. pp. 46.

Da Silva EM. 1948. Blood groups of whites, negroes, and mulattoes from the state of Maranhão, Brazil. Am. J. Phys. Anthropol. 6:423-428.

Da Silva EM. 1949. Blood groups of indians, whites, white-indian mixtures in southern Mato Grosso, Brazil. Am. J. Phys. Anthropol. 7:575-586.

De la Cruz V. 1985. Apuntes generales sobre la Costa Rica precolombina. pp 11-32. En: Gómez CL (Ed.). Las instituciones costarricenses del siglo XIX. Editorial Costa Rica, San José, Costa Rica.

Denevan WM (Ed.) 1976. The native populations of the americans in 1492, The University of Wisconsin Press. USA.

Desviat LR, Pérez B, and Ugarte M. 1993. Phenylketonuria in Spain: RFLP haplotypes and linked mutations. Hum. Gent. 92:254-258.

Dobzhansky T. 1966. La Evolución, la Genética y el Hombre. EUDEBA, Buenos Aires, Argentina. 408 p.

Dobzhansky T. 1975. Genética del proceso evolutivo. Ed. Extemporaneos, México. 464 p.

Dutra M da GF, Cabello PH, y López-Camelo JS. Estimativas de Mezcla Racial en diversas regiones de Latinoamérica utilizando datos serológicos de base hospitalar. Resúmenes. 11º Congreso Latinoamericano de Genética. México. C-594.

Echandi CA. 1953. Grupos sanguíneos en Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 1:15-16.

Echandi Cruz L, y Valverde Chaves G. 1992. Distribución de Grupos sanguíneos del sistema ABO según grupos de edades y del sistema Rho. Revista Médica de Costa Rica. LIX (520):105-108.

ECLAMC 1977. Manual operacional de la ECLAMC (Estudio Colaborativo Latinoamericano de Malformaciones Congénitas). Boletín de la Unidad de Genética Médica. Suplemento No. 1. Grafilux S.R.L., Universidad de Zulia, Maracaibo, Venezuela. pp 19.

Elizondo J, y M Zomer. 1970. Hemoglobinas anormales en la población asegurada de Costa Rica. Acta Méd. Cost. 13:249-255.

Elston RC. 1969. Interaction problems. pp 30-34. In: Morton NE (Ed.) Computer applications in genetics. University of Hawaii, Honolulu, Hawaii, USA.

Fernández F, y Méndez H. 1973. El negro en la historia política costarricense. Tesis de grado del departamento de Historia y Geografía y de la Facultad de Derecho. Universidad de Costa Rica.

Fernández ME, Schmidt A, y Basauri V. 1976. La Población en Costa Rica. EUCR, San José, Costa Rica. 199 p.

Fernández Guardia R. 1957. Cartilla Histórica de Costa Rica. Segunda Edición. Imprenta Lehmann, San José, Costa Rica. pp 136.

Ferrero AL. 1977. Costa Rica precolombina. Editorial Costa Rica, San José, Costa Rica. 495 p.

Firschein IL. 1961. Population dynamics of sickle-cell trait in the black caribs of British Honduras, Central America. Amer. J. of Hum. Genet. 13:233-254.

Flores Silva E. 1982. Geografía de Costa Rica. 5ta. reimpre. Seg. ed. EUNED, San José, Costa Rica. 476 p.

Fonseca E. 1986. Costa Rica Colonial: la tierra y el hombre. Tercera ed. EDUCA, San José, Costa Rica. 388 p.

Fonseca E, y Quirós C. 1988. Economía colonial y formación de

las estructuras agrarias. pp 121-162. En: Murillo J. (Ed.). Desarrollo institucional de Costa Rica: de las sociedades indígenas a la crisis del 30. Ediciones Guayacán. San José, Costa Rica.

Fonseca J. 1962. Enfermedad hemolítica del recién nacido por incompatibilidad sanguínea en Costa Rica. Tesis de Grado. Escuela de Microbiología. Universidad de Costa Rica.

Fonseca Herrera ZM. 1979. Los chinos en Costa Rica en el siglo XIX. Tesis de grado. Universidad de Costa Rica, Facultad de Ciencias Sociales, Escuela de Historia y Geografía. 93 p.

Fonseca Zamora O. 1992. Historia antigua de Costa Rica: surgimiento y caracterización de la primera civilización costarricense. Colección Historia de Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 262 p.

Fowler W. 1985. Ethnohistoric Sources the Pipil-Nicarao of Central America: a Critical Analysis. Ethnohistory 32(1):37-62.

Fuentes L. 1961. Distribución de los grupos sanguíneos en indios de Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 9:131-140.

Gardner E. 1980. Principios de Genética. Quinta ed. Limusa, México. pp 517-519.

Garza-Chapa R. 1983. Genetic distances for ABO and Rh(D) blood groups in the State of Nuevo Leon, Mexico. Soc. Biol. 24-31.

Guevara Berger M, y Chacón Castro R. 1992. Territorios indios de Costa Rica: orígenes, situación actual y perspectivas. García H. S.A., San José, Costa Rica. 166 p.

Gibbs WN. 1963. ABO and Rh blood group distribution in a rural Jamaican Community. The West Indian Medical Journal XII(2):103-107.

Gibbs WN, Ottey F, and Dyer H. 1972. Distribution of glucase-6-phosphate dehydrogenase phenotypes in Jamaica. American Journal of Human Genetics 24:18-23.

González P. 1988. La conquista. pp 79-120. En: Murillo J. (Ed.). Desarrollo institucional de Costa Rica: de las sociedades indígenas a la crisis del 30. Ediciones Guayacán. San José, Costa Rica.

González R, Ballester JM, Estrada M, et al. 1976. A study of the genetical structure of the Cuban population: red cell and serum biochemical markers. Am. J. Hum. Genet. 28:585-596.

González García Y. 1985. Estructura agraria en el período colonial. En: Gómez CL. (Ed.). Las instituciones costarricenses del siglo XIX. Editorial Costa Rica, San José, Costa Rica. pp 51-81.

González Viquez C. 1921. Orígenes de los costarricenses. Revista de Costa Rica. Segunda Edición. pp 73-153. En: Tinoco LD. (Ed.). 1977. Población de Costa Rica y orígenes de los costarricenses. Editorial Costa Rica, San José, Costa Rica.

Gudmundson I. 1978. Mecanismos de movilidad social para la población de procedencia africana en Costa Rica colonial: manumisión y mestizaje. En: Gudmunson I: Estratificación socio-racial y Económica de Costa Rica: 1700-1850. EUNED, San José, Costa Rica. 181 p.

Hernández O, Ibarra E, Quesada JR. 1993. Discriminación y racismo en la historia costarricense. Editorial de la Universidad de Costa Rica. p 142.

Herrera Baharry E. 1988. Los Alemanes y el estado cafetalero. EUNED, San José, Costa Rica. 231 p.

Hertzog KP, and Johnston FE. 1969. Selection and the Rh polymorphism. Human Biology 40:86.

Ibarra E. 1988. El intercambio y la navegación en el Golfo de los Huetares (o de Nicoya) durante el siglo XVI. Revista de Historia (17):35-67.

Ibarra E. 1990. Las sociedades cacicales de Costa Rica (Siglo XVI). Colección Historia de Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. pp 28-46.

Ibarra E. 1991 a. Arribo de Colón a Costa Rica ¿27.200 o 400.000 indígenas? En: Quesada JR, y Zavala M. (Comp.). 500 Años: ¿Holocausto o descubrimiento? EDUCA, San José, Costa Rica. pp 53-55

Ibarra E. 1991 b. El descenso de la población indígena. En: Quesada JR, y Zavala M. (Comp.). 500 Años: ¿Holocausto o descubrimiento? EDUCA, San José, Costa Rica. pp 63-64

Ibarra, E. 1991 c. Más sobre la hecatombe de nuestros indígenas. En: Quesada JR, y Zavala M. (Comp.). 500 Años: ¿Holocausto o descubrimiento? EDUCA, San José, Costa Rica. pp 65-66.

ICT. 1990. Costa Rica: Tourist Orientation Guide. Instituto Costarricense de Turismo, Litografía Lil S.A., San José, Costa

Rica. pp 40.

Jenkins. J 1986. *Genética*. Reverté, Barcelona, España. pp 649-696.

Kaufmann J, y Barrantes R. 1986. Demografía Genética de la población judía de Costa Rica. *Acta Médica Costarricense* 29:26-30.

Kay AC, Kuhl W, Prchal J, and Beutler E. 1992. *Am. J. Hum. Genet.* 50:394-398.

Korey KA. 1978. A critical appraisal of methods for measuring admixture. *Human Biology* 50:343-360.

Krieger H, Morton NE, Mi MP, et al. 1965. Racial admixture in north-eastern Brazil. *Ann. Hum. Genet.* 29:113-125.

Kulozik AE, Wainscoat JS, Serjeant GR, et al. 1986. Geographical survey of β^S -globin gene haplotypes: evidence for an independent asian origen of the sickle-cell mutation. *Am. J. Hum. Genet.* 39:239-244.

La Gaceta. 1993. Diario oficial (16 de junio). No. 135, Alcance No. 29, año CXV. pp 1-4.

Láscaris C. 1985. *El costarricense*. EDUCA, San José, Costa Rica. 184 p.

Lewontin R. 1984. *La diversidad Humana*. Biblioteca Scientific American, Editorial Labor, Barcelona, España. 179 p.

Lisker R, Perez-Briceño R, Granados J, et al. 1986. Gene frecuencies and admixture estimates in a Mexico City population. *Am. J. Phys. Antrop.* 71:203-207.

Lisker R, and Babinsky V. 1986. Admixture estimates in nine Mexican Indian groups and five east coast localities. *Rev. Investigaciones Clínicas* 38:145-149.

Lisker R, Perez-Briceño R, Granados J, and Babinsky V. 1988. Gene frecuencies and admixture estimates in the state of Puebla, Mexico. *Am. J. Phys. Antrop.* 71:331-335.

Lisker R, Ramirez E, Perez-Briceño R, et al. 1990. Gene frecuencies and admixture estimates in four Mexican Urban Centers. *Human Biology* 62:791-801.

Lizano XM, y Sandi L. 1980. Incidencia de grupos sanguíneos y factor rho en la región de Turrialba *Rev. Méd. Costa Rica* 472:95-97.

Lomberg H, and Svanborg—Edén C. 1989. Influence of P blood group phenotype on susceptibility to urinary tract infection. FEMS Microbiology Immunology 47:363-370.

Long JC. 1991. Genetic variation in Arizona Mexican Americans: estimation and interpretation of admixture proportions. Am. J. Phys. Anthropol. 84:141-157

Madrigal L. 1989. Hemoglobin Genotype, Fertility, and the Malaria Hypothesis. Human Biology 69(3):311-325.

Mannix DP, y Cowley M. 1970. Historia de la trata de negros. Seg. ed. Alianza Editorial, Madrid, España. 283 p.

Marín Rojas RA. 1979. Inmunohematología. Manual de laboratorio. Depto. Publicaciones, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 32 p.

Marín Rojas RA, Serrato MA, Sáenz M, y Solano EM. 1979. Distribución de los tipos de haptoglobinas en la población de Costa Rica. Sangre 24(1):24-26.

Marín Rojas RA. 1985 a. Hallazgo de la variante S^c en Costa Rica. Revista Judicial (San José, Costa Rica) Año IX, 33:149-150.

Marín Rojas RA. 1985 b. Primer informe de casos de depresión alélica en la población AB de Costa Rica. Rev. Cost. Cienc. Méd. 6(4):233-234.

Marín Rojas RA. 1985 c. Efecto depresivo del gen B sobre el gen A en la población costarricense de grupo AB. Rev. Cost. Cienc. Méd. 6(4):235-236.

Marín Rojas RA, Solano EM, Espinoza M, et al. 1986 a. Distribución de fenotipos y genotipos del sistema ABO en la población de Costa Rica. Rev. Cost. Cienc. Méd. 7:55-58.

Marín Rojas RA, Solano EM, y Espinoza M. 1986 b. Distribución de fenotipos y genotipos del sistema Rh-Hr en la población de Costa Rica. Rev. Cost. Cienc. Méd. 7:59-63.

Matson, GA, and Swanson J. 1959. Distribution of hereditary blood antigens among the Maya and non-Maya Indians in Mexico and Guatemala. Am. J. Phys. Anthropol. NS. 17:49-74.

Matson GA, and Swanson J. 1965. Distribution of hereditary blood antigens among Indians in Middle America. VII. In: Costa Rica. Am. J. Phys. Anthropol. 23:107-122.

MacLean CJ, Adams MS, Leyshon WC, et al. 1974. Genetic studies

on hybrid populations: III. Blood pressure in an american black community. *Am. J. Hum. Genet.* 26:614-626.

Meléndez C. 1966. Los orígenes de los esclavos africanos en Costa Rica. *Actas del XXXVI Congreso Internacional de Americanistas.* Vol. 4:387-391.

Meléndez C. 1974. *Viajeros por Guanacaste.* (Recopilación, Introducción y Notas). Ministerio de Cultura Juventud y Deportes. San José, Costa Rica. pp 21-40.

Meléndez C. 1982. *Conquistadores y Pobladores: orígenes histórico - sociales de los costarricenses.* San José, Costa Rica. EUNED. 288 p.

Meléndez C. 1985. Bosquejo para una historia social costarricense antes de la independencia. pp 35-49. En: Gómez CL. (Ed.). *Las instituciones costarricenses del siglo XIX.* Editorial Costa Rica, San José, Costa Rica.

Meléndez C. 1989 a. El Negro en Costa Rica durante la colonia. En: Meléndez C, y Duncan Q. 1989. *El Negro en Costa Rica.* 9^{na}. reimpr. Editorial Costa Rica, San José, Costa Rica. pp 11-58.

Meléndez C. 1989 b. Aspectos sobre la inmigración jamaicana. En: Meléndez C, y Duncan Q. 1989. *El Negro en Costa Rica.* 9^{na}. reimpr. Editorial Costa Rica, San José, Costa Rica. pp 58-82.

Meléndez C, y Duncan Q. 1989. *El Negro en Costa Rica.* 9^{na}. reimpr. Editorial Costa Rica, San José, Costa Rica.

Mellafe R. 1964. *La esclavitud en hispanoamérica.* EUDABA, Buenos Aires, Argentina. 117 p.

Monge R, Vargas C, Loria R, y Chaves E. 1964. Incompatibilidades materno - fetales en los sistemas ABO y RhHr. *Rev. Méd. de Costa Rica.* 363:317-326.

Morello J. 1984. *Perfil ecológico de Sudamérica.* Vol. 1. Barcelona, España, Instituto de Cooperación Iberoamericana, Ediciones Cultura Hispánica. 94 p.

Mörner, M. 1992. La importancia biológica del mestizaje. En: Elliot JE (Dir.) 1492/1992 *La historia revisada.* Cap. 3: Europa - América. *Relaciones entre los pueblos.* El País, España. pp 42-45.

Murchie AG. 1981. *Imported spieces: a study of anglo-american settlers in Costa Rica 1821-1900.* Imprenta Nacional y Ministerio de Cultura Juventud y Deportes, San José, Costa Rica. 411 p.

- Océano Ed. 1987. Costa Rica, su historia, tierra y gentes. Tomo II. Editorial Océano, Barcelona, España. 368 p.
- Olien MD. 1970. The negro in Costa Rica: The role of an ethnic minority in a developing society. Developing Nations Monograph Series. No. 3. Winston-Salem: Overseas Research Center, Wake Forest University, NC, USA. pp 57-66.
- Ottensooser F. 1962. Analysis of trihybrid populations. Am. J. Hum. Genet. 14(3):278-280.
- Pagnier J, et al. 1984. Evidence for the multicentric origin of sickle cell hemoglobin gene in Africa. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 81: 1771-1773.
- Paredes Martínez C, y Lara Tenorio B. 1994. La población negra en los valles centrales de Puebla: orígenes y desarrollo hasta 1681. pp 19-77. En: Martínez Montiel LM. (Coord.) Presencia africana en México. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, México. 575 p.
- Parker WC, and Bearn AG. 1961. Haptoglobin and transferrin variation in humans and primates: two new variants in Chinese and Japanese populations. Ann. Hum. Genet. London 25:227-241.
- Pellecier A, and Casado A. 1970. Frequency of Thalassemia and G6PD Deficiency in Five Provinces of Spain. Am. J. Hum. Genet. (22):298-303.
- Picado C. 1937. Grupos sanguíneos: dos nuevas técnicas útiles para la América Latina. Rev. Méd. de Costa Rica 3(43): 36-38.
- Picado C, y Trejos A. 1942. Biología Hematológica elemental comparada. Imprenta Nacional, San José, Costa Rica. 142 p.
- Picado C. 1943. Proaglutininas del Grupo Hematológico ABO; heterogeneidad del grupo I de Moss. Revista Médica de Costa Rica 10 (110):481-485.
- Piperno DR, et al. 1985. Pre-ceramic maize in Panama: phytolith and pollen evidence. Am. Anthropol. 87:871-878.
- Planas J, Fuste M, y Viñas J. 1966. Contribución al estudio de los caracteres hematológicos en la población española (Haptoglobinas; grupos sanguíneos A₁ A₂ B O y Rh). Genét. Ibérica 18 (185):1-19
- Quesada Pacheco MA. 1989. La lengua española y la sociedad colonial en Costa Rica. En: Sibaja Chacón IF, et al. Costa Rica Colonial. Ediciones Guayacán, San José, Costa Rica. pp 249-266.

Quirós T. 1954. Geografía de Costa Rica Colonial. Instituto Geográfico Nacional, Ministerio de Obras Públicas, San José, Costa Rica.

Quiros Vargas C, y Bolaños Arquín M. 1989. El mestizaje en el siglo XVII: Consideraciones para comprender la génesis del campesinado criollo del Valle Central. En: Sibaja Chacón LF, et al. Costa Rica Colonial. Ediciones Guayacán, San José, Costa Rica. pp 61-78.

Reed TE. 1969 a. Critical test of hypotheses for race mixture using Gm data on american caucasians and negroes. Am. J. Phys. Anthropol. 21:71-83.

Reed TE. 1969 b. Caucasian genes in american negroes. Science 165:762-768.

Reuben W, Moctezuma J, Camacho JA, et al. 1969. Apuntes sobre un estudio de grupos sanguíneos en la Universidad de Costa Rica. Serie de investigaciones estudiantes No. 2, Facultad de Ciencias y Letras, Universidad de Costa Rica.

Ribera A, y Sáenz GF. 1968. Datos numéricos y estadísticos mínimos sobre la incidencia de hemoglobinas anormales en Costa Rica. Rev. Méd. Hosp. Nal. Niños 2:95-102.

Riisman del JN, y Levitt JH. 1976. Un estudio cuantitativo de algunos aspectos de la esclavitud en Costa Rica en tiempos de la Colonia. Revista del Pensamiento Centroamericano 152 (julio-setiembre):101-116.

Roberts PO. 1978. The composition of the Costa Rican Population: Some evidence from history, Genetics, and Morphology. Ph.D. Thesis, Department of Anthropology, University of Colorado. 147 p.

Rodríguez E. 1979. Apuntes para una sociología costarricense. EUNED, San José, Costa Rica. 130 p.

Rodríguez S, y Villegas J. 1981. Genotipos del Sistema Rh-Hr e incidencia de los grupos sanguíneos ABO en una muestra de la población del cantón de Nicoya. Rev. Cost. Cienc. Méd. 2:69-72.

Roychoudhury AK, and Nei M. 1988. Human polymorphic genes. World distribution. Oxford University Press, New York. 370 p.

Sáenz GF, Arroyo G, Jiménez J, et al. 1971. Investigación de hemoglobinas anormales en la población de raza negra costarricense. Rev. Biol. Trop. 19:251-260.

Sáenz GF, Alvarado MA, et al. 1973. Investigación de

hemoglobinas anormales en la población costarricense del Guanacaste. *Acta Méd. Cost.* 16:147-152.

Sáenz GF, Alvarado M, Alfaro E, et al. 1977. Diagnóstico neonatal de hemoglobinopatías. *Sangre* 26:339-344.

Sáenz GF, Elizondo J, Arroyo G, et al. 1980. Hemoglobinopatías en 12.000 escolares. *Acta Médica Costarricense* 23(1):89-99.

Sáenz GF, Chaves M, Arroyo G, et al. 1982. Escrutinio de hemoglobinopatías y G6PD en una población italiana radicada en Costa Rica. *Rev. Cost. Cienc. Méd* 3(2):185-188.

Sáenz GF, Chaves M, Grant S, et al. 1984. Hemoglobinas anormales, alfa talasemia y deficiencia de la G6PD eritrocítica en recién nacidos de raza negra. *Sangre* 29:861-867.

Sáenz GF, Chaves M, Castro M, et al. 1984. Síndromes drepanocíticos en la población de la provincia de Puntarenas. *Acta Méd. Cost.* 27:179-182.

Sáenz GF, Chávez M, Briceño J, et al. 1985. Polimorfismo de la hemoglobina y de la G6PD eritrocitaria en la población pre-escolar de Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica. *Rev. Cost. Cienc. Méd.* 6(3):126-130.

Sáenz GF, Chaves MA y Quintana E. 1986. Las hemoglobinopatías en Costa Rica: Aspectos históricos, culturales y epidemiológicos. *Rev. Cost. Cien. Méd.* 7(1):195-106.

Saha N, and Samuel APW. 1987. A genetic study of blacks from Trinidad. *Hum. Hered.* 37:365-370.

Saldanha PH. 1957. Gene flow from white into Negro populations in Brazil. *Amer. J. Hum. Genet.* 9:299-309.

Saldanha PH. 1962. Os componentes raciais das populações Nordestinas. *Ciencia e Cultura* 14(2):115-117.

Salzano FM. 1982. The microevolutionary process - A view from South America. *Acta Antropogenetica* 6(1):1-21.

Sanabria V. 1957. Genealogías de Cartago hasta 1850. En: Tinoco LD (Ed.). 1977. Población de Costa Rica y orígenes de los costarricenses. Editorial Costa Rica, San José, Costa Rica. pp 155-214.

Sánchez-Albornoz N. 1992. Medio siglo de emigración masiva de España hacia América. En: Sánchez-Albornoz N. (Comp). *Españoles hacia América: La emigración en masa, 1880-1930.* Alianza Editorial, Madrid, España. 436 p.

- Sandoval L, and Henckel C. 1954. The ABO, MNS, and Rh-Hr blood groups of the Mapuche Indians of Cautin province, Chile. *Hum. Biol.* 26: 324-329.
- Sans M. 1992. Análisis de siete sistemas sanguíneos en la población uruguaya e inferencias acerca de la mezcla racial. *Revista Brasileña de Genética* 15 (Sup. 2) E.80:193.
- Sans M, Sosa M, Alvarez I, et al. 1993. Blood group frequencies and the question of race admixture in Uruguay. *Interciencia* 18(1):29-32.
- Santos M. 1992. Análisis de la variación genética del ADNmt y nuclear de una población amerindia, Huetar de Costa Rica. Tesis de Maestría, Sistema de estudios de Posgrado, Universidad de Costa Rica.
- Schmidt A. 1979. Los extranjeros en Costa Rica. Séptimo Seminario Nacional de Demografía. Asociación Demografica Costarricense, San José, Costa Rica. pp 57-70.
- Schneider H, and Salzano FM. 1979. Gm allotypes and racial admixture in two Brazilian populations. *Hum. Genet.* 53:101-105.
- Selander RK. 1980. Variación génica en las poblaciones naturales. pp 21-46. En: Ayala, F.J. (Ed.) *Evolución Molecular*. Omega, Barcelona, España. 285 p.
- Shifter Sikora J. 1979. El judío en Costa Rica. EUNED, San José, Costa Rica. 387 p.
- Snarskis MJ. 1977. Turrialba (9-FG-T), un sitio paleoindio en el este de Costa Rica. *Vínculos* 3 (1 y 2):13-25.
- Solano L, y Mainieri F. 1967. Estudio sobre la drepanocitosis y hemoglobina "S" en Liberia, Guanacaste. *Acta Méd. Cost.* 10:175-178.
- Solano L, Cabezas M, y Elizondo J. 1967. Estudio sobre la drepanocitosis y hemoglobina "S" en Santa Cruz de Guanacaste. *Acta Méd. Cost.* 9:59-66.
- Sonnet J, and Michaux JC. 1960. *Nature* 188:504.
- Stone S. 1982. La dinastía de los Conquistadores. La crisis del poder en la Costa Rica contemporánea. Tercera ed. EDUCA, San José, Costa Rica. 623 p.
- Studencki AB, Conner BJ, Impraim CC, et al. 1985. Discrimination among the human β^A , β^S , and β^C -globin genes using allele-specific oligonucleotide hybridization probes. *Am.*

J. Hum. Genet. 37:42-51.

Temistocle T. 1970. Lingua e cultura di una comunità italiana in Costa Rica. Valmartina Editore, Firenze, Italia. 371 p.

Tenorio Alfaro LA. 1988. Las comunidades indígenas de Costa Rica. CONAI, Imprenta Nacional, San José, Costa Rica. 66 p.

Thiel BA. 1902. Monografía de la población de la República de Costa Rica en el siglo XIX. El Mensajero del Clero. Segunda ed. Reimpreso en: Tinoco LD (Ed.). 1977. Población de Costa Rica y orígenes de los costarricenses. Editorial Costa Rica, San José, Costa Rica. pp 15-72.

Tiburcio V, Romero A, and De Garay AL. 1978. Gene frequencies and racial intermixture in a mestizo population from Mexico City. Ann. Human Biology 5:131-138.

Tinoco LD. (Ed.). 1977. Población de Costa Rica y orígenes de los costarricenses. Editorial Costa Rica, San José, Costa Rica. 503 p.

Thompson E. 1972. Rates of change of world ABO blood-group frequencies. Ann. Hum. Genet. 35:357-361.

Vogel F, and Motulsky AG. 1986. Human Genetics. Springer-Verlag, Berlin, Germany. 807 p.

Volio Jiménez F. 1978. Apartheid. Prototipo de discriminación racial. Segunda ed. Editorial Costa Rica, San José, Costa Rica. 243 p.

Wang G. 1981. Tourism: industry with no chimney or the need for a policy? with reference to the case of Costa Rica. Oxford Polytechnic. Oxford, England. pp 3.

Weiss KM. 1988. In search of times past: gene flow and invasion in the generation of human diversity. En: G.W. Lasker, (Eds.) Biological aspects of human migration. G.C.N. Mascie-Taylor y Cambridge University Press, England. pp 130-166.

Workman PL. 1968. Gene flow and the search for natural selection in man. Human Biology 40:260-279.

Workman PL, Blumberg BS, and Cooper AJ. 1963. Selection, gene migration and polymorphic stability in U.S. white and negro population. Am. J. Hum. Genet. 15:429-437.

Zumbado AL. 1989. La consanguinidad en Costa Rica. Tesis de Maestría. Sistema de Estudios de Posgrado. Universidad de Costa Rica. 70 p.

Zumbado AL, y Barrantes R. 1991. La consanguinidad en las provincias centrales de Costa Rica. Acta Médica Costarricense 34(3):75-82.

VI. APENDICES

APENDICE I.A. LUGARES DE PROCEDENCIA DE LOS COLONIZADORES
ESPAÑOLES REGISTRADOS EN COSTA RICA ENTRE LA SEGUNDA MITAD DEL
SIGLO XVI Y 1850.

AREA	NUMERO (%)
Andalucía	95 (31.25)
Extremadura	25 (8.22)
Castilla la Vieja	15 (4.93)
Castilla la Nueva	23 (12.50)
	158 (51.97)
León	18 (5.92)
Galicia	20 (6.58)
Cataluña/ Valencia / Baleares	15 (4.93)
Aragón	4 (1.31)
Murcia	3 (.99)
Navarra	11 (3.62)
Asturias	13 (4.28)
Islas Canarias	9 (2.97)
Españoles indeterminados	24 (7.89)
	275 (90.46)
Euskadi (País Vasco)	29 (9.54)
	304 (100%)

Fuentes: Sanabria (1957), y Meléndez (1982).

APÉNDICE I.B. LUGARES DE PROCEDENCIA DE LOS COLONIZADORES CAUCASICOS REGISTRADOS EN COSTA RICA ENTRE LA SEGUNDA MITAD DEL SIGLO XVI Y 1850.

AREA	DETALLE	NUMERO (%)
España	Peninsulares	304 (59.84)
	Nacidos en América	
	América Central	128
	Sur América	13
	México y Antillas	14
		155 (30.51)
	OTROS EUROPEOS (+ EEUU)	
	MEDITERRANEOS	
	Portugal	5 (.98)
	Italia	15 (2.96)
	Francia	11 (2.17)
	Grecia	3 (.59)
		34 (6.70)
	OCCIDENTALES	
	Inglaterra	4
	Irlanda	3
	Estados Unidos	1
	Alemania	4
	Flandes	2
	Suecia	1
		15 (2.95)
	TOTAL	508 (100 %)

Fuentes: Sanabria (1957), y Meléndez (1982).

APENDICE II. AREAS AFRICANAS DE EXTRACCION DE LOS ESCLAVOS
TRANSPORTADOS A COSTA RICA DURANTE LOS SIGLOS XVII Y XVIII.

AREA	DESCRIPCION GEOGRAFIA	NUMERO (%)
Guinea:	ríos Senegal y Geba, incluye Senegal, Gambia, y Guinea Portuguesa	3 (1.80)
Bagnoun:	cuenca del río Cazamancia, Guinea.	3 (1.80)
Cabo Verde:	son de Guinea.	10 (5.98)
Fula (Pura):	de Senegal a Wadal, Sudan.	1 (.60)
Mandinga:	de Gambia a Ouassoulou, a través del Bambouk	2 (1.19)
Wolofe:	ríos Senegal y Gambia, Guinea.	1 (.60)
		<hr/> 20 (11.97)
Mina:	Costa de Oro.	49 (29.34)
Popó:	río Mono, entre Togo y Dahomey [Ewe ⁻ -Fon]	3 (1.80)
Arará:	Dahomey [Ewe ⁻ -Fon]	16 (9.58)
Caravalli:	Iblos, este del Níger.	3 (1.80)
		<hr/> 71 (42.52)
Congo:	cuenca del río Congo [Bantú]	61 (36.53)
Angola:	ríos Dande y Kwanza [Bantú]	14 (8.38)
Indeterminado		1 (.60)
		<hr/> 167 (100 %)

Fuente: Indice de Protocolos de Cartago. Siglos XVII y XVIII.
(ANCR 1909-1930).

APENDICE III.A. FRECUENCIAS ALELICAS O HAPLOTIPICAS DE DIFERENTES SISTEMAS GENICOS HUMANOS EN LAS POBLACIONES ANCESTRALES DE LA POBLACION COSTARRICENSE ACTUAL*. Se incluyen los sistemas MNSs, ABO, Duffy, Kell, Kidd, Lewis, P, Rhesus, Secretor, Ceruloplasmina, Haptoglobina, β -Hemoglobina y Transferrina

MNS

Población	MS	Ms	NS	Ns	n	Fuente**
AFRICANOS						
Senegal (Bedik)	.099	.429	.178	.294	459	(10)
Nigeria (Yoruba)	.053	.410	.052	.485	135	(10)
Zaire (Bantú)	.118	.353	.157	.372	93	(10)
Angola (Njinga)	.083	.472	.074	.371	109	(10)
AMERINDIOS						
Boruca	.165	.505	.073	.257	56	(8)
Bribri	.241	.429	.150	.180	50	(8)
Cabécar	.326	.634	.014	.026	62	(8)
Teribe	.169	.543	.069	.219	40	(8)
CAUCASICOS						
España	.243	.311	.058	.389	76	(10)
Bajos Pirineos (Vascos franceses)	.323	.310	.110	.256	75	(10)

Notas: (*) En este apéndice se incluyen las frecuencias génicas que fueron utilizadas para la estimación de las frecuencias ancestrales, mediante la ponderación con las proporciones históricas, en que cada una de estas regiones contribuyó a población costarricense actual.

(**) las fuentes se suministran al final de este apéndice.

cont.

ABO							
Población	A	A ₁	A ₂	B	O	n	Fuente
AFRICANOS							
Senegal		.165	.038	.230	.567	771	(10)
Nigeria (Yoruba)		.094	.055	.188	.664	135	(10)
Zaire (Bantú)		.136	.080	.096	.688	93	(10)
Angola (Njinga)		.131	.013	.127	.717	109	(10)
	a= A _{int}		012a				
AMERINDIOS							
Boruca		.000	.000	.000	1.000	124	(4)
Bribri		.000	.000	.000	1.000	278	(4)
Cabécar		.000	.000	.000	1.000	226	(4)
Guatuso		.000	.000	.000	1.000	166	(4)
Teribe		.000	.000	.000	1.000	126	(4)
CAUCASICOS							
España (Global)		.2419	.0420	.0580	.6581	2489	(9)*
Norte (Galicia\ Santander\Asturias)		.2725	.0506	.0537	.6232	516	(9)*
Centro (Castilla\ León\Extremadura)		.2504	.0458	.0648	.6390	421	(9)*
Aragón		.1832	.0263	.0412	.7493	99	(9)*
Cataluña\Balears		.2374	.0356	.0521	.6749	325	(9)*
Levante (Murcia\ Valencia)		.2725	.0506	.0537	.6232	285	(9)*
Andalucía		.2533	.0444	.0660	.6363	859	(9)*
I. Canarias		.2072	.0624	.0914	.6390	400	(9)*
Euskadi (Vascos)		.225		.032	.744	146	(10)

Nota: (*) Calculados mediante M.V. a partir de las frecuencias fenotípicas.

cont

 Duffy (Fy)

Población	Fy ^a	Fy ^b	Fy	n	Fuente
AFRICANOS					
Nigeria (nigerianos)	.000	.000	1.000	141	(10)
Zaire (Bantú)	.000	.029	.971	93	(10)
Angola (Njinga)	.005	.000	.995	109	(10)
AMERINDIOS					
Boruca	.537	.463	.000	56	(8)
Bribri	.776	.224	.000	50	(8)
Cabécar	.689	.311	.000	62	(8)
Guatuso	.256	.744	.000	65	(3)
Teribe	.726	.274	.000	40	(8)
CAUCASICOS					
España	.365	.635	.000	483	(10)
Euskadi (P. Vasco)	.295	.705	.000	161	(10)

 Kell

Población	K	k	n	Fuente
AFRICANOS				
Senegal (Bedik)	.001	.999	792	(10)
Nigeria (Yoruba)	.015	.985	135	(10)
Zaire (Bantú)	.000	1.000	93	(10)
Angola (Njinga)	.000	1.000	109	(10)
AMERINDIOS				
Boruca	.000	1.000	124	(4)
Bribri	.000	1.000	278	(4)
Cabécar	.000	1.000	126	(4)
Guatuso	.000	1.000	160	(4)
Teribe	.000	1.000	126	(4)
CAUCASICOS				
España	.038	.962	4300	(10)
Euskadi (P.Vasco)	.047	.953	120	(10)

 Kidd (Jk)

Población	Jk ^a	Jk ^b +Jk	n	Fuente
AFRICANOS				
Senegal (Bedik)	.396	.604	167	(10)
Nigeria (Yoruba/ Ibo/Jal)	.782	.218	105	(10)
Zaire (Bantú)	.859	.141	93	(10)
AMERINDIOS				
Boruca	.557	.443	56	(8)
Bribri	.307	.693	50	(8)
Cabécar	.476	.524	62	(8)
Teribe	.258	.742	40	(8)
CAUCASICOS				
España	.537	.463	244	(10)
Bajos Pirineos (Vascos franceses)	.529	.471	399	(10)

Lewis

Población	Le	le	n	Fuente
AFRICANOS				
Zaire (Bantú)	.308	.692	93	(10)
Angola	.319	.681		(7)
AMERINDIOS				
Boruca	.557	.443	56	(8)
Bribri	.434	.566	50	(8)*
Cabécar	.432	.568	62	(8)
Teribe	.359	.641	39	(8)
CAUCASICOS				
Portugal	.660	.340		(7)
Italia (Bologna)	.759	.241	400	(10)
Euskadi (P.Vasco)	.698	.302	193	(10)

P

Población	P ₁	P _{2+p}	n	Fuente
AFRICANOS				
Senegal (Bedik)	.705	.295	793	(10)
Nigeria (Yoruba)	.690	.310	135	(10)
Zaire (Bantú)	.806	.194	93	(10)
AMERINDIOS				
Boruca	.705	.295	56	(8)
Bribri	.600	.400	50	(8)
Cabécar	.873	.127	62	(8)
Teribe	.776	.224	40	(8)
CAUCASICOS				
España	.586	.414	532	(10)
Euskadi (P.Vasco)	.529	.471	36	(10)

Rhesus									
Población	\bar{x} CDE R ²	CDe R ¹	cDE R ²	cDe R ⁰	\bar{x} cde r	\bar{x} Cde r'	\bar{x} cdE r''	n	Fuente
AFRICANOS									
Senegal (Bedik)	.003	.016	.098	.620	.264	.	.	791	(10)
Ghana (Gold C)									
Ewe (cD ^{ae} .0683)	.0858	.0528	.4795	.2348	.0788	.	.		(6)
Ashant(cD ^{ae} .0668)	.1195	.0265	.5576	.2296	.	.	.		
Nigeria (Yoruba)	.	.050	.011	.680	.228	.031	.	135	(10)
Zaire (Bantú)	.	.101	.015	.678	.206	.	.	93	(10)
Angola (Njinga)	.	.089	.077	.714	.095	.025	.	109	(10)
Jamaica	.	.1702	.1587	.5219	.1293	.0097	.0081		(6)
AMERINDIOS									
Boruca	.	.536	.419	.045	.	.	.	56	(8)
Bribri	.	.437	.489	.074	.	.	.	50	(8)
Cabécar	.	.548	.339	.113	.	.	.	62	(8)
Teribe	.	.375	.425	.200	.	.	.	40	(8)
CAUCASICOS									
España	.070	.410	.071	.054	.377	.017	.002	859	(10)
Vascos	.014	.403	.043	.073	.436	.027	.004	628	(10)

Nota: La frecuencia de cDe (R⁰) en los negroides incluye un 9% de cD^{ae} (5)

Rhesus (D)				
Población	D (Rh+)	d (rh-)	n	Fuente
AFRICANOS				
Senegal (Bedik)	.736	.264	791	(10)
Ghana (Ewe)	.686	.314		(6)
Nigeria (Yoruba)	.741	.259	135	(10)
Camerún (Bamenda)	.794	.206	93	(10)
Angola (Njinga)	.880	.120	109	(10)
AMERINDIOS				
Boruca	1.000	.000	56	(8)
Bribri	1.000	.000	50	(8)
Cabécar	1.000	.000	62	(8)
Teribe	1.000	.000	40	(8)
CAUCASICOS				
España (Global)	.608	.391	2067	(9)*
Norte (Galicia\ Santander\Asturias)	.595	.405	110	(9)*
Centro (Castilla\ León\Extremadura)	.607	.393	416	(9)*
Aragón	.620	.380	104	(9)*
Cataluña\Balears	.643	.357	313	(9)*
Levante (Valencia\ Murcia)	.611	.389	284	(9)*
Andalucía	.596	.404	840	(9)*
Euskadi (P. Vasco)	.449	.551	628	(10)

Nota: (*) Calculados mediante M.V. a partir de las frecuencias fenotípicas.

 Secretor

Población	Se	se	n	Fuente
AFRICANOS				
Nigeria (Yoruba)	.497	.503	300	(10)
AMERINDIOS				
Pacaas Novos (Brasil)	1.000	.000	173	(10)
Makiritare (Venez. & Brasil)	1.000	.000	464	(10)
Yanomama (Venez. & Brasil)	.907	.093	1726	(10)
Indios de Brasil	.500	.500		(7)
CAUCASICOS				
España	.506	.494	336	(10)
Euskadi (P. Vasco)	.568	.432	386	(10)

 Ceruloplasmina

Población	A	B	C	X	n	Fuente
AFRICANOS						
Nigeria	.149	.837	.003	.011	520	(10)
Angola	.052	.935	.004	.009	909	(10)
AMERINDIOS						
Gusymí	.	1.000	.	.	1126	(4)
Boruca	.	1.000	.	.	124	(4)
Bribri	.	1.000	.	.	426	(4)
Cabécar	.	1.000	.	.	282	(4)
Guatuso	.	1.000	.	.	166	(4)
Teribe	.	1.000	.	.	126	(4)
CAUCASICOS						
España (Madrid)	.	1.000	.	.	164	(10)
Euskadi (P. Vasco)	.005	.995	.	.	218	(10)

Haptoglobina				
Población	Hp1	Hp2	n	Fuente
AFRICANOS				
Senegal (Bedik)	.725	.275	496	(10)
Costa Marfil (N'Da tr)	.616	.384	253	(10)
Nigeria (Yoruba)	.686	.314	425	(10)
Camerún (Bamenda)	.638	.317	275	(10)
Angola (Njinga)	.682	.318	74	(10)
AMERINDIOS				
Boruca	.500	.500	124	(4)
Bribri	.524	.476	328	(4)
Cabécar	.305	.695	164	(4)
Guatuso	.410	.590	166	(4)
Teribe	.661	.339	124	(4)
CAUCASICOS				
España (Global)	.322	.678	2649	(9)*
Norte (Galicia\Vasc\ Santander\Asturias)	.404	.596	136	(9)*
Centro (Aragón\León\ Extrem.\Castilla)	.403	.597	529	(9)*
Este (Murcia\Balear\ Valencia\Cataluña)	.381	.618	661	(9)*
Andalucía	.414	.586	900	(9)*
Euskadi (P. Vasco)	.418	.582	415	(1)+(9)*

Nota: (*) Calculados mediante M.V. a partir de las frecuencias fenotípicas.

 Hemoglobina (Beta)

Población	Hb A	Hb S	Hb C	Hb D	n	Fuente
AFRICANOS						
Senegal (Bedik)	.858	.142	.	.	875	(10)
(Niokholonko)	.893	.096	.004	.007	612	(10)
Burkina Faso	.846	.070	.084	.	1059	(10)
Nigeria (Yoruba)	.820	.133	.047	.	347	(10)
Camerún	.905	.095	.	.	1183	(10)
Angola (Njinga)	.794	.202	.	.004	104	(10)
AMERINDIOS						
Guaymí	1.000	.000	.000		1114	(4)
Boruca	1.000	.000	.000		124	(4)
Bribri	1.000	.000	.000		530	(4)
Cabécar	1.000	.000	.000		286	(4)
Guatuso	1.000	.000	.000		166	(4)
Teribe	1.000	.000	.000		126	(4)
CAUCASICOS						
Italia	1.000	.000	.000		164	(10)

 Transferrina

Población	C	B	D	DChi	DGua	n	Fuente
AFRICANOS							
Senegal (Bedik)	1.000	.	.	.	.	791	(10)
Mali	.982	.	.018	.	.	142	(10)
Nigeria (Yoruba)	.929	.	.071	.	.	421	(10)
Cameroon (Bamenda)	.960	.	.040	.	.	275	(10)
Angola (Njinga)	.995	.	.005	.	.	109	(10)
AMERINDIOS							
Boruca	.944	.	.	.	.056	124	(4)
Bribri	.798	.	.	.129	.073	426	(4)
Cabécar	.906	.	.	.029	.065	278	(4)
Guatuso	1.000	.	.	.	.	166	(4)
Matambú	.894	.	.	.105	.	104	(2)
Teribe	.794	.	.	.206	.	126	(4)
CAUCASICOS							
España (Madrid)	.995	.005	.	.	.	217	(10)
Euskadi (P. Vasco)	.985	.015	.	.	.	259	(10)

APENDICE III.B. REFERENCIAS DE LAS FRECUENCIAS ANCESTRALES

- (1) Allison AC, Blumberg BS, and Rees W. 1958. Haptoglobin types in British, Spanish Basque and Nigerian African populations. *Nature* 181:824-825.
- (2) Barrantes R, Azofeifa J, y Mata L. 1985. Grupos sanguíneos ABO y Rh y proteínas séricas en una población amerindia, Matambú, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 33:13-16.
- (3) Fuentes L. 1961. Distribución de los grupos sanguíneos en indios de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 9:131-140.
- Matson GA, and Swanson J. 1965. Distribution of hereditary blood antigens among Indians in Middle America. VII. In: Costa Rica. *Am. J. Phys. Anthrop.* 23:107-122.
- (4) Barrantes R, Smouse PE, Neel JD, et al. 1982. Migration and genetic infrastructure of the Central American Guaymi and their affinities with other tribal groups. *Am. J. Phys. Anthrop.* 58:201-214.
- (5) Sonnet J, and Michaux JC. 1960. *Nature* 188:504.
- (6) Gibbs WN. 1963. ABO and Rh blood group distribution in a rural Jamaican Community. *The West Indian Medical Journal* XII(2):103-107.
- (7) Krieger H, Morton NE, Mi MP, et al. 1965. Racial admixture in north-eastern Brazil. *Ann. Hum. Genet.* 29:113-125.
- (8) Barrantes R, et al. 1990. Microevolution in Lower Central America: Genetic Characterization of the Chibcha-speaking Groups of Costa Rican and Panama, and a Consensus Taxonomy Based on Genetic and Linguistic Affinity. *Am. J. Human. Genet.* 46:63-84.
- (9) Planas J, Fuste M, y Viñas J. 1966. Contribución al estudio de los caracteres hematológicos en la población española (Haptoglobinas; grupos sanguíneos A₁ A₂ B O y Rh). *Genét. Ibérica* 18 (185):1-19
- (10) Roychoudhury AK, and Nei M. 1988. Human polymorphic genes. World distribution. Oxford University Press, New York. 370 p.

APENDICE IV: CODIGOS DE LA BASE DE DATOS PADRES.PRG.

APENDICE IV.A: DESCRIPCION DE LAS VARIABLES EN LA BASE DE DATOS PADRES.BDF

VARIABLE	DESCRIPCION
APE1	apellido paterno
APE2	apellido materno
NOMBRE	nombre del individuo
CEDULA	número de la cédula de identidad
COD_CEDULA	provincia de nacimiento
APEPADRE1	primer apellido paterno
APEPADRE2	segundo apellido paterno
NOMBREPADR	nombre del padre
APEMADRE1	primer apellido materno
APEMADRE2	segundo apellido materno
NOMBREMADE	nombre de la madre
LUGARNAC	cantón de nacimiento
FECHANAC	fecha de nacimiento
SEXO	sexo del individuo
ESTADO	estado civil
OCUPA	ocupación o profesión
DOMI	cantón de residencia actual
ETNIA	origen de los apellidos
JUZGADO	Juzgado donde fue inscrito el caso
COD_AREA	área a la que pertenece el juzgado
CASO	número de ingreso a al base del caso
AEO	sistema de grupos sanguíneos
RHESUS	sistema de grupos sanguíneos
MNS	sistema de grupos sanguíneos
DUFFY	sistema de grupos sanguíneos
KELL	sistema de grupos sanguíneos
LEWIS	sistema de grupos sanguíneos
P	sistema de grupos sanguíneos
DIEGO	sistema de grupos sanguíneos
KIDD	sistema de grupos sanguíneos
LUTHERAN	sistema de grupos sanguíneos
SE	sistema de grupos sanguíneos
ALBUMINA	sistema de proteínas séricas
HAPTOGLOBI	sistema de proteínas séricas
TRANSFERRI	sistema de proteínas séricas
CERULOPLAS	sistema de proteínas séricas

APENDICE IV.B: CODIGOS DE CLASIFICACION DE LAS PROVINCIAS DE NACIMIENTO.
VARIABLE: COD_CEDULA

CODIGO	PROVINCIA/ Otro
1	San José
2	Alajuela
3	Cartago
4	Heredia
5	Guanacaste
6	Puntarenas
7	Limón
8	naturalizado
9	registro tardío (costarricense por nacimiento)

APENDICE IV.C: CODIGOS DE CLASIFICACION DEL ORIGEN DE LOS APELLIDOS.
VARIABLE: ETNIA

CODIGO	ORIGEN DEL APELLIDO
88	ambos apellidos hispanos
89	un apellido hispano y otro no-hispano
90	ambos apellidos no-hispanos

APENDICE IV.D: CODIGOS DE CLASIFICACION DE SEXO Y ESTADO CIVIL. VARIABLES:
SEXO y ESTADO.

CODIGO	DESCRIPCION
SEXO	SEXO DEL INDIVIDUO
M	masculino
F	femenino
ESTADO	ESTADO CIVIL
S	soltero
C	casado
D	divorciado

APENDICE IV.E: CODIGOS DE LOS CANTONES DE NACIMIENTO Y RESIDENCIA. VARIABLES: LUGARNAC y DOMI.

CODIGO	PROVINCIA\CANTON	CODIGO	PROVINCIA\CANTON
	SAN JOSE	403	Santa Bárbara
100	San José Central	404	San Rafael
101	Escazú	405	San Isidro
102	Desamparados	406	Belén
103	Puriscal	407	Flores
104	Tarrazú	408	San Pablo
105	Aserrí	409	Sarapiquí
106	Mora		GUANACASTE
107	Goicoechea	500	Liberia
108	Santa Ana	501	Nicoya
109	Alajuelita	502	Santa Cruz
110	Vásquez de Coronado	503	Bagaces
111	Acosta	504	Carrillo
112	Tibas	505	Cañas
113	Moravia	506	Abangares
114	Montes de Oca	507	Tilarán
115	Turrubares	508	Nandayure
116	Dota	509	La Cruz
117	Curridabat	510	Hojancha
118	Pérez Zeledón		PUNTARENAS
119	León Cortes	600	Puntarenas Crl.
	ALAJUELA	601	Esparza
200	Alajuela	602	Buenos Aires
201	San Ramón	603	Montes de Oro
202	Grecia	604	Osa
203	San Mateo	605	Aguirre
204	Atenas	606	Golfito
205	Naranjo	607	Coto Brus
206	Palmares	608	Parrita
207	Poás	609	Corredores
208	Orotina	610	Garabito
209	San Carlos	611	Cóbano-Lepanto-Paquera
210	Alfaro Ruiz		LIMON
211	Valverde Vega	700	Limón Crl.
212	Upala	701	Pococí
213	Los Chiles	702	Siquirres
214	Guatuso	703	Talamanca
215	Río Cuarto	704	Matina
	CARTAGO	705	Guácimo
300	Cartago		OTROS PAISES
301	Paraíso	800	Nicaragua
302	La Unión	801	Honduras
303	Jiménez	802	Bolivia
304	Turrialba	803	Cuba
305	Alvarado	804	El Salvador
306	Oreamuno	805	Hungría
307	Guarco	806	Ecuador
	HEREDIA	807	Italia
400	Heredia	808	China
401	Barva	809	Argentina
402	Santo Domingo	810	México

APENDICE IV.F: CODIGOS DE CLASIFICACION DE LAS OCUPACIONES O PROFESIONES Y OCUPACIONES INCLUIDAS. VARIABLE: OCUPA.

CODIGO	OCUPACION O PROFESION
0	DESOCUPADO O NO DEFINIBLE Estudiante, Hogar, Incapacitado, Pensionado (Jubilado) nacional.
1	OBRERO NO CALIFICADO Auxiliar de liniero, Auxiliar de Mecánico, Auxiliar de Soldador, Ayudante de Chofer, Carnicero, Conserje, Despachador de Trenes, Estibador, Jornalero, Marinero, Misceláneo, Peón, Pescador, Pulidor de Vidrios, Repartidor, Vaquero, Vigilante.
2	OBRERO CALIFICADO Administrador de Finca, Albañil, Bodeguero, Capataz, Carpintero, Chofer, Ebanista, Constructor, Guarda, Guarda Rural, Mantenimiento, Mantenedor Industrial, Niveladorista, Operario, Operador Centrifuga, Operador Construcción, Operador Industrial, Operador de Imprenta, Panadero, Procesador Industrial, Soldador, Supervisor de Calidad, Supervisor de Carga, Supervisor Industrial, Supervisor de Mantenimiento, Tenedor de Libros, Tractorista.
3	OBRERO INDEPENDIENTE Agente de Seguros, Agricultor, Apicultor, Artesano, Bordador, Costurera, Contratista, Estilista, Experto de Belleza, Fontanero, Fotógrafo, Joyero, Maestro de Obras, Masajista, Modista, Músico, Peinador, Peluquero, Plomero, Sastre, Talabartero, Tapicero, Zapatero.
4	EMPLEADO EN GENERAL Ascensorista, Auxiliar de Proveduría, Camarero, Cantinero, Cobrador, Cocinera, Demostradora, Dependiente, Empleado Comercial, Empleado de Farmacia, Mensajero, Notificador, Oficinista, Recepcionista, Repartidor, Salonero, Telefonista, Vendedor.

cont.

CODIGO	OCUPACION O PROFESION	cont.
5	EMPLEADO CON SECUNDARIA COMPLETA	Administración, Administrador, Administrador Comercial, Agente de Compras, Agente Vendedor, Artes Gráficas, Asesor Bilingüe, Asistente de Economía, Asistente Hidrometálico, Asistente de Informática, Asistente de Ingeniería, Asistente Legal, Asistente de Pacientes, Asistente de Salud, Auxiliar de Contabilidad, Auxiliar de Enfermería, Auxiliar de Quirófano, Auxiliar de Laboratorio, Bombero, Cajero, Camarógrafo, Contador, Dibujante, Digitador, Diseñadora, Electricista, Electromecánico, Empleado postal, Enfermería, Extensionista, Fisioterapeuta, Guía Turístico, Inspector Agropecuario, Inspector de Tránsito, Instructor, Investigador judicial, Locutor de Radio, Maestro de Primaria, Mecánico Automotriz, Mecánico Industrial, Mecánico de Precisión, Operador de Computación, Programador, Promotor Social, Proveedor, Radiotécnico, Representante de Ventas, Secretaria, Secretaria Bilingüe, Serígrafo, Supervisor de Ventas, Técnico en Administración, Técnico en Administración Cooperativa, Técnico en Administración Personal, Técnico Agronomía, Técnico Computación, Técnico Electrónica, Técnico Enderezado, Técnico Industrial, Técnico Mantenimiento Industrial, Técnico Radio y TV, Técnico Riego, Técnico Salud Rural, Técnico Telecomunicaciones, Tipógrafo, Turismo.
6	PATRONO	Comerciante, Pensionado extranjero, Transportista.
7	PROFESIONAL O EJECUTIVO	Analista de Sistemas, Abogado, Administrador de Empresas, Agrónomo, Asesor Financiero, Auditor, Biólogo, Dentista, Ejecutivo de Ventas, Ejecutivo Bancario, Ingeniero, Ingeniero de Computación, Ingeniero Eléctrico, Ingeniero Industrial, Ingeniero Químico, Lic. Administración, Lic. Ciencias Económicas, Lic. Nutrición, Master en Electrónica, Médico, Médico Psiquiatra, Perito Agrícola, Perito Automotriz, Profesor, Optometrista, Realizador de Cine y TV, Trabajador Social, Veterinario, Pastor Evangélico, Piloto Aviador, Publicista, Sacerdote.
8	EMPRESARIO	Empresario, Ganadero, Industrial.

APENDICE IV.G: CODIGOS DE CLASIFICACION DE LOS JUZGADOS
 VARIABLES: JUZGADO y COD_AREA

COD_AREA	CODIGO	PROVINCIA / JUZGADO
SAN JOSE		
101	101S1-/T1-/J1-/F1- 101S2-/T2-/J2-/F2- 101S3-/J3- 101J4- 101J5- 101J6-	San José Centro
104	104J1-	Puriscal
119	119T1-/J1-	Pérez Zeledón
ALAJUELA		
201	201T1-/J1-/J2-/F3-	Alajuela
202	202J1-	San Ramón
203	203J1-	Grecia
210	210J1-	San Carlos
CARTAGO		
301	301J1-/J2-	Cartago
305	305J1-	Turrialba
HEREDIA		
401	401J1-/J2-	Heredia
GUANACASTE		
500	500-	Guanacaste
502	501T1-/J1-	Liberia
502	502J1-	Nicoya
503	503J1-	Santa Cruz
506	506J1-	Cañas
PUNTARENAS		
601	601T1-/J1-/J2-	Puntarenas
605	605/J1-	Osa
605	605/J1-	Golfito
LIMON		
701	701T1-/J1-	Limón

Notas: Primer número: # de Provincia
 Segundo número: # del Cantón
 Tipo del Juzgado: J=Juzgado Civil, F=J Familia, T=Tribunal Civil,
 S=Sala, I=J Instrucción, P=J Penal.
 Número del Juzgado: # del Juzgado.

APENDICE V.A. Hoja # 1 de acceso del programa PADRES.PRG a la base de datos PADRES.BDF, manejada desde el Paquete FOXBASE.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA			
INSTITUTO DE INVESTIGACION EN SALUD			
Padres Caracterización étnica de la población Costarricense			
Primer Apellido	Segundo Apellido	Nombre	Cédula
Nombre y Apellidos del Padre			
Nombre y Apellidos de la madre			
Lugar de Nacimiento	Fecha de Nacimiento	Sexo	Estado Civil
Profesión u Oficio		Domicilio	

APENDICE V.B. Hoja # 2 de acceso del programa PADRES.PRG a la base de datos
PADRES.BDF, manejada desde el Paquete FOXBASE.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA INSTITUTO DE INVESTIGACION EN SALUD Caracterización étnica de la población Costarricense		
Código Étnico		Código Juzgado
ABO	Rhesus	MNS
Duffy	Kell	Lewis
P	Diego	Kidd
Lutheran	Se	Albúmina
Haptoglobina	Transferrina	Ceruloplasmina

APENDICE VI.A. ANALISIS DE VARIANCA DE LOS CALCULOS DE MEZCLA EN COSTARRICENSES POR NACIMIENTO.
Hojas de salida del programa MISTURA3.

ESCORES DE MEZCLA RACIAL

Sistema	U(1)	U(2)	K(1,1)	K(1,2)	K(2,2)	Qui-Quad	gl	Qui(par)	gl
ABO	.15717E+03	-.19413E+03	.15383E+04	.89837E+02	.27199E+04	76.394	4	31.286	2
RHESUS (CDE)	-.16297E+03	.62925E+03	.58210E+04	-.71377E+03	.48447E+04	160.890	14	82.592	2
MNSs	-.87282E+02	-.13402E+03	.63716E+03	-.11551E+02	.94459E+03	122.528	8	31.427	2
KELL	-.14650E+02	-.17855E+02	.26266E+03	.32012E+03	.39014E+03	222.573	2	.817	1
DUFFY	.19769E+03	-.47149E+00	.22399E+05	.98274E+02	.44522E+03	17.911	3	1.749	2
KIDD	-.51254E+01	.26503E+01	.55722E+03	-.28813E+03	.14899E+03	.047	1	.047	1
SISTEMA P	-.23976E+03	-.20887E+03	.42807E+03	.37292E+03	.32488E+03	235.047	1	134.283	1
LEWIS	.18076E+03	.10714E+03	.69169E+03	.40996E+03	.24298E+03	70.801	1	47.240	1
SECRETOR	.61767E+01	-.20095E+03	.25754E+01	-.83788E+02	.27259E+04	18.098	1	14.813	1
DIEGO	.00000E+00	.18449E+02	.00000E+00	.00000E+00	.67034E+02	62.358	1	5.078	1
HAPTOGLOBINA	-.34932E+01	-.92808E+00	.10996E+04	.29213E+03	.77615E+02	3.430	2	.011	1
Totales	.28526E+02	.26439E+00	.33437E+05	.48601E+03	.12932E+05	990.076	38	349.344	15

ANALISIS DE VARIANCA

Fuente	gl	Qui-Quad	Quad.Med
Entre Sistemas	13	349.344	26.873
Dentro de Sistemas	23	640.733	27.858
Parámetros	2	.024	.012
Total	38	990.076	26.055

Matriz de Información: Determinante = .43217350E+09

.33437295E+05 .48600637E+03
.12931959E+05

ESTIMATIVAS DE MEZCLA RACIAL

Grupo Racial	Proporción	Error Padrao
NEGRO	.09054	.02836
INDIO	.29309	.04560
BLANCO	.61037	.05313

APENDICE VI.B. ANALISIS DE VARIANCIA DE LOS CALCULOS DE MEZCLA EN LA REGION CENTRAL.

ESCORES DE MEZCLA RACIAL

Sistema	U(1)	U(2)	K(1,1)	K(1,2)	K(2,2)	Qui-Quad	gl	Qui(par)	gl
ABO	.81635E+02	-.16873E+03	.83806E+03	.16960E+02	.13961E+04	68.214	4	28.751	2
RHESUS (CDE)	-.14183E+03	.34354E+03	.27700E+04	-.29245E+03	.27164E+04	112.653	14	47.461	2
MNSs	-.42527E+02	-.87046E+02	.32501E+03	-.60813E+01	.49619E+03	77.304	8	21.119	2
KELL	.20291E+02	.24729E+02	.68027E+02	.82908E+02	.10104E+03	5.215	2	6.052	1
DUFFY	.10616E+03	-.11874E+02	.12671E+05	.28330E+02	.22635E+03	9.488	3	1.538	2
KIDD	-.28509E+02	.14742E+02	.30669E+03	-.15859E+03	.82005E+02	2.829	1	2.650	1
SISTEMA P	-.11490E+03	-.10009E+03	.21175E+03	.18447E+03	.16070E+03	105.041	1	62.343	1
LEWIS	.90219E+02	.53473E+02	.34954E+03	.20717E+03	.12279E+03	35.417	1	23.287	1
SECRETOR	.27603E+01	-.89803E+02	.13289E+01	-.43233E+02	.14065E+04	6.763	1	5.734	1
DIRGO	.00000E+00	.13213E+02	.00000E+00	.00000E+00	.50402E+02	48.998	1	3.464	1
HAPTOGLOBINA	.30894E+02	.82081E+01	.60034E+03	.15950E+03	.42376E+02	1.992	2	1.590	1
Totales	.42011E+01	.35977E+00	.18142E+05	.17898E+03	.68009E+04	473.913	38	203.988	15

ANALISIS DE VARIANCIA

Fuente	gl	Qui-Quad	Quad.Med
Entre Sistemas	13	203.988	15.691
Dentro de Sistemas	23	269.925	11.736
Parámetros	2	.001	.000
Total	38	473.913	12.471

Matriz de Información:

Determinante = .12334670E+09

.18141540E+05 .17897788E+03

.68008946E+04

ESTIMATIVAS DE MEZCLA RACIAL

Grupo Racial	Proporción	Error Padrao
NEGRO	.07183	.02941
INDIO	.28163	.04804
BLANCO	.64654	.05592

APENDICE VI.C. ANALISIS DE VARIANCIA DE LOS CALCULOS DE MEZCLA EN LA REGION DEL ATLANTICO.

SCORES DE MEZCLA RACIAL

Sistema	U(1)	U(2)	K(1,1)	K(1,2)	K(2,2)	Qui-Quad	gl	Qui(par)	gl
ABO	.38244E+01	.21728E+01	.79047E+02	.22279E+02	.13892E+03	6.210	4	.194	2
RHESUS (CDE)	.46564E+00	.28892E+02	.33505E+03	-.42356E+02	.21582E+03	7.323	14	3.983	2
MNS _b	-.16551E+02	-.99791E+01	.36677E+02	-.54496E+01	.45918E+02	30.298	8	10.898	2
KELL	.33494E-01	.40821E-01	.11113E+02	.13544E+02	.16507E+02	.055	2	.000	1
DUFFY	.31705E+02	.80722E+01	.18839E+04	.11961E+02	.20650E+02	20.175	3	3.545	2
KIDD	.12321E+01	-.63710E+00	.29333E+02	-.15168E+02	.78433E+01	.050	1	.052	1
SISTEMA P	-.17260E+02	-.15037E+02	.26600E+02	.23173E+02	.20188E+02	23.449	1	11.200	1
LEWIS	.70277E+01	.41653E+01	.27937E+02	.16558E+02	.98140E+01	2.490	1	1.768	1
SECRETOR	.46993E+00	-.15289E+02	.15701E+00	-.51081E+01	.16618E+03	1.860	1	1.407	1
HAPTOGLOBINA	-.88224E+01	-.23440E+01	.53933E+02	.14329E+02	.38070E+01	3.457	2	1.443	1
Totales	.21253E+01	.58240E-01	.24837E+04	.33763E+02	.64565E+03	95.368	37	34.489	14

ANALISIS DE VARIANCIA

Fuente	gl	Qui-Quad	Quad.Med
Entre Sistemas	12	34.489	2.874
Dentro de Sistemas	23	60.879	2.647
Parámetros	2	.002	.001
Total	37	95.368	2.578

Matriz de Información:

Determinante = .16024650E+07

.24837031E+04 .33763149E+02

.64565089E+03

ESTIMATIVAS DE MEZCLA RACIAL

Grupo Racial	Proporción	Error Padrao
NEGRO	.13544	.03403
INDIO	.33858	.06674
BLANCO	.52598	.07411

APENDICE VI.D. ANALISIS DE VARIANCIA DE LOS CALCULOS DE MEZCLA EN LA ZONA NORTE.

ESCORES DE MEZCLA RACIAL

Sistema	U(1)	U(2)	K(1,1)	K(1,2)	K(2,2)	Qui-Quad	gl	Qui(par)	°gl
ABO	.16412E+01	-.29744E+02	.11153E+03	.19683E+02	.23951E+03	6.475	4	3.846	2
RHSUS (CDE)	-.53985E+02	.58400E+02	.36190E+03	-.31183E+02	.42957E+03	22.865	14	14.820	2
MNS _B	-.13552E+02	.33922E+01	.50510E+02	.22132E+01	.78842E+02	10.927	8	3.838	2
DUFFY	.48863E+02	-.68530E+01	.22159E+04	.37044E+00	.39806E+02	6.604	3	2.260	2
KELL	.80561E+01	.98184E+01	.56404E+01	.68742E+01	.83780E+01	4.130	2	11.506	1
LEWIS	.16594E+02	.98351E+01	.68881E+02	.40825E+02	.24197E+02	5.703	1	3.998	1
SISTEMA P	-.16524E+02	-.14395E+02	.34460E+02	.30020E+02	.26153E+02	12.560	1	7.924	1
KIDD	.97523E+01	-.50428E+01	.43887E+02	-.22694E+02	.11735E+02	1.867	1	2.167	1
SECRETOR	.78643E+00	-.25585E+02	.24606E+00	-.80052E+01	.26043E+03	3.252	1	2.514	1
HAPTOGLOBINA	.88358E+00	.23475E+00	.99983E+02	.26564E+02	.70575E+01	.286	2	.008	1
Totales	.25152E+01	.60531E-01	.29929E+04	.64669E+02	.11257E+04	74.668	37	52.880	14

ANALISIS DE VARIANCIA

Fuente	gl	Qui-Quad	Quad.Med
Entre Sistemas	12	52.880	4.407
Dentro de Sistemas	23	21.788	.947
Parámetros	2	.002	.001
T O T A L	37	74.668	2.018

Matriz de Información:

Determinante = .33648640E+07

.29929010E+04 .64668669E+02
 .11256789E+04

ESTIMATIVAS DE MEZCLA RACIAL

Grupo Racial	Proporción	Error Padrao
NEGRO	.12745	.03840
INDIO	.26705	.06261
BLANCO	.60550	.07228

APENDICE VI.E. ANALISIS DE VARIANCIA DE LOS CALCULOS DE MEZCLA EN LA REGION CHOROTEGA.

ESCORES DE MEZCLA RACIAL

Sistema	U(1)	U(2)	K(1,1)	K(1,2)	K(2,2)	Qui-Quad	gl	Qui(par)	gl
ABO	.44417E+02	.74066E+01	.32253E+03	.40293E+02	.61008E+03	14.193	4	6.122	2
RHESUS (CDE)	.16091E+02	.10378E+03	.13049E+04	-.19416E+03	.95335E+03	17.848	14	12.392	2
MNSs	-.15779E+01	-.26414E+02	.13654E+03	-.34007E+01	.20788E+03	25.097	8	3.386	2
KELL	-.14364E+01	-.17506E+01	.46833E+02	.57078E+02	.69564E+02	3.804	2	.044	1
DUFFY	.26138E+02	.15041E+02	.37521E+04	.47043E+02	.10442E+03	3.636	3	2.267	2
KIDD	.51069E+01	-.26407E+01	.10770E+03	-.55692E+02	.20798E+02	.234	1	.242	1
SISTEMA P	-.78104E+02	-.68041E+02	.11672E+03	.10168E+03	.88580E+02	114.529	1	52.265	1
LEWIS	.21956E+02	.13013E+02	.12453E+03	.73809E+02	.43746E+02	4.836	1	3.871	1
SECRETOR	.10569E+01	-.34385E+02	.49275E+00	-.16031E+02	.52154E+03	2.754	1	2.267	1
DIEGO	.00000E+00	.26427E+01	.00000E+00	.00000E+00	.83958E+01	9.292	1	.832	1
HAPTOGLOBINA	-.31742E+02	-.84332E+01	.20625E+03	.54796E+02	.14558E+02	5.818	2	4.885	1
Totales	.19057E+01	.21469E+00	.61185E+04	.10542E+03	.26509E+04	202.042	38	88.573	15

ANALISIS DE VARIANCIA

Fuente	gl	Qui-Quad	Quad. Med
Entre Sistemas	13	88.573	6.813
Dentro de Sistemas	23	113.469	4.933
Parámetros	2	.001	.000
Total	38	202.042	5.317

Matriz de Información:

Determinante = .16208490E+08

.61184985E+04 .10541598E+03

.26509118E+04

ESTIMATIVAS DE MEZCLA RACIAL

Grupo Racial	Proporción	Error Padrao
NEGRO	.14417	.03338
INDIO	.34500	.05071
BLANCO	.51083	.05998

APENDICE VI.G. ANALISIS DE VARIANCIA DE LOS CALCULOS DE MEZCLA EN LA CLASE ALTA.

ESCORES DE MEZCLA RACIAL

Sistema	U(1)	U(2)	K(1,1)	K(1,2)	K(2,2)	Qui-Quad	gl	Qui(par)	gl
ABO	.48079E+02	-.31637E+02	.25803E+03	-.15537E+02	.39100E+03	31.768	4	11.077	2
RHESUS (CDE)	-.39860E+02	.78246E+02	.76093E+03	-.72351E+02	.72390E+03	26.796	14	9.819	2
MNSs	-.18938E+02	-.23799E+01	.97365E+02	.50613E+01	.12297E+03	33.537	8	3.700	2
DUFFY	.13013E+02	.10525E+02	.38177E+04	.22918E+02	.61300E+02	8.901	3	1.829	2
KELL	.11496E+01	.14011E+01	.24388E+02	.29723E+02	.36225E+02	.216	2	.054	1
LEWIS	.22077E+02	.13085E+02	.90631E+02	.53717E+02	.31838E+02	7.866	1	5.378	1
SISTEMA P	-.39243E+02	-.34187E+02	.65623E+02	.57168E+02	.49803E+02	42.882	1	23.467	1
KIDD	.13385E+02	-.69211E+01	.73256E+02	-.37880E+02	.19588E+02	2.173	1	2.445	1
SECRETOR	.98417E+00	-.32018E+02	.39158E+00	-.12739E+02	.41445E+03	3.038	1	2.474	1
DIEGO	.00000E+00	.32255E+01	.00000E+00	.00000E+00	.12146E+02	11.301	1	.857	1
HAPTOGLOBINA	.28123E+01	.74718E+00	.17220E+03	.45750E+02	.12155E+02	.056	2	.046	1
Totales	.34586E+01	-.85886E-01	.53606E+04	.75830E+02	.18754E+04	168.535	38	61.145	15

ANALISIS DE VARIANCIA

Fuente	gl	Qui-Quad	Quad.Med
Entre Sistemas	13	61.145	4.703
Dentro de Sistemas	23	107.389	4.669
Parámetros	2	.002	.001
Total	38	168.535	4.435

Matriz de Información: Determinante = .10047340E+08

.53605595E+04 .75830453E+02

.18753807E+04

ESTIMATIVAS DE MEZCLA RACIAL

Grupo Racial	Proporción	Error Padrao
NEGRO	.08394	.02963
INDIO	.28685	.05009
BLANCO	.62921	.05759

APENDICE VI.H. ANALISIS DE VARIANCIA DE LOS CALCULOS DE MEZCLA EN LA CLASE MEDIA.

ESCORES DE MEZCLA RACIAL

Sistema	U(1)	U(2)	K(1,1)	K(1,2)	K(2,2)	Qui-Quad	gl	Qui(par)	gl
ABO	.14365E+02	-.40144E+02	.35710E+03	.38075E+02	.66785E+03	14.579	4	3.194	2
RHESUS (CDE)	-.40592E+02	.13918E+03	.16748E+04	-.19015E+03	.12300E+04	60.998	14	15.971	2
MNSs	-.17353E+01	-.36577E+02	.13481E+03	-.65418E+01	.22322E+03	35.743	8	6.052	2
DUFFY	.36999E+02	-.21139E+01	.47160E+04	.24420E+02	.11610E+03	.586	3	.336	2
KELL	.14842E+02	.18088E+02	.26199E+02	.31930E+02	.38915E+02	4.955	2	8.408	1
LEWIS	.61705E+02	.36572E+02	.20916E+03	.12397E+03	.73475E+02	29.811	1	18.204	1
SISTEMA P	-.59399E+02	-.51746E+02	.10701E+03	.93226E+02	.81215E+02	56.578	1	32.970	1
KIDD	.23519E+00	-.12161E+00	.14134E+03	-.73084E+02	.37791E+02	.000	1	.000	1
SECRETOR	.19747E+01	-.64243E+02	.69246E+00	-.22528E+02	.73292E+03	7.140	1	5.631	1
DIEGO	.00000E+00	.65165E+01	.00000E+00	.00000E+00	.24179E+02	27.342	1	1.756	1
HAPTOGLOBINA	-.21575E+02	-.57320E+01	.27197E+03	.72257E+02	.19197E+02	3.917	2	1.711	1
Totales	.68199E+01	-.31676E+00	.76391E+04	.91570E+02	.32449E+04	241.650	38	94.235	15

ANALISIS DE VARIANCIA

Fuente	gl	Qui-Quad	Quad.Med
Entre Sistemas	13	94.235	7.249
Dentro de Sistemas	23	147.415	6.409
Parámetros	2	.006	.003
Total	38	241.650	6.359

Matriz de Información:

Determinante = .24779490E+08

.76391101E+04 .91569891E+02

.32448643E+04

ESTIMATIVAS DE MEZCLA RACIAL

Grupo Racial	Proporción	Error Padrao
NEGRO	.07217	.03081
INDIO	.28752	.04727
BLANCO	.64031	.05595

